

MAPAS DE ÁREAS DE PRODUÇÃO ECONÔMICA E DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Produto 5 - Piauí

dezembro | 2013



Diagonal

TRANSFORMAÇÃO
DE TERRITÓRIOS

SUMÁRIO

1. Introdução	4
2. Metodologia	6
3. Unidades de Paisagem: paisagens culturais do Estado do Piauí	10
3.1 Regiões de Planejamento Territorial do Estado do Piauí.....	11
3.2. Arcabouço físico-ambiental do território.....	15
3.2.1. Relevo e Geologia.....	15
3.2.2. Recursos Hidrogeológicos	21
3.2.3. Recursos Minerais e Geologia.....	25
3.2.4. Recursos Hídricos Superficiais	33
3.2.5. Biomas e Ecossistemas.....	48
3.2.6. Áreas legalmente protegidas e preservação do meio ambiente.....	55
3.2.7. Uso e Ocupação dos Recursos Naturais do Território e Impactos Ambientais por Ecossistemas.....	57
3.3. Unidades de Paisagem e Paisagem Cultural do Piauí.....	65
3.3.1. Unidades de Paisagem do Estado do Piauí.....	67
3.4. Paisagens Culturais no Piauí: Potencialidades Paisagísticas	81
3.4.1. Paisagem Cultural da Planície Litorânea.....	84
3.4.2. Paisagem Cultural do Cerrado com Carnaubais	86
3.4.3. Paisagem Cultural do Cerrado Produtivo.....	88
3.4.4. Paisagem Cultural da Caatinga.....	91
3.4.5. Paisagem Cultural do Rio Parnaíba	93
3.4.6. Paisagem Cultural das Cidades Históricas	93
4. Segmentos priorizados e impactos ambientais.....	95
4.1. A Questão Ambiental.....	95
4.2 Agronegócio (grãos- soja, milho etc).....	96
4.2.1 Grãos.....	96
4.2.2 Papel e Celulose	97
4.2.3 Sucroalcooleiro.....	97

4.2.4 Pecuaria.....	101
4.3 Turismo	104
4.4 Mineração – minerais metálicos.....	106
Indicação de impactos relevantes.....	106
4.5 Mineração – petróleo e gás.....	107
Indicação de impactos relevantes.....	107
4.6 Energias Renováveis.....	111
4.6.1 Centrais de Geração Eólica de Energia	111
4.6.2 Centrais de Geração Fotovoltaica de Energia.....	112
4.6.3 Centrais de Termoelétrica a Gás Natural.....	112
4.6.4 Biorrefinarias	113
4.7 Educação, Cultura, Ciência e Tecnologia.....	113
4.8 Arranjos Produtivos Locais.....	114
4.8.1 Extrativismo Vegetal da Carnaúba.....	114
4.8.2 Apicultura.....	117
4.8.3 Cajucultura	118
4.8.4 APL de Carcinicultura.....	120
4.8.4 APL de Gemas (Opalas).....	123
5. Compatibilidade Ambiental entre o potencial paisagístico e atividades econômicas por macrorregião de desenvolvimento.	126
5.1 Potencialidades e Fragilidades dos Recursos Naturais do Estado.....	126
5.2 Condicionantes Ambientais segundo cada segmento econômico selecionado.....	127
5.2.1 Compatibilidade dos Segmentos Econômicos na M.R. do Litoral.....	128
5.2.2 Compatibilidade dos Segmentos Econômicos na M.R. do Meio Norte.....	130
5.2.3 Compatibilidade dos Segmentos Econômicos na M.R. do Semiárido.....	131
5.2.4 Compatibilidade dos Segmentos Econômicos na M.R. do Cerrado.....	133
6. Indicador Sintético de Aptidão do Território segundo as atividades econômicas (segmentos priorizados).....	135
6.1. Metodologia.....	135
6.2. A atividade turística de lazer.....	137
6.3. Energias Renováveis.....	141

6.3.1. Energia Eólica.....	141
6.3.3. Energia solar.....	146
6.4. Agronegócio.....	148
6.4.1. Soja, Milho & Cana de Açúcar.....	148
7. Conclusão.....	150
8. Referências Bibliográficas.....	164
9. Anexos.....	169
9.1 APENDICE – Legislação Ambiental.....	169
9.2 MAPAS.....	176

1. INTRODUÇÃO

Este Produto 5 - Mapas de Áreas de Produção Econômica e de Proteção Ambiental - busca avaliar a capacidade e a aptidão do território piauiense em absorver o conjunto dos projetos estratégicos presentes na proposta de carteira do Produto 4. Esta abordagem visa apresentar uma análise da compilação estrutural/ambiental do Estado do Piauí e um mapa de aptidão, tanto por meio de visualização cartográfica como por meio matrizes de correlação entre as potencialidades naturais e recursos econômicos *vis a vis* os segmentos econômicos priorizados.

Os mapas e quadros de compilação estrutural/ambiental do território mostram a extensão e a sobreposição de elementos estruturadores (como, por exemplo, rede de rodovias e rede de cidades) e condições físico-ambientais que indicam as capacidades e as limitações dos sistemas naturais para o desenvolvimento dos empreendimentos estratégicos econômicos e de infraestrutura.

O mapa de aptidão representa a disposição relativa de áreas dentro do estado do Piauí em absorver determinada forma de desenvolvimento econômico, ou seja, onde se encontram as áreas com maior ou menor potencial para abrigar determinadas atividades econômicas de forma sustentável e aquelas consideradas não adequadas. A aptidão relativa representa o quanto localizações satisfazem critérios pré-estabelecidos para um determinado tipo de desenvolvimento como, por exemplo, a proximidade a centros urbanos e a distância de áreas de preservação.

Dessa forma, a composição do P5 se estrutura nos seguintes eixos:

Análise de Paisagem: abordagem qualitativa das potencialidades e fragilidades do território do Piauí em abrigar as atividades econômicas selecionadas. Abrange os seguintes elementos:

- Análise das Unidades de Paisagem e suas potencialidades paisagísticas e de uso econômico.
- Análise da suscetibilidade a impactos ambientais vs. atividades econômicas.
- Análise da situação de áreas prioritárias para conservação e a viabilidade econômica de segmentos específicos.

Análise de Aptidão: abordagem por meio de indicador sintético a partir do cruzamento de elementos espaciais físico-ambientais e de valoração das condições necessárias para o desenvolvimento de cada atividade – segmento econômico priorizado. Abrange os seguintes elementos:

- Condições de aptidão dos usos atuais.
- Impactos socioambientais existentes.

Definição dos impactos ambientais dos segmentos priorizados: destaque dos principais e mais rotineiros impactos ambientais das atividades produtivas relacionadas a cada segmento priorizado.

- Definição dos segmentos estratégicos
- Análise de restrição dos segmentos atualmente existentes em cada território.

- Análise de restrição de outros segmentos potenciais a serem introduzidos.

O presente relatório – Produto 5 – em seu capítulo 2 aborda a metodologia aplicada no reconhecimento das unidades de paisagem e as categorias analíticas já utilizadas em outros estudos acerca do território do Piauí, tanto pela SEPLAN e SEMAR como pelo MMA-Ministério de Meio Ambiente e pelo MIN-Ministério da Integração Nacional no PLANAP-Plano de Ações Estratégicas da Bacia do Parnaíba. Explicita também a metodologia aplicada na elaboração dos mapas de aptidão do território a partir da construção de indicador sintético de caráter espacial.

No Capítulo 3 aborda-se o arcabouço físico-ambiental do território do Piauí e a identificação das unidades de paisagem principais do Estado e sua relação com a regionalização atualmente utilizada no planejamento territorial do Piauí, composta pela distinção das macrorregiões e dos territórios de desenvolvimento. Introduce-se na análise o conceito de paisagens culturais do Piauí como forma de uma melhor aproximação com as identidades regionais e valorização da cultura e modo de vida local que deram origem ao atual estado de conservação de paisagens e biomas, situação pouco comum nos demais espaços brasileiros, exceto Amazônia.

O Capítulo 4 descreve os principais e mais relevantes impactos e riscos ambientais associados aos segmentos selecionados – mineração, agronegócio, turismo, energias renováveis, infraestrutura, ciência e tecnologia, educação e cultura, e arranjos produtivos locais ligados à agricultura irrigada, cajucultura, apicultura, e outros.

No Capítulo 5 descreve-se o cruzamento interpretativo-analítico realizado entre as potencialidades físico-ambientais do território com as condições necessárias ao desenvolvimento das atividades e projetos estratégicos ligados aos segmentos priorizados. A unidade escalar de aptidão é a relação do grau de restrição apresentado entre as unidades de paisagem e o segmento priorizado por Macrorregiões e por Território de Desenvolvimento.

Já o Capítulo 6 busca relacionar a aptidão do território à incorporação de determinadas atividades e segmentos econômicos por meio de indicador sintético baseado na análise espacial de aptidão (suitability analysis), método que vem se consolidando como importante instrumento de planejamento territorial e suporte à tomada de decisões na localização de atividades e humanas.

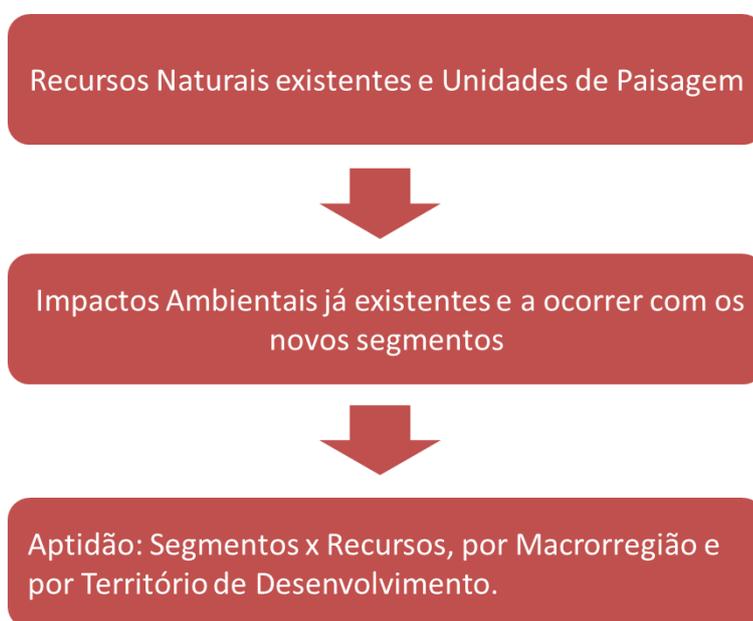
Com base nesta sequência interpretativa das potencialidades naturais, paisagísticas e econômicas do Estado do Piauí pretendeu-se inserir no debate sobre o desenvolvimento econômico sustentável do Estado do Piauí as questões ligadas à identidade do território piauiense e a valorização e conservação de sua qualidade ambiental perante do desenvolvimento almejado.

2. METODOLOGIA

A análise empreendida sobre as áreas de produção e de proteção ambiental objetivou o cruzamento entre os seguintes fatores:

- Segmentos Econômicos Estratégicos Priorizados;
- Macrorregiões de Planejamento e Territórios de Desenvolvimentos
- Unidades de Paisagem
- Análise de impactos rotineiros dos segmentos priorizados.
- Análise de aptidão entre recursos naturais e segmentos econômicos.

A metodologia empreendida visou apresentar, em uma análise interpretativa, cada um desses fatores quanto à intersecção entre em seu rebatimento territorial e implicações ambientais já observadas, visando a cada capítulo incorporar novos elementos e cruzamentos às análises territoriais sobre a aptidão do território do Piauí a acolher os novos investimentos. O quadro evolutivo da abordagem seguiu as seguintes etapas:



A escolha dos segmentos econômicos estratégicos priorizados foi originada a partir do processo descrito a seguir.

Segmentos estratégicos

Os segmentos estratégicos foram inicialmente arrolados pela SEPLAN-PI no edital de contratação do Plano de Desenvolvimento Econômico Sustentável (PDES). Os segmentos estratégicos são

empreendimentos estratégicos dentre todas as potencialidades econômicas que caracterizam a visão do Estado e as perspectivas de futuro para os onze Territórios de Desenvolvimento definidos conforme a Lei Complementar nº 87, de 22 de agosto de 2007.

Inicialmente eram 20 os segmentos estratégicos priorizados, previamente estabelecidos por edital. Os segmentos priorizados inicialmente são citados a seguir:

- Agronegócios: soja e outros
- Agricultura irrigada
- Energia da biomassa e biodiesel
- Energia eólica
- Energia solar
- Indústria extrativa mineral
- Indústria de fertilizantes
- Indústria petroquímica e outros elos de cadeia
- Indústria de papel e celulose
- Indústria de alimentos, bebidas e óleos vegetais
- Indústria de fármacos e fitoterápicos
- Indústria metal-mecânica
- Construção civil e atividade imobiliária
- Turismo
- Serviços especializados (serv. Superiores, educação e saúde)
- Infraestrutura viária
- Infraestrutura aeroportuária
- Infraestrutura portuária
- Infraestrutura hídrica
- Logística (porto seco, terminais multimodais)

No Seminário 1 (S1) que se realizou entre os dias 4 e 5 de setembro foram selecionados e priorizados, pelo público presente no processo participativo, os segmentos estratégicos dentre os 20 segmentos anteriormente estabelecido, visando os 11 Territórios de Desenvolvimento e o estabelecimento dos elementos necessários para a construção da Visão de Futuro para o Estado. Estes segmentos priorizados podem ser entendidos como sendo um subconjunto de atividades produtivas e infraestruturais consideradas prioritárias na perspectiva do Plano de Desenvolvimento Econômico Sustentável (PDES), e que serão base para a constituição da carteira de projetos preconizadores do desenvolvimento estadual.

Os segmentos estratégicos priorizados no Seminário 1 estão listados a seguir:

- Agronegócio
- Energias renováveis (energia eólica, energia solar, biomassa)
- Mineração (Indústria extrativa de minerais metálicos)
- Petróleo e gás.
- Turismo
- Educação e Cultura
- Infraestrutura de Transporte e Logística

Além dos segmentos prioritários mencionados anteriormente foram incorporados programas que não se classificam diretamente dentre os 20 segmentos indicados previamente, mas que no Seminário 1 (S1) foram consideradas fundamentais para o desenvolvimento econômico e sustentável do Estado. Estes programas foram classificados como Programas Associados:

- Programa de Apoio e fomento de APL que considera a indústria extrativa vegetal; agricultura familiar (hortifrúti e apicultura) e joias semipreciosas; e
- Programa Intersectorial de Ciência e Tecnologia aplicadas ao desenvolvimento produtivo do Piauí.

Desta maneira, este item levará em consideração para fins de análise, em termos da compatibilidade ambiental e seus impactos, os Segmentos Priorizados e os Programas Associados propostos no Seminário 1 que partiram das próprias potencialidades econômicas e das interações, no processo do Plano, da sociedade.

Análise de Aptidão

Já o mapeamento de áreas adequadas à produção de bens e serviços está baseado no método de análise de aptidão (suitability analysis¹). A análise espacial de aptidão vem se consolidando como importante instrumento de planejamento e suporte à tomada de decisões nas avaliações de áreas apropriadas para o desenvolvimento de atividades humanas. Esse método busca responder, por exemplo, a questões como “onde dentro de uma região está a melhor área para o desenvolvimento de uma atividade industrial específica baseada na proximidade com a infraestrutura de transporte existente e com as fontes de recursos naturais?” Na perspectiva da elaboração do Plano, isso consistiria na indagação de qual a melhor área nos territórios de desenvolvimento do Piauí para implantar os projetos estratégicos, considerando tanto a otimização de externalidades econômicas positivas, como por exemplo, a proximidade de infraestruturas produtivas e de suprimento de serviços eficientes, quanto a definição de sítios onde não hajam restrições ambientais.

¹ A formalização do termo “suitability analysis” é usualmente atribuído a Ian McHarg (1969), um paisagista escocês com importantes contribuições para o campo de planejamento urbano e paisagismo. No entanto, é de conhecimento comum que a técnica de sobreposição e mapas é muito antiga (como por exemplo Warren Manning 1912, Tobler e Sherman 1957) e tem sido usado em muitas análises. O principal mérito de McHarg está na incorporação da análise de aptidão no processo de decisão de uso do solo e projetos com grandes impactos ambientais. Para maior detalhamento das técnicas utilizadas ver Mcharg, Ian L. *Projectar com la naturaliza*.

Os passos envolvidos na análise espacial de aptidão são oito:

- 1) definição de critérios para a análise para cada segmento prioritário;
- 2) definição de dados necessários;
- 3) definição dos processamentos espaciais necessários;
- 4) preparo do banco de dados;
- 5) criação de um modelo espacial;
- 6) execução do modelo;
- 7) análise dos resultados;
- 8) aprimoramento do modelo, se necessário.

Os dados geográficos comumente usados em análise de aptidão são do tipo *raster*, que são camadas de representações de superfícies contínuas (matriz) que representam um único atributo. A análise de aptidão se dá essencialmente pela combinação de diversas camadas de informações para que valores sejam gerados em novas camadas *rasters*. A análise de aptidão classifica áreas de acordo com diversos fatores, com pesos e valores diferentes, e deriva novas informações de dados existentes para determinar a aptidão de diversas áreas.

Para a elaboração do mapeamento foi utilizada a extensão *Spatial Analyst* da ESRI dentro do ambiente ArcGIS, dados secundários e dados processados disponibilizadas pelo INPE. A análise contemplou dados de sistemas de infraestrutura (rodovias, hidrovias, portos, aeroportos, ferrovias, energia etc.), meio ambiente (unidades de conservação, áreas prioritárias para preservação da biodiversidade, sítios arqueológicos, clima, solo, recursos minerais etc.), dados socioeconômicos e de uso do solo.

3. UNIDADES DE PAISAGEM: PAISAGENS CULTURAIS DO ESTADO DO PIAUÍ

Este capítulo aborda as diferentes formas de individualização da paisagem do estado do Piauí como estratégia de planejamento territorial mais focado nas potencialidades e fragilidades regionais. Várias estratégias de abordagem já foram utilizadas nos últimos anos desde a distinção dos principais biomas, como das unidades geossistêmicas, até a definição de unidades territoriais de planejamento (macrorregiões e territórios de desenvolvimento).

Este trabalho visa utilizar as referências já trabalhadas no âmbito do PLANAP e do ZEE da Bacia do Parnaíba e do Macro ZEE do Piauí, incorporando a utilização do conceito de paisagem cultural como forma de aproximar a relação dos segmentos econômicos em sua aderência com as heranças paisagísticas das diversas regiões e localidades do estado do Piauí.

Preliminarmente (cap. 3.1) apresenta-se a divisão regional de planejamento territorial utilizada pela SEPLAN-PI e demais instituições estaduais e federais, tomando-a como uma categoria de análise para mensurar-se a aptidão do território. Trata-se da regionalização do Estado em Macrorregiões de Planejamento, subdividida em Territórios de Desenvolvimento.

Após, no capítulo 3.2, optou-se por apresentar de maneira resumida as mais relevantes características do arcabouço físico-ambiental que condicionaram e condicionam, de certa forma, a utilização do território. Não se tratou de elencar as tradicionais abordagens do meio físico como relevo, clima, vegetação, hidrografia, mas de apresentar os elementos que estruturaram a abordagem de aptidão do território, facilitando, assim, a compreensão dos critérios que sustentam essa análise. Dessa forma, apresentam-se dados e mapas sobre o relevo e estrutura geológica do Estado, pois estes condicionam a disponibilidade de recursos minerais e hídricos (subterrâneos), existente ou potencial. As condicionantes pedológicas, também importantes na decisão de uso econômico agropecuário do território, foram consideradas conjuntamente à análise de Unidades de Paisagem, baseadas em estudos já existentes do ZEE do Estado do Piauí. As condicionantes climáticas estão referenciadas nos mapas de biomas (ecossistemas) e dos recursos hídricos superficiais, que distinguem, nitidamente, os espaços territoriais do Estado, mesmo considerando que se trata de uma faixa de transição entre os biomas do cerrado e da caatinga.

A seguir, no capítulo 3.3, insere-se o conceito de unidades de paisagem adotado e o conceito de paisagem cultural, ambos utilizados na interpretação das condicionantes físico-ambientais do território e da aptidão deste para abrigar os segmentos econômicos priorizados, segundo o critério analítico-interpretativo, ou seja, por meio da junção dos métodos sintético e analítico na identificação das unidades de paisagem.

No capítulo 3.4 aborda-se a evolução da abordagem territorial sobre unidades de paisagem utilizadas mais recentemente nos estudos sobre o território do Piauí, sobretudo no PLANAP (Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba) e nos ZEEs realizados ou em fase de elaboração (ZEE do Estado do Piauí, com maior detalhamento nos cerrados piauienses; e ZEE do Baixo Parnaíba).

Finaliza-se a abordagem sobre unidades de paisagem apresentando uma síntese das principais paisagens culturais do Estado, visando destacar as potencialidades paisagísticas (naturais e culturais) do Estado como um dos elementos condicionantes do desenvolvimento territorial. Nesse sentido a análise foca nos elementos da paisagem cultural de cada região do Estado como *handicap* e possível indutor de novos modelos de desenvolvimento e não somente naqueles modelos tradicionais verificados no século passado e em outras regiões brasileiras.

3.1 Regiões de Planejamento Territorial do Estado do Piauí

O Estado do Piauí abrange uma área de aproximadamente 252 mil km², equivalente a 16% da área regional do Nordeste (1.554 mil km²) e 3% do território brasileiro (8.514 mil km²), segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística do Brasil (IBGE, Cidades @). Desde 1880 arrasta-se a disputa de uma área de 2.614km², litígio entre o Piauí e o Ceará, nos limites setentrionais dos dois estados. O Piauí é o terceiro maior Estado da região Nordeste, perdendo em área apenas para a Bahia e o Maranhão.

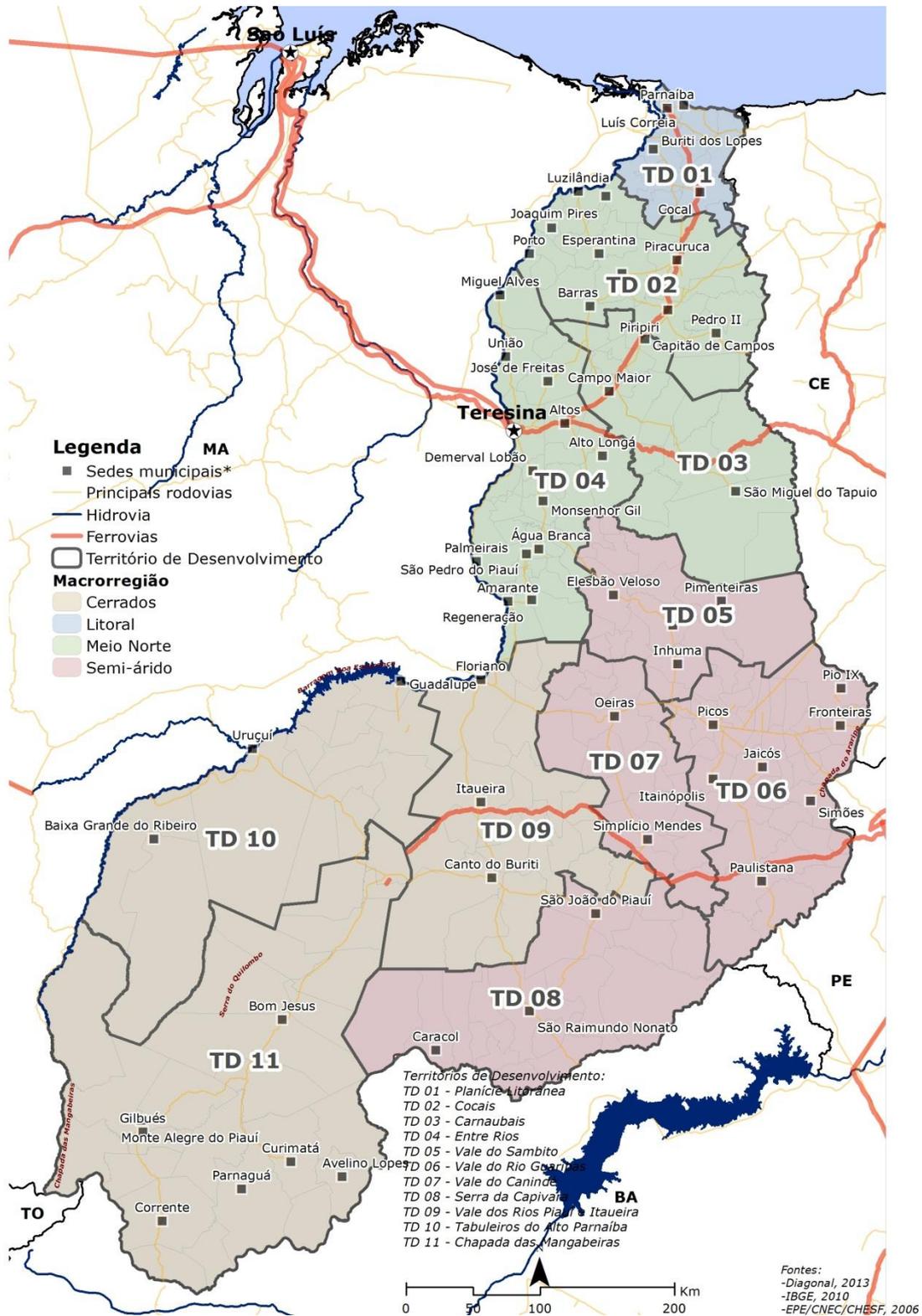
Atualmente o Estado do Piauí está dividido em 224 municípios (ver Figura 1), agrupados pelo IBGE em quatro mesorregiões e 15 microrregiões geográficas. Além da regionalização geográfica do Piauí oficializada pelo IBGE, existe outra instituída em 2004, pelo Governo do Estado, através da Secretaria do Planejamento, para efeito de definição e implementação das políticas públicas, ficando os municípios distribuídos por quatro macrorregiões, 11 territórios de desenvolvimento e 26 aglomerados (AG) conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Regionalização do Estado do Piauí: macrorregiões/ territórios de desenvolvimento/aglomerados de municípios.

Território de Desenvolvimento	Aglomeración de Municípios
MACRORREGIÃO: LITORAL	
T.D. Planície Litorânea	AG 1: Cajueiro da Praia, Ilha Grande e Parnaíba
	AG 2: Bom Princípio, Buriti dos Lopes, Caraúbas do Piauí, Caxingó, Cocal, Cocal dos Alves e Murici dos Portelas
MACRORREGIÃO: MEIO NORTE (COCAIS /CARNAUBAIS)	
T.D. Cocais	AG 3: Barras, Batalha, Campo Largo, Esperantina, Joaquim Pires, Joca Marques, Luzilândia, Madeiro, Matias Olímpio, Morro do Chapéu PI, Na Sra dos Remédios, Porto e S. João do Arraial
	AG 4: Brasileira, Piripiri, Piracuruca, São João da Fronteira, São José do Divino, Domingos Mourão, Lagoa do São Francisco, Milton Brandão e Pedro II
T.D. Carnaubais	AG 5: Boa Hora, Cabeceiras do Piauí, Boqueirão do Piauí, Campo Maior, Capitão de Campos, Cocal de Telha, Jatobá do Piauí, Nossa Senhora de Nazaré e Sigefredo Pacheco
	AG 6: Assunção do Piauí, Buriti dos Montes, Castelo do Piauí, Juazeiro do Piauí, Novo Santo Antônio, São João da Serra e São Miguel do Tapuio
T.D. Entre Rios	AG 7: Alto Longá, Coivaras, Miguel Alves, Altos, José de Freitas, Lagoa Alegre, Teresina, Nazária, União e Pau d'Arco do Piauí
	AG 8: Beneditinos, Currealinhos, Demerval Lobão, Lagoa do Piauí, Miguel Leão e Monsenhor Gil
	AG 9: Agricolândia, Água Branca, Amarante, Angical do Piauí, Barro Duro, Hugo Napoleão, Jardim do Mulato, Lagoinha do Piauí, Olho d'Água do Piauí, Palmeirais, Passagem Franca do Piauí, Regeneração, Santo Antônio dos Milagres, São Gonçalo do Piauí e São Pedro do Piauí
MACRORREGIÃO: SEMIÁRIDO	
T.D. Vale do Sambito	AG 10: Aroazes, Prata do Piauí, Santa Cruz dos Milagres, São Félix do Piauí e São Miguel da Baixa Grande
	AG 11: Barra d'Alcântara, Elesbão Veloso, Francinópolis, Inhuma, Lagoa do Sítio, Novo Oriente, Pimenteiros, Valença do Piauí, Várzea Grande e Ipiranga do Piauí
T.D. Vale do Rio Guaribas	AG 12: Aroeiras do Itaim, Bocaina, Geminiano, Picos, Santana do PI, S. João da Canabrava, São José do Piauí, São Luís do PI, Sussuapara, Santo Antônio de Lisboa, Itainópolis e Vera Mendes
	AG 13: Belém do PI, Caldeirão Grande do PI, Francisco Macedo, Jaicós, Marcolândia, Massapê do Piauí, Padre Marcos e Simões
	AG 14: Acauã, Betânia do Piauí, Caridade do Piauí, Curral Novo do Piauí, Jacobina do Piauí, Patos do Piauí, Paulistana e Queimada Nova
	AG 26: Alagoinha do Piauí, Alegrete, Francisco Santos, Monsenhor Hipólito, Pio IX, São Julião, Campo Grande do Piauí, Fronteiras e Vila Nova do Piauí
T.D. Vale do Rio Canindé	AG 15: Cajazeiras do PI, Colônia do PI, Dom Expedito Lopes, Oeiras, Paquetá, Santa Cruz do PI, São Francisco do PI, Santa Rosa do PI, São João da Varjota, Tanque do Piauí e Wall Ferraz
	AG 16: Bela Vista do Piauí, Campinas do Piauí, Conceição do Canindé, Floresta do Piauí, Isaías Coelho, Santo Inácio do Piauí, São Francisco de Assis do Piauí e Simplício Mendes
T.D. Serra da Capivara	AG 17: Campo Alegre do Fidalgo, Cap. Gervásio Oliveira, João Costa, Lagoa do Barro do PI, São João do PI, Cel José Dias, Dirceu Arcoverde, Dom Inocêncio, São Lourenço do PI e São Raimundo Nonato
	AG 18: Anísio de Abreu, Bonfim do Piauí, Caracol, Fatura do Piauí, Guaribas, Jurema, São Braz do Piauí e Várzea Branca
MACRORREGIÃO: CERRADO	
T.D. Tabuleiros dos Rios Piauí e Itaueira	AG 19: Arraial, Francisco Ayres, Floriano e Nazaré do Piauí
	AG 20: Nova Santa Rita, Paes Landim, Pedro Laurentino, Ribeira do Piauí, Socorro do PI, São José do Peixe e São Miguel do Fidalgo
	AG 21: Flores do Piauí, Itaueira, Pavussu, Rio Grande do Piauí, Brejo do Piauí, Canto do Buriti, Pajeú do Piauí e Tamboril do Piauí
T.D. Tabuleiros do Alto Parnaíba	AG 22: Baixa Grande do Ribeiro, Ribeiro Gonçalves, Uruçuí, Antônio Almeida, Bertolândia, Landri Sales, Marcos Parente, Porto Alegre do PI, Sebastião Leal, Canavieira, Guadalupe e Jerumenha
T.D. Chapada das Mangabeiras	AG 23: Colônia do Gurguéia, Eliseu Martins, Manoel Emídio, Alvorada do Gurguéia, Bom Jesus, Cristino Castro, Currais, Palmeira do Piauí e Santa Luz
	AG 24: Redenção do Gurguéia, Avelino Lopes, Curimatá, Júlio Borges, Morro Cabeça no Tempo e Parnaguá
	AG 25: Santa Filomena, Barreiras do Piauí, Gilbués, Monte Alegre, São Gonçalo do Gurguéia, Corrente, Cristalândia, Riacho Frio e Sebastião Barros

Fonte: FUNDAÇÃO CEPRO. Piauí em números. 7. ed.

Figura 1 – Limites e Divisão Político-Administrativa do Estado do Piauí - 2012



Fonte: IBGE.

Figura 2 – Macrorregiões de Planejamento – SEPLAN/PI.



Fonte: Elaboração Diagonal.

3.2. Arcabouço físico-ambiental do território

3.2.1. Relevo e Geologia

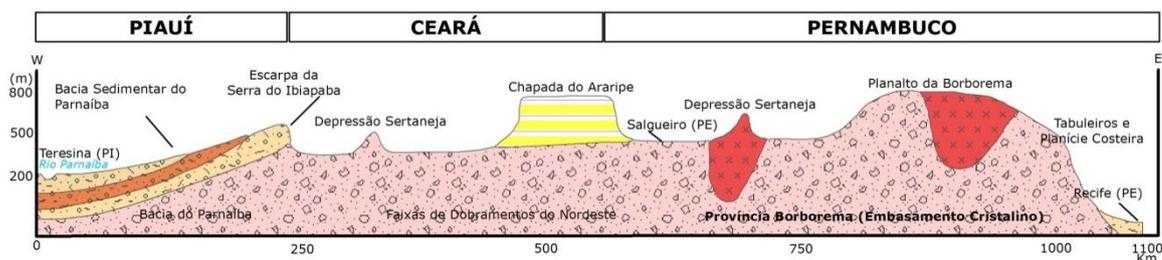
O território do Estado do Piauí apresenta um relevo predominantemente aplainado e de baixas altitudes. O gradiente altitudinal é de 850 metros, com as maiores elevações situadas nas porções Leste e Sul do Estado, e as mais baixas nas porções Central, Nordeste e Norte, ocorrendo ao longo do vale do Parnaíba e de seus principais afluentes (Figura 4).

A estrutura geológica que sustenta e na qual foi modelado o relevo do estado, dentro de uma visão regional, abrange as províncias geotectônicas da Borborema (Embasamento Cristalino), Parnaíba e Costeira (Bacia Sedimentar) (Ver figuras 3 e 4). Essas duas estruturas geológicas, cristalina e sedimentar, já condicionam unidades ambientais relativamente distintas na paisagem do estado, tanto no que se refere às formas de relevo, quanto ao potencial mineral e à disponibilidade hídrica dos aquíferos subterrâneos.

Os terrenos mais antigos do Embasamento Cristalino ocupam uma pequena parcela do território do Piauí (20%), e possuem uma intrincada evolução geológica em tempos arqueano-proterozoicos. Produto de faixas de cisalhamento de caráter predominantemente transcorrente, esse comportamento foi o responsável pela justaposição de blocos e/ou faixas de diferentes graus metamórficos, incluindo a formação de rochas metassedimentares, rochas básicas, ultrabásicas e alcalinas, quase sempre contendo mineralizações economicamente importantes.

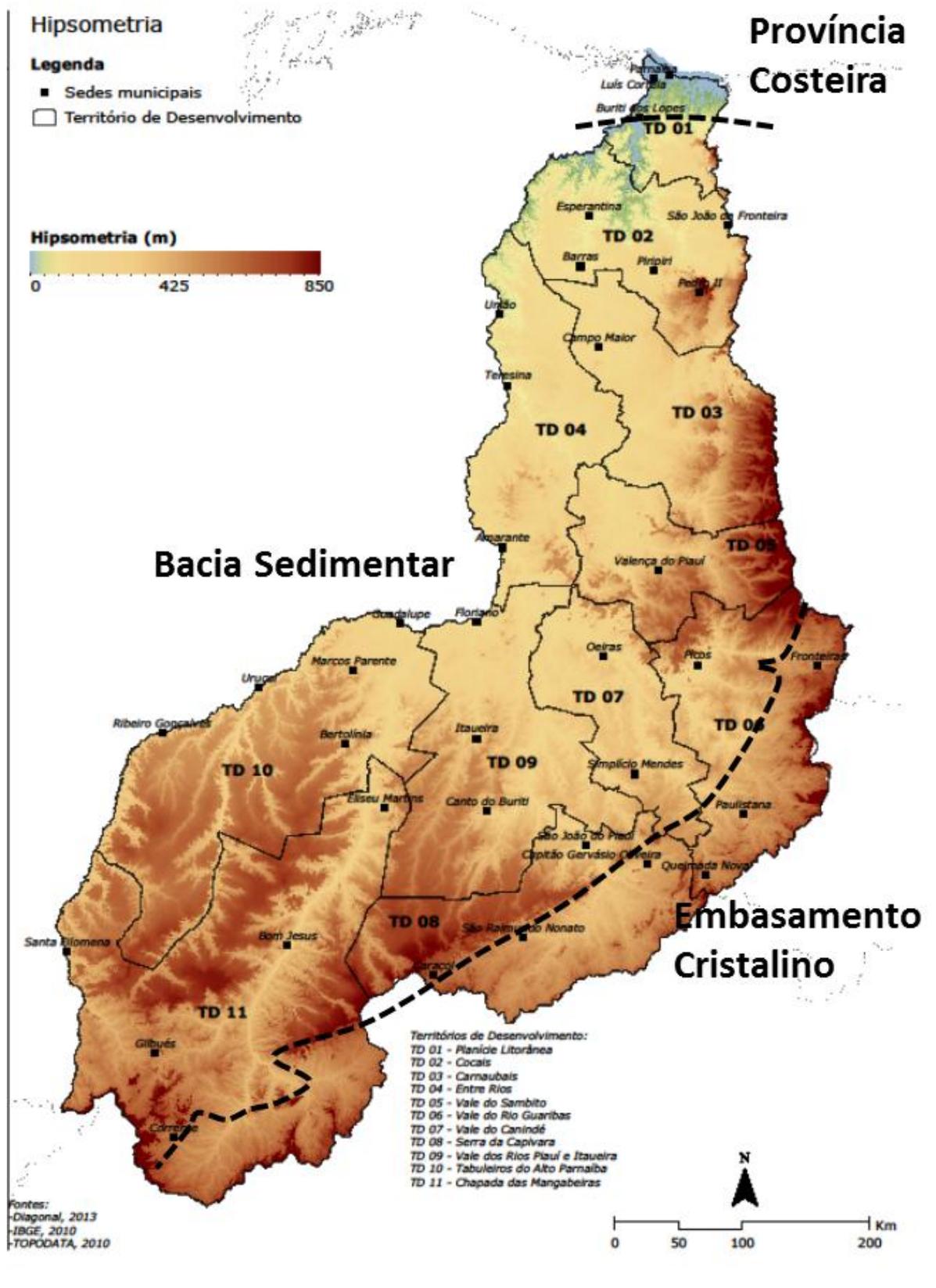
Essas rochas metamórficas integrantes do maciço nordestino são representadas pelos grupos das seguintes formações: Orozimbo, constituída de basaltos intrusivos, recobertas, em grande parte por espessas camadas sedimentares; Salgueiro, composta por micaxistos micáceos, leitos de calcário cristalino e corpos intrusivos de rochas básicas e ultrabásicas e Caraíba, composta por gnaisses, biotita, gnaisses, leitos de quartzito com lentes de anfibólito e mármore.

Figura 3 – Perfil geológico-geomorfológico esquemático do *transect* Teresina (PI)-Recife (PE).



Fonte: Dantas *et al.* (2008), *apud* Pfaltzgraff, 2010. Geodiversidade do Estado do Piauí/ CPRM – Serviço Geológico do Brasil Informações adicionais inseridas pela Diagonal.

Figura 4 – Hipsometria e Províncias Geológicas – SEPLAN/PI.



Fonte: Elaboração Diagonal.

Os terrenos sedimentares da Província Parnaíba correspondem à bacia intracratônica do Parnaíba, formada predominantemente no período paleozoico, embora depósitos pouco espessos do período mesozoico recubram os pacotes paleozoicos. A espessura das camadas sedimentares é expressiva, chegando a 3.000 metros, dos quais 2.500 metros são paleozoicos e o restante mesozoicos (Pfaltzgraff, 2010). Segundo Pfaltzgraff (2010, p. 17), *“a maior parte dos terrenos cenozoicos está contida nos domínios da Província Costeira, em discordância erosiva com as rochas mais antigas. Correspondem basicamente a sedimentos inconsolidados e não-metamorfizados de idades terciária (Grupo Barreiras) e quaternária (depósitos de origens fluvioaluvionar, fluvio-marinha, marinha e eólica, constituindo as feições geológico-geomorfológicas que compõem o Delta do Parnaíba)”*.

A história geológica da formação da bacia sedimentar do Piauí/Maranhão e do território do Piauí, da forma como se encontra hoje, está diretamente ligada às sucessivas transgressões e regressões marinhas, quando ocorreram a deposição e formação dos pacotes sedimentares, formação dos sedimentos marinhos e aluviões, bem como as atividades tectônicas, que muito contribuíram para os derrames basálticos (CEPRO. Diagnóstico das Condições Ambientais do Piauí, 1983).

O Paleozoico é configurado pela presença das seguintes formações geológicas: Serra Grande, Pimenteiras, Cabeças, Longá, Poti, Piauí e Pedra de Fogo. Enquanto o Mesozoico corresponde às formações geológicas Sambaíba, Orozimbo, Itapecuru e Barreiras. Destas, cabe destaque para as formações Serra Grande, Cabeças e Poti/Piauí por se constituírem em ricos aquíferos com água de excelente qualidade e grande quantidade.

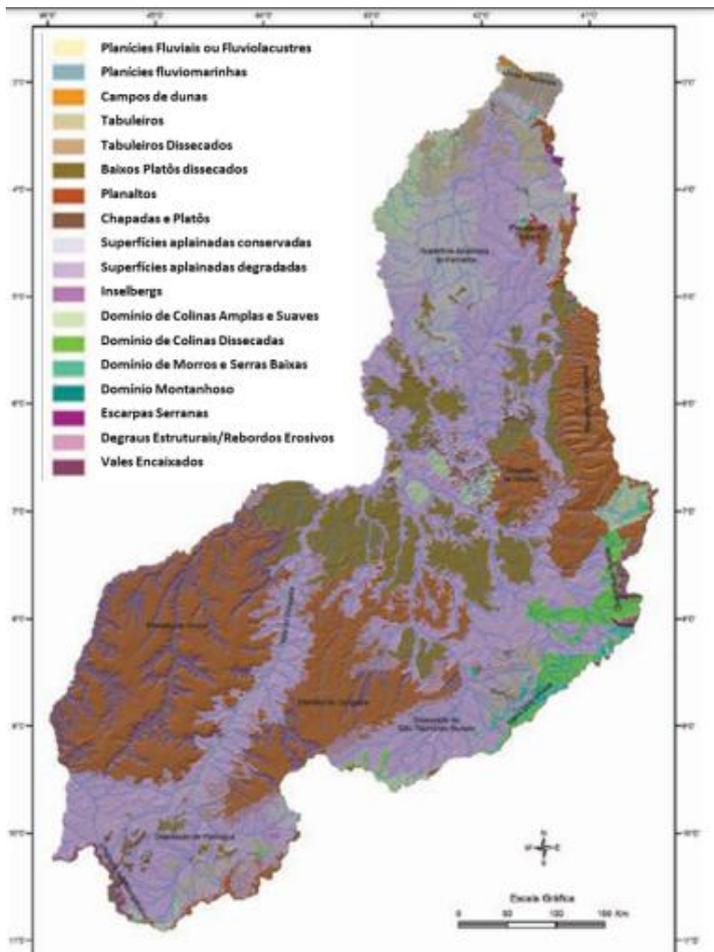
A coluna estratigráfica da bacia sedimentar é formada, predominantemente, por sedimentos clásticos com alternância de espessos estratos de clásticos finos e grosseiros. São comuns os espessos leitos de arenitos e conglomerados, os quais, normalmente, gradam para arenitos finos, siltitos e folhelhos. São encontradas ainda, algumas camadas de calcário, oriundos de sedimentação química e os leitos de material arenoso originados de sedimentação eólica.

Figura 5 – Domínios Geomorfológicos do Estado do Piauí.



Fonte: Pfaltzgraff (2010). Geodiversidade do Estado do Piauí - CPRM.

Figura 6 – Unidades de Relevo do Estado do Piauí.



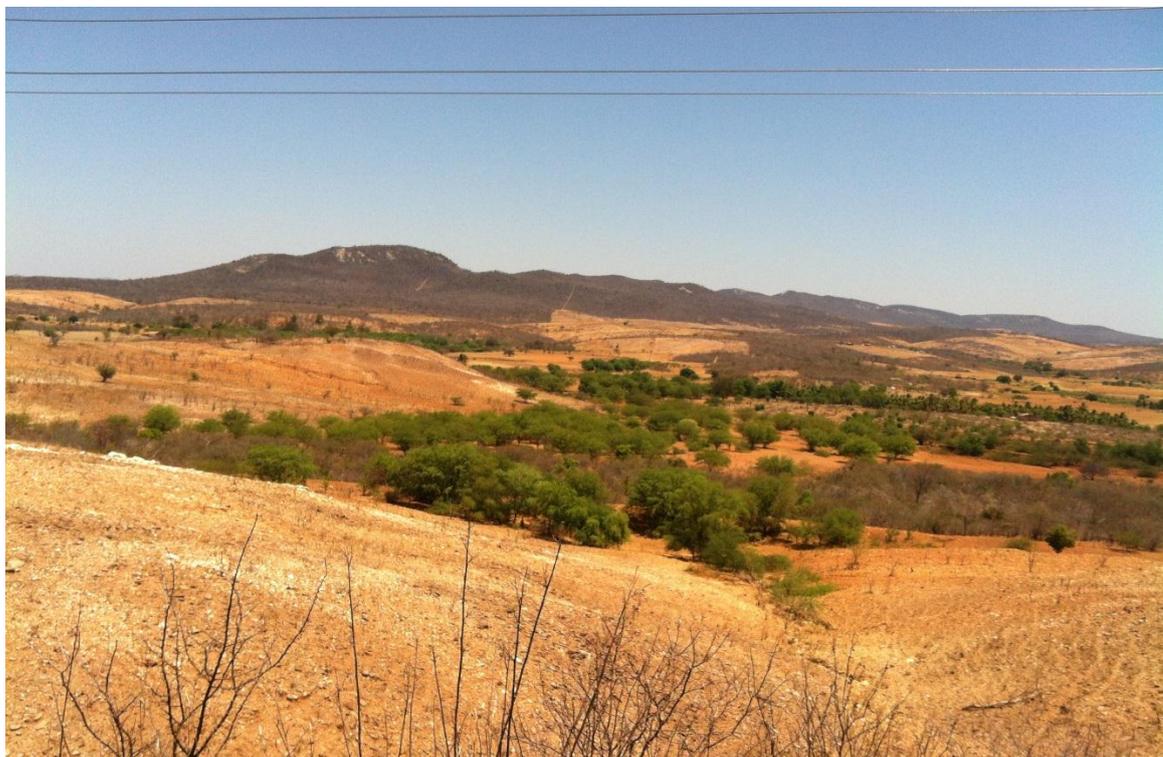
Fonte: Pfaltzgraff (2010). Geodiversidade do Estado do Piauí - CPRM.

Figura 7 – Borda de chapada na região de Cristino Castro.



Fonte: Acervo Diagonal.

Figura 8 – Relevo de colinas do embasamento cristalinos e serranias restritas. Depressão sertaneja entre Paulistana e Acauã.



Fonte: Acervo Diagonal. Set/2013.

A partir de sua geologia, os solos do Piauí são originados da decomposição das rochas sedimentares, notadamente de quartzo, argilas e silte e das rochas integrantes do embasamento cristalino, do tipo biotita, anfíbolito, gnaisses e granito.

De acordo com o Diagnóstico do Setor Mineral do Estado do Piauí (DNPM; CPRM; SETDETUR; CEPRO, apud COMDEPI, 1987), em função da sua gênese, cujas características mineralógicas apresentam extensas superfícies arenosas e acentuada presença de sílica, no Piauí são identificados os seguintes grupos de solos:

- Latossolos – solos de textura média, com ausência de pedregosidade, drenável, planos, profundos, de horizonte B latossólico, com elevado grau de intemperização, ocupando 41,8% da superfície territorial e estendendo-se em faixas contínuas ou não de Norte a Sul. No Sudoeste, ocupam o topo das chapadas de Uruçuí, Ribeiro Gonçalves, Baixa Grande do Ribeiro, Antônio Almeida e Santa Filomena. As limitações neles observadas para uso agrícola são de natureza química, sendo facilmente corrigíveis com aplicação de calcário e fertilizante. Esses solos estão situados sobre grandes aquíferos subterrâneos, o que facilita o processo de captação de água para irrigação. São milhares de hectares de terras enquadradas como fronteira agrícola do Brasil, onde se desenvolvem a agricultura comercial de grãos, especialmente, a soja e os agribusiness.
- Argissolos – apresentam textura variando de média a argilosa, profundidade variando de raso a muito profundo, representando 11,8% dos solos estaduais, sendo encontrados em superfícies mais contínuas na região do Médio e Baixo Parnaíba, em área de topografia ligeiramente movimentada. Estão associados aos solos Argissolo Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo Concrecionário e Podzólico Acinzentado. Suas limitações referem-se à topografia, às vezes movimentada, mas oferecem excelentes condições para uso com agricultura racionalizada.
- Neossolos Flúvicos (Aluviões) – podem se apresentar arenosos, argilosos, de textura intermediária ou em camadas de textura diversas, situados nos vales dos riachos e dos rios, como Parnaíba, Gurguéia, Longá, Poti, Piauí e Canindé, numa extensão de quase cinco quilômetros. As vantagens desse solo referem-se ao potencial irrigável e ao elevado nível de fertilidade natural, sendo, em muitos casos, dispensada a aplicação de fertilizante para o uso agrícola.
- Neossolos Quartzarênicos (Neossolos Quartzarênicos) – engloba solos de sequência de horizontes AC de textura arenosa, desprovidos de minerais facilmente decomponíveis. São originalmente distróficos e quase sempre álicos, isto é, com percentagem de alumínio trocável acima de 50%. Representam cerca de 7% dos solos da superfície territorial. São em geral planos, contínuos, profundos e arejados, propícios para produção frutífera, principalmente culturas pouco tolerantes a excessos de água, como é o caso do caju, coco-da-baía, além das culturas de amendoim, de batata e de mandioca.
- Neossolos Litólicos – compreendem solos rasos a muito rasos, pouco desenvolvidos, apresentando horizonte A, assente sobre rocha ou sobre material com indícios de intemperização. Podem ser eutróficos ou distróficos e ocupam 29,7% da área do Estado.

Figura 9 – Solos de cerrados no Piauí (Sul e Norte)**Solos profundos de cerrados na região das chapadas de Uruçuí, em preparo para soja.****Cerrados sobre solos pedregosos (litólicos) na região de Batalha.**

Fonte: Acervo Diagonal. Set/2013.

Potencialidades e fragilidades: Em relação ao relevo, as áreas com maiores restrições às atividades econômicas correspondem aos setores de maior declividade e aqueles de solos rasos, com afloramentos rochosos frequentes. Dessa forma, são as bordas de chapadas e das cuestas, nos terrenos sedimentares, e as regiões serranas, nos terrenos cristalinos, as áreas menos indicadas ao uso econômico intensivo, sendo aptas à preservação ecológica e ao turismo. Em uma rápida visualização dos mapas de hipsometria e de geomorfologia do estado do Piauí (Figuras 3 e 5 e 6) pode-se verificar que são os Territórios de Desenvolvimento 3 (Carnaubais), 5 (Vale do Sambito), 6 (Vale do Rio Guaribas), 8 (Serra da Capivara), 10 (Tabuleiros do Alto Parnaíba) e 11 (Chapada das Mangabeiras) são os que apresentam as maiores ocorrências de altas declividades, ou seja, vinculadas às escarpas e serras mencionadas, que ocorrem predominantemente nas zonas de contato entre as unidades de relevo e os domínios geomorfológicos.

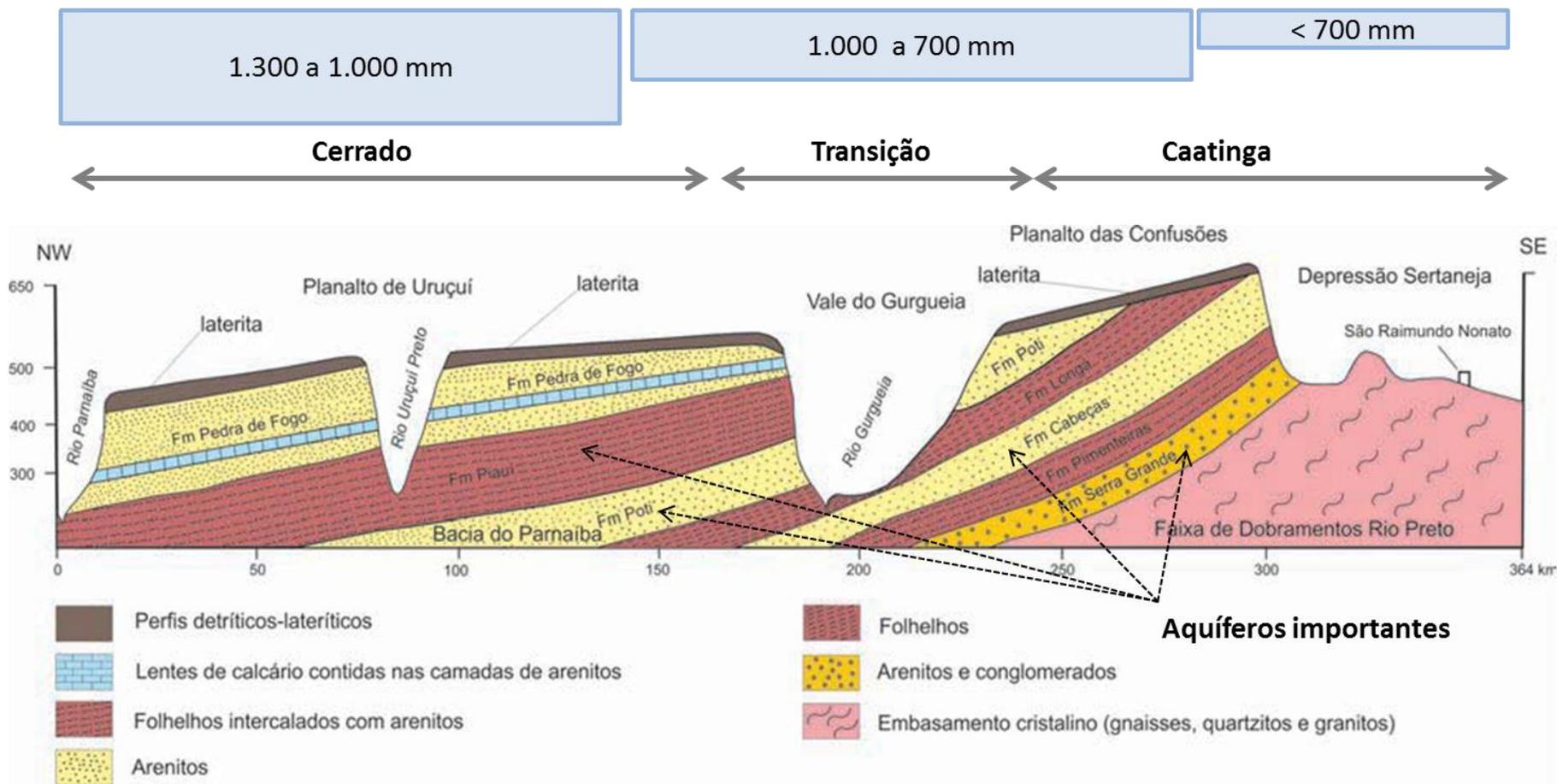
3.2.2. Recursos Hidrogeológicos

Como mencionado, as formações sedimentares da Província Parnaíba abrigam depósitos de arenitos e conglomerados com estratos clásticos grosseiros muito favoráveis a armazenar grandes volumes de água subterrânea. A Figura 7 ilustra um perfil geológico-geomorfológico esquemático do *transect* Rio Parnaíba-São Raimundo Nonato, onde se pode ver a sequência dos depósitos aquíferos separados por depósitos impermeáveis selantes do intercâmbio entre esses aquíferos.

Na Tabela 2 pode-se comparar a potencialidade e os recursos exploráveis das unidades hidrogeológicas ocorrentes no território do Piauí. Observa-se que o aquífero Serra Grande abriga aproximadamente 42% dos recursos exploráveis totais, enquanto o Poti/Piauí responde por 33% e o Cabeças 17%, sendo que esses três aquíferos somados chegam a 92% dos recursos totais (SEMAR, 2010 p.44).

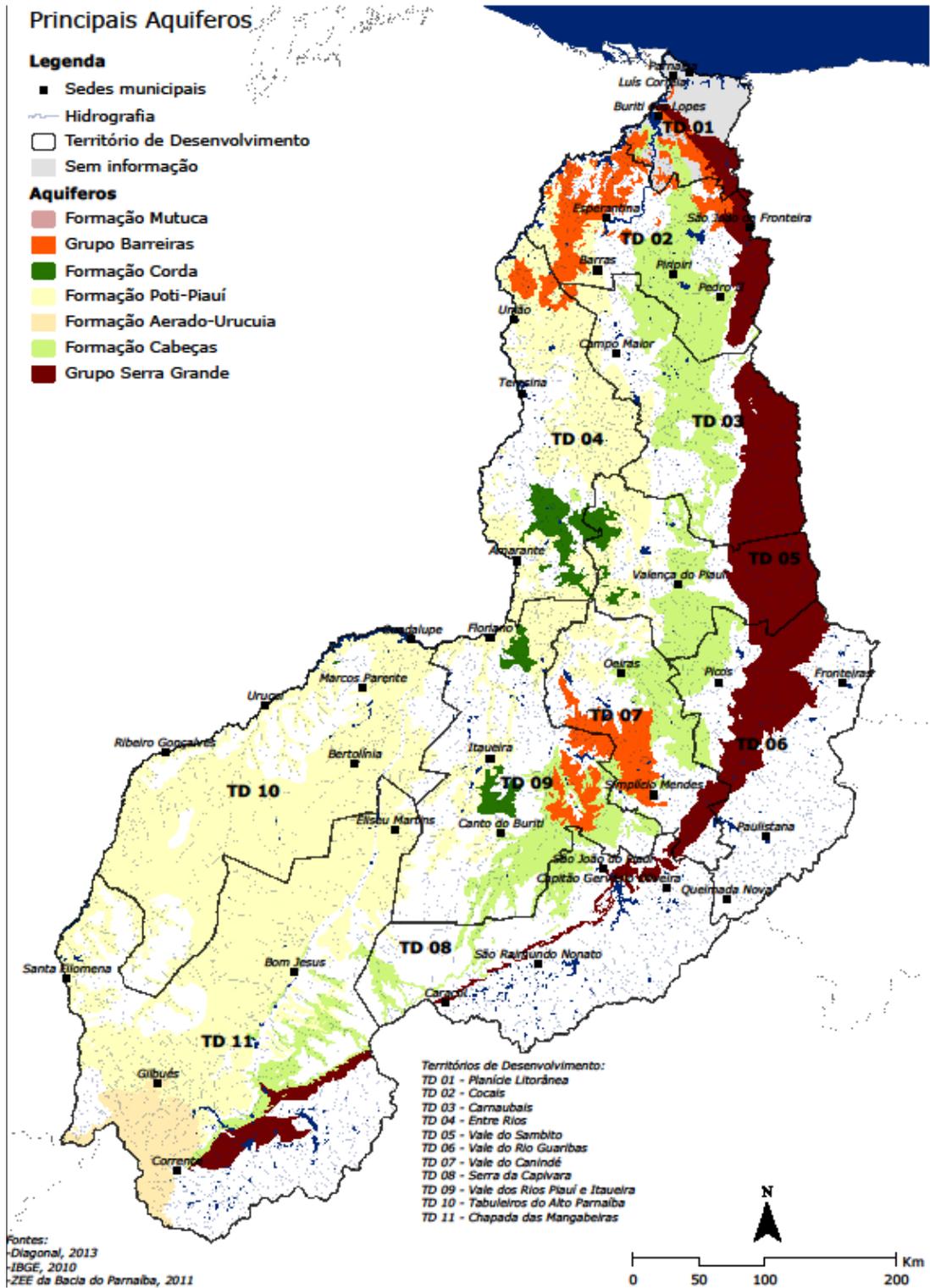
Já no mapa da Figura 11 é possível visualizar a área de recarga destes aquíferos, que coincide com o seu afloramento à superfície, região em que o Serra Grande e o Cabeças se tornam aquíferos livres. Nesse sentido, é importante ressaltar a vulnerabilidade que essas áreas podem apresentar se abrigarem atividades econômicas altamente poluidoras, ou cujo padrão tecnológico ainda coloque em risco a qualidade desses aquíferos.

Figura 10 – Perfil Geológico-geomorfológico esquemático do *transect* rio Parnaíba-São Raimundo Nonato (PI).



Fonte: Pfaltzgraff (2010). Geodiversidade do Estado do Piauí - CPRM.. Informações adicionais inseridas pela Diagonal.

Figura 11 – Área de afloramento dos principais aquíferos da Bacia Sedimentar do Parnaíba.



Fonte: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2010. Geodiversidade do Estado do Piauí.

Tabela 1 – Unidades hidrogeológicas e recursos exploráveis dos Aquíferos e Aquitardos, no estado do Piauí.

Unidades hidrogeológicas (do topo para a base)	Potencialidade (hm ³ /ano)	Recursos exploráveis (hm ³ /ano)	Características
Aluviões e correlatos	21,40	11,31	Muito importantes como fontes de água em qualquer litologia. Espessura é bastante variável (de 3 a 5 m, com largura de 20 a 30m).
Barreiras	31,50	12,46	Aquíferos rasos e livres, com potencialidade fraca a média, sobrepostos discordantemente às rochas cristalinas que ali afloram.
Itapecuru	7,00	3,21	-
Corda	79,50	42,33	Potencialidade média a baixa. Assentada sobre paleodepressões de rochas basálticas e de diabásios (assoalho semipermeável).
Sambaíba	17,30	8,82	Aquífero livre. Potencialidade fraca a média.
Pastos Bons	29,90	16,19	Reduzido potencial hídrico, em face da constituição de clásticos finos com porções argilosas.
Motuca	21,00	11,03	Possibilidade hídrica reduzida a restritas faixas arenosas.
Pedra de Fogo	232,40	111,80	Potencial reduzido, devido à fraca permeabilidade e certo grau de salinidade.
Poti/Piauí	1.594,70	932,37	Aquífero livre em toda a área. Permeabilidade de regular a fraca. Boa nas faixas arenosas. Certo grau de salinidade. Porção inferior com vazões razoáveis e água de boa qualidade.
Longá	2,90	-	Impermeável. Pouco interesse hidrogeológico.
Cabeças	894,40	481,56	Boa porosidade e alta permeabilidade. Confinado pelas formações Pimenteiras e Longá.
Pimenteiras	71,30	40,93	Aquitard / porosidade e permeabilidade restritas.
Serra Grande	1.512,40	1.192,78	Nas zonas de recarga funciona com aquífero livre. Confinado pela formação Pimenteiras e Embasamento Cristalino.
Embasamento Cristalino	-	-	Recursos hídricos subterrâneos escassos. Clima semiárido com recarga irrisória. Níveis elevados de salinidade/alcalinidade.
Total	4.515,70	2.860,80	-

Potencialidade: volume hídrico que pode ser utilizado anualmente, com descarga constante, durante determinado período de tempo.

Recursos exploráveis: parcela máxima da potencialidade que pode ser aproveitada anualmente, correspondendo à vazão anual que pode ser extraída do aquífero ou do sistema aquíferos, sem que se produza um efeito indesejável de qualquer ordem.

Fonte: CPRM (2010) e SEMAR (2010, p.44 e 45).

Potencialidades e fragilidades: Em relação aos recursos hídricos subterrâneos, pode-se afirmar que o Estado do Piauí está assentado sobre um grande potencial hídrico de excelente qualidade, segundo as informações relacionadas nos estudos do CPRM e SEMAR-PI. Os aquíferos mais produtivos são o Serra Grande, o Poti-Piauí e o Cabeças. O Serra Grande e o Cabeças, por terem a maior parte de suas reservas confinadas por formações rochosas impermeáveis (selantes), são naturalmente mais protegidos contra riscos de poluição por atividades humanas (efluentes sanitários e industriais, agrotóxicos etc), que podem ocorrer apenas em sua área de afloramento/recarga. Ambos afloram em regiões do estado pouco ocupadas e desenvolvidas, exceto na região de Picos (TD 6 - Vale do

Guaribas), onde se desenvolve uma expressiva produção de caju e mel, e ocorre um grande fluxo de caminhões, em face da posição estratégica de entroncamento rodoviário dessa cidade. Consequentemente, favorece a instalação de atividades urbanas de apoio altamente poluidoras de solo e água, como os postos de gasolina e oficinas de manutenção de veículos.

Já o aquífero Poti-Piauí apresenta-se livre de camadas selantes sobrepostas em grande parte do território do estado. Seus afloramentos mais significativos acontecem na região dos cerrados piauienses de Sul-Sudoeste, e na porção Oeste entre Floriano, Campo Maior e Barras. No Sudoeste piauiense, na região das chapadas com cerrados é a cultura da soja que pode trazer riscos de contaminação a esse aquífero em face da grande utilização de corretivos, fertilizantes e defensivos agrícolas no processo produtivo, que podem migrar para o lençol freático por infiltração ou pelo escoamento superficial a partir das nascentes e córregos com margens desprotegidas (desmatadas). Na região do município de Regeneração ocorre um grande plantio de eucalipto sobre a zona de recarga dessa formação. Dessa forma, o aquífero Poti-Piauí apresenta-se como o de maior vulnerabilidade a riscos de contaminação, sobretudo em face de se constituir no segundo maior recurso em potencialidade hídrica e capacidade de exploração.

Os Territórios de Desenvolvimento 10 (Tabuleiros do Alto Parnaíba), 11 (Chapada das Mangabeiras) e 4 (Entre Rios) são os que têm a maior parte de território sobre a área de recarga do aquífero Poti-Piauí.

3.2.3. Recursos Minerais e Geologia

De maneira geral o Estado do Piauí é constituído por duas províncias geológicas bem distintas: a sedimentar (Bacia do Piauí-Maranhão ou do Parnaíba), abrangendo quase 80% do território do estado; e a cristalina, representada por um complexo de rochas ígneas e metamórficas, de baixo a alto grau de metamorfismo, cujas idades vão do Pré-Cambriano Indiviso ao Eo-Paleozóico, ocupando o restante 20% do território (Ver Figura 3).

Na Bacia Sedimentar do Parnaíba ou do Piauí-Maranhão, também conhecida como do Meio-Norte ou do Parnaíba, são comuns os espessos leitos de arenitos e conglomerados, os quais normalmente gradam para arenitos finos, siltitos e folhelhos. Algumas camadas de calcário estão presentes e representam uma sedimentação química. Também estão presentes, na coluna estratigráfica, alguns leitos de material arenoso originados por uma sedimentação eólica. Todo esse conjunto forma um pacote de sedimentos com aproximadamente três mil metros de espessura.

No embasamento cristalino são comuns a presença de rochas como os granitos, granito-gnaisses, migmatitos, xistos, quartzitos, mármore e calcários, filitos e ardósias. Suítes intrusivas de rochas ultrabásicas, básicas, intermediárias e ácidas também ocorrem com certa frequência. A grande importância dessa faixa de rochas cristalinas decorre da constatação de que as margens das bacias sedimentares estiveram submetidas a esforços de grandes intensidades, propiciando a ascensão de magmas sob formas e composições variadas, principalmente rochas básicas, ultrabásicas e alcalinas, propiciando metamorfismos quase sempre contendo mineralizações economicamente importantes.

Os Territórios de Desenvolvimento que ocupam os terrenos do embasamento cristalino são os seguintes: TD 6 – Vale do Rio Guaribas, TD 8 – Serra da Capivara e TD 11 – Chapada das Mangabeiras. Os demais são abrangidos pelos terrenos da Bacia Sedimentar do Piauí-Maranhão.

A prospecção mineral em operação e as pesquisas desenvolvidas pela Companhia de Desenvolvimento do Piauí (COMDEPI), associada ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e Serviço Geológico do Brasil (CPRM), propiciaram o mapeamento geológico do Piauí, onde foram identificadas as minas existentes, as jazidas e as principais ocorrências minerais do estado.

A maior riqueza constatada e em exploração corresponde ao grupo dos minerais não metálicos; seguido do grupo das gemas e pedras preciosas. O grupo dos minerais metálicos ainda permanecem como jazidas dimensionadas, mas ainda não exploradas, ou como ocorrência em fase ou aguardando pesquisa.

No Quadro 2 é possível verificar que os recursos minerais se distribuem distintamente entre as duas províncias geológicas mencionadas. No Embasamento Cristalino predominam os minerais metálicos, que não ocorrem no domínio sedimentar, exceto na forma de ocorrência sem potencial econômico (ferro). Quanto aos minerais não metálicos, estes ocorrem de maneira mais significativa nas duas províncias, no entanto, cada mineral só ocorre em uma das províncias. As gemas e pedras preciosas são mais comuns na província sedimentar, o mesmo ocorrendo com os recursos energéticos e água mineral.

Dessa forma, é possível distinguir nitidamente duas unidades de paisagem diferentes quanto aos recursos minerais e hidrogeológicos, mesmo que sob o ponto de vista climático e dos biomas essa distinção não exista. Este *excursus* é importante para a análise ambiental, pois os impactos de cada atividade de exploração mineral derivam da sua natureza intrínseca e atingem compartimentos ambientais específicos, só permitindo generalizações dentro de cada domínio/província em que se encontra.

Quadro 2 – Recursos Minerais do Piauí segundo as Províncias Geológicas ocorrentes no estado.

Província Geológica	Embasamento Cristalino			Bacia Sedimentar Piauí-Maranhão		
	Minas	Jazidas	Ocorrências	Minas	Jazidas	Ocorrências
Minerais Metálicos	-	Níquel	Ferro*, Cromo, Rutilo, manganês, Chumbo, Cobre, Ouro**	-	-	Ferro* e Ouro (aluvião)
Minerais Não Metálicos	Calcário calcítico, Gipsita, Talco, Vermiculita, Granito, Mármore.	Amianto e Fosfato	Barita	Argilas, Atapulgita, Diabásio (brita), Calcário Dolomítico, Ardósia, Areias, Sal Marinho e Seixos.	Caulim	-
Gemas e Pedras Preciosas	-	-	Ametista	Opala, Calcedônia, Quartzito e Diamante.	-	Ametista
Recursos Energéticos	-	-	-	-	-	Gás Natural, Gás de Xisto, Urânio e Carvão
Hidrogeológicos (subterrâneos)	-	-	-	Água Mineral	-	-

Notas: * Ocorre nos dois domínios, mas no Cristalino possui viabilidade econômica. ** Ocorre nos dois domínios, migrando por erosão.

Fonte: Pfaltzgraff (2010) e MME-DNPM-CPRM; PIAUÍ-SETDETUR-FUNDAÇÃO CEPRO (2005). Elaboração Diagonal.

A seguir, para efeito de caracterização das potencialidades de recursos minerais do Estado do Piauí, descreve-se, sinteticamente os principais recursos por província geológica de ocorrência, com informações baseadas nos documentos “Diagnóstico e diretrizes para o setor mineral do Estado do Piauí” (MME-SETDETUR/PI, 2005) e “Geodiversidade do Estado do Piauí” da CPRM (Pfaltzgraff, 2010):

A1. Embasamento Cristalino: Minerais Metálicos

- **Chumbo:** é um metal tóxico, pesado, macio, maleável e mal condutor de eletricidade. É usado na construção civil, baterias de ácido, em munição, proteção contra raios X e forma parte de ligas metálicas para a produção de soldas, fusíveis, revestimentos de cabos elétricos, materiais antifricção e metais de tipografia. Cadastradas uma ocorrência em Monsenhor Gil e outra em São João do Piauí.
- **Cobre:** Empregado na indústria de fabricação de fios elétricos, em ligas como o latão (cobre e zinco) e o bronze (cobre e estanho). Cadastro de ocorrências em São Julião (03), Pio IX (01) e São João do Piauí (01).
- **Cromo:** é um metal de transição, duro, frágil, de coloração cinza, semelhante ao aço. Utilizado principalmente em metalurgia para aumentar a resistência à corrosão e dar acabamento brilhante. Seus cromatos e óxidos são empregados em corantes e pinturas. Ocorrências em Avelino Lopes.
- **Ferro:** os jazimentos de ferro no embasamento cristalino estão associados às formações ferríferas bandadas (*Banded Iron Formations* - BIF) da sequencia metavulcanosedimentar tipo *greystone belt* do Complexo Lagoa Alegre. Estudos técnicos da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) confirmam a ocorrência de jazidas de ferro de alto teor de pureza na região de Paulistana, no Sul do Estado.
- **Níquel:** elemento químico empregado em ligas metálicas, cunhagem de moedas e bateria elétrica. Os jazimentos estão hospedados nas rochas metaultrabásicas do Complexo Brejo Seco, localizados em Capitão Gervásio Oliveira (Cia Vale) e Dom Inocêncio (com reservas superiores a 80 milhões de toneladas com teor aproximado de 1%) (MME-SETDETUR/PI, 2005 p.120).
- **Manganês:** utilizado pela indústria siderúrgica para produção de aço especial. Ocorrência de boa qualidade cadastrada em São Raimundo Nonato.
- **Rutilo:** o rutilo natural é geralmente opaco, ou vermelho muito escuro, composto de dióxido de titânio, podendo conter até 10% de ferro. É usado na fabricação de ligas metálicas, revestimento de haste de solda e como um brilhante pigmento branco na fabricação de tintas, plásticos e papel. Ocorrências em Corrente, Parnaguá, Cristalândia e Curimatá.
- **Ouro:** metal de transição, brilhante, amarelo, maleável e dúctil. Devido a sua condutividade elétrica, tem resistência à corrosão e uma boa combinação de propriedades físicas e químicas apresenta diversos usos industriais. Sua maior aplicação é para produção de jóias e como reserva de valor. Ocorrências em Parnaguá e Avelino Lopes (Cristalino), e em Castelo do Piauí (sedimentar).

A2. Embasamento Cristalino: Minerais Não Metálicos

- **Amianto:** O amianto é uma fibra mineral natural utilizada na indústria da construção civil, de transporte e de plásticos. Em Capitão Gervásio e em Fronteiras, os únicos jazimentos

cadastrados, estão associados aos metabasitos do Complexo Brejo Seco (Pfaltzgraff, 2010). As reservas medidas em todo o estado são da ordem de 884.056t de minérios com fibra de 4,07% e a reserva indicada é de 296.000t, sendo identificadas ocorrências nos seguintes municípios: São João do Piauí (01), São Raimundo Nonato (01), Pio IX (04), Fronteiras (06), Paulistana (01) e em Cristalândia (02).

- **Barita:** a Barita ou Sulfato de Bário Natural é um mineral inorgânico de estrutura compacta com alta densidade e baixa absorção ao tóxico devido a sua elevada insolubilidade. Tem como finalidade melhorar as propriedades das tintas industriais e aumentar a densidade das resinas termoplásticas, dentre outras aplicações. Cadastro de ocorrência no município de Fronteiras.
- **Calcário Calcítico:** calcário com maior concentração de óxido de cálcio e baixo teor de óxido de magnésio (abaixo de 5%). Utilizado como insumo agrícola para corretivo de solos ácidos. Reservas da ordem 64.745.698t nos municípios de Fronteiras e Pio IX.
- **Fosfato:** possui teor de P₂O₅ da ordem de 19% e quando processado pode ser transformado em fertilizante para uso agrícola. Ocorre no interior das formações Pimenteiras, Longá e Pedra do Fogo. Reserva dimensionada da ordem de 1.500.000t com teor médio de 15,4% de P₂O₅ encontrada em Caracol e Anísio de Abreu (MME-SETDETUR/PI, 2005).
- **Granito:** é uma rocha ígnea de grão fino, médio ou grosseiro, composta por quartzo e feldspatos, tendo como minerais acessórios a mica, hornblenda, zircão e outros minerais. Quando polida é usada como revestimento na construção civil, além de outras aplicações. Cadastradas 24 ocorrências nos seguintes municípios: Paulistana (07), São João do Piauí (06), São Raimundo Nonato (03), Padre Marcos (04), Parnaíba (03) e em Luís Correia (01).
- **Gipsita:** é utilizada na fabricação de ácido sulfúrico, cimento Portland, construção civil (forros), para neutralizar o excesso de cloreto de sódio nas terras cultiváveis, para fins ornamentais e também em ortopedia. No Estado do Piauí sua ocorrência está condicionada aos sedimentos da Formação Pedra do Fogo (Pfaltzgraff, 2010). Reserva medida da ordem de 1.691.550t, existindo uma mina em atividade com produção de 3.500t anual de gipsita bruta. As jazidas mais conhecidas estão situadas nos municípios de Simões, Paulistana e Betânia do Piauí (MME-SETDETUR/PI, 2005).
- **Mármore:** rocha ornamental utilizada na construção civil para revestimentos e piso, além de outros aplicativos, sendo o mármore encontrado no Piauí, comparado, em termos de qualidade, ao de Carrara na Itália. Grandes jazidas economicamente exploráveis, com reserva medindo 40.000.000m³, são encontradas em Pio IX, condicionadas aos níveis de metacalcário do Complexo Jaguaratama, e em Fronteiras, e associadas aos metacarbonatos do Grupo Orós (MME-SETDETUR/PI, 2005 p.88 e 118)..
- **Talco:** É utilizado como isolamento térmico e elétrico, para fabrico de artigos em cerâmica, pó de talco, lubrificante, base para tintas, papel, borrachas e plásticos. Reservas existentes em São Raimundo Nonato (MME-SETDETUR/PI, 2005).
- **Vermiculita:** é um mineral semelhante à mica, formado essencialmente por silicatos hidratados de alumínio e magnésio. Os jazimentos estão relacionados ao metamorfismo de rochas cristalinas da Suite Intrusiva Massapé. É utilizada na agricultura como insumo e na fabricação de inseticidas, fungicidas e herbicidas; na construção civil, como

impermeabilizante para laje de cobertura.

B1. Bacia Sedimentar Piauí-Maranhão: Minerais Não Metálicos

- **Areia:** Sedimentos constituídos de grãos de quartzo. Seus diversos usos estão ligados à pureza e granulometria. Utilizada em pavimentação e na construção civil como agregado de concreto e de argamassa, além das aplicações industriais no tratamento de esgotos, extração de petróleo, fabricação de vidros, cimento, siderurgia, fundição e filtros domésticos. Ocorrem como depósitos aluvionares ao longo dos principais cursos d'água, sendo os mais importantes situados nas planícies aluviais e leitos dos rios Poti e Parnaíba.
- **Argila Comum ou Vermelha:** as argilas ocorrem nas várzeas ou planícies de inundação ou estão associadas às rochas sedimentares compostas de grãos muito finos de silicatos de alumínio. Nestas encontram-se hospedadas nas formações Piauí, Pimenteiras, Longá e Pedra do Fogo. São utilizadas na fabricação de artefatos cerâmicos de coloração vermelha (telhas, tijolos, manilhas, lajotas) para construção civil. Muito abundante em todo o Estado e de boa qualidade, sendo sua maior ocorrência localizada às margens dos rios Parnaíba e Poti em Teresina, destacando-se ainda, as ocorrências de outros municípios (Altos, Bom Jesus, Campo Maior, Campo Grande, Colônia do Piauí, Canto do Buriti, Corrente, Floriano, José de Freitas, Jaicós, Oeiras, Parnaíba, Picos, Piracuruca, Teresina e Valença do Piauí).
- **Argila Refratária:** denominação em função de sua qualidade de resistência ao calor. Componente de cerâmica nobre e utilizado na fabricação de isoladores elétricos. Jazida com reserva de 417.648t em Oeiras, duas jazidas nas fazendas Tabocas com 1.477.434t e Vermelha com 556.867t em São José do Piauí e jazida com reserva cubada de 1.876.800t em Campo Grande (MME-SETDETUR/PI, 2005 p.93).
- **Atapulgita:** é um silicato alúmino-magnésiano, apresentando poder sorcivo e descorante. Possui aplicativos na farmacologia e na indústria química, como descorante de óleos, sendo ainda utilizada como purificador de água doméstica. Reservas medidas superiores a 8.500.000t no município de Guadalupe (MME-SETDETUR/PI, 2005 p. 97).
- **Brita (diabásio):** Originada da fragmentação de rochas, produzidas através de britadeiras. A brita é destinada para o setor da construção civil com aplicações na fabricação de concreto, revestimento de leito de estradas de terra, de ferrovias e de barramentos. Localizada em Teresina e Parnaíba.
- **Calcário Dolomítico:** é uma rocha sedimentar que contém minerais com quantidades acima de 30% de carbonato de cálcio (aragonita ou calcita). Sua ocorrência está associada às formações Piauí, pedra do Fogo e Pastos Bons. Quando o mineral predominante é a dolomita, a rocha calcária é denominada calcário dolomítico. É utilizado como insumo agrícola, na obtenção de blocos para a indústria da construção, material para agregados, cimento, cal e rochas ornamentais. Jazidas com reservas definidas da ordem de 117.000t em José de Freitas; 1.450.000t em Antônio Almeida e 1.000.000t em Santa Filomena, além das jazidas de Porto Alegre do Piauí, Curimatá e Barro Duro (Pfaltzgraff, 2010 p.29).
- **Caulim:** é uma argila modificada cujo componente mineral principal é a caulinita. O caulim é empregado na fabricação de vários produtos, dentre os quais papel, cerâmica branca, porcelana, isoladores térmicos, materiais refratários, borracha, plástico, tinta, adubos e cosméticos.

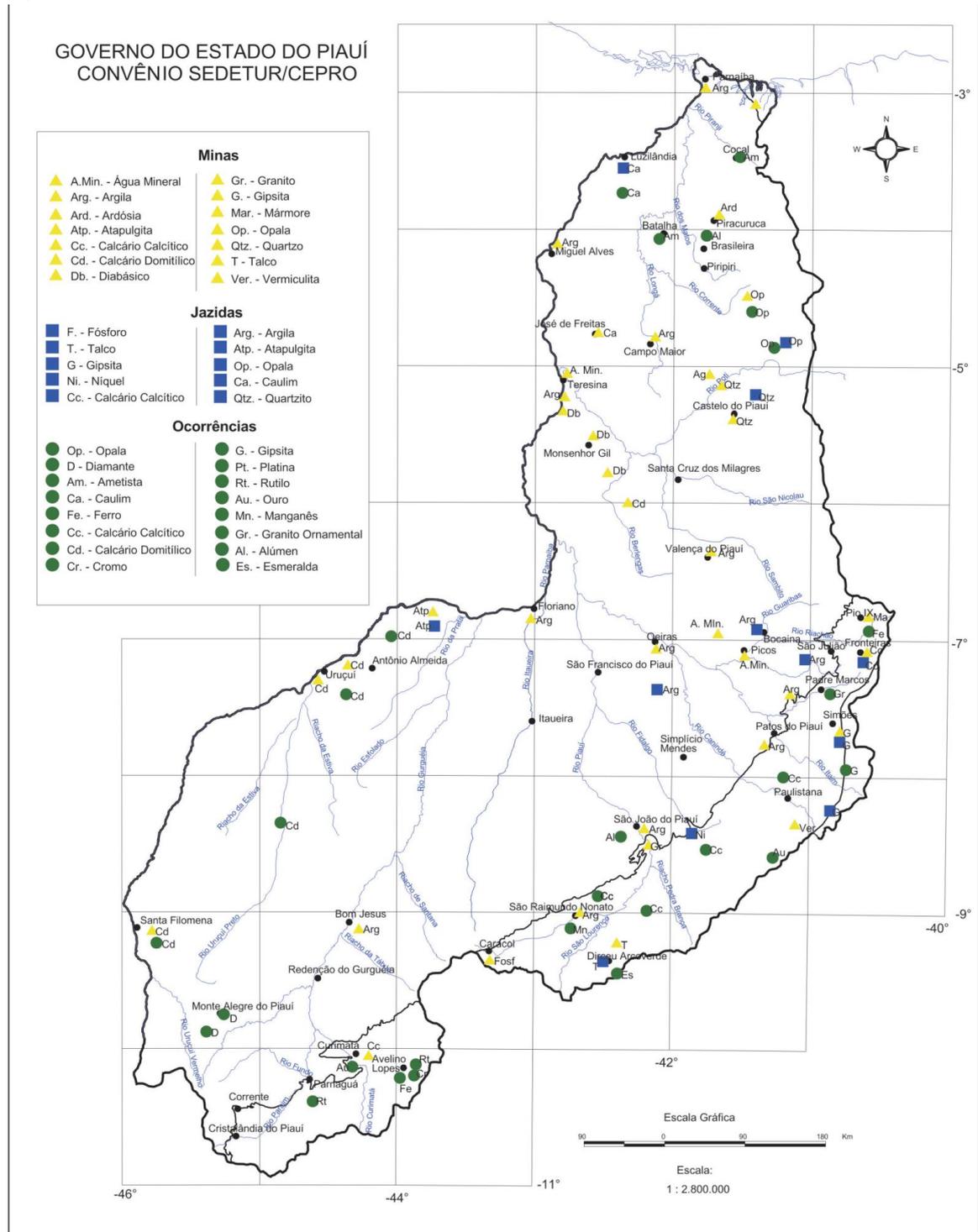
Reservas existentes em Palmeirais e ocorrências em Luzilândia.

- **Ferro (laterita):** as ocorrências de ferro na Bacia Sedimentar do Parnaíba têm status econômico de jazimentos não-explotados e sua importância é de apenas ocorrência mineral. As camadas de ferro de até 2 m de espessura estão hospedadas na Formação Pimenteiras, com grande continuidade lateral. O caráter ferruginoso da matriz de arenito dessa formação permitiu o desenvolvimento de crostas lateríticas extensas e espessas.
- **Sal-Marinho:** é principalmente constituído de cloreto de sódio, obtido por evaporação da água do mar, usado como ingrediente na cozinha e em produtos cosméticos. É produzido em Luís Correia.
- **Seixos:** mineral ou rocha, menor do que bloco ou calhau e maior do que grânulo, brancos de quartzo, bem arredondado, com tamanho entre 1 a 3cm. Utilizado na construção civil. Encontrado sobre rochas da formação Pedra de Fogo, principalmente nos interflúvios entre os rios Poti e Parnaíba. As reservas da Grande Teresina foram estimadas em 12.515.000m³ (MME-SETDETUR, 2005).

B2. Bacia Sedimentar Piauí-Maranhão: Gemas e Pedras Preciosas

- **Calcedônia:** é uma das variedades criptocristalinas do mineral quartzo, tendo brilho graxo. Pode ser semitransparente ou translúcida. Usada na produção de jóias, em decoração, confecção de painéis e mosaicos e no artesanato na confecção de pirâmides e esculturas. A crença sobre o poder curativo tem estimulado o uso para fins medicinais em spas de relaxamento e beleza e entre os esotéricos. Jazida encontrada na superfície da terra na fazenda Calcadinho, em Nazaré do Piauí.
- **Quartzito:** Utilizado na construção civil como rocha ornamental para piso e revestimento. Estão condicionados às rochas da Formação Cabeças. Jazidas nos municípios de Juazeiro do Piauí, Castelo do Piauí, Campo Maior, Piri-piri e Pedro II.
- **Diamante:** Usado como pedras preciosas (quando gema) e na indústria (quando fragmentos de cristais). Lavrado somente como garimpo nos municípios de Gilbués e Monte Alegre do Piauí. Nessa região observam-se três tipos de depósitos: (i) quaternários, encontrados nos aluviões dos riachos; (ii) terciários, dispostos sobre os arenitos da Formação Piauí; (iii) depósitos de conglomerados do Cretáceo da Formação Areado (Pfaltzgraff, 2010 p.33).
- **Opala:** pedra preciosa conhecida por produzir lampejos das sete cores do arco-íris, é a única de qualidade nobre no Brasil. Encontram-se associadas às formações Cabeças, Longá e Poti. Utilizada para produção de jóias. As maiores jazidas e minas do Brasil são encontradas em Pedro II, registrando-se 33 ocorrências em Buriti dos Montes e ainda nos municípios de Alto Longá, Angical, Beneditinos, Barra d'Alcântara, Campo Maior, Capitão de Campos, Castelo do Piauí, Domingos Mourão, Floriano, Oeiras, Picos, Piri-piri, São Félix do Piauí, São Miguel do Tapuio, Tanque e Várzea Grande.
- **Ametista:** A ametista é uma variedade violeta ou púrpura do quartzo, muito usada como ornamento. Pedra semipreciosa com aplicativo em joalherias. Ocorrência potencialmente promissora em Batalha (Sedimentar) e São Raimundo Nonato (Cristalino).

Figura 12 – Recursos Minerais do Estado do Piauí.



Fonte: MME-DNPM-CPRM; PIAUÍ-SETDETUR-FUNDAÇÃO CEPRO (2005).

B3. Bacia Sedimentar Piauí-Maranhão: Recursos Energéticos

- **Gás Natural:** pela lei nº 9.478/97 (Lei do Petróleo), o gás natural "é a porção do petróleo que existe na fase gasosa ou em solução no óleo, nas condições originais de reservatório e que permanece no estado gasoso em CNTP (condições normais de temperatura e pressão)" De uma maneira geral, o gás natural apresenta teor de metano superiores a 70% de sua composição, densidade menor que 1 (um) e poder calorífico superior entre 8.000 e 10.000 kcal/m³, dependendo dos teores de pesados (etano e propano principalmente) e inertes (nitrogênio e gás carbônico). Estudo sísmico feito no Brasil, abrangendo uma área de 22 mil quilômetros quadrados e 33 municípios do território piauiense, identificou a presença de gás natural no Estado do Piauí. As perfurações para dimensionar capacidade de exploração estão sendo iniciadas em Floriano.
- **Gás de Xisto:** ocorrência na base da Formação Serra Grande, no contato com o Embasamento Cristalino, na região de Floriano e no médio e alto vale do Parnaíba.
- **Urânio:** onze ocorrências foram registradas na Formação Pimenteiras, em São Miguel do Tapuio, e na Formação Serra Grande na região de Padre Vieira (Pfaltzgraff, 2010).
- **Carvão:** leitos de carvão foram constatados na parte superior da Formação Poti na região de União e José de Freitas (Pfaltzgraff, 2010).

B4. Bacia Sedimentar Piauí-Maranhão – Recursos Hidrogeológicos

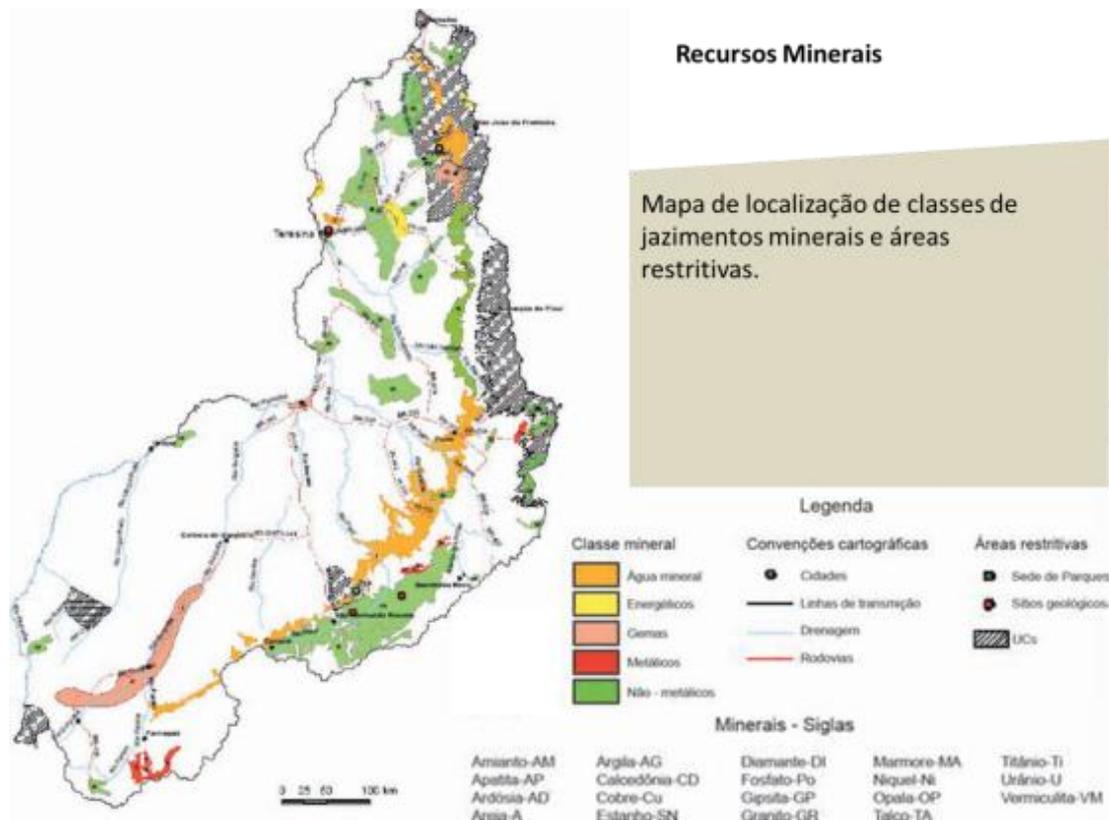
- **Água Mineral:** água potável com concentração de minerais e na sua composição, propriedades terapêuticas, sendo utilizada para consumo humano e animal de forma segura devido à ausência de germes patogênicos. Em grande parte do território piauiense poderão ser encontradas fontes de captação de água, tendo até 2004 o cadastro de 23.000 poços. As maiores vazões são registradas no Sul, no Vale do Gurguéia e associadas à Formação Serra Grande. A concentração de exploração de água mineral é mais expressiva no entorno de Teresina, e outras estão em processo nos municípios de Dom Expedito Lopes e Canto do Buriti.

Potencialidades e fragilidades: Em relação à exploração do potencial mineral do Estado há que se destacar os seguintes pontos:

- A ocorrência de minerais não metálicos necessários à indústria da construção civil se distribui por quase todas as regiões do Estado, e há potencial para exportação de rochas ornamentais e para o mercado nacional.
- A ocorrência de minerais metálicos acontece em região semiárida com reduzida disponibilidade hídrica superficial e subterrânea, o que dificulta a exploração que envolva elevado consumo de água, a exemplo da exploração tradicional de ferro e manganês.
- Essa ocorrência também se dá em região pouco povoada, o que diminui a pressão dos impactos inerentes a esse tipo de atividade.

- De outro lado, a ocorrência dos recursos energéticos se dá no interior das camadas sedimentares da bacia do Piauí-Maranhão, cuja exploração poderá perfurar camadas selantes dos principais aquíferos confinados, trazendo riscos graves de contaminação dos mesmos. Esta situação é mais preocupante em relação à exploração de gás de xisto.

Figura 13 – Classes de jazimentos minerais e áreas restritivas..



Fonte: Pfaltzgraff (2010).

3.2.4. Recursos Hídricos Superficiais

O Estado do Piauí, se adequando à Lei Federal n. 5.165, de 17 de agosto de 2000, instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e criou o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, cujos princípios, objetivos e diretrizes seguem a definição da política nacional que instituiu a bacia hidrográfica como unidade territorial para o planejamento do uso dos recursos hídricos em todo o estado do Piauí e a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade (Pfaltzgraff, 2010).

A Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMAR), responsável por esse gerenciamento, classificou as bacias hidrográficas dos maiores afluentes do rio Parnaíba e agrupou os afluentes menores de curso direto e os rios litorâneos não tributários do Parnaíba, chegando à definição de 13 unidades de planejamento, que podem ser visualizadas na Figura 11.

A Bacia hidrográfica do Parnaíba, integrada por suas sub-bacias, tem 333.056km² de área (3,9% do país) e abrange 75% das terras piauienses, 16% das terras maranhenses e 6% das terras do estado do Ceará. É considerada a maior bacia da região por ter toda a sua área drenada exclusivamente no Nordeste Brasileiro.

O rio Parnaíba nasce na Chapada das Mangabeiras, fronteira do Piauí com Tocantins, numa altitude de 709 metros, com o nome de riacho de Água Quente e percorre, do Sul para o Norte, uma extensão de 1.485km, separando os Estados do Piauí e do Maranhão, até desembocar no Oceano Atlântico, na forma de um amplo e recortado Delta, o único em mar aberto das Américas e um dos três maiores do mundo em extensão. Dividido em cinco bocas compõe as barras da Tutóia, Caju, Carrapato, Canárias e Igarçu, formando um ecossistema de rara beleza, com a presença de rios, igarapés e 76 ilhas ocupadas com praias, dunas, rica flora com predominância dos mangues e com fauna diversificada.

Segundo estudo realizado pela Agência Nacional das Águas (ANA), o rio Parnaíba tem vazão média de 767 m³/s e sua disponibilidade hídrica, levando-se em conta a vazão regularizada pelos reservatórios da região, é de 379 m³/s. De acordo com o Diagnóstico do Setor Mineral do Piauí, (MME e SETDETUR/PI, 2005) são em média 20 bilhões de metros cúbicos de água por ano que correm no rio Parnaíba. No período de maior fluxo o rio apresenta vazões superiores a 500m³/s e no de menor fluxo, as vazões são da ordem de 300m³/s, no seu trecho inferior (Estação de Luzilândia) e superiores a 90m³/s, no trecho superior (Estação do Alto Parnaíba).

A sua condição anterior de rio navegável facilitou o povoamento das cidades ribeirinhas, o escoamento da produção e a comunicação entre as comunidades, razão pela qual o rio Parnaíba banha, atualmente, 28 municípios piauienses e conta com vários portos fluviais, destacando-se os de Santa Filomena, Uruçuí, Floriano, Amarante, Teresina, Luzilândia e Parnaíba.

Atualmente, o assoreamento do rio não permite fluxo de navegação, sendo mais facilitada no período das cheias da sua foz até a barragem da usina hidrelétrica de Boa Esperança, por 669 km. A partir da barragem até a cidade de Santa Filomena, por mais de 364 km de extensão, o Parnaíba apresenta maiores condições de navegação.

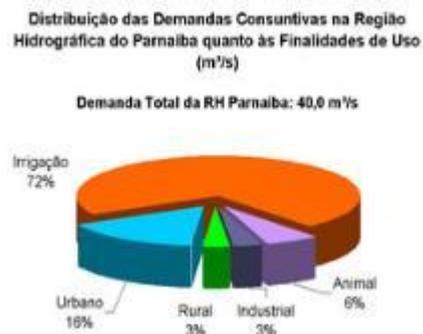
O potencial hidrelétrico aproveitado da região é de 237 MW, correspondendo a menos de 0,5% do total instalado do país. A única usina hidrelétrica em operação na região é a de Boa Esperança, situada no município de Guadalupe.

No estudo publicado em 2011 pela Agência Nacional de Águas (ANA), disponível no site da Agência, é encontrada a seguinte avaliação sobre balanço, demanda, disponibilidade hídrica e qualidade da água do rio Parnaíba, realizada em 2007:

Gráfico 1- Situação dos principais rios da RH do Parnaíba quanto à relação demanda/ disponibilidade



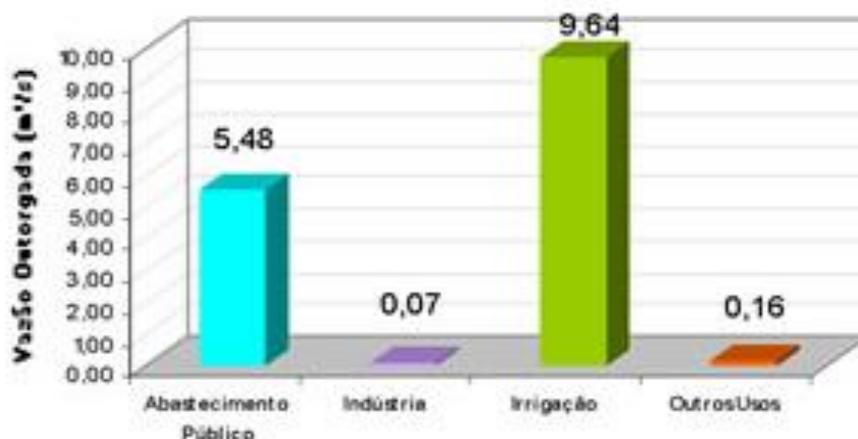
Gráfico 2 - Distribuição das demandas consuntivas por finalidade de uso



Fonte: ANA – Agência Nacional de Águas. Disponível em: http://conjuntura.ana.gov.br/conjuntura/rh_parnaiba.htm

- Dos principais rios da região hidrográfica do Parnaíba analisados, 53% das suas extensões foram classificadas como situação “excelente” e 22% “confortável” quanto à relação e à demanda total/disponibilidade hídrica (Gráfico 1), enquanto 25% foram classificadas com situação preocupante, crítica ou muito crítica.
- A análise da qualidade da água dos principais rios da região do Parnaíba, em relação à carga orgânica lançada e carga assimilável, mostraram 47% das extensões dos rios classificados com qualidade “ótima” e 20% como “boa”. Por outro lado, 26% estão com qualidade “razoável” e 7% com qualidade “ruim” ou “péssima”.
- A demanda total na região é de 40,0 m³/s de vazão de retirada, representando cerca de 5% de sua vazão média (Gráfico 2).
- A região do Parnaíba caracteriza-se por um predomínio claro das vazões de retirada para irrigação em relação aos demais usos, chegando a 72% do total de demandas da região (Gráfico 2).
- O Gráfico 2 mostra que a demanda de irrigação total é de 28,7 m³/s, correspondendo a 72% do total de demandas da região. Em seguida vem a demanda urbana, com 6,3 m³/s (16%) e a demanda animal com 2,4 m³/s (6%). A demanda industrial da região é de 1,4 m³/s (3%) e a rural de 1,2 m³/s (3%).
- A região possuía, até o final de dezembro/2007, uma vazão outorgada total de 15,3 m³/s, num total de 675 outorgas emitidas.
- As principais finalidades de uso das vazões outorgadas da região hidrográfica do Parnaíba são a irrigação e o abastecimento, como se pode observar no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Vazão outorgada na região hidrográfica do Parnaíba por finalidades de uso.



Fonte: ANA – Agência Nacional de Águas. Disponível em: http://conjuntura.ana.gov.br/conjuntura/rh_parnaiba.htm

- Segundo dados do SNIS (2006), a região hidrográfica do Parnaíba apresenta índice de atendimento populacional urbano de água igual a 90,2%, próximo ao nacional que é de 89,4%;
- Quanto ao atendimento de rede coletora de esgoto, o índice de população atendida é de 6,4%, praticamente relativo ao atendimento na cidade de Teresina, seu entorno e alguns municípios do Ceará, fazendo com que esta seja uma das regiões hidrográficas com piores índices no país, bem abaixo dos 47,4% nacionais.
- A área irrigada da região do Parnaíba, tomando-se como referência o ano de 2006, é de 114.567 hectares, correspondendo a 2,5% dos 4,6 milhões de hectares irrigados no Brasil.

O quadro de regime climático-hídrico do Estado do Piauí é determinado pelo sua posição transicional entre o clima tropical sub-úmido e o tropical semiárido. O regime hídrico se situa entre 600 mm a 1.700 mm anuais, o que se de um lado confere uma grande disparidade de regional entre espaços úmidos e secos, presença de florestas e caatingas, de outro coloca essas mesmas regiões em uma condição de interdependência hídrica.

O quadro apresentado na Figura 14 ilustra essa condição hídrica natural do Estado, que resume os principais elementos dos recursos hídricos atuais. Na porção oeste, de regime tropical, com índices pluviométricos que variam de 1.000 a 1.700 mm anuais, a estiagem de 4 a 6 meses já impõe, naturalmente, uma grande sazonalidade da vazão do Rio Parnaíba e seus afluentes que nascem nessa região. Essa queda na vazão do Rio Parnaíba é agravada a partir da cidade de Floriano, quando afluem os rios das bacias que tem suas nascentes na região semiárida (Bacia do Gurguéia, do Itaueira, do Canindé e do Poti), que possuem, naturalmente, um regime intermitente, ou seja, predominantemente pluvial (Ver Tabela 2).

Figura 14 – Diferenças regionais vinculação aos recursos hídricos superficiais no Estado do Piauí.

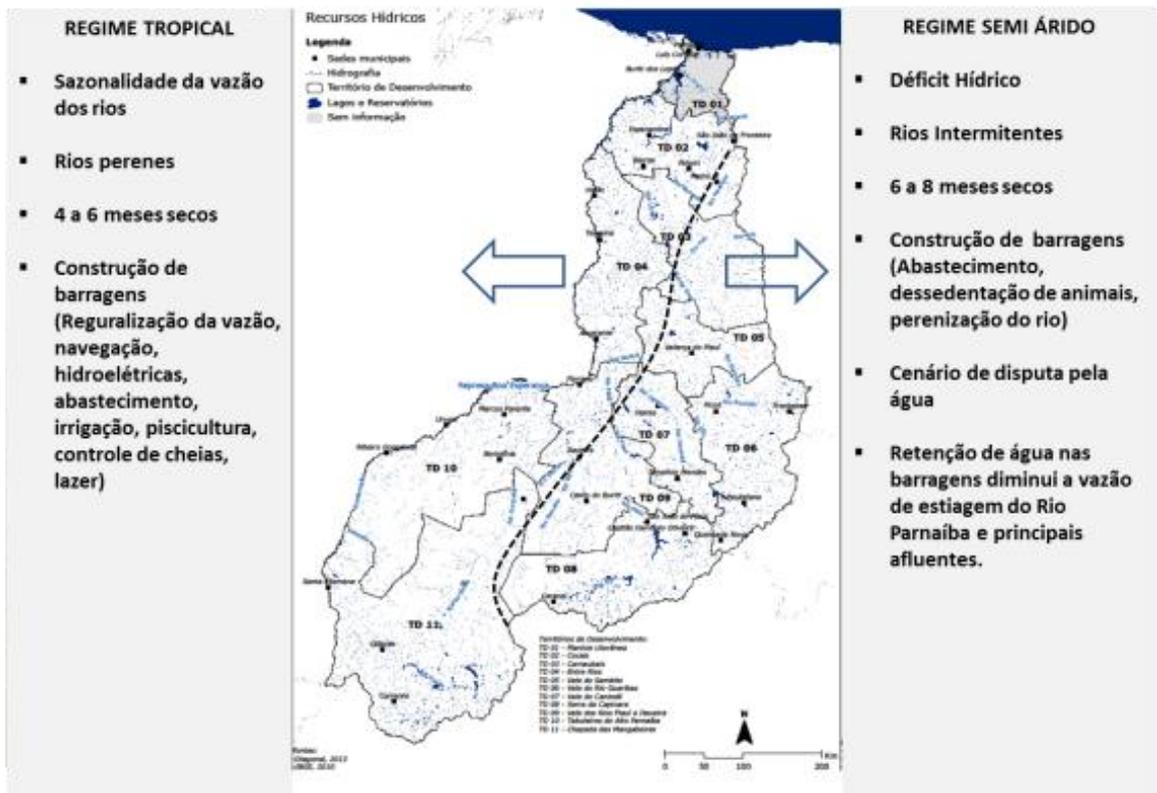


Tabela 2: Características dos Principais rios do Estado do Piauí

Discriminação	Bacia	Extensão (km)	Município	Regime do Curso d'Água	Deflúvio (M³/S)		
					Mínimo do Curso d'Água	Médio Anual	Cheia Média
Uruçuí Preto	Parnaíba	300	Barreiras	Perene (30% do curso)	19,0	34,2	83,4
Rio Uruçuí Vermelho	Parnaíba	90	Barreiras	Perene (50% do curso)	22,0	28,0	90,0
Gurguéia	Parnaíba	740	Bom Jesus	Intermitente	10,0	17,0	208,0
			Cristino Castro	Intermitente	12,0	22,0	127,0
			Redenção do Gurguéia	Intermitente	8,0	14,0	108,0
			Jerumenha	Intermitente	-	39,0	200,0
Curimatá	Gurguéia	-	Curimatá	Intermitente	8,0	9,0	20,0
Paraim	Gurguéia	150	Parnaguá	Intermitente	4,0	5,0	10,0
Itaueira	Parnaíba	250	Itaueira	Intermitente	0,8	2,0	18,0
Canindé	Parnaíba	350	Conceição do Canindé	Intermitente	1,0	3,3	70,0
			Paulistana	Intermitente	0,6	2,3	30,0
			Francisco Ayres	Perene	10,0	36,3	1200,0
			Oeiras	Perene	8,6	20,0	430,0
Itaim	Canindé	200	Itainópolis	Perene	1,2	3,6	93,0
			Santa Cruz	Perene	3,0	8,8	250,0
Piauí	Canindé	-	São João do Piauí	Intermitente	2,0	7,0	208,0
			Nazaré e São Fco do Piauí	Perene	5,0	19,0	570,0
			S. Raim. Nonato e Anísio de Abreu	Intermitente	0,3	1,0	33,0
Guaribas	Canindé	80	Picos	Perene	0,5	2,7	67,0
			Bocaina e Santo Antônio de Lisboa	Perene	0,5	2,4	59,0
			Monsenhor Hipólito	Perene	0,5	2,4	59,0
			Francisco Santos	Perene	0,5	2,4	59,0
Poti	Parnaíba	450	Prata do Piauí	Perene	-	116,0	1700,0
			Demerval Lobão	Perene	41,0	146,0	2030,0
			Castelo do Piauí	Intermitente	19,0	33,0	743,0
Sambito	Poti	250	Foz	Perene		45,0	615,0
			Pimenteiras	Perene		17,0	196,0
Cais	Poti	-	Castelo (foz)	Intermitente	2,0	12,0	130,0
Longá	Parnaíba	300	Esperantina	Perene	33,0	96,0	1030,0
			Buriti dos Lopes (foz)	Perene	70,0	203,0	1850,0
Jenipapo	Longá	-	Campo Maior	Intermitente	1,2	4,0	46,0
Marataoan		100	Barras (foz)	Perene (50% do curso)	-	30,0	328,0
Corrente		-	Barras (foz)	Perene (50% do curso)	6,0	19,0	70,0
Piracuruca		200	Batalha (foz)	Perene (80% do curso)	-	68,0	250,0
Dos Matos		-	Batalha (foz)	Perene (80% do curso)	-	25,0	81,0

Fonte: PIAUÍ. Secretaria do Planejamento. Programa de apoio ao pequeno produtor rural. v. 3 - O Programa. Tomo 2 - Recursos hídricos. Teresina, 1984.

Se na porção Oeste do estado a construção de barragens tem como estratégia a produção de energia elétrica e a regularização da vazão do Parnaíba, além de melhorar as condições abastecimento, irrigação, navegação e controle das cheias; na porção Leste, semiárida, a construção de barragens nos afluentes do Parnaíba visa prioritariamente garantir o abastecimento humano e a dessedentação de animais, e, secundariamente, uma possível perenização dos rios durante os meses secos. Nos períodos de mais intensa estiagem essa reservação de água na região semiárida tende a agravar a manutenção de níveis satisfatórios de vazão no Rio Parnaíba. Decorre disso a necessidade de ampliação das obras de regularização da vazão em toda a bacia

do Parnaíba (barragens, adutoras e canais de interligação de bacias) e os projetos já definidos de construção de mais 4 novas barragens no Rio Parnaíba e outras tantas nos seus afluentes, a fim de propiciar a múltipla função deste recurso hídrico (abastecimento, produção de energia elétrica, navegação, irrigação, piscicultura, controle de cheias).

Das sub-bacias do Rio Parnaíba que drenam o território do Piauí, conforme pode ser observado na Tabela 4, são as bacias do Gurguéia, Itaueira, Canindé e Poti as mais marcadas pela forte sazonalidade, com boa parte do cursos dos rios principais e afluentes apresentando um regime intermitente. No mapa da Figura 12 pode-se confirmar essa condição ao verificar a quantidade de barragens já implantadas nas bacias hidrográficas do Piauí. Dados da SEMAR (2010) indicam a existência 11 barragens na bacia do Canindé, 2 na do Poti e 1 na do Itaueira. Cabe destacar também a existência de 4 barragens na bacia do Longá.

Conforme dados do estudo Macrozoneamento da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba (IBGE, 1996), a rede hidrográfica superficial do Piauí, conta com 143 rios, tributários da margem direita, perfazendo, aproximadamente 5.000km de extensão, dos quais 2.600km são perenes. Dentre os principais rios caracterizados na Tabela 4, sobressaem-se em extensão e importância econômica os rios Gurguéia, Canindé, Poti e Longá. Nesta tabela é possível comparar o deflúvio dos rios do regime tropical com aqueles do semiárido.

Figura 15: Rio Gurguéia próximo à foz no Parnaíba. Entre Floriano e Guadalupe. Setembro de 2013,



Fonte: Acervo Diagonal.

Figura 16 – Bacias hidrográficas e principais barragens no Estado do Piauí.



Fonte: SEMAR, 2010.

Além dos importantes deflúvios dos principais rios da Bacia do Parnaíba, sobretudo do Parnaíba, Longá e, secundariamente, o Poti, o Estado do Piauí conta com um grande número de lagoas naturais e de barragens construídas (represas/açudes), que constituem uma reserva de água superficial expressiva, garantindo, assim, condições de abastecimento necessário aos diversos usos e expansão das atividades produtivas. Nas Tabelas 3 e 4 pode-se observar as características desses recursos, quanto a bacia e a capacidade de armazenamento.

Tabela 3: Principais lagoas naturais do Estado do Piauí, capacidade e recurso utilizável.

Lagoa	Bacia	Município	Rio/Riacho Contribuinte	Área (km ²)	Capacidade (m ³)	Volume Utilizável (m ³)
do Cajueiro	Baixo Parnaíba	Luzilândia/Joaquim Pires		20,0	34.000.000	4.080.000
do Prado	Baixo Parnaíba	Parnaíba		4,3	15.050.000	2.107.000
da Salina	Baixo Parnaíba	Miguel Alves	Riacho Tamanduá	3,8	13.300.000	1.862.000
do Campo Largo	Baixo Parnaíba	Porto		3,7	12.950.000	1.815.000
dos Mutuns	Baixo Parnaíba	Luzilândia		2,8	10.360.000	1.245.000
da Estiva	Baixo Parnaíba	Porto			17.600.000	
de São Francisco	Baixo Parnaíba	Porto			8.050.000	
do Sobradinho	Difusas do Litoral	Luís Correia		7,5	26.250.000	3.675.000
do Salgado	do Piranji	Buriti dos Lopes		5,8	20.300.000	2.812.000
do Martinho	do Piranji	Buriti dos Lopes		5,1	17.850.000	2.500.000
da Mata	Longá	Buriti dos Lopes	Rio Longá	-	39.000.000	5.400.000
do Angelim	Longá	Buriti dos Lopes		2,3	11.500.000	2.825.000
Grande do Boqueirão	Canindé/Piauí	São João do Piauí	Baixão da Boa Esperança	11,5	43.700.000	3.930.000
de Nazaré	Canindé/Piauí	Nazaré do Piauí	Rio Piauí	23,0	35.000.000	3.040.000
Pussalini	Canindé/Piauí	Oeiras	Salinas	2,8	12.040.000	1.445.000
de Quartel	Canindé/Piauí	Nazaré do Piauí	Rio Piauí		7.980.000	
de Parnaguá	Gurguéia	Parnaguá	Paraim	20,0	74.000.000	12.580.000
do Peixe	Gurguéia	Redenção do Gurguéia	Paraim	3,4	11.900.000	1.190.000
do São Francisco	Itaueira	Rio Grande do Piauí	Itaueira	4,0	14.800.000	1.726.000

Fonte: PIAUÍ. Secretaria do Planejamento. Programa de apoio ao pequeno produtor rural. v.3 - O programa. Tomo 2 - Recursos hídricos. Teresina, 1984.

A capacidade de armazenamento de 68 das principais lagoas naturais mensuradas é da ordem de 570 milhões de m³ e o volume utilizável de 76,53 milhões de metros cúbicos, correspondente a 13,4% do volume armazenado. Somados aos quase 7.5 bilhões de m³ represados nas principais barragens construídas essa capacidade chega aos 8 bilhões de m³, volume ainda com grande potencial de expansão no próprio rio Paranaíba e nos vários afluentes.

É importante salientar o planejamento de novas barragens do semiárido e o projetos de integração de bacias para incremento das disponibilidades hídricas já indicados no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí (SEMAR, 2010). Essa integração das fronteiras secas está dividida em duas frentes: a Fronteira Seca Sudeste e a Fronteira Seca Nordeste.

A Sudeste compreende as bacias do Canindé/Piauí abrangidas pelos TDs 6 - do Vale do Guaribas e 8 – Serra da Capivara, estendendo benefícios para os TDs 7 – Vale do Canindé e 9 – Vale dos Rios Piauí e Itaueira em face da perenização dos rios principais (Figura 17).

O principal é o de integração das Fronteiras Secas do Piauí, visando a segurança hídrica da região sudeste do Estado, revitalizando o conjunto de açudes construídos, por meio da interligação destes a uma fonte hídrica de maior capacidade de suprimento, no caso o reservatório da barragem de Sobradinho na Bahia. Além da garantia no abastecimento público de água o objetivo central deste projeto é o de propiciar o desenvolvimento agrícola de solos com potencial de irrigação da zona da caatinga.

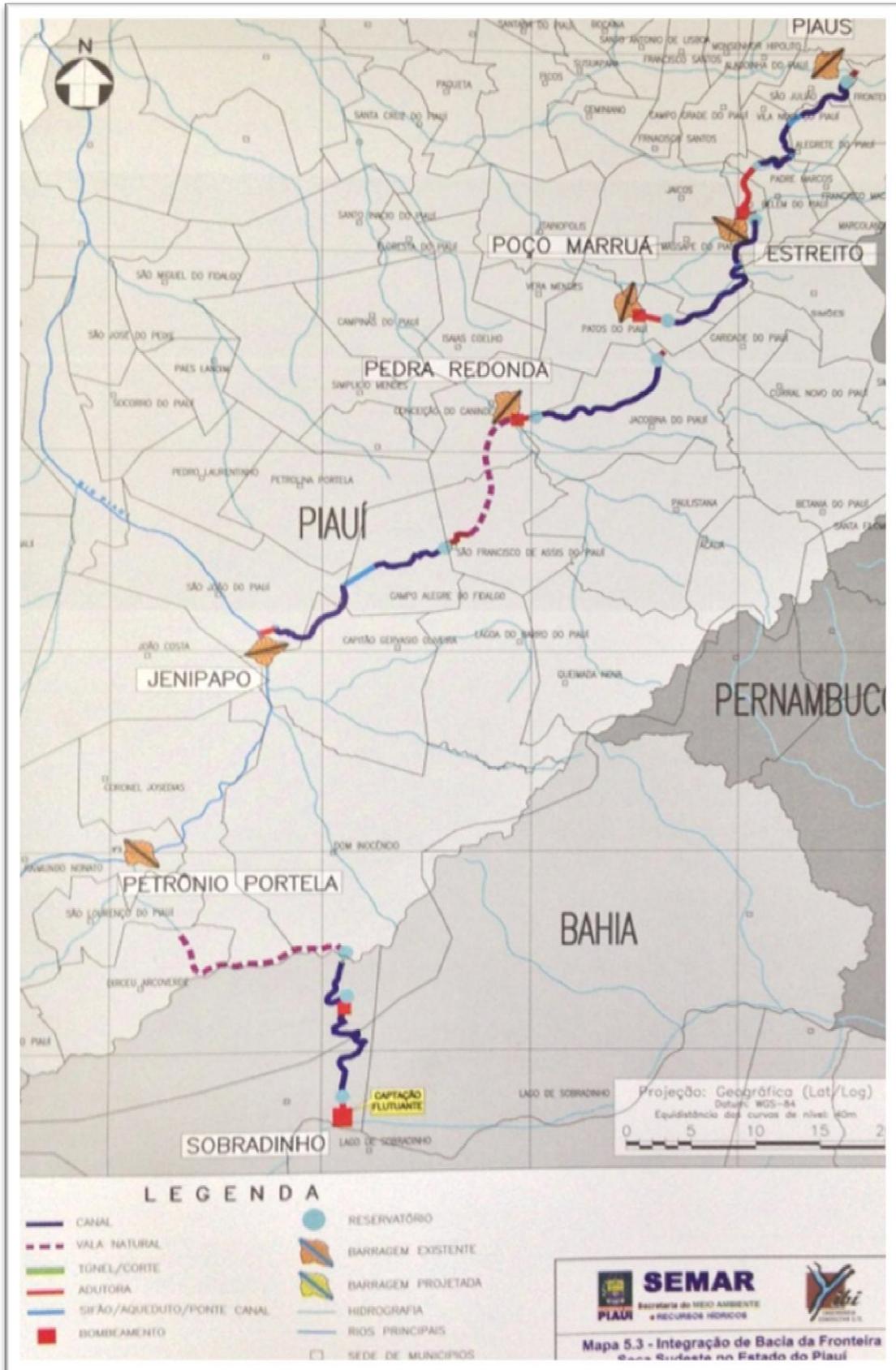
Através da implantação de um eixo úmido instalado por meio de canais de transferência que interliguem os diversos açudes e leitos de rios intermitentes da região espera-se a regularização e perenização da oferta de água para a atividade agrícola regional, fundamental para a sobrevivência das atividades produtivas rurais atuais (agropecuária) e expansão das mesmas. Para isso, haverá a necessidade estruturar um eixo abastecedor por meio da construção de uma estação de bombeamento principal, uma elevatória e trechos de adutoras e canais, desde o lago de Sobradinho até à nascente do rio Piauí (SEMAR, 2010). E, também, do eixo receptor que fará a distribuição por meio de canais naturais do rio Piauí, a montante e a jusante do Açude Petrônio Portela. Daí, a partir de canais construídos, bombas e adutoras estabelece-se a interligação dos açudes Pedra Redonda, Poço de Marruá, Estreito e Piaus.

Segundo estudos realizados pela Fundação de Ciência, Aplicação e Tecnologias Espaciais – FUNCATE para o Ministério da Integração Nacional em 2007, prevê-se a garantia de vazão para abastecimento de cerca de 600 mil habitantes e de irrigação de uma área de aproximadamente 13.000 ha, com garantia de 95% e 80%, respectivamente (SEMAR, 2010).

A Fronteira Seca Nordeste abrange as bacias dos rios Poti e Longá, mais especificamente a região da fronteira com o Ceará, ao longo da Serra da Ibiapaba (municípios de Castelo, Pedro II, Piri-piri, Piracuruca). Um marco regulatório já está estabelecido pela ANA² para acordo entre os estados do Piauí e Ceará, e objetiva o estabelecimento de outorgas preventivas e de direito de uso. São 5 açudes no Ceará, que estão à montante dos 6 açudes do Piauí que estarão sujeitos à essa regulação e operação integradas, a fim de se evitar retenções prejudiciais às necessidades dos municípios de fronteira do Piauí.

² Resolução Conjunta nº 547 – ANA/SHR-CE/SEMAR-PI, de 05 de dezembro de 2006, publicada no DOU de 23/01/2007 (SEMAR, 2010).

Figura 17: Integração de bacias – Fronteira Seca Sudeste



Fonte: SEMAR (2010).

Figura 18: Açude em Campo Maior. Setembro de 2013,



Fonte: Acervo Diagonal. Foto de Set/2013.

Figura 19: Barragem construída pelo IDEPI.



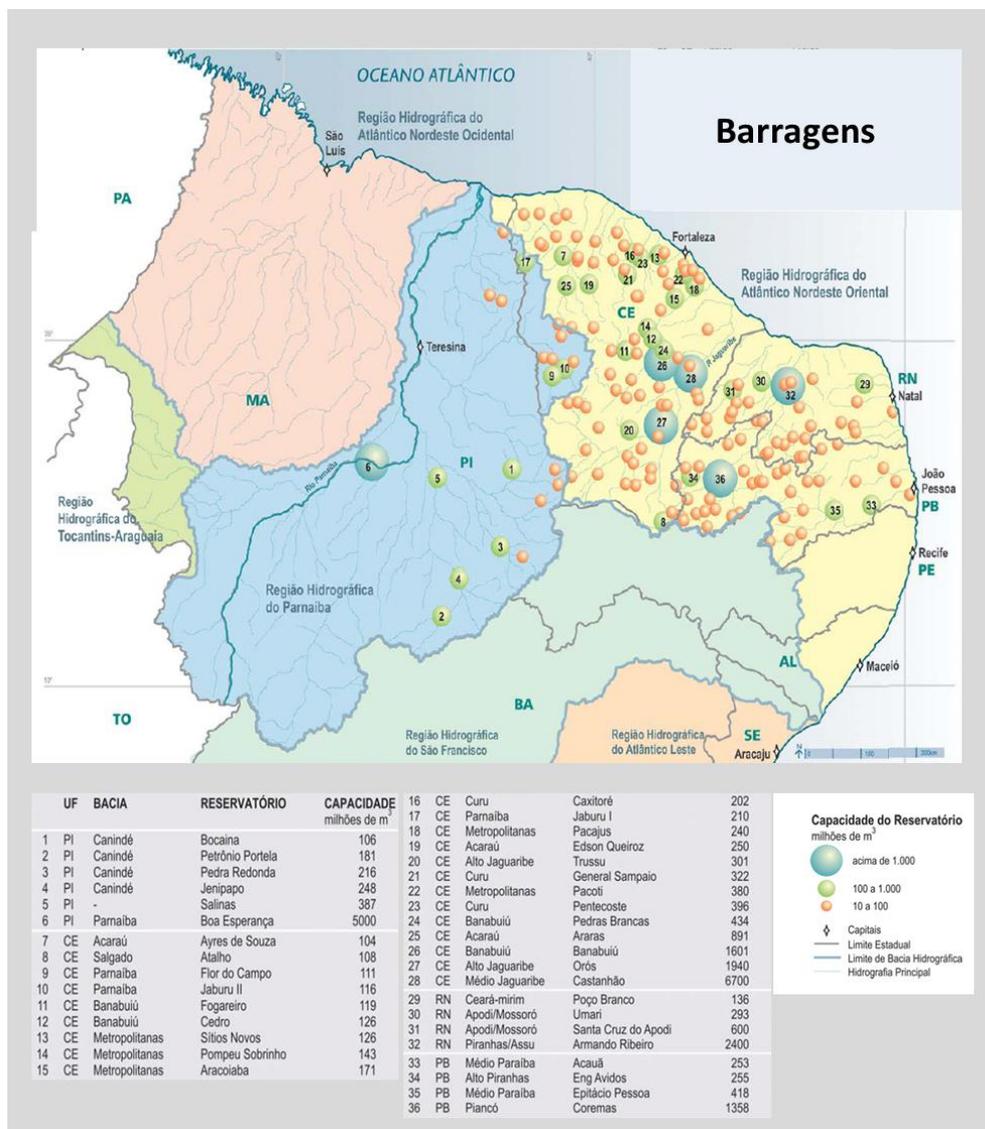
Fonte: SEMAR (2010).

Na Tabela 5 observa-se a finalidade de uso dos recursos hídricos armazenados nas principais barragens construídas e gerenciadas pela CHESF, IDEPI e DNOCS, sendo o abastecimento humano, a irrigação (agricultura irrigada) e a piscicultura os principais usos indicados.

Portanto, ao longo do rio Parnaíba e de seus afluentes da margem direita, Gurguéia, Uruçuí Preto, Canindé, Poti e Longá, bem como nas margens dos diversos subafluentes, das lagoas e dos açudes, existe um imenso potencial de solo e água adequados à implantação de uma agricultura moderna irrigada. São cerca de 450 mil hectares de terras apropriadas ao uso da irrigação.

A importância de maior ênfase na implantação maior segurança hídrica nas regiões semiáridas do Piauí pode ser enfatizada quando se observa o quadro de implementações executadas nos estados nordestinos do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba comparado ao número de barragens implantadas no Piauí, conforme nos mostra a Figura 20.

Figura 20: Barragens existentes na Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental.



Fonte: Adaptado de ANA (2006)

Tabela 4: Principais barragens existentes no estado do Piauí com capacidade acima de 8 milhões de m3.

Barragem/ Responsável	Bacia	Município	Rio / Riacho	Capacidade (m³)
Boa Esperança/ CHESF	Difusas Barr. Boa Esperança	Guadalupe	Rio Parnaíba	5.000.000.000
Salinas / IDEPI	Canindé	São Francisco do Piauí	Rio Salinas	387.407.000
Poço de Marruá / IDEPI	Canindé	Patos do Piauí	Rio Itaim	293.416.000
Piracuruca /IDEPI	Longá	Piracuruca	Rio Piracuruca	250.000.000
Jenipapo / DNOCS	Canindé	São João do Piauí	Rio Piauí	248.000.000
Algodões II / IDEPI	Gurguéia	Curimatá	Rio Curimatá	247.000.000
Pedra Redonda/ IDEPI	Canindé	Conceição do Canindé		216.000.000
Petrônio Portela / IDEPI	Canindé	São Raimundo Nonato	Rio Piauí	181.248.100
Bocaina/ DNOCS	Canindé	Bocaina	Rio Guaribas	106.000.000
Piaus/ DNOCS	Canindé	São Julião	Rio Marçal	104.509.970
Corredores/ IDEPI	Longá	Campo Maior	Rio Jenipapo	63.000.000
Mesa de Pedra/IDEPI	Poti	Valença do Piauí	Rio Sambito	65.640.000
Caldeirão/ DNOCS	Longá	Piripiri	Rio Caldeirão	54.600.000
Cajazeiras/ DNOCS	Canindé	Pio IX	Rio Guaribas	24.702.000
Barreiras/ DNOCS	Canindé	Fronteiras	Riacho Catolé	52.800.000
Poços /IDEPI	Itaueira	Itaueira	Rio Itaueira	43.000.000
Ingazeiras/ DNOCS	Canindé	Paulistana	Rio Canindé	25.719.750
Salgadinho/ IDEPI	Canindé	Simões	Riacho Gentio	25.000.000
Estreito / IDEPI	Canindé	Padre Marcos	Riacho Boa Esperança	23.800.000
São Vicente / IDEPI	Poti	São Miguel do Tapuio	Riacho São Vicente	23.000.000
Bezerro/ IDEPI	Longá	José de Freitas	Riacho Bezerro	10.000.000
Emparedado/ IDEPI	Longá	Campo Maior	Rio Jenipapo	10.000.000
Joana / DNOCS	Longá	Pedro II	Rio Corrente	10.673.000
Nonato / DNOCS	Canindé	São Raimundo Nonato	Riacho Cacimbas	9.021.250
Araraquara/ IDEPI	Poti	Eslebão Veloso		8.000.000
Total				7.482.537.070

Nota: Encontram-se em construção pelo IDEPI as barragens de Tinguis, no município de Brasileira (bacia do Longá), com capacidade de 280 milhões m3, e Atalaia, município de Sebastião Barros (bacia do Gurguéia), com capacidade prevista de 211 milhões de m3. Em licitação tem-se a barragem de Nova Algodões (IDEPI) a ser construída em no Rio Piranji (Bacia do Pirangi), município de Cocal do Piauí, com capacidade de 50 milhões de m3.

Fonte: IDEPI - Instituto de Desenvolvimento do Estado do Piauí. Dados coletados em junho de 2012.

Tabela 5: Finalidade de uso das principais barragens existentes no estado do Piauí.

Barragem/ Responsável	Finalidade									
	Abast. Hum	dess. Anim	hidroel	regul. Vazão	pereniz do rio	contr. Cheias	piscicu	irrigaç.	agric. Vazan	Lazer
Boa Esperança/ CHESF										
Salinas / IDEPI										
Poço de Marruá / IDEPI										
Piracuruca /IDEPI										
Jenipapo / DNOCS										
Algodões II / IDEPI										
Pedra Redonda/ IDEPI										
Petrônio Portela / IDEPI										
Bocaina/ DNOCS										
Piaus/ DNOCS										
Corredores/ IDEPI										
Mesa de Pedra/IDEPI										
Caldeirão/ DNOCS										
Cajazeiras/ DNOCS										
Barreiras/ DNOCS										
Poços /IDEPI										
Ingazeiras/ DNOCS										
Salgadinho/ IDEPI										
Estreito / IDEPI										
São Vicente / IDEPI										
Bezerro/ IDEPI										
Emparedado/ IDEPI										
Joana / DNOCS										
Nonato / DNOCS										
Araraquara/ IDEPI										

Fonte: IDEPI - Instituto de Desenvolvimento do Estado do Piauí. Dados coletados em junho de 2012.

Potencialidades e fragilidades:

- Poluição das águas por efluentes de esgoto não tratado em quase todas as bacias, com situação mais grave para a bacia do Poti e Médio Parnaíba (região de Teresina);
- Desmatamento de APPs ou retirada de vegetação nativa protetora (caatinga e cerrados), favorecem o carreamento de material oriundo da erosão de solos e margens e o assoreamento da rede de drenagem, além de carga em suspensão expressiva nas águas para abastecimento e irrigação.

- O mesmo processo citado no tópico anterior, quando em área agrícola com uso de insumos agrícolas (fertilizantes, defensivos, etc) propiciam o risco de contaminação das águas.
- Represamentos em barragens no semiárido podem dificultar a viabilização de navegação comercial no médio e baixo Parnaíba. De outro lado, esses represamentos barram o material em suspensão que agrava as condições de assoreamento do médio Parnaíba.

As conclusões do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí (SEMAR, 2010) apontam para os seguintes elementos favoráveis ao Piauí, do ponto de vista ambiental:

- Em relação à oferta de água, o Estado do Piauí apresenta situação confortável, uma vez que as bacias com maior nível de semiaridez e pouca reserva subterrânea, a exemplo da bacia do Canindé/Piauí, dispõem de maior quantidade de açudes e razoável volume de regularização hídrica.
- Em relação à qualidade, as reservas de água são doces, com boa potabilidade e sem restrição para uso hidroagrícola.
- As áreas com densa rede de cursos fluviais intermitentes se situam em zonas onde a maioria dos aglomerados urbanos são de pequeno porte e contingente populacional, resultando em menor nível de efluentes sanitários, favorecendo o custo de projetos de saneamento básico.
- Em relação à oferta e demanda de água, os índices apresentam valores confortáveis e padrões de sustentabilidade.
- A zona mais crítica do estado, a fronteira sudeste, apesar a formação cristalina, é dotada de importantes manchas de solos férteis, além da situação geográfica favorável à importação de água da bacia do São Francisco (Lago de Sobradinho) para a bacia Canindé/Piauí.
- Quanto à distribuição da oferta: a oferta anual, de 17,95 bilhões de m³, tem má distribuição: (i) espacial - concentração na área de clima tropical e, no semiárido, concentrada em alguns açudes; (ii) temporal - estações chuvosas curtas; longos períodos sem chuva ao longo do ano e poucos rios perenes.
- Quanto à regularidade: Irregularidade dos períodos chuvosos, resultante das secas; e volume armazenado insuficiente para garantir a oferta para os usos múltiplos ao longo dos anos de estiagem.

3.2.5. Biomas e Ecossistemas

Os principais ecossistemas existentes no Piauí, referidos às vezes como biomas porque a eles estão associados um tipo de clima e um tipo de vegetação de predominância, são a Caatinga, o Cerrado e as Áreas de Transição (também chamadas de Ecótonos). A caatinga está associada ao clima semiárido, o Cerrado ao tropical subúmido, e as Áreas de Transição, chamada também de áreas de tensão ecológica segundo o IBGE (1996), que correspondem ao contato dos climas semiáridos de leste com os tropicais subúmidos de oeste (Castro, 2003).

Estes grandes conjuntos também foram individualizados nos trabalhos de Ab'Saber na identificação dos grandes domínios morfoclimáticos brasileiros³, domínios esses que ocorrem em uma espécie de área principal (core ou área nuclear), formando um complexo relativamente homogêneo e extensivo, embora possam aparecer enclaves de outros domínios em condições específicas de solo, altitude, etc. Entre essas áreas core aparecem os espaços de transição, onde os componentes da vegetação, os tipos de solos e sua forma de distribuição apresentam-se sensivelmente alterados e consorciados.

Nesse sentido, no Estado do Piauí, além das citadas áreas *core* do cerrado e caatinga, são encontradas mais sete formações vegetais correspondentes aos espaços de transição: mata de babaçu, florestas caducifólias e subcaducifólia, carnaubal, campos limpos, campos úmidos, manguezais e restinga (Figura 22).

A seguir estão descritas as características dos dois principais ecossistemas (biomas) que predominam no Estado do Piauí:

a) Cerrado – Os cerrados apresentam-se muito associados aos terrenos sedimentares onde predominam os arenitos, que tendem a constituir solos pobres, porém predominantemente profundos nas áreas de relevos planos das chapadas, ou suavemente ondulados das depressões. Nos interflúvios, a profundidade do lençol freático varia entre 10 e 35 metros, mas somente a camada superior do solo (cerca de 2 metros) se apresenta seca nos meses de estiagem, que podem variar de 4 a 6 meses. Segundo Castro (2003, p.7), trata-se de uma vegetação mesófila, subcaducifolia, composta de duas floras, uma arbóreo-arbustiva (lenhosa) com dossel irregular e, outra, herbáceo-arbustiva (rasteira); apresentando-se caducifólia nas áreas de contato com a caatinga.

Fernandes (1982, apud Castro, 2003, p.7), esclarece as denominações locais do cerrado, sobretudo no Piauí, afirmando que a vegetação do cerrado, que é dominante na Bacia do Parnaíba, reveste “as chapadas, os chapadões e grande parte do pediplano sedimentar. Localmente é chamado de “chapada” quando localizado na região sudoeste do estado e de “agreste” quando localizado na região centro-norte, por conta da cobertura do capim agreste (*Andropogon fastigiatus*). Como “chapada” instala-se sobre solos muito profundos e como “agreste”. Sobre solos rasos, até litólitos. Trata-se de uma continuação estrutural (fisionômica) dos cerrados do Planalto Central, mas floristicamente diferencia-se por conta da substituição de espécies provocada pela deficiência hídrica anual dos solos, crescente na direção do Planalto Central-Nordeste, pelas baixas cotas altimétricas, ao nível de Brasil, e pelas características de flora “areal” que responde a padrões lati-altitudinais, associadas com níveis altos de heterogeneidade espacial, segundo Castro (1994) e Castro & Martins (1999).” É neste sentido, vinculado a este aspecto transicional morfoclimático do território piauiense e da bacia do Parnaíba, que se pode realçar o caráter de singularidade dos cerrados piauienses, notadamente também pelo fato dos cerrados do “agreste” abrigarem os carnaubais extensivos alterando significativamente a fisionomia dos cerrados locais.

³ Domínio morfoclimático é um conjunto espacial onde se encontra um esquema coerente de feições de relevo, tipos de solos, formas de vegetação e condições climático-hidrológicas, ou seja, feições paisagísticas e ecológicas integradas. (Ab'Saber, 2003)

Os cerrados típicos ocupam 20% da área geográfica do Piauí, totalizando aproximadamente 50 mil km², com recobrimento mais contínuo no Sudoeste do Estado. Nas faixas de transição com a caatinga e mata de babaçu, cuja área chega a 123 mil km² (49% da área do Estado), os cerrados também abrangem área considerável, sobretudo na porção central e setentrional do Estado (Castro, 2007 p.1). Como já mencionado, trata-se de uma formação decídua, bioestratificada (estrato arbóreo e arbustivo), apresentando árvores tortuosas de cascas grossas e folhas geralmente coriáceas, pubescentes e raízes profundas. Dependendo do porte e da densidade, o cerrado pode apresentar os seguintes aspectos: cerradão, cerrado, campo cerrado e campo sujo (vegetação rarefeita). O cerradão apresenta substrato arbóreo superior a 8m, estrato arbustivo de 2 a 4m e recobre cerca de 80% da área do ecossistema dos cerrados. De modo geral, as plantas mais comuns dos cerrados são: cajueiro do campo, faveira, jatobá, angelim, peroba do campo, barbatimão, lixeira, piqui, pau-terra, mangabeira, pau-d'arco-amarelo, murici do campo, sucupira, araçá, fava d'anta e buriti. O manto rasteiro é especialmente constituído de capim flecha.

No Piauí, os subtipos de cerrado citados acima estão presentes, mas, segundo Castro (2003), cada vez mais determinados por questões de antropismo. No entanto, a ideia de gradiente de biomassa dos cerrados, do campo limpo ao cerradão, não acontece no Piauí, sendo mais aparente o padrão de distribuição em mosaicos.

Observando-se os mapas de uso do solo e imagens do Google Earth é possível distinguir dois conjuntos de fisionomia espacial dos cerrados piauienses: o cerrado menos fragmentado ou explorado pela agricultura familiar e extrativismo vegetal e o cerrado explorado pelo agronegócio (soja e eucalipto). O primeiro conjunto é mais expressivo nos TDs 2 – Cocais, 3 – Carnaubais, 5 – Vale do Sambito e 9 – Vale dos Rios Piauí e Itaueira; enquanto o segundo predomina nos territórios dos TDs 10 – Tabuleiros do Alto Parnaíba e 11 – Chapada das Mangabeiras com o agronegócio dos grãos (soja, milho, etc), e no ao sul no TD 4 – Entre Rios e oeste do TD 5 – Vale do Sambito.

Figura 21: Fisionomias da área de Cerrado produtivo - Chapadas do Alto Parnaíba em Uruçuí.



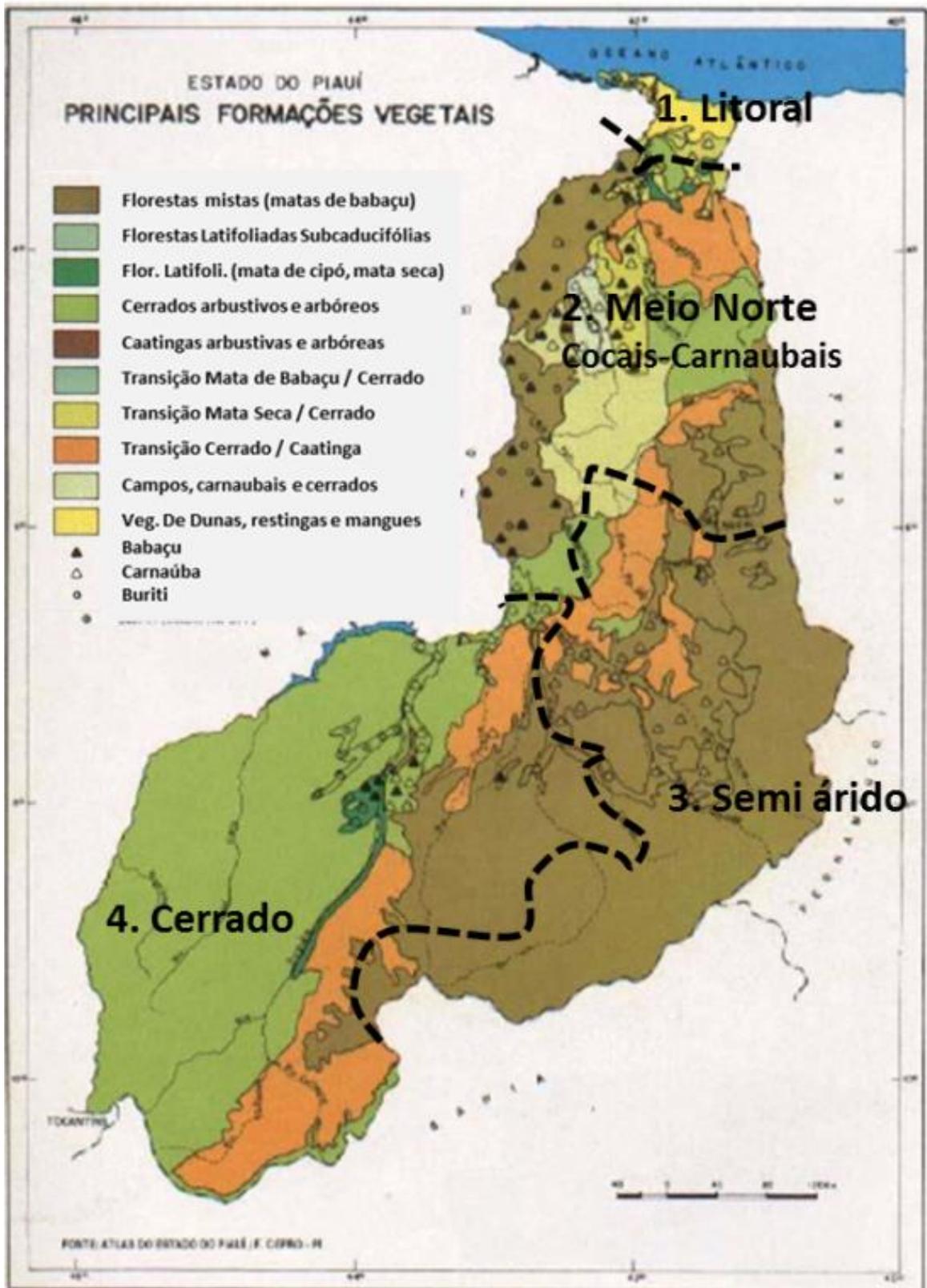
Fisionomia do Cerrado atrás de faixa degradada à beira de estrada, em Uruçuí.

Fonte: Acervo Diagonal. Fotos de Set/2013.



Contato entre área produtiva de grãos e Cerrado ainda preservado, em Uruçuí.

Figura 22: Principais formações vegetais do Estado do Piauí, segundo CEPRO (1990, 1992a), e as Macrorregiões de Planejamento.



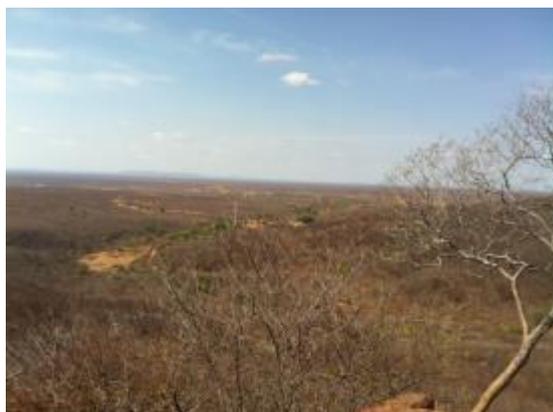
Fonte: Castro (2003), com informações acrescentadas por Diagonal.

Segundo dados da SEMAR-PI, os cerrados do Alto Parnaíba apresentam área de aproximadamente 80 mil Km², sendo 50 mil Km² agricultáveis, 10 mil Km² já desmatados (12,5% do total) e 70 mil Km² remanescentes (87,5% do total).

b) Caatinga – vegetação, de um modo geral, exclusiva do Nordeste e do norte de Minas Gerais, ocupando faixas de precipitação média anual entre 300 e 800 mm (600 a 800 mm no Piauí), habitando predominantemente solos rasos originários de rochas cristalinas, com muitas manchas férteis, porém com lençol freático nulo no perfil inteiro durante as estiagens que se prolongam de 6 a 8 meses, podendo chegar aos 11 meses nos períodos mais intensos. Nas margens ocidentais do Polígono das Secas, ou seja, no Piauí, as caatingas chegam a ocupar os terrenos sedimentares próximos ao contato com o Embasamento Cristalino da Depressão Sertaneja.

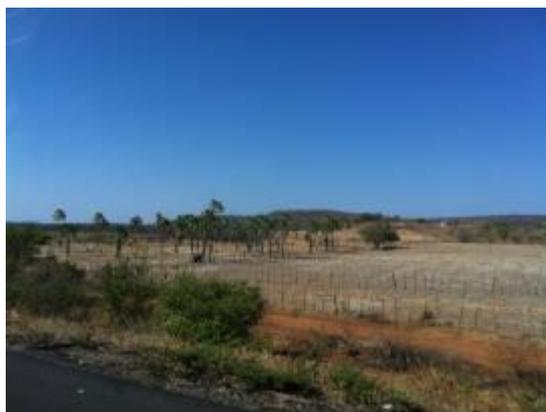
Segundo Castro (2003, p.6), “a fisionomia não perturbada da caatinga pode ser de caatinga arbórea com dossel baixo, fechado e aberto; caatinga arbóreo-arbustiva com o estrato fechado arbustivo, sem ou com árvores baixas de 5-8m de altura, espalhadas sobre a camada arbustiva, ou de caatinga arbustiva, aberta, com 2-5m de altura (EITEN, 1972, apud Castro, 2003)”. Castro (2003, p.6) afirmava, em 2000, que apesar das caatingas piauienses ainda serem das mais conservadas do Nordeste, por questões de baixa demografia rural na sua área de ocorrência, o que se verificava é que já àquela época as caatingas apresentavam um considerável efeito de secundarização: caatingas de oito, doze, vinte anos, por exemplo. Percorrendo-se a região de Picos e entorno (realizado pela equipe Diagonal em setembro de 2013), e um olhar sobre as imagens do Google Earth, é possível verificar a grande fragmentação dessa formação vegetal neste setor sudeste do Estado, estando essa formação melhor preservada na região mais ao Sul, de São Raimundo Nonato e Caracol.

Figura 23: Fisionomias da área de Caatinga do Sudeste do Piauí.



Paisagem de caatingas mais preservadas na região de Cel. José Dias e São Raimundo Nonato.

Fonte: Acervo Diagonal. Fotos de Set/2013.



Paisagem da caatinga fragmentada da região de Picos a Jaicós.

Segundo dados da SEMAR-PI, a área dominada pela Caatinga no Piauí abrange aproximadamente 157 mil Km², sendo 53 mil Km² já desmatados (33,8% do total). Até 2002 o desmatamento registrado era de apenas 4.500 Km² (2,9% do total), e somente após 2002 é que se observou um expressivo desmatamento desta formação, chegando a 48.670 Km² (30,9% do total). Mesmo assim, o remanescente de 103.830 Km² ainda é expressivo, pois representa 66,1 % da área original do bioma no Piauí.

A seguir estão descritas as características das outras formações vegetais que ocorrem nas Áreas de Transição:

c) Floresta Semidecídua ou Mista – formação de floresta subcaducifólia, concentra-se nos trechos do médio e baixo Parnaíba, regiões mais favorecidas pela umidade. Nesta formação, de estrutura complexa, além das espécies semidecíduais representada por matas fluviais megatérmicas, hidrófilas, quase sempre subperenifólias, multiestratificadas, são encontradas as palmáceas tucum, buriti, babaçu e a carnaúba.

Dentre as palmáceas encontradas na cobertura vegetal do Estado duas destacam-se em termos de área ocupada e exploração econômica, o babaçu (*Orbignia Spp*) e a carnaúba (*Copernicia cerifera*). De acordo com a publicação Piauí: caracterização do quadro natural (CEPRO,1996), o babaçu ocupa uma área em torno de 19.776km², compreendendo aproximadamente 8% da área do Estado. Registra-se maior adensamento da palmeira em 502.842ha, no baixo Parnaíba, onde se apresenta em seus mais diversos estágios. Quando jovens, as palmeiras são genericamente denominadas de Pindovas ou Pindobas, as quais têm em média três folhas definitivas até o estágio seguinte que é o palmitero – palmeira sem caule formado, com palmito quase no nível do solo.

Nas áreas de transição o babaçu é encontrado de forma rarefeita, associado com outras coberturas vegetais, inclusive a carnaúba. Em algumas áreas de babaçuais verifica-se o consórcio com agricultura de subsistência ou substituição por culturas comerciais como a cana-de-açúcar.

O babaçu representa importante produto do extrativismo vegetal do Estado do Piauí, considerando que fornece cerca de setenta subprodutos e dele tudo se aproveita. Cada palmeira pode apresentar até seis cachos de cocos, dos quais são extraídas as amêndoas destinadas à produção de óleo comestível. Suas folhas arqueadas chegam a medir oito metros de comprimento e na zona rural são utilizadas na cobertura das casas. Com a palha seca trançada e a casca do coco são produzidos diversos objetos artesanais, decorativos e utilitários. Estes produtos são comercializados, representando uma valiosa fonte de renda para a população.

A carnaúba, embora esteja disseminada em mais de 140 municípios, situa-se com os maiores adensamentos no Norte do Estado. Por se tratar de uma planta adaptada ao clima semiárido, a carnaúba oferece possibilidades de atividades econômicas mesmo durante o período de estiagem, tratando-se portanto de importante alternativa na composição da renda familiar das comunidades rurais.

Considerando a importância econômica e social da carnaúba e a dizimação de consideráveis áreas, a palmácea está sendo cultivada no seu habitat, cujas áreas somadas com a dos carnaubais nativos foram calculadas em torno de 100.000 ha.

O caule é utilizado na construção de casas e da folha ou palha da carnaúba é extraído o pó que é transformado em cera, utilizada em diversas aplicações industriais, sendo um dos principais produtos da pauta de exportação do Estado. Além disso, a palha comumente é aproveitada para os seguintes fins: agrícolas em compostagem ou como cobertura morta, para ajudar a conservar a umidade do solo; para alimentação animal (folha da carnaubeirinha chamada pindoba); e também na produção de peças artesanais de beleza inigualável (cestas, bolsas, chapéus, etc.) muito apreciadas por turistas que visitam a região.

Embora a cera de carnaúba seja um importante produto na pauta de exportações do Piauí, responsável por 16% da produção comercializada para o exterior, a carnaúba ainda não é totalmente explorada em suas potencialidades.

Figura 24 - Fisionomias antropizadas de Carnaubais e Mata de Babaçu em áreas produtivas do TD 4 – Entre Rios..



Carnaubais em fazenda à região entre Campo Maior e Piripiri.



Área de mata de Babaçu cedendo lugar ao agronegócio de cana de açúcar no município de União.

Fonte: Acervo Diagonal. Fotos de Set/2013.

d) Campos Limpos e Campos Úmidos – os campos limpos se subdividem em limpos úmidos e secos. Os úmidos ocorrem na região centro-oriental, longe do leito dos rios, em campo graminoso com a presença da carnaúba e do tucum. Os campos limpos secos ocorrem numa área restrita, no extremo sul do Estado, especificamente no município de Gilbués, onde as limitações edáficas dificultam o crescimento de espécies vegetais.

e) Transição – compreende as zonas de contato dos cerrados com a caatinga, mata seca decídua, mata estacional subdecídua, mata de babaçu, carnaubal e ainda por campo cerrado, savana de Copernícia, campos periodicamente inundáveis e ou vegetação de parque de Campo Maior. A floresta semidecídua/cerrado e o sistema cerrado/caatinga se encontram disseminados com ocorrência de diferentes densidades em todo espaço geográfico do Estado. São geralmente consideradas áreas de contatos, porque não existe uma vegetação predominante, e sim uma associação de dois ou mais tipos diferentes. É comum, nestes trechos, a intercalação de estratos arbóreos, arbustivos, graminóides e plantas xerófilas. Este tipo de vegetação está mais concentrado em faixa em toda extensão norte/sul fazendo uma linha divisória entre o leste e o oeste.

f) Vegetação Litorânea – encontrada nos 66km da fronteira com o Oceano Atlântico ao norte e composta, principalmente, pelos seguintes tipos: paisagens de restinga que vão das dunas aos campos herbáceos, abertos ou fechados com frutícetos inundáveis a não inundáveis e matas com porte médio a elevado; mangues do solo pantanoso, onde é explorado o caranguejo e de praias arenosas; vegetações de dunas; e pelas palmeiras representadas pelos coqueiros e carnaubais, importantes fontes de renda da região.

Potencialidades e fragilidades:

- Grandes espaços territoriais ainda dominados por formações naturais com baixo grau de antropização e fragmentação, notadamente nos TDs 3 – Carnaubais (Transição Cerrado-Caatinga), TD 5 -Vale do Sambito (Transição Cerrado-Caatinga), TD 8 – Serra da Capivara (Caatinga), e TD 9 – Vale dos Rios Piauí e Itaueira (Cerrados e Transição Cerrado-Caatinga).
- Grande extensões de vegetação de caatingas e cerrados já protegidos em unidades de conservação federais de proteção integral, notadamente na porção Meridional do Estado.
- Quase ausência de áreas de proteção integral na porção Setentrional do Estado. As poucas que existem são de extensão reduzida, deixando desprotegidos importantes espaços dos biomas naturais setentrionais.
- A expansão, em andamento, da ocupação urbana e econômica sobre os ecossistemas litorâneos é uma situação de risco para a preservação dos frágeis ecossistemas dos manguezais, restingas, lagoas, podendo impactar o potencial turístico da região.

3.2.6. Áreas legalmente protegidas e preservação do meio ambiente

O marco regulatório da Política Ambiental no Estado do Piauí é abrangido pelos seguintes elementos:

- O Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) é o conjunto de órgãos e instituições que, nos níveis federal, estadual e municipal, são encarregados da proteção ao meio ambiente, conforme definido em lei. A Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) foi estabelecida pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, tendo como objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando a assegurar ao País condições de desenvolvimento econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.
- No âmbito Estadual, a Constituição dispõe sobre o meio ambiente, estabelecendo que compete ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e de harmonizá-lo, racionalmente, com as necessidades do desenvolvimento socioeconômico para as presentes e futuras gerações.
- A Lei nº 4.854, de 10 de julho de 1996 dispõe sobre a Política de Meio Ambiente do Estado no Piauí, e em seu Art.7º estabelece que o Meio Ambiente é patrimônio comum da coletividade, bem de uso comum do povo e sua proteção é dever do Estado e de todas as pessoas e entidades que, para tanto, no uso da propriedade, no manejo dos meios de produção e no exercício de atividade, deverão respeitar as limitações administrativas e demais determinações estabelecidas pelo poder público, com vistas a assegurar um ambiente sadio e ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações. A esta Lei se seguiram diplomas legais de criação e regulamentação do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA).

- A Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, define os princípios básicos, objetivos, linhas e estratégias de atuação para nortear as ações de educação ambiental dos estados e municípios.
- A Lei nº 5.165, de 17 de agosto de 2000 dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, tendo a Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMAR) como o órgão executivo central e gestor do sistema estadual de recursos hídricos.

O IBGE considera que a bacia do rio Parnaíba, no Piauí, tem quatro ecossistemas bem definidos: Costeiro, Floresta Estacional, Cerrado e Caatinga. Por sua vez o IBAMA, na sua política de proteção das áreas destes ecossistemas, delimitou as unidades de conservação ambientais consideradas relevantes, implementando expressivas áreas de proteção integral - Parques Nacionais da Serra da Capivara, de Sete Cidades e da Serra das Confusões, e a Estação Ecológica de Uruçuí-Uma; bem como de importantes Áreas de Preservação Ambiental – APAs, como as do Delta do Parnaíba, da Serra da Tabatinga e Chapada do Araripe.

As áreas de proteção integral estão listadas na Quadro 3, apresentada a seguir. Cabe observar nesta tabela o tamanho em área das UCs, bem como o bioma protegido. Das unidades de proteção integral existentes, 97,5 % das áreas protegidas estão situadas na porção sul Meridional do Estado, e apenas 2,5% na porção Setentrional. A proteção de cerrados representa 55% da área total protegida, enquanto as caatingas (incluindo áreas transicionais com cerrados) estão representadas em 42,5% do total.

Salvo podendo ocorrer nas UCs de pequenas dimensões existentes na porção setentrional, como o PN de Sete Cidades e o PE Cachoeira do Urubu, nenhum conjunto expressivo de carnaubais e babaçuais seja objeto de proteção integral, levando-se em consideração o endemismo destas formações que tanto caracterizam o Meio Norte e o Estado do Piauí.

Quadro 3: Unidades de Conservação de Proteção Integral no Estado do Piauí.

Denominação	Criação	Administração	Área (ha)	Município de Abrangência	Biomos e Ecossistemas
Parque Nacional da Serra da Capivara	Decreto-Lei nº 83.548, de 05 de junho de 1979	Federal (IBAMA/FUNDHAN)	129.140.00	S. Raimundo Nonato, Canto do Buriti, Brejo do Piauí, Coronel José Dias, João Costa	Caatinga
Parque Nacional da Serra da Capivara/ Serra Vermelha/ Angical	Decreto Executivo nº 99.143, de 12 de março de 1990	Federal (IBAMA/FUNDHAN)	8.500	Canto do Buriti, São João do Piauí, São Raimundo Nonato	Caatinga
Parque Nacional da Serra da Capivara/ Baixão das Andorinhas	Decreto Executivo nº 99.143, de 12 de março de 1990	Federal (IBAMA/FUNDHAN)	8.500	Canto do Buriti, São João do Piauí, S. Raimundo Nonato	Caatinga
Parque Nacional da Serra da Capivara/ Chapada da Pedra Hume	Decreto Executivo nº 99.143, de 12 de março de 1990	Federal (IBAMA/FUNDHAN)	18.000	Canto do Buriti, Coronel José Dias, São Raimundo Nonato	Caatinga
Parque Nacional de Sete Cidades	Decreto-Lei nº 50.774, de 08 de junho de 1961	Federal (IBAMA)	6.221	Piripiri e Piracuruca	Transição/ Cerrado/ Caatinga
Parque Nacional da Serra das Confusões	Decreto Federal s/nº, de 02 de outubro de 1998	Federal (IBAMA)	502.411	Caracol, Guaribas, Santa Luz, Cristino Castro, Alvorada do Gurguéia	Caatinga
Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba -PI	Decreto Federal s/nº, de 16 de julho de 2002	Federal (IBAMA)	729.814	Gilbués, Barreiras, S. Gonçalo do PI e Corrente (PI); Alto Parnaíba (MA); Mateiros, Lizarda (TO); e Formosa do Rio Preto na (BA)	Cerrado
Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba	Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba	Federal (IBAMA)	27.022	Ilha Grande (PI), Araiases, Água Doce (MA)	Manguezais /Restingas e Dunas
Estação Ecológica Uruçuí-Una	Decreto nº 7.495, de 12 de dezembro de 1981	Federal (IBAMA)	135.000	Baixa Grande do Ribeiro, entre Santa Filomena, Bom Jesus	Cerrado
Parque Municipal da Floresta Fóssil do Rio Poti	Decreto-Lei nº 2.145, de 08 de janeiro de 1993	Municipal (SEMAM)	13	Teresina	Mata Ciliar
Parque Zoobotânico	Decreto nº 1.608, de 08 de maio de 1973	Estadual (SEMAR)	136	Teresina	Floresta Decidual Mista
Parque Ecológico Cachoeira do Urubu	Decreto nº 9.736, de 16 de junho de 1997	Estadual (SEMAR)	8	Esperantina, Batalha	Mata Ciliar / Cerrado
Parque das Mangueiras	Decreto 10.848, de 27 de agosto de 2012	Estadual (SEMAR)	4.596	Teresina	Mata Ciliar

Fonte: PIAUÍ. Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

3.2.7. Uso e Ocupação dos Recursos Naturais do Território e Impactos Ambientais por Ecossistemas

Apresenta-se neste capítulo uma síntese dos principais usos atuais dos recursos naturais do território do Piauí, segundo os principais ecossistemas, que correspondem, praticamente, às quatro Macrorregiões de Planejamento do Estado: Litoral, Meio Norte, Caatingas e Cerrados.

Destes usos decorrem alguns impactos inerentes que são específicos ou gerais, e que servem para este estudo como indicações de alguns passivos já existentes, mesmo que de intensidade fraca, média ou forte. Não é abordado o grau de intensidade do problema, apenas a sua ocorrência, sabendo que muitos deles são de fácil condução para a sustentabilidade, portanto, não se comportando como uma condicionante relevante para o desenvolvimento da atividade produtiva e do Estado do Piauí.

Como método de abordagem, essa associação de usos e impactos por ecossistemas tem como fundamento que a biodiversidade (diversidade biológica) é condição precípua para se pensar em um desenvolvimento sustentável, conforme preconiza Castro (2003), “que seja socialmente justo, ecologicamente mais prudente e economicamente eficiente”. É o único meio de se garantir a manutenção dos serviços da natureza e a repartição dos benefícios da biodiversidade a todos.

Essa caracterização de usos e de impactos por ecossistemas é realizada por tipo de recurso natural abrangido: Relevo/Geologia (incluindo solos); Recursos Hídricos; Clima e Vegetação. Ao final lista-se as principais políticas ambientais de conservação já instituídas.

A) Ecossistema Litorâneo – Macrorregião Litoral

Relevo, Geologia

A expansão urbana sobre os ambientes de restinga e planície costeira, bem como a atividade atual de Mineração de calcário, areia, seixo, brita, argila comum e vermelha, cerâmica, granito, quartzo, sal e minerais pesados, além da argila e cerâmica utilizadas na produção de Artesanato, tem ocasionado os seguintes impactos ambientais:

- Alteração das paisagens com a movimentação de dunas invadindo estradas (roteiro das praias), habitações (Praianas), lagoas (Portinho e Carnaubal) e os biomas (vegetação nativa);
- Degradação das áreas de mineração, com impactos visuais prejudiciais ao turismo;
- Desertificação e aumento de erosão eólica em face da remoção de vegetação de restingas e dunas.
- Aumento da erosão marinha e poluição das praias

Recursos Hídricos

As atividades ligadas aos recursos hídricos (Agricultura irrigada dos tabuleiros litorâneos no rio Parnaíba; Turismo de Praia/Ecológico e esporte aquático; captação de água para consumo humano e animal) e pesqueiros como a pesca artesanal e semiartesanal marítima; a carcinicultura com 13 fazendas ocupando 800 ha, a coleta do camarão e mariscos, a coleta indiscriminada do caranguejo, já têm ocasionado, de maneira geral os seguintes impactos, que a médio prazo poderão trazer reflexos sérios à atividade turística:

- Diminuição dos recursos pesqueiros estuarinos causados pela pesca predatória,
- Poluição moderada das águas fluviais causadas pelos efluentes sanitários;
- Redução da capacidade das lagoas a exemplo da lagoa do Portinho, local de visitação turística.
- Assoreamento dos rios

Clima

A produção de energia eólica em Luís Correa acarreta impactos sobre a avifauna estuarina e na paisagem de valor turístico.

Vegetação

O uso agrícola de 2,5 mil hectares irrigados de plantações de coco, goiaba, melancia, acerola e outras frutas cítricas; as culturas temporárias em 58.176ha (feijão, mandioca, milho e arroz) e permanentes em 12.492ha (manga, acerola, banana, acerola, caju, coco da baía e cana de açúcar); a captura do caranguejo nos manguezais; a pecuária abrangendo 34.690 ha de pastagem, sendo 30.220 ha de pastagem natural; a coleta da palha de carnaúba extração do pó e confecção de produtos artesanais; a coleta do coco da praia e a coleta do caju e da castanha; todas essas atividades vêm ocasionando impactos cumulativos no ecossistema litorâneo, como:

- Devastação de espaços expressivos de mangue e dos carnaubais litorâneos, das matas ciliares e das restingas pelas atividades agropecuárias extensivas e rudimentares;
- Coleta predatória da palha de carnaúba.

Políticas Ambientais de Conservação:

- Instituição Legal das Unidades de Conservação Ambiental: Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba; Área de Preservação Ambiental Delta do Parnaíba (APA); Área de Proteção Ambiental do Rio Parnaíba; Área de Proteção Ambiental da Serra da Ibiapaba
- Legislação de disciplinamento da pesca: Instrução Normativa Interministerial nº 1/2013 do Ministério da Aquicultura e Pesca e do Ministério do Meio Ambiente, que define os períodos de proteção à ao caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) nos estados do Nordeste;
- Projetos de recuperação ambiental: reflorestamento das áreas de matas ciliares; de contenção de dunas; e de contenção da erosão marinha;
- Legislação para mineração: Regime de Autorização e Concessão - Código de Mineração (Decreto-Lei n 227, 28/02/1967); Regime de Licenciamento (Pedreiras, saibreira, etc); Regime de Matrícula (garimpagem); Regime de monopolização (petróleo e minerais nucleares).

B) Ecossistemas do Meio Norte (faixas de transição) – Macrorregião Meio Norte (Cocais/Carnaubais)

Relevo/Geologia

As atividades de mineração desenvolvidas na região (areia, seixo, brita, arenitos, siltitos, folhelhos, argila especial para cerâmica, opala, calcedônia, quartzo, ametista, calcário dolomítico, água mineral e ardósia) já vêm deixando passivos ambientais na forma dos seguintes impactos:

- Agressões ou deformações das paisagens (cobertura vegetal e topografia) que, além dos agravantes ambientais no ecossistema podem comprometer pontos turísticos relevantes;
- Erosão de solo e das margens de rios e o consequente assoreamento dos canais de drenagem do baixo curso do Parnaíba e principais afluentes.

A atividade agrícola ocupa uma área de 228.584 ha (Área total plantada), sendo 90% com culturas temporárias e 10% permanentes. As principais culturas são as de milho, arroz, feijão, mandioca e castanha de caju. A pecuária se estende por 680.662 ha apresentando 2% de pastagem plantada e 98% natural. Os principais rebanhos são: Avicultura (galo, frango, franga, pintos e galinha), suínos, bovinos, caprinos e ovinos. O principal impacto cumulativo deixado por essas duas atividades está ligado a:

- Empobrecimento do solo e erosão derivados de processos produtivos e tecnológicos rudimentares.

Recursos Hídricos

Os diversos usos consuntivos (consumo humano e animal e agricultura irrigada e de vazantes) e não consuntivos (lazer, pesca em água doce, piscicultura, derivação de efluentes sanitários) têm gerado os seguintes impactos:

- Poluição acentuada dos rios Poti e Parnaíba;
- Poluição moderada dos demais mananciais;
- Redução do potencial piscoso;
- Assoreamento dos rios, especialmente Parnaíba e Poti.

Clima

O clima regional favorece o provimento das reservas dos mananciais de água superficial e subterrânea, sobretudo na porção centro/oeste do território e a produção de energia solar na porção leste. Favorece também o desenvolvimento da agricultura de sequeiro, não dependente de irrigação.

As deficiências hídricas sazonais, naturais da região, aliado às necessidades de consumo de água cada vez maiores, promovem a redução do volume de água dos mananciais superficiais, agravados por retenção da vazão nas cabeceiras do Longá e Poti, realizadas pelos municípios cearenses da fronteira com o Piauí.

A redução da evaporação de água nos reservatórios e da evapotranspiração dos solos compromete a flora, a fauna, a produção agropecuária, o extrativismo vegetal e a apicultura regional.

Há a necessidade de ampliar a reservação de água nas barragens existentes e construção de novas, exceto nos vales encaixados de valor paisagístico como os canyons do Rio Poti e alguns afluentes.

Vegetação

A região apresenta atividades econômicas ligadas à pecuária, com o uso de 664.039 ha de pastagem natural; à produção de mel por meio do uso da florada de espécies do cerrado e da caatinga; ao extrativismo de madeira e lenha; ao extrativismo vegetal de produtos do Babaçu (Coco para uso industrial e alimentício e a palha cobertura de casas e uso artesanal), Carnaúba (Palha para coleta da cera e a palha cobertura de casas e uso artesanal), Buriti (Fruto para alimentação e a palha para cobertura de casa e artesanato) e Bacuri (Fruto para produção de alimentos); além de projetos de reflorestamento de Eucalipto em andamento e expansão. Os principais impactos ambientais estão ligados à:

- Coleta predatória das palhas de carnaúba;
- Devastação dos carnaubais, dos babaçuais e das matas ciliares pelas queimadas para produção da agricultura extensiva;
- Às queimadas induzidas por praticas agrícolas rudimentares.

Políticas Ambientais de Conservação:

- Instituição Legal das Unidades de Conservação Ambiental: Parque Nacional das Sete Cidades; Área de Proteção Ambiental da Serra da Ibiapaba; Parques Ecológicos Cachoeira do Urubu; Floresta Nacional de Palmares; Parque Zoológico de Teresina; Parque Municipal da Floresta Fóssil do Rio Poti; Parque das Mangueiras.
- Legislação para mineração: Regime de Autorização e Concessão - Código de Mineração (Decreto-Lei n 227, 28/02/1967); Regime de Licenciamento (Pedreiras, saibreira, etc); Regime de Matrícula (garimpagem); Regime de monopolização (petróleo e minerais nucleares).

C) Ecossistema da Caatinga – Macrorregião Semiárido

Relevo/Geologia

As atividades econômicas em desenvolvimento neste domínio estão ligadas a (ao):

- Mineração (Argila refratária, calcário, calcário agrícola, calcário siderúrgico, gipsita, mármore, quartzito, água mineral, diabásio, níquel, amianto),
- Uso agrícola, que tem uma área ocupada total de 413.955 ha, sendo 289.193 ha com cultura temporária (70%) e 124.762 ha com cultura permanente (30%). As principais culturas são: arroz, milho, mandioca e castanha de caju. A área Irrigada é de apenas 500 ha com produção de uva em São João do Piauí.
- Pecuária, com área de pastagem chegando a um total de 765.777 ha, sendo 717.995 há com pastagem natural (93%) e 47.782 ha com pastagem plantada (7%).

Os principais Impactos Ambientais são:

- Agressões ou deformações das paisagens (cobertura vegetal e topografia) com a mineração
- Desertificação, erosão dos solos, empobrecimento por efeito do desmatamento pelas queimadas para agricultura de subsistência.

Recursos Hídricos

Os diversos usos consuntivos (consumo humano e animal e agricultura de vazantes) e não consuntivos (lazer, piscicultura, derivação de efluentes sanitários) têm gerado os seguintes impactos:

- Poluição dos mananciais de água, reduzindo a oferta para o abastecimento humano e animal, conduzindo a riscos para a saúde pública;

Clima

O clima semiárido regional é favorável à produção de energia solar. Os índices pluviométricos, mesmo que concentrados em 3 a 5 meses, são favoráveis à reservação de água em barragens, e são maiores do que os observados no sertão cearense, pernambucano e paraibano, estados que possuem um número bem maior de barragens e açudes do que os existentes no sertão do Piauí. Agricultura familiar de sequeiro, a cajucultura, e a pecuária competem pela água da chuva que abastece os mananciais de água dos açudes, barragens e as cisternas de cada propriedade rural.

Há a necessidade de ampliar o número de barragens, agilizar a integração de bacias e a transposição de água do lago de Sobradinho.

Os maiores impactos neste ambiente são os naturais, como:

- As secas prolongadas afetando comprometendo a sobrevivência da população e dos animais e a produção extensiva.
- São elevados os déficits hídricos dos solos no período das secas.

Vegetação

Atividades econômicas desenvolvidas que contribuem para a redução (área e biodiversidade) e fragmentação da Caatinga: Silvicultura e Extrativismo vegetal da Carnaúba (Palha para coleta da cera e a palha cobertura de casas e uso artesanal); uso de 717.995 ha de pastagem natural na pecuária; uso da florada para apicultura; obtenção de madeira para lenha. Os principais impactos decorrentes na vegetação da caatinga são:

- Devastação das manchas de carnaubais e ecossistema vinculado (brejais);
- Degradação das matas ciliares pelas queimadas para produção da agricultura extensiva;
- Redução da diversidade florística no médio de longo prazos pela atividade da apicultura;
- Assoreamento dos rios provocado pelos desmatamentos, sobretudo da vegetação ciliar.

Políticas Ambientais de Conservação

- Instituição Legal das Unidades de Conservação Ambiental: Parque Nacional da Serra da Capivara (com Plano de Manejo); Parque Nacional da Serra da Capivara/ Chapada da Pedra Hume; Parque Nacional da Serra da Capivara/ Serra Vermelha/ Angical; Parque Nacional da Serra da Capivara/ Baixão das Andorinhas; Área de Proteção da Chapada do Araripe; Parque Nacional da Serra das Confusões; Área de Proteção Ambiental da Lagoa de Nazaré.
- Legislação para mineração: Regime de Autorização e Concessão - Código de Mineração (Decreto-Lei n 227, 28/02/1967); Regime de Licenciamento (Pedreiras, saibreira, etc); Regime de Matrícula (garimpagem); Regime de monopolização (petróleo e minerais nucleares).

D) Ecossistema dos Cerrados – Macrorregião Cerrados

Relevo/Geologia

Atividades de Mineração em desenvolvimento são a extração de brita, argila, calcário e diamante (garimpo). O uso relativo à agricultura irrigada ocorre em 3,2 mil hectares irrigados no Platô de Guadalupe e 200 hectares em Colônia do Gurguéia. A área ocupada com agricultura em geral (agronegócio e agricultura familiar) perfaz total de 563.251 ha, sendo 545.598 ha relativos à culturas temporárias (97%) e 17.653 ha às permanentes (3%). As principais culturas são as da soja, milho, arroz, feijão, mandioca, algodão, castanha de caju. O uso de pastagem para pecuária abrange 593.507 ha, sendo 593.507 natural (92%) e 50.519 plantada (8%) (IBGE, 2010 a e b). Os principais impactos dessas atividades estão ligados a:

- processos erosivos no município de Gilbués e o desperdício de água nos poços jorrantes em Cristino Castro.
- Desertificação, erosão dos solos, empobrecimento por efeito do desmatamento pelas queimadas vinculadas à agricultura de subsistência.
- Ocupação do plantio de grãos próximo às bordas da chapada, pode acentuar processos erosivos encosta abaixo e migração de poluentes (fertilizantes, corretivos e defensivos) para o sistema de nascentes.
- Desmatamentos nos platôs desrespeitam a faixa de APP.
- Uso de agroquímicos que prejudicam a qualidade da água dos cursos d'água localizados nos baixões.

Recursos Hídricos

Os diversos usos consuntivos (consumo humano e animal e agricultura irrigada no vale do Gurguéia e Platôs de Guadalupe) e não consuntivos (pesca de água doce, lazer, piscicultura, derivação de efluentes sanitários) têm gerado os seguintes impactos:

- Moderada poluição dos rios e mananciais de água;
- Processos erosivos dos rios Parnaíba e Gurguéia;

Clima

O clima regional favorece o provimento das reservas dos mananciais de água superficial e subterrânea. Favorece também o desenvolvimento da agricultura de sequeiro, não dependente de irrigação, assim como ocorre com a soja. Entretanto, não permite duas safras, em virtude da estiagem de 4 a 6 meses.

As deficiências hídricas sazonais, naturais da região, não comprometem a oferta de água para o abastecimento humano e animal, bem como o abastecimento das cisternas pelas chuvas. Entretanto, observa-se uma forte redução do volume da água dos mananciais superficiais.

As chuvas concentradas concentradas, naturais, podem provocar enchentes e alagamento das várzeas agrícolas e perda da produção.

Vegetação

A região apresenta atividades econômicas ligadas ao agronegócio de grãos, à pecuária, e à agricultura familiar. Embora as áreas dominadas por vegetação nativa de cerrados ainda sejam expressivas o desmatamento nas chapadas para a cultura da soja e milho tem aumentado e deverá crescer nas próximas décadas, face às condições promissoras das chapadas piauienses. No geossistema dos vãos das chapadas se desenvolve a agricultura familiar, sem grandes conflitos com o agronegócio. Neles se desenvolve a prática de silvicultura e extrativismo de madeira e lenha, bem como da Carnaúba (palha para extração do pó, para cobertura de habitações e artesanato).

Destaca-se que em termos florísticos, pesquisas desenvolvidas pela UFPI-Trppen estão identificando mudanças sutis, mas importantes, na composição florística e no padrão de distribuição das espécies entre os cerrados das chapadas e os cerrados dos baixões (Castro, 2010, p.38).

Os seguintes impactos e conflitos podem ser verificados na área deste bioma:

- Coleta predatória das palhas de carnaúba;
- Devastação dos carnaubais, dos babaçuais e das matas ciliares pelas queimadas para produção da agricultura extensiva;
- Às queimadas induzidas por práticas agrícolas rudimentares;
- Mudança da paisagem nos platôs pelos grandes projetos agropecuários mecanizados e nas várzeas pelas queimadas na agricultura de subsistência (Desmatamento da vegetação nativa e da extinção das espécies da fauna e da flora);
- Conflitos técnicos entre produtores, ambientalistas e órgãos ambientais quanto à disposição das Reservas Legais (otimização da produção nas chapadas com reservas legais nos baixões x defensores da preservação de cerrados nas chapadas).

Políticas Ambientais de Conservação

- Instituição Legal das Unidades de Conservação Ambiental: Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba –PI; Área Estação Ecológica Uruçuí-Uma; Área de Preservação Ambiental da Serra das Mangabeiras – Barreiras; Área de Proteção Ambiental do Rangel; Parque Nacional da Serra das Confusões
- Projetos de Recuperação Ambiental: Projeto de recuperação de áreas em processo de desertificação de Gilbués; e do Zoneamento Econômico Ecológico do Piauí com foco nos cerrados piauienses.
- Legislação para mineração: Regime de Autorização e Concessão - Código de Mineração (Decreto-Lei n 227, 28/02/1967); Regime de Licenciamento (Pedreiras, saibreira, etc); Regime de Matrícula (garimpagem); Regime de monopolização (petróleo e minerais nucleares).

3.3. Unidades de Paisagem e Paisagem Cultural do Piauí

Neste capítulo aborda-se a compartimentação da paisagem do estado do Piauí como forma de distinguir unidades de paisagem, que sejam reconhecidas como elementos de integração dos processos físicos, mas também dos processos sociais, como forma de contrapor e avaliar as condicionantes ambientais do território do Piauí ante as atividades econômicas potenciais e tendenciais no desenvolvimento futuro do Estado. Trabalha também o conceito de paisagem cultural, como forma de valorização da identidade econômico-cultural das paisagens regionais do Estado, visando reconhecer possíveis novas aptidões regionais que possam impulsionar novas formas de desenvolvimento, respeitando e tirando proveito dos valores culturais locais.

Unidades de Paisagem

Três métodos de delimitação são geralmente utilizados neste tipo de identificação (analítico, sintético e misto), e nesta abordagem opta-se pela utilização de estudos que caminham para o uso de um método misto, que inclui as técnicas de reconhecimento de áreas homogêneas do ponto de vista geográfico e de identificação de descontinuidades paisagísticas relevantes (sintético) e as de superposição de cartas/camadas (mapas temáticos) e delimitação de áreas gerais e posterior integração, de forma visual ou quantitativa. Estas abordagens foram utilizadas pelos setores de planejamento territorial australiano nos anos 1950-60 (CSIRO), pela FAO em 1976 na análise dos recursos territoriais dos países subdesenvolvidos, e pelos adeptos da escola do *Landscape Ecology* de Troll (1970), representantes do método sintético; e por Macharg (1969), Van Esteweld y Antrop (2004) na Bélgica, e Sabaté (anos 2000) na Espanha, utilizadores do método analítico.

O tipo de unidade de paisagem resultante destes métodos tende a ser um misto de paisagens corológicas – unidades únicas que não se repetem, pois realçam a individualidade da associação, a particularidade geográfica (análise de ecossistemas e formações vegetais); com o de paisagens tipológicas – unidades de caráter geral, que realça os aspectos de predominância.

Identificou-se nos trabalhos já desenvolvidos sobre o Piauí as seguintes aproximações de unidades de paisagem, segundo o interesse específico de cada estudo, mas que podem servir de orientação para as análises de condicionantes ambientais do território aqui desenvolvidas:

- Trabalho realizado pelo IBGE (1990) no âmbito de estudos sobre a bacia do Parnaíba, culminando em um Mapa do Potencial Geoambiental (Geossistemas) da mesma.
- A utilização deste mapa dos Geossistemas da bacia do Parnaíba (IBGE), realizada nos trabalhos do PLANAP pela CODEVASF. (BRASIL, 2006).
- A identificação de Unidades Ambientais nos estudos do ZEE do Estado do Piauí (SEMAR/PI, 2012, p.144), e também do mapa de subsídios à Gestão Territorial, ambos resultados do cruzamento de outros mapas e informações, como os mapas de vulnerabilidade à perda de solos, mapa síntese e informações sobre unidades de conservação, mapa de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, e mapa de aptidão agrícola dos solos.
- As cartas de aptidão do uso da terra desenvolvidas pela EMBRAPA (EPE/CNEC/CHESF).

Paisagem Cultural

Os estudos sobre paisagens culturais e o desenvolvimento do conceito foram revitalizados no final do século passado em virtude da expressiva obsolescência de antigas regiões industriais e das cidades que lhe davam suporte, tanto na Europa como nos Estados Unidos e Canadá. Este fato também atingiu cidades de porte pequeno, mas de grande renda *percapita*, vinculadas a uma única atividade industrial. As mudanças estruturais no meio industrial, nos transportes e na comunicação, em geral, também impuseram ao território a necessidade de novas adequações espaciais e de inserção na vida econômica regional e nacional. Assim é que, diferente da maior parte dos planos de ordenamento territorial do século XX, que valorizaram a dinâmica populacional e o desenvolvimento industrial, já é possível verificar que no século XXI as propostas de maior interesse estão baseadas no binômio: natureza e cultura.

A paisagem cultural é um âmbito geográfico associado a eventos, atividades, personagens, ou seja, à história da vida de relações que a originou, portanto assume valores estéticos e culturais. Trabalhar a paisagem cultural de uma região implica em garantir a preservação dos seus recursos patrimoniais (naturais, culturais e econômicos) e, ao mesmo tempo coloca-los a serviço da reativação econômica dessa região. Do mesmo modo que as cidades assumem um papel crescentemente importante na era da informação, muitos espaços, ainda pouco valorizados, assumem um protagonismo cada vez mais relevante como lugares comunicativos. Alguns destes lugares podem ser identificados no contexto do Estado do Piauí.

Segundo Sabaté (2004), numerosos exemplos na Europa e na América nos mostram como lugares e acontecimentos podem resultar espaços extremamente significativos, sem dirigir a preservação exclusivamente a uma elite intelectual e como o desenvolvimento baseado no patrimônio cultural local demonstra ser um bom negócio. Uma das conclusões que se tira da análise de muitos projetos recentes é que a gestão inteligente dos recursos patrimoniais está se tornando em diversos territórios um dos fatores chave de ser desenvolvimento econômico, porque atrai turismo, negócios, gerando novas atividades e postos de trabalho; e porque, fundamentalmente, reforça a autoestima da comunidade.

Destes fatores colocados decorrem algumas premissas básicas:

- Necessidade de identificar os recursos de maior interesse e oferecer uma interpretação estruturada e atrativa dos mesmos;
- Descobrir oportunidades de atividades e áreas de projeto para situar o território em um novo impulso de desenvolvimento regional/nacional.

Salienta-se que este conceito não trata apenas projetos de desenvolvimento de localidades com conteúdo histórico relevantes, e sim a cultura como elemento da história evolutiva daquela (s) comunidade (s), interessando também a conjunção dos fatores culturais das diversas atividades econômicas que construíram e constroem hoje aquela paisagem.

É nesse sentido que no capítulo 3.4 se aborda, mesmo que sinteticamente, as principais paisagens culturais que podem ser reconhecidas no Estado do Piauí, como meio interpretativo que favoreça o reconhecimento de valor não somente dos espaços regionais já valorizados, como daqueles que podem se apresentar muito comunicativos no futuro, possibilidades que estão a espera de inversões da Ciência, Tecnologia e Inovação, bem como da Cultura e Educação, a impulsionar novas atividades ou a revitalização das já existentes. “A aposta de revalorizar os recursos patrimoniais e culturais próprios pode supor um modelo economicamente mais viável, ambientalmente mais sustentável e atento à identidade de cada território e socialmente mais justo (Sabaté, 2004)”.

3.3.1. Unidades de Paisagem do Estado do Piauí.

O mapa da Figura 24, apresentado no Atlas da Bacia do Rio Parnaíba – PLANAP (BRASIL, 2006), mostra uma individualização de unidades de paisagem identificadas como Geossistema, baseada no cruzamento de mapas e informações sobre a estrutura e a dinâmica do meio físico e humano do território.

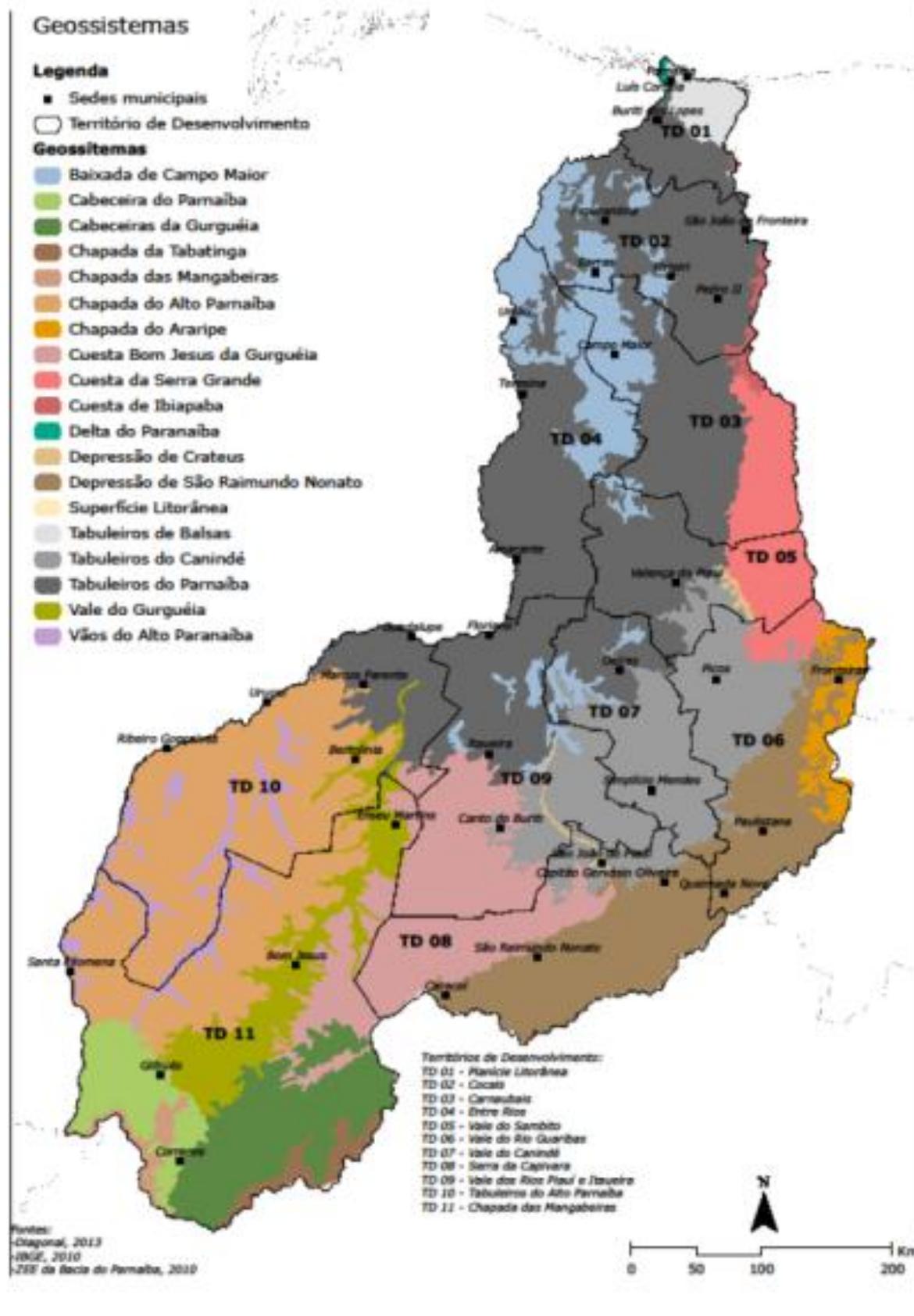
Com forte referencial dos mapas geomorfológicos e geológicos, identifica 19 unidades de paisagem chamadas geossistemas: Natureza composta por sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados, passíveis de delimitação ou de serem circunscritos espacialmente em sua tridimensionalidade. Baseia-se na noção de dinâmica (estado atual e estados sucessivos) e incorpora um caráter preditivo, importante para o planejamento territorial. Destas 19 unidades, duas não ocorrem no Piauí, sendo relativas a trechos da Bacia do Parnaíba assentados no Maranhão e no Ceará.

O centro de interesse deste tipo de interpretação da paisagem foca na interface dinâmica entre relevo e território, derivando disto uma paisagem fortemente marcada pela sociedade e por sua estrutura econômica. O homem é considerado como um importante agente geológico/geomorfológico em virtude da grande interferência nos processos naturais como um todo. O conceito de geossistema, conforme delineado inicialmente por Brertrand em 1967, incorpora, mas não enfatiza, os aspectos bióticos da paisagem.

As dinâmicas da água e do clima e as formas atuais do relevo, sobretudo a declividade da vertente (formas do relevo) e a posição dos compartimentos topográficos, são as grandes definidoras dos limites de cada unidade.

O mapa da Figura 25 mostra a ocorrência espacial dos geossistemas identificados no Estado do Piauí, e na sequência apresenta-se uma breve caracterização dos mesmos, com base na interpretação contida no relatório ZEE Bacia do Parnaíba – integração de banco de dados e mapa de subsídios à gestão territorial, PRODUTO IV–Mapa Síntese e de Vulnerabilidade à Perda de Solos, do MMA, de 2011 (MMA, 2011b).

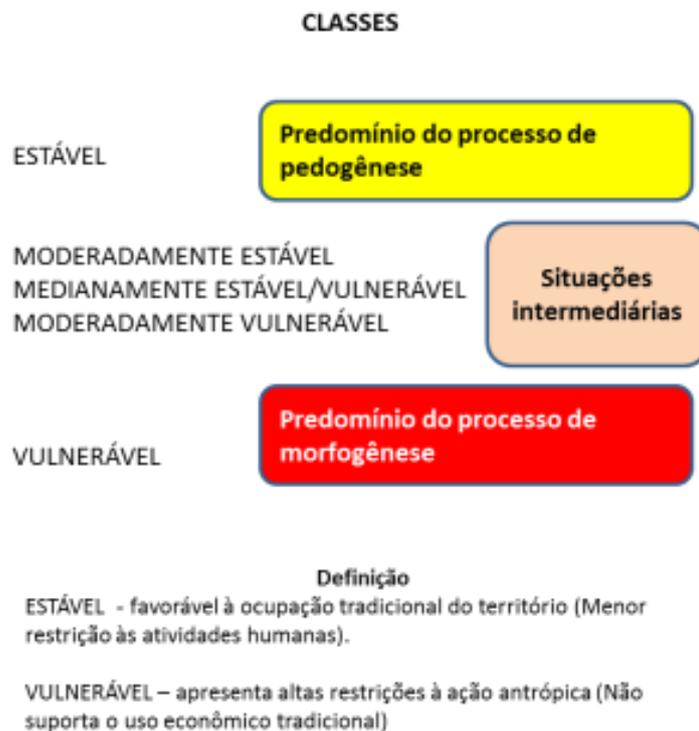
Figura 25: Geossistemas identificados no Estado do Piauí pelo IBGE (1996) e PLANAP (BRASIL, 2006).



Fonte: PLANAP (BRASIL, 2006) para a bacia do Parnaíba. Adaptado para o Piauí, Diagonal.

Neste trabalho o MMA incorpora a avaliação sobre classes de vulnerabilidade à perda de solos, baseada no cruzamento de mapas de declividade, solos, entre outros, referenciando o predomínio de processos ligados à morfogênese ou pedogênese do relevo (e solos), em classes que variam do vulnerável (morfogênese) para estável (pedogênese), passando por situações intermediárias, conforme pode ser visualizado na Figura 26.

Figura 26: Classes de vulnerabilidade à perda de solos.



Fonte: ZEE da Bacia do Parnaíba, MMA, 2011. Elaboração Diagonal.

Dessa forma, esta escala foi aplicada ao Mapa do Potencial Geoambiental de acordo com os graus de estabilidade/instabilidade aos quais as geofácies foram classificadas.

As 17 Unidades de Paisagem Natural ou Unidades Territoriais Básicas, escolhidas por representarem geossistemas, são caracterizadas a seguir:

- Delta do Parnaíba: localizado na desembocadura do rio Parnaíba, sendo composto de planícies flúvio-marinhas e dunas elaboradas por processos de acumulação flúvio-marinha e eólica, com Solos de Mangue, Gleissolos e Neossolos Quartzarênicos marinhos sob vegetação Pioneira Marinha Arbustiva (Restinga) e Pioneira Flúviomarinha Arbórea (Mangue), sob domínio de clima sub-úmido com pluviosidade de 1.100 a 1.300mm/ano, sendo os maiores índices entre janeiro e maio. Potencial hídrico subterrâneo médio e superficial muito alto. Esta unidade, por classe de vulnerabilidade, é totalmente Vulnerável.

- Superfície Litorânea: superfície plana, situada em níveis altimétricos até 100m, inumada por coberturas areno-argilosas com recobrimentos generalizados de dunas, apresenta Neossolos Quartzarênicos colonizadas por vegetação Contato Savana/Floresta Estacional, Contato Savana/Estepe/Floresta Estacional e Pioneira Marinha Arbórea (Restinga). Clima úmido com pluviosidade que atinge 1.400mm/ano, concentrada de dezembro a Junho, e deficiência hídrica de 1 a 5 meses. Potencial hídrico subterrâneo fraco a médio e superficial alto. Foram diferenciadas duas áreas por classe de vulnerabilidade: Moderadamente Vulnerável e Vulnerável.
- Tabuleiros do Parnaíba: planos irregulares situados em níveis altimétricos de 100 a 300m, modelados em arenitos, siltitos e folhelhos, localmente cobertos por material areno-argiloso, contendo extensas rampas parcialmente dissecadas, ampla variedade de solos com predomínio de Latossolos Amarelos, Podzólicos Vermelho-Amarelos, Plintossolos, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Litólicos, com cobertura vegetal de Contato Savana/Floresta Estacional, Contato Savana/Estepe e Savana Arbórea. Clima sub-úmido a úmido, com pluviosidade de 900 a 1.500mm, concentrada de outubro a abril, apresentando deficiência hídrica durante 4 a 7 meses. Potencial hídrico subterrâneo médio a forte e superficial baixo a médio. Predominância de agropecuária, pecuária extensiva e extrativismo de madeira. Foram diferenciadas quatro áreas por classe de vulnerabilidade: Moderadamente Estável, Medianamente Estável/Vulnerável, Moderadamente Vulnerável e Vulnerável
- Baixada de Campo Maior: depressão contendo lagoas com áreas periodicamente inundáveis, com nível altimétrico de 100m, modelada em rochas pelíticas e arenitos. Contém Plintossolos colonizados por vegetação de Contato Savana/Estepe e Contato Savana/Estepe/Floresta Estacional. Clima sub-úmido a úmido, com pluviosidade de 1.300 a 1.500mm/ano, concentrado de dezembro a maio, apresentando deficiência hídrica de 4 a 6 meses. Potencial hídrico subterrâneo fraco a médio e superficial médio a alto. Predominância de agropecuária, pecuária semi-intensiva e extrativismo de babaçu/carnaúba. Foram diferenciadas duas áreas por classe de vulnerabilidade: Moderadamente Estável e Medianamente Estável/Vulnerável.
- Cuesta da Ibiapaba: extensos planos rampeados situados em níveis altimétricos de 800 a 900m, com declives de 2 a 5°, cortados por rios cataclinais e modelados em arenitos e conglomerados e em parte cobertos por material areno-argiloso, com Latossolos Amarelos, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Litólicos sob vegetação de Contato com Estepe/Floresta Estacional e Estepe Arbórea Aberta sem palmeira, submetidas a um clima semi-árido a úmido com pluviosidade de 600 a 1.500mm/ano, concentrada de janeiro a maio e deficiência hídrica de 5 a 9 meses. Potencial hídrico subterrâneo muito fraco a fraco e superficial muito baixo. Predominância de agropecuária, pecuária semi-intensiva e extensiva e extrativismo de babaçu/carnaúba. Foram diferenciadas três áreas por classe de vulnerabilidade: Estável, Medianamente Estável/Vulnerável e Moderadamente Vulnerável.
- Cuesta da Serra Grande: extensos planos rampeados situados em níveis altimétricos de 600

a 900m, com declives de 2 a 5°, cortados por rios cataclinais e modelados em arenitos e conglomerados, em parte inumados por coberturas areno-argilosas com Latossolos, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Litólicos, sob vegetação de Estepe Arbórea Aberta sem palmeiras e Estepe Arbórea Densa sem palmeiras (Caatinga). Clima semi-árido com pluviometria de 600 a 800mm/ano, concentrado de janeiro a maio, registrando deficiência hídrica de 6 a 8 meses. Potencial hídrico subterrâneo muito fraco a fraco e superficial muito baixo. Foram diferenciadas três áreas por classe de vulnerabilidade: Estável, Medianamente Estável/Vulnerável e Moderadamente Vulnerável.

- Tabuleiros do Canindé: planos irregulares situados em níveis altimétricos de 500 a 200m, modelados em arenitos, siltitos e folhelhos localmente cobertos por material areno-argiloso, contendo extensas rampas paralelamente dissecadas, ampla variedade de solos com predomínio de Latossolos Amarelos e Neossolos Quartzarênicos, e cobertura vegetal de Estepe (Caatinga). Estão sob domínio de clima semi-árido, com pluviometria de 600 a 800mm/ano, concentrada de outubro a maio e deficiência hídrica de 7 a 9 meses. Potencial hídrico subterrâneo forte a médio e superficial muito baixo a baixo. Foram diferenciadas quatro áreas por classe de vulnerabilidade: Moderadamente Estável, Medianamente Estável/Vulnerável, Moderadamente Vulnerável e Vulnerável.
- Chapada do Araripe: chapada com topo plano, regular, situada em cotas de 800m, contendo cobertura areno-argilosas das quais derivam Latossolos Amarelos álicos e distróficos de textura média, apresentando vertentes com fortes declives, extremamente dissecados, com ocorrência de Neossolos Litólicos eutróficos de textura arenosa e média, derivados de gnaisses e granitóides, com cobertura vegetal de Estepe Arbórea Aberta (Caatinga). Clima semi-árido com pluviometria de 400 a 600mm/ano, fortemente concentrada de novembro a abril, registrando deficiência hídrica de 6 a 12 meses. Potencial hídrico subterrâneo muito fraco a fraco e superficial muito baixo a baixo. Foram diferenciadas duas áreas por classe de vulnerabilidade: Moderadamente Estável e Vulnerável.
- Depressão de São Raimundo Nonato: planos irregulares e rampas com declives de 2 a 5°, incipientemente dissecados, altuados em cotas de 300 a 500m, modelados em gnaisses, xistos, migmatitas e granitóides, localmente capeados por elúvios e colúvios, contendo Argissolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Litólicos e Latossolos Amarelos, sob vegetação de Estepe Arbórea Aberta sem palmeiras e Estepe Arbórea Densa sem palmeiras (Caatinga). Clima semi-árido com pluviometria de 400 a 800mm/ano, concentrada de novembro a abril e acentuada deficiência hídrica de 6 a 12 meses. Potencial hídrico subterrâneo muito fraco a fraco e superficial muito baixo a baixo. Foram diferenciadas quatro áreas por classe de vulnerabilidade: Moderadamente Estável, Medianamente Estável/Vulnerável, Moderadamente Vulnerável e Vulnerável.
- Cuesta Bom Jesus da Gurguéia: rampa regular com declives de 2 a 5°, em direção a calha do rio Gurguéia, situada em altitude de 600 a 800m, modelada em arenitos e conglomerados, inumada por cobertura areno-argilosa na qual ocorrem Latossolos

Amarelos de textura média e argilosa, colonizados por Floresta Decidual Montana, Contato Savana/Floresta Estacional e Contato Estepe/Floresta Estacional, sob domínio de clima semi-árido e sub-úmido com pluviosidade de 700 a 1.000mm/ano, concentrada de novembro a abril, e deficiência hídrica de 7 a 9 meses. Potencial hídrico subterrâneo médio a forte, constituindo área de recarga e circulação, e potencial hídrico superficial muito baixo a baixo. Predominância de extrativismo de madeira. Foram diferenciadas três áreas por classe de vulnerabilidade: Estável, Moderadamente Estável e Vulnerável.

- Vale do Gurguéia: amplo vale pedimentado, situado em cotas altimétricas de 400 a 500m, contendo rampas com declives de 2 a 5°. Modeladas em arenitos, folhelhos e siltitos, em parte inumadas por coberturas areno-argilosas. Ocorrem Latossolos Amarelos e subordinadamente Argissolos e Neossolos Litólicos, colonizados por vegetação de Contato Estepe/Savana e Contato Savana/Floresta Estacional, estando sob domínio de clima sub-úmido com pluviosidade de 900 a 1.000mm/ano, concentrada de outubro a abril, registrando deficiência hídrica durante 5 meses. Potencial hídrico subterrâneo forte a muito forte e superficial alto. Predominância de agropecuária e pecuária extensiva. Foram diferenciadas três áreas por classe de vulnerabilidade: Moderadamente Estável, Medianamente Estável/Vulnerável e Moderadamente Vulnerável.
- Chapadas do Alto Parnaíba: extensas chapadas situadas em níveis altimétricos de 500 a 800m, caracterizadas por topos planos regulares, modelados em arenitos e folhelhos contendo coberturas areno-argilosas, com Latossolos Amarelos e Neossolos Litólicos, colonizados por Savana Arbórea Aberta e Savana Arbórea Densa (Cerrado), sendo limitadas por escarpas intensamente dissecadas. São subordinadas a um clima sub-úmido com pluviosidade de 900 a 1.300mm/ano, concentrada de outubro a abril, registrando deficiência hídrica de 5 a 6 meses. Potencial hídrico subterrâneo muito fraco a fraco e potencial hídrico de superfície baixo. Predominância de pecuária extensiva, agricultura comercial e extrativismo de carnaúba/babaçu. Foram diferenciadas duas áreas por classes de vulnerabilidade: devido especialmente à declividade e tipos de solo, Estável e Vulnerável.
- Vãos do Alto Parnaíba: amplos vão pedimentados situados em cotas altimétricas de 400 a 500m, rampas com declives de 2 a 5° modelados em arenitos, folhelhos e siltitos, em parte inumados por coberturas areno-argilosas, com Latossolos Amarelos, Argissolos e Neossolos Quartzarênicos colonizados por vegetação de Savana Arbórea Aberta com floresta-de-galeria (Cerrado). Clima sub-úmido com pluviosidade de 900 a 1.300mm/ano concentrados de novembro a abril e deficiência hídrica de 6 meses. Potencial hídrico subterrâneo fraco a médio e potencial hídrico de superfície médio. Predominância de agropecuária e extrativismo de carnaúba/babaçu. Foram diferenciadas duas áreas por classes de vulnerabilidade: Moderadamente Estável e Moderadamente Vulnerável, devido principalmente a diferenciação do solo.
- Cabeceiras do Parnaíba: rampas inumadas por coberturas areno-argilosas, situadas em cotas altimétricas de 400m com declives de 2 a 5°. Predominam Neossolos Quartzarênicos

e secundariamente Cambissolos e Neossolos Litólicos colonizados por vegetação de Savana Arbórea Aberta com floresta-de-galeria e Savana Parque com floresta-de-galeria (Cerrado), sob domínio de clima sub-úmido com pluviosidade de 1.000 a 1.200mm/ano, concentrada de outubro a abril, apresentando deficiência hídrica durante 5 meses. Potencial hídrico subterrâneo fraco a médio e potencial hídrico de superfície alto a médio. Foram diferenciadas três áreas por classes de vulnerabilidade: Medianamente Estável/Vulnerável, Moderadamente Vulnerável e Vulnerável.

- Chapada das Mangabeiras: planos regulares situados em níveis altimétricos de 600 a 800m, modelados em arenitos e folhelhos limitados por escarpas intensamente dissecadas. Contém Latossolos Amarelos e Neossolos Litólicos colonizados por Savana Parque sem floresta-de-galeria (Cerrado), sob clima sub-úmido com pluviosidade de 1.000 a 1.300mm/ano, concentrada de outubro a abril e deficiência hídrica de 6 meses. Potencial hídrico subterrâneo muito fraco a fraco e superficial médio a baixo. Foram diferenciadas duas áreas por classe de vulnerabilidade: Estável e Vulnerável.
- Cabeceiras do Gurguéia: planos retocados irregulares, situados em níveis altimétricos de 300 a 500m, inumados por depósitos coluviais, localmente dissecados com feições em lombadas moldados em gnaisses e xistos, contendo Argissolos, Neossolos Litólicos e Latossolos Amarelos, colonizados por Floresta Estacional Decidual Submontana e Contato Savana/Floresta Estacional. Clima semi-árido e sub-úmido, com pluviosidade de 700 a 1.100mm/ano, concentrada de outubro a maio, e deficiência hídrica de 6 a 10 meses. Potencial hídrico subterrâneo muito fraco a fraco e superficial muito baixo a baixo. Predominância de agropecuária e extrativismo de madeira. Foram diferenciadas três áreas por classe de vulnerabilidade: Moderadamente Estável, Medianamente Estável/Vulnerável e Moderadamente Vulnerável.
- Chapada da Tabatinga: chapada situado em cotas superiores a 700m caracterizada por topo plano regular recoberto por espessa cobertura areno-argilosa, limitadas por escarpas intensamente dissecadas, contendo Latossolos e Neossolos Litólicos colonizados por vegetação de Floresta Estacional Decidual Submontana e Floresta Estacional Semidecidual Montana. Clima sub-úmido com pluviosidade de 800 a 1.100mm/ano, concentrada de outubro a abril, com deficiência hídrica de 5 a 6 meses. Potencial hídrico subterrâneo muito fraco a fraco e superficial muito baixo. Predominância de agropecuária e extrativismo de madeira. Foram diferenciadas duas áreas por classe de vulnerabilidade: Estável e Vulnerável.

O Mapa de Vulnerabilidade à Perda de Solos da bacia do rio Parnaíba foi uma adaptação da metodologia apresentada por Crepani et al (2001), desenvolvida a partir do conceito de Ecodinâmica (Tricart, 1977), e condizente com os parâmetros trabalhados no Mapa do Potencial Geoambiental (Geossistemas) desenvolvido pelo IBGE.

As Unidades Territoriais Básicas utilizadas neste produto foram as mesmas delimitadas no Mapa do Potencial Geoambiental. Já a vulnerabilidade foi derivada dos graus de estabilidade/instabilidade das geofácies. Assim, como já observado na Figura 26, foram estabelecidas cinco classes de vulnerabilidade, distribuídas entre as situações onde há predomínio de processos de pedogênese (Estável), passando por situações intermediárias (Moderadamente Estável, Medianamente Estável/Vulnerável, Moderadamente Vulnerável) e situações de predomínio de processos de morfogênese (Vulnerável).

Dessa forma, pode-se verificar mais facilmente a localização e a abrangência das áreas menos favoráveis à implantação de atividades econômicas de caráter extensivo arealmente, ou que ativem os processos erosivos de degradação da paisagem (Mapa da Figura 27).

Em uma análise preliminar das grandes regiões do estado pode-se verificar que é a macrorregião do Litoral a que apresenta a menor superfície e o menor percentual de terrenos com dinâmica estável (incluindo estável e medianamente estável) (Ver Tabela 6), mesmo considerando que parte de sua área não tenha sido computada por se localizar em outra bacia hidrográfica. Apenas 0,3% das terras da Macrorregião do Litoral (Território de Desenvolvimento da Planície Litorânea) pertencentes à Bacia do Parnaíba apresentam dinâmica estável sob o ponto de vista geomorfológico-pedológico, enquanto as outras macrorregiões chegam a 19,2% (Meio Norte), 27,7% (Semiárido) e 52,8% (Cerrados).

Tabela 6: Área das macrorregiões de planejamento segundo a estabilidade da morfodinâmica (estável e medianamente estável).

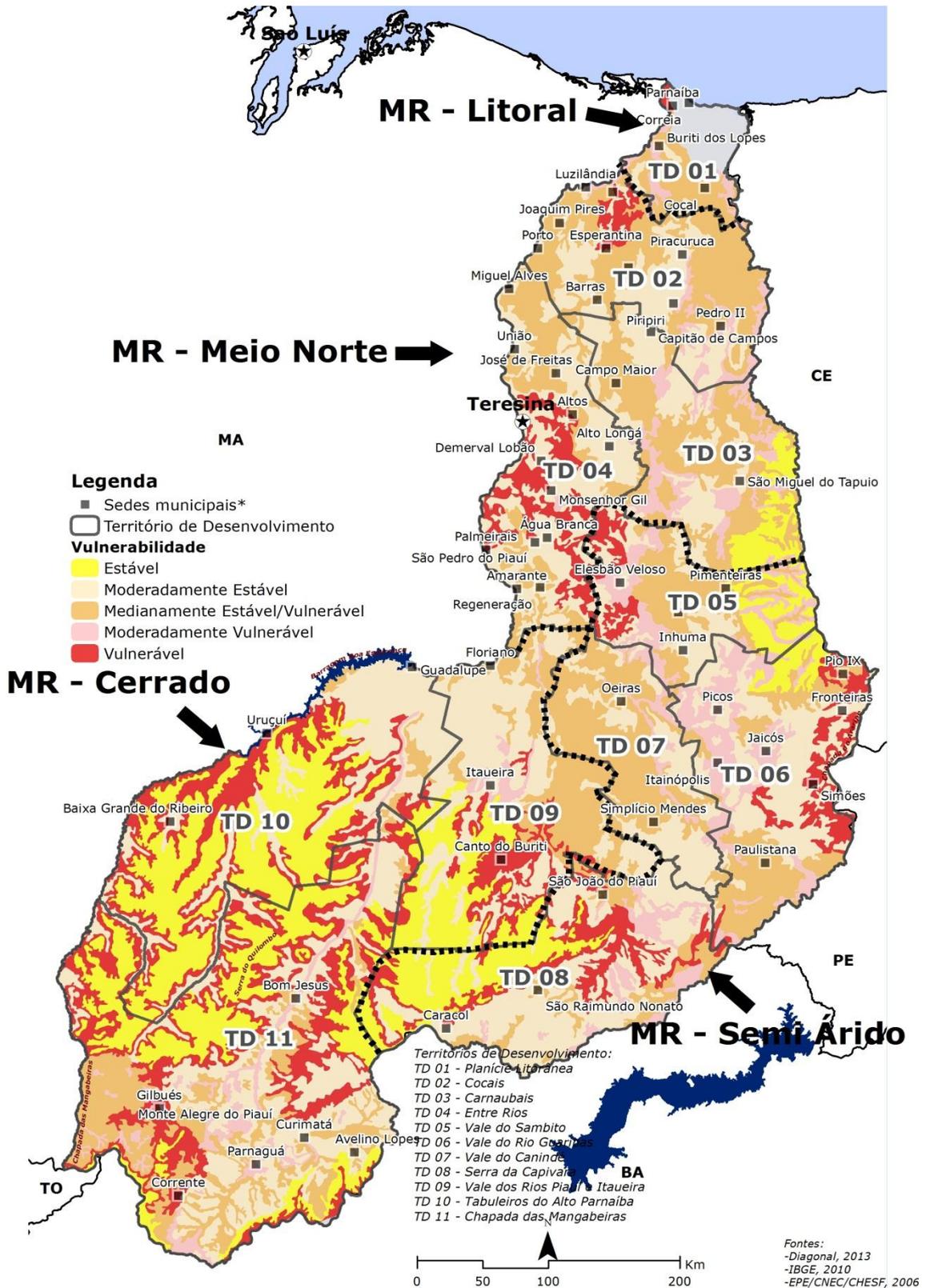
Macrorregião	Área Total (km ²)	Área Estável (km ²)	Área Estável (%)
Litoral*	3.817	366	0,3%
Meio norte	56.445	24.243	19,2%
Semiárido	74.483	34.997	27,7%
Cerrados	113.141	66.562	52,8%
Total*	247.886	126.168	100,0

Nota: Dados compilados se baseiam em shapefiles de estudos para a Bacia do Parnaíba, que incluíam áreas pertencentes ao Maranhão e Ceará que foram suprimidas dessa totalização. No entanto, pequenas ocorrências de geossistemas identificados predominantemente fora do Estado do Piauí podem ter ficado fora desta totalização, reduzindo a área total do Estado discriminada na segunda coluna (Segundo IBGE a área total do Estado do Piauí é de 251.577 km²). Acresce-se a isso a não contabilização de parte do território piauiense do litoral por não ser abrangido pela Bacia do Parnaíba.

Fonte: Elaboração Diagonal a partir de dados do ZEE do Estado do Piauí.

Na sequência as Tabelas 7 a 17 detalham a área e percentual de cada classe de vulnerabilidade por Território de Desenvolvimento.

Figura 27: Mapa de Vulnerabilidade à Perda de Solos.



Fonte: ZEE do Estado do Piauí. Adaptado para o Piauí, Diagonal.

Tabela 7 – Classes de Vulnerabilidade à perda de solos no TD Planície Litorânea

TD 1 - PLANÍCIE LITORÂNEA			
Dinâmica	Vulnerabilidade	Área (km ²)	Área (%)
Muito Fraca	Estável	0	0%
Fraca	Moderadamente Estável	366	10%
Moderada	Medianamente Estável/Vulnerável	2497	65%
Forte	Moderadamente Vulnerável	811	21%
Muito Forte	Vulnerável	143	4%
Total		3817	100%

Fonte: Adaptado de ZEE do Estado do Piauí. Elaboração Diagonal.

Tabela 8 – Classes de Vulnerabilidade à perda de solos no TD Cocais

TD 2 - COCAIS			
Dinâmica	Vulnerabilidade	Área (km ²)	Área (%)
Muito Fraca	Estável	0	0%
Fraca	Moderadamente Estável	6041	34%
Moderada	Medianamente Estável/Vulnerável	9094	52%
Forte	Moderadamente Vulnerável	1554	9%
Muito Forte	Vulnerável	861	5%
Total		17550	100%

Fonte: Adaptado de ZEE do Estado do Piauí. Elaboração Diagonal.

Tabela 9 – Classes de Vulnerabilidade à perda de solos no TD Carnaubais

TD 3 - CARNAÚBAIS			
Dinâmica	Vulnerabilidade	Área (km ²)	Área (%)
Muito Fraca	Estável	2373	12%
Fraca	Moderadamente Estável	5499	28%
Moderada	Medianamente Estável/Vulnerável	8561	44%
Forte	Moderadamente Vulnerável	3094	16%
Muito Forte	Vulnerável	0	0%
Total		19527	100%

Fonte: Adaptado de ZEE do Estado do Piauí. Elaboração Diagonal.

Tabela 10 – Classes de Vulnerabilidade à perda de solos no TD Entre Rios

TD 4 - ENTRE RIOS			
Dinâmica	Vulnerabilidade	Área (km ²)	Área (%)
Muito Fraca	Estável	0	0%
Fraca	Moderadamente Estável	10330	53%
Moderada	Medianamente Estável/Vulnerável	5258	27%
Forte	Moderadamente Vulnerável	105	1%
Muito Forte	Vulnerável	3675	19%
Total		19368	100%

Fonte: Adaptado de ZEE do Estado do Piauí. Elaboração Diagonal.

Tabela 11 – Classes de Vulnerabilidade à perda de solos no TD Vale do Sambito

TD 5 - VALE DO SAMBITO

Dinâmica	Vulnerabilidade	Área (km ²)	Área (%)
Muito Fraca	Estável	1.956	14%
Fraca	Moderadamente Estável	3.348	25%
Moderada	Medianamente Estável/Vulnerável	4.198	31%
Forte	Moderadamente Vulnerável	2.736	20%
Muito Forte	Vulnerável	1.381	10%
Total		13.619	100%

Fonte: Adaptado de ZEE do Estado do Piauí. Elaboração Diagonal.

Tabela 12 – Classes de Vulnerabilidade à perda de solos no TD Vale do Rio Guaribas

TD 6 - VALE DO RIO GUARIBAS

Dinâmica	Vulnerabilidade	Área (km ²)	Área (%)
Muito Fraca	Estável	1.200	5%
Fraca	Moderadamente Estável	8.278	37%
Moderada	Medianamente Estável/Vulnerável	5.380	24%
Forte	Moderadamente Vulnerável	4.793	21%
Muito Forte	Vulnerável	2.938	13%
Total		22.589	100%

Fonte: Adaptado de ZEE do Estado do Piauí. Elaboração Diagonal.

Tabela 13 – Classes de Vulnerabilidade à perda de solos no TD Vale do Canindé

TD 7 - VALE DO CANINDÉ

Dinâmica	Vulnerabilidade	Área (km ²)	Área (%)
Muito Fraca	Estável	0	0%
Fraca	Moderadamente Estável	4.832	35%
Moderada	Medianamente Estável/Vulnerável	7.890	56%
Forte	Moderadamente Vulnerável	1.258	9%
Muito Forte	Vulnerável	0	0%
Total		13.980	100%

Fonte: Adaptado de ZEE do Estado do Piauí. Elaboração Diagonal.

Tabela 14 – Classes de Vulnerabilidade à perda de solos no TD Serra do Capivara

TD 08 - SERRA DA CAPIVARA

Dinâmica	Vulnerabilidade	Área (km ²)	Área (%)
Muito Fraca	Estável	5.040	21%
Fraca	Moderadamente Estável	10.343	43%
Moderada	Medianamente Estável/Vulnerável	2.460	10%
Forte	Moderadamente Vulnerável	2.102	9%
Muito Forte	Vulnerável	4.350	18%
Total		24.295	100%

Fonte: Adaptado de ZEE do Estado do Piauí. Elaboração Diagonal.

Tabela 15 – Classes de Vulnerabilidade à perda de solos no TD Vale dos Rios Piauí e Itaueira

TD 09 - VALE DOS RIOS PIAUÍ E ITAUEIRA			
Dinâmica	Vulnerabilidade	Área (km ²)	Área (%)
Muito Fraca	Estável	5.074	19%
Fraca	Moderadamente Estável	10.678	41%
Moderada	Medianamente Estável/Vulnerável	5.975	23%
Forte	Moderadamente Vulnerável	987	4%
Muito Forte	Vulnerável	3.618	14%
Total		26.332	100%

Fonte: Adaptado de ZEE do Estado do Piauí. Elaboração Diagonal.

Tabela 16 – Classes de Vulnerabilidade à perda de solos no TD Tabuleiros do Alto Parnaíba

TD 10 - TABULEIROS DO ALTO PARNAÍBA			
Dinâmica	Vulnerabilidade	Área (km ²)	Área (%)
Muito Fraca	Estável	14.020	42%
Fraca	Moderadamente Estável	9.785	29%
Moderada	Medianamente Estável/Vulnerável	740	2%
Forte	Moderadamente Vulnerável	260	1%
Muito Forte	Vulnerável	8.380	25%
Total		33.185	100%

Fonte: Adaptado de ZEE do Estado do Piauí. Elaboração Diagonal.

Tabela 17 – Classes de Vulnerabilidade à perda de solos no TD Chapadas das Mangabeiras

TD 11 - CHAPADA DAS MANGABEIRAS			
Dinâmica	Vulnerabilidade	Área (km ²)	Área (%)
Muito Fraca	Estável	11.703	22%
Fraca	Moderadamente Estável	15.302	29%
Moderada	Medianamente Estável/Vulnerável	10.366	19%
Forte	Moderadamente Vulnerável	3.168	6%
Muito Forte	Vulnerável	13.085	24%
Total		53.624	100%

Fonte: Adaptado de ZEE do Estado do Piauí. Elaboração Diagonal.

No que se refere ao TD Chapada das Mangabeiras, cabe destacar que grande parte da vulnerabilidade ambiental da região se relaciona ao processo de desertificação que atinge os solos superficiais da região de Gilbués. O Núcleo de Desertificação de Gilbués abrange uma área de aproximadamente 5.900 km², compreendendo os municípios de Gilbués e Monte Alegre do Piauí (Pfaltzgraff, 2010 p. 81).

Os solos, originados de rochas sedimentares (arenitos, conglomerados, siltitos e folhelhos pertencentes às formações Areado, Piauí e Poti), apresentam-se profundos e férteis. O clima subúmido com índice pluviométrico médio em torno de 1.000 mm anuais contrasta com uma situação típica de desertificação, denotando que a origem não é climática e sim pedológica e antrópica. A vegetação dominante é de Cerrado, mas foi uma região fortemente utilizada pela

atividade da pecuária que, desde o início da ocupação da região, tem sido a atividade econômica mais importante. A instalação de fazendas de gado, em meados do século XVII, foi responsável pela criação dos principais núcleos urbanos dessa região Sul do Estado.

O sistema praticado, baseado em técnicas rudimentares de sobrepastoreio extensivo, sem considerar a capacidade de suporte dos solos, favoreceu a compactação e a impermeabilização do solo em face do pisoteio excessivo do gado, que fez intensificar o processo de escoamento superficial e ativar os efeitos de aceleração da erosão dos solos, com a formação de sulcos e ravinas e a remoção generalizada do horizonte A e parte do B. A erosão eólica também atua fortemente na acentuação desse processo durante o período seco que vai de maio a outubro. A grande quantidade de sedimentos transportados pelos agentes erosivos citados - a água e o vento – acentua o processo de assoreamento de rios, riachos, lagoas e barragens da região (Pfaltzgraff, 2010).

O cenário observado é de expansão e coalescência desses focos erosivos, configurando uma dinâmica ambiental regressiva que caracteriza o processo de desertificação que compromete fortemente o meio ambiente e a economia regional (Pfaltzgraff, 2010).

Outra atividade de forte impacto econômico e ambiental na região foi a garimpagem de diamante, instalada a partir de 1946. A extração de diamantes foi realizada de maneira extremamente predatória e sem qualquer forma de controle. Um intenso revolvimento do solo e abertura de cavas e túneis efetuados pelos garimpeiros acentuaram a desestabilização de terrenos e os colocaram enormes pacotes de solos expostos e instáveis para serem mobilizados pelos processos erosivos. Essa atividade foi a responsável por um período de dinamismo da economia local durante os anos 1950-1970, quando Gilbués chegou a ter 18 mil habitantes, praticamente o dobro da população atual (Pfaltzgraff, 2010).

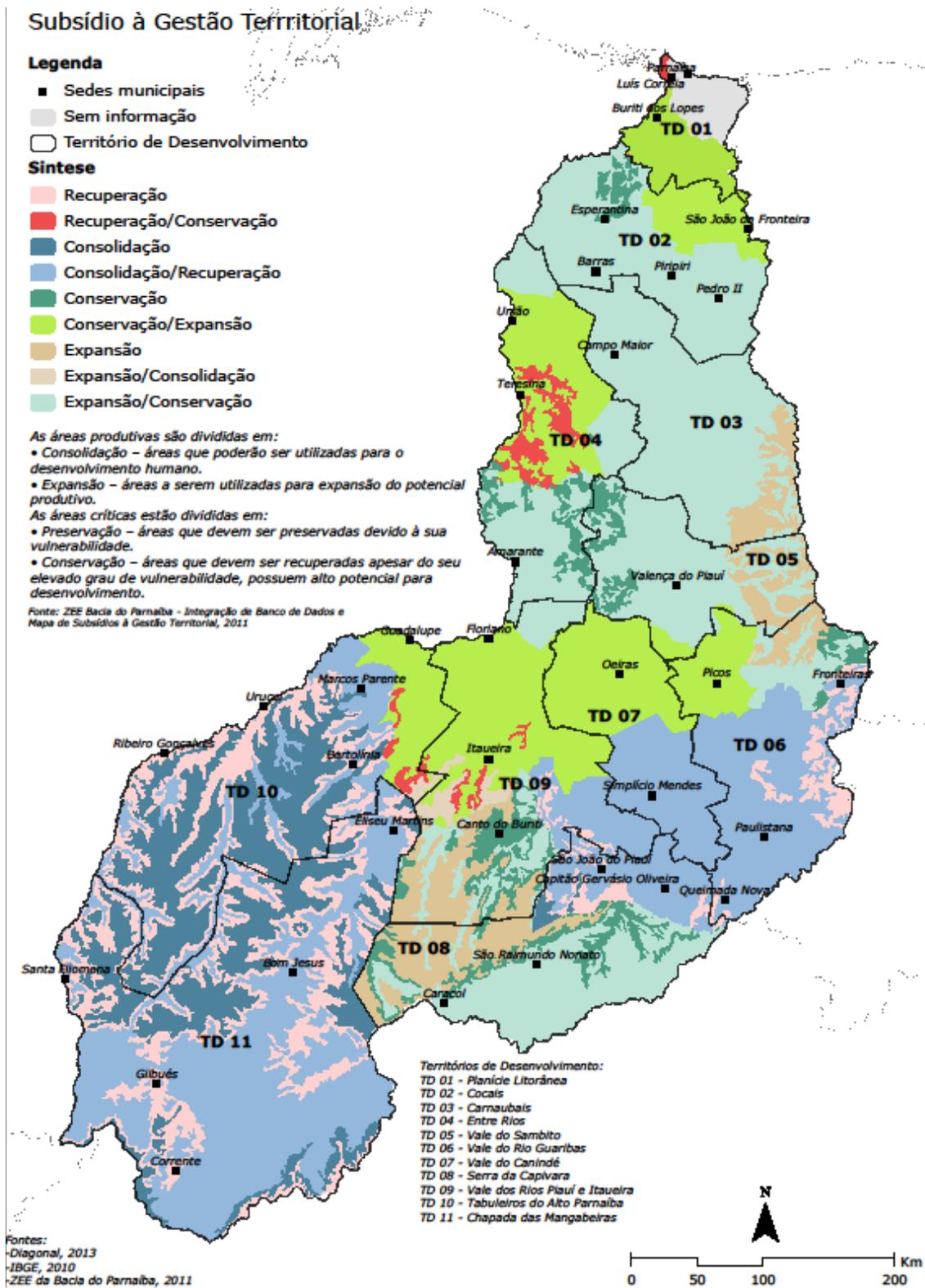
A Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMAR) atua na região desde 2003 quando foi criado o Núcleo de Pesquisa de Recuperação de Áreas Degradadas (NUPERADE) que imprime ações que visam implementar técnicas de controle da erosão, recuperação de solos degradados e manejo adequado dos recursos naturais.

Trata-se assim, da área mais vulnerável em termos ambientais no Piauí, requerendo ações amplas de controle dos processos erosivos e de orientação das atividades econômicas neste território, com vistas a sustentabilidade.

Retomando o tema de unidades de paisagem agora sob o enfoque da gestão, o Mapa de Subsídios à Gestão Ambiental, elaborado no âmbito do ZEE do Estado do Piauí, apresenta classes de indicação de ações e atividades a desenvolver ou restringir sobre o território, a partir do cruzamento dos mapas de geossistemas e de vulnerabilidade a perda de solos.

Assim, é possível verificar as grandes porções do território do Piauí em que a recuperação e/ou conservação de setores da paisagem, e a consolidação e/ou expansão das atividades produtivas em desenvolvimento devem ser impulsionados, e também aqueles que apresentam mosaico dessas situações, só verificados em escala maior de detalhe. Dessa forma, o mapa de Subsídios à Gestão Ambiental traz um referencial importante de indicações de ações de planejamento, mas que necessitam, ainda, de um melhor detalhamento e de um desenho mais aproximado das áreas a preservar ou ocupar e regulado por políticas públicas de uso da terra claras e regulamentadas.

Figura 28: Mapa de Subsídios à Gestão Ambiental



Fonte: ZEE do Estado do Piauí. Adaptado para o Piauí, Diagonal.

Dessa forma, os mapas trabalhados no âmbito do ZEE do Estado do Piauí serviram como referencial de unidades de paisagem, com indicações de padrões de uso e de ações a serem implementadas em políticas públicas territoriais, para o cruzamento com a natureza de impactos ambientais típicos de cada segmento econômico priorizado, com vistas a verificar a adequabilidade destes às características ambientais dessas unidades e a aptidão do território em abrigar tais segmentos.

3.4. Paisagens Culturais no Piauí: Potencialidades Paisagísticas

O Piauí é ainda hoje caracterizado por ser um estado extenso territorialmente e com baixas densidades demográficas em quase todas as regiões, com exceções localizadas em Teresina e entorno e em Parnaíba. Dessa baixa densidade de ocupação sobressai uma paisagem com grande predomínio de formações vegetais nativas, entremeada por uma vida rural apenas mais expressiva às margens das rodovias que cortam o estado.

Comparado a outros estados brasileiros o Piauí se diferencia paisagisticamente por conter ainda grandes porções de seu território com os ecossistemas naturais de cerrados e caatingas pouco alterados, abrigando habitats e paisagens singulares, notadamente pela presença da endêmica palmeira carnaúba, quase que exclusiva dessas paisagens, e pelas formações rochosas sedimentares que se sobressaem sobre um relevo predominantemente plano.

Ao lado desses recursos naturais, têm-se atividades sociais e econômicas, históricas e atuais, que compõem a vida local das diversas regiões do estado, e dão o conteúdo cultural à paisagem do Piauí. Dessa relação entre recursos naturais e culturais dos territórios do Piauí é possível identificar, sumariamente, algumas permanências que sugerem opções de fortalecimento dessas identidades em seis paisagens culturais mais fortemente delineadas, e listadas a seguir:

- P.C. da Planície Litorânea;
- P.C. do Cerrado com Carnaubais (Cocais)
- P.C. do Cerrado Produtivo;
- P.C. da Caatinga;
- P.C. do Rio Parnaíba (e navegação);
- P.C. Cidades Históricas.

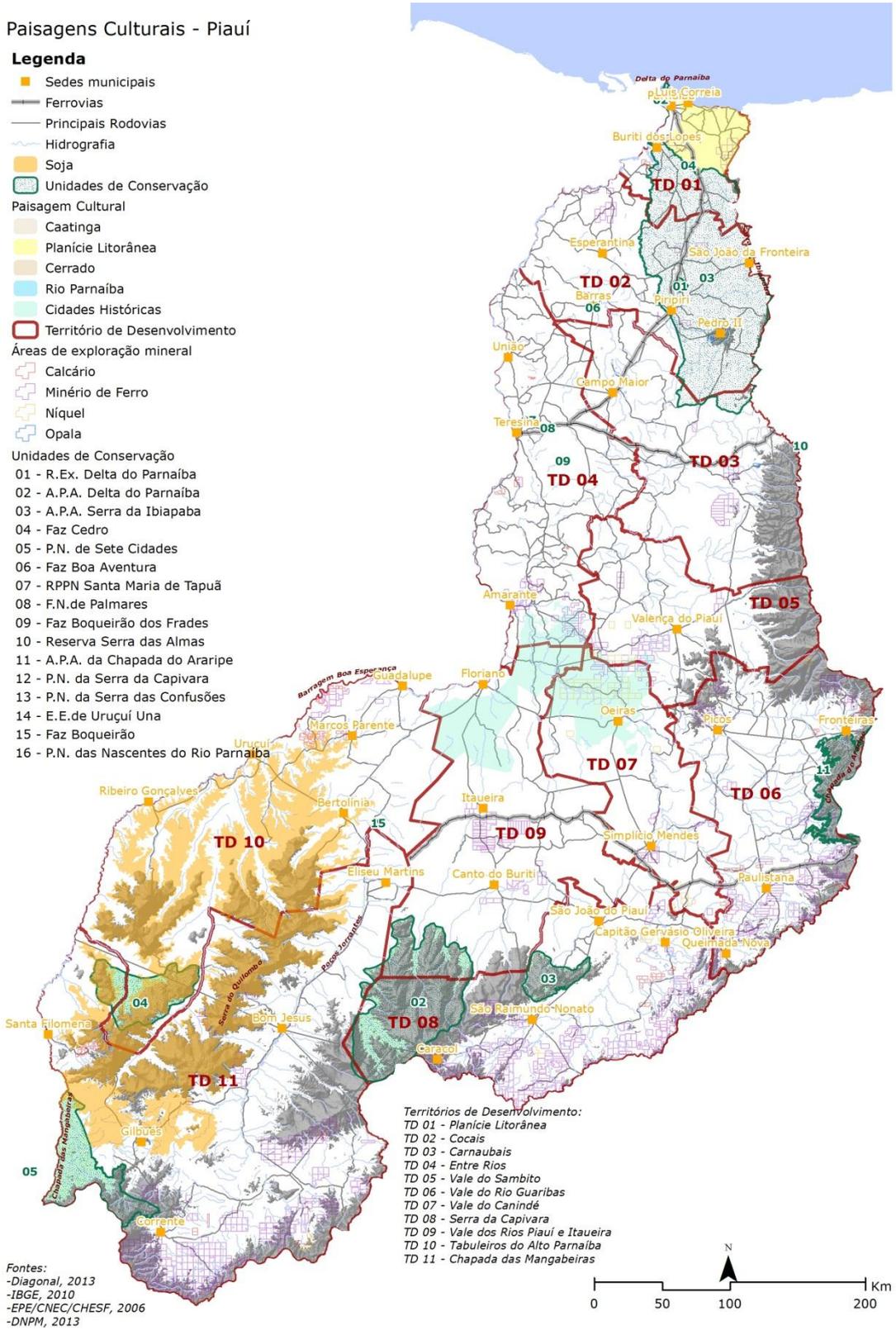
No mapa da Figuras 29 – Uso da Terra na Bacia do Parnaíba, é possível observar a dominância paisagística das formações vegetais dos biomas do cerrado e da caatinga, incluindo suas áreas de consorciação (transição). Isto revela a característica natural ainda fortemente marcada e presente na cultura local, e importante em ser analisado como até que ponto se quer referendar tal presença no futuro. No mapa da Figura 30 espacializa-se alguns elementos que dão contorno ao conceito de paisagens culturais conforme analisado neste capítulo, e a seguir nos subcapítulos 3.4.1 a 3.4.6 estão descritos os principais elementos de permanência dessas paisagens culturais identificadas, e as questões de preservação, tanto da paisagem cultural quanto ambiental.

Figura 29 – Uso da Terra na Bacia do Parnaíba, 2005.



Fonte: Planap.

Figura 30 – Paisagens Culturais Potenciais do Estado do Piauí



Fonte: Elaboração Diagonal.

3.4.1. Paisagem Cultural da Planície Litorânea

Compreende o TD 1- Planície Litorânea, polarizado pela região de influência da cidade de Parnaíba.

Elementos de permanência cultural:

a) Rede de Cidades: A região de influência da cidade de Parnaíba compreende onze municípios piauienses e alguns outros municípios do Maranhão e Ceará. Contabilizando somente os municípios do Piauí, a cidade de Parnaíba é a sede de relações econômicas e sociais de quase 280 mil pessoas (IBGE, 2010). Na última década a população de Parnaíba aumentou em 13 mil habitantes e Luís Correia em pouco mais de 4 mil, enquanto os demais municípios cresceram entre 400 e 2.000 pessoas. A taxa de crescimento médio anual de Parnaíba ficou entre baixo e moderado (0,97%), enquanto a de Luís Correia ficou na faixa de crescimento médio (1,59%), bem acima da média da região (1,04%), do Estado (0,93%) e do Brasil (1,17%). Este fato pode confirmar a visível expansão urbana deste município praiano. Cajueiro da Praia, embora obtivesse um crescimento de pouco mais de 1 mil habitantes, isto representou uma taxa de crescimento também considerada média (1,58%), denotando também uma possível tendência de aumento futuro.

A importância de Parnaíba e região pode se fortalecer ainda mais caso os investimentos futuros fortaleçam as cadeias do turismo (Delta do Parnaíba) e do escoamento da produção (porto de Luís Correia, hidrovía/ferrovia) se confirmem.

Parnaíba é detentora também de importante acervo de arquitetura colonial, e se constitui em lócus importante da história piauiense.

b) Paisagem e Ambiente: Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba (Federal), abrangendo os municípios de Ilha Grande, Araioses, Água Doce (MA). Manguezais, restingas e dunas preservados e de interesse crescente da atividade turística. A APA do Delta do Parnaíba, que abrange os municípios de Ilha Grande, Parnaíba, Luís Correia e Cajueiro da Praia e outros municípios do MA e CE, é mais um instrumento legal que pode colaborar para o fortalecimento da rede de cidades, da economia e do turismo local/regional adequando as atividades econômicas à preservação de importantes e frágeis ecossistemas locais.

c) Potencialidades Paisagísticas e Ecológicas: a presença de inúmeras lagoas, manguezais, apicuns e dunas são elementos que caracterizam e individualizam os ambientes locais da região litorânea do Piauí. Preservar esses ecossistemas e as atividades tradicionais ligadas à exploração controlada dos recursos (pesca, água, irrigação, etc) é condição para o fortalecimento da identidade deste território e fonte contínua de valorização turística.

d) Agricultura irrigada: as excelentes instalações hidráulicas de irrigação dos Tabuleiros Litorâneos ainda contrastam com a baixa produção agrícola verificada. Existe um grande espaço para o fortalecimento da fruticultura e produção de hortaliças nessa região de Parnaíba. No vale do baixo Parnaíba também se desenvolve importantes projetos de irrigação com produção de frutas, hortaliças e rizicultura, tendo como fonte de abastecimento de água inúmeras lagoas e o Rio Parnaíba.

e) Carcinicultura, coleta de caranguejo e pesca: atividades econômicas tradicionais e modernas convivem em um espaço limitado, que é o litoral piauiense e seus ecossistemas específicos. O

desenvolvimento destas atividades por meio de APLs em acordo com a preservação ambiental e dos atrativos turísticos também se constitui em elementos de fortalecimento de identidade territorial.

f) Pecuária: A avicultura, atividade de ocupa pouco espaço de produção, já é desenvolvida razoavelmente na região e poderá ser fortalecida no meio rural, como meio de diminuir a pressão por desmatamento de remanescentes dos cerrados e caatingas em transição e dos carnaubais existentes.

Questões de preservação da paisagem cultural:

- Desenvolvimento e fortalecimento de APLs: Pesca (carcinicultura, pesca e coleta de caranguejos), Agricultura irrigada, artesanato.
- Preservação de atividades econômicas tradicionais (pesca, caranguejo, artesanato), sobretudo aquelas que se vinculam à cadeia do turismo.
- Preservação da memória e do acervo arquitetônico colonial da cidade de Parnaíba e área portuária.

Figura 31 – Porto das Barcas – Centro histórico de Parnaíba



Fonte: Diagonal (set/2013).

Questões de preservação ambiental:

- A região da APA do Delta do Parnaíba é considerada pelo Probio/IBAMA como de importância biológica extremamente alta, sendo prioritária para a conservação da biodiversidade regional.
- Além desta área, a região de Buriti dos Lopes e suas diversas lagoas na foz do Rio Longá com o Parnaíba também são prioritárias para a conservação da biodiversidade, mas merecendo estudos mais aprofundados dos recursos naturais.
- Proteção de ecossistemas locais: além da preservação já existente na região do Delta do Parnaíba, há que se considerar a necessidade de uma efetiva preservação dos últimos remanescentes de lagoas, como a do Portinho, dunas, salgados e apicuns ainda pouco impactados pela crescente expansão urbana dos municípios de Ilha Grande, Parnaíba e

Luís Correia na direção das áreas praianas, e também pela atividade de produção de camarão (carcinicultura).

3.4.2. Paisagem Cultural do Cerrado com Carnaubais

Compreende predominantemente trechos dos TDs Cocais e Carnaubais, polarizados pela região de influência da cidade de Piripiri (Cocais) e Campo Maior (Carnaubais).

Elementos de permanência cultural:

- a) Rede de Cidades: compreende o fortalecimento das regiões de influência de Piripiri, Campo Maior e Esperantina. Compreende também cidades de valor histórico-cultural como: Piracuruca (Matriz de N. Sra do Carmo, casario colonial, 14 sítios pré-históricos), Piripiri, Pedro II (casario colonial).
- b) Paisagem dominada ainda por grandes extensões de cerrados (e em transição com caatinga) entremeados de carnaubais ainda preservados, marcando a paisagem regional. Há que se considerar este grande potencial de biodiversidade, que hoje convive com uma vida rural ainda pouco densa, podendo se inserir nas atividades produtivas ligadas às novas tecnologias para as atividades tradicionais, e também para novos negócios ligados à economia da biodiversidade (fármacos, essências, cosméticos, e outros). Trata-se também de um valor potencial ao desenvolvimento do turismo regional.
- c) Carnaubais e produção de cera de carnaúba (TD 2 e 3): extrativismo vegetal para produção da cera de carnaúba. Municípios que extraem folha e pó de carnaúba e processam a cera: Piripiri, Pedro II, Campo Maior e Esperantina.
- d) Mineração de Opala (TD2).
- e) Parque Nacional Sete Cidades: formações rochosas, inscrições rupestres, proteção de biomas Cerrado (transição cerrado-caatinga). Proposta de aumento da área de preservação (Trodden – UFPI).
- f) Ovinocaprinocultura: Campo Maior, Piripiri, São Miguel do Tapuio, Pedro II, Barras, Cocal, Castelo do Piauí.
- g) Pecuária: Bovinos (Campo Maior, São Miguel do Tapuio e Piracuruca) e Suínos (Piripiri, Pedro II, Barras e Cocal, e em menor escala Campo Maior e São Miguel do Tapuio)
- h) Apicultura: em Campo Maior.
- i) paisagem e turismo: Polo Aventura e Mistérios, Parque Nacional Sete Cidades (Piracuruca e Brasileira), Cânion do Rio Poti, Cachoeira do Urubu, formações rochosas Castelo do Piauí.

Questões de preservação da paisagem cultural:

- Desenvolvimento de APLs: Carnaúba, Opalas, Ovinocaprinocultura, turismo, pecuária.
- Proteção: aumentar área de cerrado/transição. Proteção do cânion do Rio Poti (Parque Estadual), criação de reserva extrativista da carnaúba e/ou criação de parque estadual com trechos exemplares da paisagem dos carnaubais.

Questões de preservação ambiental: Áreas prioritárias para preservação (Probio/Ibama, 2004, apud Planap).

- Extremamente alta: área dos três biomas (Campo Maior, Cocal de Telha, Capitão de Campos, Piripiri, Pedro II, Jatobá do Piauí, Milton Brandão).
- Muito Alta: Reserva Serra das Almas (Assunção do Piauí e Pimenteiras).
- Alta: Complexo de Campo Maior (Barras, Batalha, Esperantina, S.J. do Divino, Caraúbas do Piauí, N. Sra de Nazaré, Campo Maior, Boqueirão do Piauí, Altos, Pau D'Arco do Piauí e Beneditinos).
- Alta: Angical (Buriti dos Montes).

Figura 32 – Praças do centro histórico de Piarcuruca.



Fonte: Diagonal (set/2013).

Figura 33 – Praça e casario colonial de Piracuruca.



Fonte: Diagonal (set/2013).

Figura 34 – Parque Nacional de Sete Cidades. Formações rochosas e cerrados.



Fonte: Diagonal (set/2013).

Figura 35 – Praça e casario colonial de Pedro II.



Fonte: Diagonal (set/2013).

3.4.3. Paisagem Cultural do Cerrado Produtivo

Compreende os TD 10 – Tabuleiros do Alto Parnaíba e 11 – Chapada das Mangabeiras, polarizados pela região de influência das cidades de Bom Jesus e Corrente, e potencializado pelo dinamismo do agronegócio ligado à produção de grãos, em especial a soja.

Elementos de permanência cultural:

a) Rede de Cidades: a região sudoeste do estado do Piauí ganhou relevância nas duas últimas décadas e dinamismo econômico ligado à expansão da soja, que se estende sobre os últimos remanescentes de chapadões planos do Brasil Central, dominados pela vegetação de cerrado. No entanto, esta região é a de mais baixa densidade populacional e possui uma fraca articulação entre as cidades da região, e destas com a capital Teresina. Duas pequenas regiões de influência de cidades aparecem no contexto deste território: a de Bom Jesus, que polariza 10 municípios e apresenta um contingente populacional somado de 95 mil habitantes, e a de Corrente, mais ao Sul, que polariza 9 municípios e um contingente de 85 mil habitantes.

O fortalecimento dessas redes, sobretudo a de Bom Jesus, por meio da expansão e melhoria das ligações rodoviárias entre as cidades da região e com o entorno, e a melhoria dos serviços (comunicação, energia, saúde, educação, etc), bem como a descentralização de unidades de serviços de extensão agropecuária, pesquisa, etc, se configura como uma estratégia não somente de desenvolvimento da região e do estado, mas também como uma estratégia geopolítica em relação à polarização exercida pelas vizinhas cidades de Barreiras e Luís Eduardo Magalhães, na Bahia, e Balsas, no Maranhão. Estas duas cidades apresentam uma condição de centralidade geográfica em relação às demais cidades da região sudoeste do Piauí e estão no principal eixo de ligação Norte-Sul do estado. A rodovia Transcerrado também se reveste em um importante eixo de conexão desta rede de cidades, não somente por passar pela importante região produtora de soja, mas pelo fato de promover uma mais rápida ligação de Bom Jesus com Uruçuí e desta com a região de Balsas, no Maranhão.

b) Os chapadões produtivos com soja: os chapadões são um importante elemento da paisagem desta região dos cerrados piauienses. Essa importância está muito mais ligada à sua referência na paisagem local dos vales do Gurguéia, do Uruçuí-Preto e do Parnaíba, do que pelo seu topo, pois este é extremamente plano. Assim, do ponto de vista paisagístico e ambiental são as bordas das chapadas as unidades paisagísticas mais expressivas e também mais sensíveis ou frágeis, portanto de maior interesse para a preservação e conservação. De outro lado, os topos planos são altamente favoráveis à exploração agrícola, mas abrigam ainda um dos últimos remanescentes de cerrados contínuos em topo de chapadas do Brasil Central, visto que já amplamente explorados pelo agronegócio de grãos no Centro Oeste, Bahia, Tocantins e Maranhão. O agronegócio de grãos, sobretudo soja e milho, vem se expandindo nessa região já há quase duas décadas, e estão trazendo dinamismo econômico ocupando áreas até então não exploradas e de baixa densidade de população rural. Controlados os seus efeitos de fixação de renda no território e de aumento de oportunidades para a população local, bem como das externalidades negativas sobre o meio ambiente (desmatamento incontrolado, poluição de nascentes e assoreamento de rede de drenagem, etc) com consequências para a agricultura familiar dos vales citados, os chapadões produtivos com preservação de grandes remanescentes de cerrados do topo das chapadas e de conectividade ecológica entre eles, esta atividade poderá trazer a base para o fortalecimento da rede de cidades e da economia regional, além de externalidades positivas para outras atividades econômicas acessórias.

c) Os vales produtivos, a pequena produção e a agricultura familiar: Os vales do Gurguéia, Uruçuí-Preto e do Parnaíba são o berço da ocupação rural e urbana dos cerrados piauienses. As principais atividades que sustentam a subsistência rural e urbana estão ligadas à produção pecuária de bovinos, com maior predominância no TD 11 (Corrente e Curimatá), e de suínos, caprinos e ovinos, embora em menor escala do que em outras regiões do estado. Na produção agrícola se destacam o feijão, a mandioca, a castanha de caju, o arroz em casca e o algodão em caroço. A regularização da vazão do Gurguéia, mais projetos de irrigação, maior apoio do extensionismo rural e para a comercialização da produção são ações importantes para dinamizar a pequena produção rural da região, a vida social e a identidade regional desta unidade de paisagem dos cerrados piauienses.

d) Preservação dos cerrados e bordas de chapada: Os extensos cerrados piauienses são historicamente os elementos dominantes na paisagem do sudoeste piauiense e já são objeto de preservação por meio de um parque nacional - P.N. das Nascentes do Rio Parnaíba (Gilbués, Barreiras, S. Gonçalo do PI e Corrente/PI; Alto Parnaíba/MA; Mateiros e Lizarda/TO; e Formosa do Rio Preto/BA) e uma estação ecológica - E.E. Uruçuí-Una (Baixa Grande do Ribeiro, Santa Filomena, Bom Jesus). O ZEE do Estado do Piauí, com foco nos cerrados, identifica como áreas extremamente vulneráveis as bordas de chapadas que, embora tenham setores já protegidos como APPs de borda de chapada de alta declividade, necessitam de identificação mais apropriada dos setores de maior significado ecológico para a preservação que promovam a conectividade das áreas protegidas, bem como dos setores de topo e de fundo de vale contíguos.

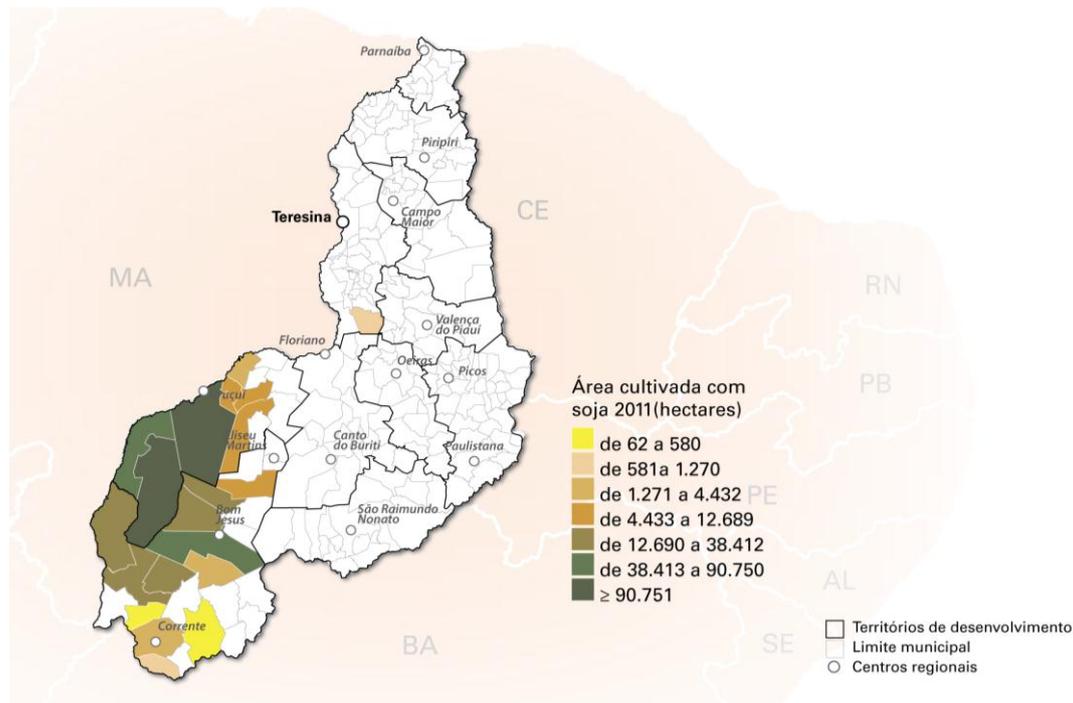
Questões de preservação da paisagem cultural:

- Fortalecimento da produção rural e da agricultura familiar dos vales.
- Fortalecimento da gestão municipal, do controle urbano e de políticas sociais e ambientais que evitem a expansão urbana irregular nas cidades impactadas pelo agronegócio como já verificado em Uruçuí e em menor escala em Bom Jesus.
- Proteção: definir os espaços de topo de chapadas necessários à preservação de áreas importantes de cerrado com florística específica de topo bem como de setores de topo necessários à proteção de bordas de chapadas e nascentes relevantes.
- Definir e apoiar as prefeituras locais a estabelecer áreas de preservação ambiental no entorno das áreas urbanas e que incluam testemunhos de chapadas residuais, como ocorre em Bom Jesus.

Questões de preservação ambiental: Áreas prioritárias para preservação (Probio/Ibama, 2004, apud Planap) –

- Extremamente alta: área do Mirador-Uruçuí (Uruçuí, Ribeiro Gonçalves e Baixa Grande do Ribeiro);
- Extremamente Alta: Chapada do Sudoeste do Piauí (Barreiras do Piauí, São Gonçalo do Gurguéia, Gilbués – corredor ecológico MA e TO).
- Extremamente Alta: Bacia do Rio Negro – águas emendadas Rio do Sono (Corrente, Cristalândia do Piauí e Sebastião Barros).
- Extremamente Alta – Corrente (Curimatá, Júlio Borges e Parnaguá).

Figura 36 – Mapeamento das áreas cultivadas com soja, Piauí, 2011



Fonte: IBGE, 2012.

3.4.4. Paisagem Cultural da Caatinga

Compreende os TDs 5 – Vale do Sambito, 6 – Vale do Rio Guaribas, 7 – Vale do Rio Canindé e 8 – Serra da Capivara, polarizado pela região de influência das cidades de Picos, que abrange 37 municípios e uma população total de 329 mil habitantes em 2010, e de São Raimundo Nonato, que abrange 12 municípios e 105 mil habitantes.

Elementos de permanência cultural:

- a) Rede de Cidades: Picos e São Raimundo – cidades entroncamento e entreposto comercial.
- b) Pequena produção rural e da agricultura familiar já disseminada no território.
- c) Expressivo dinamismo da Cajucultura e Apicultura.
- c) Produção pecuária de ovinos, caprinos, bovinos e suínos estabelecida em quase todos os municípios.
- e) Áreas protegidas (Parque Nacional Serra da Capivara e Serra das Confusões), turismo ecológico e arqueológico, com curso superior e arqueologia referencial no Brasil.
- h) Paisagem e turismo: Polo das Origens, formações rochosas das escarpas de cuevas e de grandes extensões de caatingas preservadas, em especial na região de São Raimundo Nonato.

Questões de preservação da paisagem cultural:

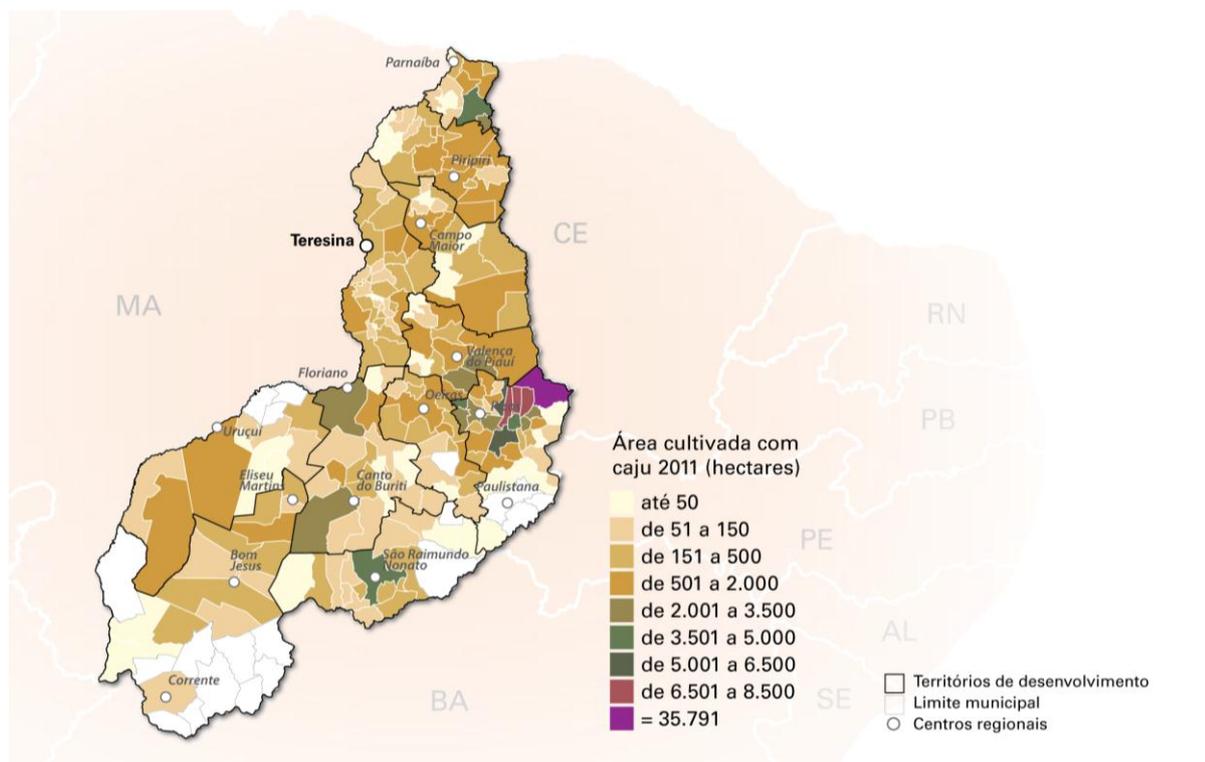
- Fortalecimento da pequena produção rural e da agricultura familiar, com regularização da oferta de água, do extensionismo rural e da pesquisa.

- Desenvolvimento e fortalecimento de APLs: Cajucultura, Apicultura, Ovinocaprinocultura, turismo, artesanato, pecuária.
- Fortalecimento da gestão municipal das cidades polo (Picos e São Raimundo Nonato), e criação de anéis viários.

Questões de preservação ambiental: Áreas prioritárias para preservação (Probio/Ibama, 2004, apud Planap) –

- Extremamente alta: Chapada do Araripe ();
- Muito Alta: Picos (Picos, Dom Expedito Lopes, Paquetá, São João da Varjota, Oeiras, Santa Cruz do Piauí, Wall Ferraz, Aroeiras do Piauí e Itainópolis);
- Muito Alta: Corredor ecológico Serra da Capivara e Serra das Confusões (São Raimundo Nonato);
- Alta – Corredor Ecológico da caatinga (Alvorada do Gurguéia, Guaribas, Caracol, São Raimundo Nonato, São João do Piauí, Paulistana);

Figura 17– Mapeamento das áreas cultivadas com caju, Piauí, 2011



Fonte: IBGE, 2012.

3.4.5. Paisagem Cultural do Rio Parnaíba

Compreende o TD 1- Planície Litorânea, TD 2 – Cocais, TD 4 – Entre Rios, TD 9 – Vale dos rios Piauí e Itaueira e TD 10 – Tabuleiros do Alto Parnaíba, polarizados pelas regiões de influência da cidade de Parnaíba, Teresina e Floriano. Apresenta uma expressão linear representada pela ocupação do vale do Parnaíba e surgimento de uma rede de cidades ribeirinhas ligadas à navegação do Rio Parnaíba.

Elementos de permanência cultural:

- a) Cidades ribeirinhas: as diferentes formas de relacionamento urbano com as margens do Parnaíba, a navegação e as travessias para o Maranhão. Presença de algumas cidades com razoável acervo histórico de arquitetura colonial e do início do século XX (Amarante e Floriano).
- b) Rio Parnaíba: navegação e pesca.
- c) Represa de Boa Esperança: navegação, esportes náuticos e turismo.
- d) Agricultura irrigada: Tabuleiros Irrigados (Parnaíba), Lagoas do baixo Parnaíba, Platos de Guadalupe – fruticultura, rizicultura e hortaliças.
- e) Ovinocaprinocultura:

Questões de preservação da paisagem cultural:

- Desenvolvimento de APLs: Agricultura Irrigada, pesca, ovinocaprinocultura, turismo, pecuária.
- Fortalecimento da navegação no Rio Parnaíba, sobretudo para o lazer, turismo e como corredor escoamento da produção local e exportação.

Questões de preservação ambiental: Áreas prioritárias para preservação (Probio/Ibama, 2004, apud Planap) –

- Extremamente alta: médio Parnaíba de Uruçuí a Santa Filomena – área do Mirador-Uruçuí (Uruçuí, Ribeiro Gonçalves e Santa Filomena);

3.4.6. Paisagem Cultural das Cidades Históricas

Compreende o TD 7 – Vale do Canindé, TD 6 – Vale do Rio Guariba, TD 9 – vale dos Rios Piauí e Itaueira e TD 5 – Vale do Sambito, polarizados pelas regiões de influência das cidade de Oeiras, Picos, Floriano e Valença do Piauí.

Elementos de permanência cultural:

- a) Cidades históricas: Oeiras (Igrejas e casario colonial expressivo), Floriano, Amarante, Valença do Piauí e Picos (em menor escala).
- b) Acervo arquitetônico e potencial cultural para o desenvolvimento de roteiros e atividades culturais e turísticas.

c) Elementos de vida rural típicos como potencial latente para o turismo rural: ovinocaprinocultura, bovinos, carnaubais, cajucultura, pecuária, etc.

d) paisagem e turismo: diversidade geomorfológica, paisagística e ecológica.

Questões de preservação da paisagem cultural:

- Desenvolvimento de APLs: Turismo, eventos culturais, Ovinocaprinocultura, apicultura e cajucultura.
- Proteção: aumentar a documentação sobre o patrimônio arquitetônico e cultural e promover a recuperação do patrimônio cultural

4. SEGMENTOS PRIORIZADOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

4.1. A Questão Ambiental

O homem possui uma característica única entre os animais: é um criador de necessidades. Através de uma prática social ele reiteradamente utiliza os recursos naturais para mudar o mundo e criar novas necessidades. Esta capacidade de alterar o ambiente natural e transformá-lo em fonte de matéria-prima para sua sobrevivência e desenvolvimento foi multiplicada com o advento da revolução industrial (Século XVIII), que possibilitou a produção massiva de bens. A partir daí, deu-se a base para a criação de estruturas científico-tecnológicas e econômicas cada vez mais complexas, ampliando as demandas sociais por recursos naturais presentes nos três reinos da natureza (animal, vegetal e mineral).

Ocorre que, até a década de 1960, persistia a crença no poder de autodepuração e recuperação do meio ambiente em razão das atividades humanas. Foi a partir da década de 1960 que foram apresentados, de forma mais sistemática, uma série de alertas e medidas que tinham por objetivo controlar as externalidades ambientais negativas presentes nas atividades humanas.

Cite-se, por exemplo, a edição em 1962 do livro “Silent Spring” (Primavera Silenciosa), de Rachel Carson ; a publicação do relatório produzido pelo Clube de Roma e intitulado “Limits to Growth” (Limites do Crescimento) no ano de 1972 e a produção, durante a década de 1970, dos primeiros estudos de impacto ambiental nos Estados Unidos da América, Alemanha e Brasil. Sob estes alertas, a ONU (Organização das Nações Unidas) realizou o primeiro encontro de cúpula sobre meio ambiente em Estocolmo, no ano de 1972 (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano — CNUMAH).

O objetivo principal era o de encontrar um consenso dentro da comunidade internacional sobre formas de compatibilizar o desenvolvimento econômico com as imperiosas imposições do meio ambiente. Como desdobramento desse processo, foi criada em 1983 uma Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento que, em 1987 entregou o relatório intitulado “Nosso Futuro Comum”, conhecido como Relatório Brundtland. Neste relatório foi apresentado pela primeira vez o conceito de “Desenvolvimento Sustentável”.

Dando continuidade a Estocolmo 1972, realizou-se a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) na cidade do Rio de Janeiro no ano de 1992. Esta Conferência ratificou os princípios de Estocolmo 1972, especialmente o do Desenvolvimento Sustentável e, ainda, estabeleceu compromissos entre os países participantes, através de normas internacionais como a Agenda 21 e a Convenção da Diversidade Biológica .

As atividades humanas geram impactos ambientais. Esses impactos podem ser mais ou menos significativos, dependendo da localização, do tipo de atividade desenvolvida e das medidas mitigadoras implementadas.

Secular o choque entre atividades de cunho econômico e preservação ambiental. Em particular, o conflito entre a agropecuária que altera sensivelmente os processos biológicos, químicos e físicos dos sistemas naturais que se acentua desde que o homem abandonou as cavernas e as atividades de extrativismo (caça e pesca) para criar animais e cultivar plantas. Um dos grandes impactos está relacionado com as atividades pecuárias em sistema de confinamento, como a criação de bovinos, suínos e caprinos, esses problemas tendem a crescer no Brasil devido ao crescimento do consumo interno e de exportação. O manejo de dejetos proveniente do confinamento torna-se fundamental para o planejamento e implantação de sistemas de confinamento (bovinos, suínos, ovinos, aves).

4.2 Agronegócio (grãos- soja, milho etc)

4.2.1 Grãos

É muito difícil avaliar os impactos socioambientais dos segmentos agroindustriais da soja e do milho, uma vez que estão espalhados por todo o país. Isso porque, tais impactos dependem do tamanho das propriedades e das unidades industriais, além das estratégias do poder público quanto à utilização das receitas de impostos, que diferem entre as regiões. Nesse sentido, torna-se importante a realização de estudos locais para a percepção dos impactos.

Problemas como a compra e venda de assentamentos, grilagem de terras e expansão sobre reservas indígenas são os problemas que vêm sendo apontados por várias ONGs sociais e ambientais. Existem ainda os conflitos agrários, que estão presentes em todos os Estados da Federação.

Uma questão importante acerca dos impactos do setor de grãos para a sociedade diz respeito às consequências do sistema produtivo para o meio-ambiente. E o grande problema é o desmatamento de matas virgens, particularmente no caso da soja. Nas duas últimas décadas, a produção desse grão cresceu significativamente sobretudo a partir da incorporação de grandes áreas do cerrado, como é o caso da região do MAPITIBA (área do cerrado nos seguintes estados: Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia).

Outra questão diz respeito ao cultivo da soja e do milho transgênicos no Brasil. É ainda grande a discussão acerca dos efeitos ambientais e à saúde humana. De um lado, as organizações ambientais enfatizam os malefícios dos transgênicos. Existem, entretanto, vários estudos científicos que atestam a ausência desses efeitos nocivos.

Sem dúvida o tempo contribuirá para confirmar uma ou outra visão. De qualquer forma, não está claro qual será a tendência do consumidor nos próximos anos. No caso brasileiro, as empresas estão sendo obrigadas a rotular os seus produtos. É possível que o consumidor venha a considerar essas informações em suas decisões de consumo.

De qualquer modo, não estão comprovados cientificamente os efeitos nocivos dos transgênicos sobre a saúde e meio-ambiente. A indústria de sementes transgênicas argumenta que a utilização dessa variedade torna mais racional o uso de agrotóxicos, além de elevar a produtividade na produção do grão. Entretanto, muitas ONGs têm denunciado uma tendência contrária, já que a soja transgênica é mais resistente ao uso de agrotóxicos, o que incentiva o uso indiscriminado desses insumos. Não

existem estatísticas oficiais sobre o percentual de área plantada com transgênico. Estima-se que mais da metade da soja produzida no Brasil seja transgênica. No caso do milho, a produção é insignificante, uma vez que o processo de liberação do milho transgênico ainda está em curso.

Outra questão relevante em termos de impactos ambientais do agronegócio de grãos se refere à extensividade de sua ocupação e o conseqüente desmatamento que realiza, provocando a quase extinção do bioma local em imensas porções territoriais. Associado a esse fato pode-se relacionar os impactos sobre a sustentabilidade dos solos em face dos seguintes pontos: (i) da compactação do solo gerada pelas máquinas durante o processo produtivo, (ii) da redução da já fraca fertilidade e perda de estrutura dos solos de cerrados, e (iii) do acentuado uso de agrotóxicos, cujo impacto se estende aos recursos hídricos.

4.2.2 Papel e Celulose

Os impactos sobre o meio ambiente causados pelas empresas de celulose e papel são: grande demanda de madeira, água e energia; produção de substâncias tóxicas; e, na etapa industrial, poluição das águas, originada no processo de branqueamento da pasta celulósica, realizado com dióxido de cloro.

Segundo o estudo realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2005), em relação ao consumo de energia, o setor de celulose e papel tem utilizado um consumo específico médio de energia elétrica de 1.000 kWh/t, tanto para a celulose, quanto para o papel. No entanto, convém ressaltar que este segmento industrial, pelas características específicas do seu processo de produção, gera diversos produtos residuais, tais como licor negro, lixívia cuja queima é apropriada para a cogeração de energia. Atualmente, a parcela de cogeração no setor já é elevada e estima-se que quase toda a expansão futura da capacidade instalada do setor de papel e celulose será atendida via cogeração de energia elétrica.

4.2.3 Sucroalcooleiro

Com a forte expansão do setor sucroalcooleiro nos últimos anos, torna-se necessário avaliar quais são os impactos econômicos, sociais e ambientais deste processo, tanto para o País como para as regiões em que tem se dado este processo. As principais regiões canavieiras do Brasil são o Centro-Sul, com destaque para São Paulo, que concentra mais de 60% da produção nacional, e o Nordeste, destacando-se Pernambuco e Alagoas. No Estado de São Paulo, destacam-se as regiões de Piracicaba e Ribeirão Preto. A expansão recente do setor tem se dado para o Oeste do Estado de São Paulo, para o Mato Grosso do Sul, Triângulo Mineiro e Sudoeste Goiano. No Estado de São Paulo, verificou-se, nesta década, um aumento em torno de 1 milhão de hectares na área plantada com cana e a redução da área de pastagens em uma dimensão semelhante, ou seja, a cana tem se expandindo principalmente em áreas de pastagens. Nestas novas regiões têm-se gerado grandes transformações na economia e sociedades locais com a chegada das usinas: crescimento populacional, maiores fluxos migratórios, mudanças nos padrões de vida, entre outros fatores. Municípios antes dependentes da pecuária passam a depender da cana e das usinas.

As principais preocupações recorrentemente levantadas em relação à economia canavieira são em relação à qualidade do emprego, à concentração fundiária e aos impactos ambientais, como riscos de contaminação de solo, uso da água, deslocamento de culturas para regiões de florestas, queimadas, uso de áreas de proteção ambiental (nascentes, margens de rios, topos de montanha, etc.), entre outros aspectos.

O primeiro aspecto a ser considerado é que a expansão da cana tem se dado como uma resposta a uma preocupação ambiental decorrente do aquecimento global. O uso de etanol gera um volume de emissões de gases efeito estufa inferior ao dos derivados de petróleo. Mas, pode-se alegar que para a produção do etanol utilizam-se derivados de petróleo. Vários cálculos mostram que o balanço energético – razão entre a energia gerada e a energia utilizada para a sua produção em termos de equivalentes de petróleo - do etanol de cana produzido no Brasil é significativamente maior do que o de outras fontes. Por exemplo, no caso do etanol da cana este é superior a 8, enquanto estima-se que o de milho dos EUA é em torno de 1,4. Este é o motivo essencial das boas perspectivas do etanol, em especial o da cana: o impacto positivo de seu uso.

Mas existem outras preocupações ambientais relacionadas à produção do etanol e do açúcar. O impacto ambiental potencial da expansão da cana faz com que todos os novos investimentos devam obter licença ambiental e apresentar o Estudo de Impactos Ambientais e o Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), conforme previsto no Inciso IV do Artigo do 225 da Constituição e legislação complementar, que exige estudo prévio para qualquer atividade potencialmente causadora de degradação ambiental. A exigência e o modelo de EIA-RIMA são definidos por Resolução (237/97) do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). São previstos três tipos de licença: licença prévia, que aprova a localização e a concepção do empreendimento e estabelece todos os requisitos para a obtenção das licenças seguintes, licença de instalação e licença de operação. Esta última é de 3 anos para a produção de açúcar e de 2 para o etanol, devendo-se solicitar sua renovação antes do vencimento. O licenciamento é responsabilidade da autoridade ambiental estadual, exceto em casos em que o empreendimento extrapola os limites de um determinado estado ou em áreas de fronteiras entre países.

Em relação ao uso da terra, estipula-se a exigência de uma reserva legal da ordem de 20% da área total, que não pode ser utilizada, além da preservação das áreas de proteção permanente (APPs - matas ciliares, nascentes etc.). Este é um problema do setor, uma vez que historicamente os produtores de cana avançaram com as plantações em todas as áreas, inclusive as APPs. No Estado de São Paulo, 8,1% da área de cana ocupam áreas originalmente comprometidas com as matas ciliares. Desta área, 3,4% têm mata natural e 0,8% foi reflorestado. A intensificação da fiscalização tem levado à implementação de significativos programas de recomposição das matas ciliares e proteção as nascentes. Percebe-se que houve um significativo avanço das áreas de plantação de cana sobre áreas de proteção, principalmente no passado. Em várias regiões, estes problemas estão sendo reparados, mas ainda ocorrem diversos problemas, como os ilustrados pelas diversas multas aplicadas pelo IBAMA a produtores de cana no Estado de Pernambuco, no ano de 2008, em função da plantação em APPs. A intensificação da fiscalização e o maior controle do cumprimento das normas têm propiciado a recuperação das áreas de proteção.

Existe uma discussão em relação à responsabilidade pela preservação das áreas de proteção e reservas legais. As usinas produzem utilizando cana própria, produzida em terras próprias e áreas arrendadas, e cana de terceiros, obtida junto a fornecedores. Em relação às terras próprias e de terceiros, não existe dúvida em relação à responsabilidade, mas em relação às áreas arrendadas existem dúvidas.

Uma das principais preocupações ambientais da atividade canavieira é a prática da queimada da cana na colheita. O excesso de fuligem gerado nos municípios canavieiros é considerado um fator de agravamento de problemas de saúde além da própria deterioração das condições atmosféricas devido à emissão de CO₂. Como esta prática tende a ocorrer com maior intensidade nos meses de seca, durante os quais se dá a colheita, agravam-se seus efeitos negativos. A queimada é uma prática realizada para facilitar a colheita manual da cana. A legislação proíbe determinados tipos de queimadas, em determinadas áreas e horários. A queima controlada da cana é regulada por decreto no âmbito federal (Decreto no 2.661/98) e o Estado de São Paulo tem uma lei específica mais restritiva (Lei Estadual no 11.241/02). A tendência é que esta prática seja encerrada em alguns anos, tanto por pressões da regulação para diminuir a emissão de poluentes e seus efeitos deletérios, como pelo próprio incentivo econômico decorrente do uso integral da cana (caldo, palha, folhas e bagaço).

Com o avanço da mecanização da colheita, uma outra preocupação tem-se colocado: a sobra da palha no campo. Parte desta é utilizada como cobertura, mas a colheita mecanizada gera uma grande quantidade de palha, em torno de 14 toneladas por hectare. A dificuldade de se definir um destino para a palha, pela dificuldade de seu transporte, tem gerado as queimadas das palhas remanescentes após a colheita, o que tem sido objeto de várias autuações de produtores. Este tem sido um problema maior do que a queimada controlada para a colheita manual. O destino natural para a palha é ser queimada nas caldeiras para ampliar a geração de energia elétrica, mas a principal dificuldade existente refere-se ao seu transporte até a usina.

Excetuando-se os estados da fronteira agrícola e próximos à Amazônia, o Estado de São Paulo é o que vem apresentando nos últimos anos a maior incidência de focos de queimada, conforme monitoramento feito pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) por imagens via satélite.

Os subprodutos gerados no processo produtivo poderiam ser outro receio. No passado, muitos rios no Brasil foram contaminados pela vinhaça despejada pelas usinas. Atualmente, a água captada para o processo industrial é quase em sua totalidade tratada e reaproveitada na própria usina, gerando baixa captação de água; os sistemas industriais são praticamente fechados. Os níveis de captação e lançamento de água nas atividades industriais reduziram-se de valores da ordem de 5m³/tonelada de cana na década de 90 para a faixa dos 1,8m³/tonelada, sendo que a eficiência do tratamento da água captada para lançamento atingia os 98%. No caso das atividades agrícolas, a cana produzida nas regiões tradicionais do Centro-Sul praticamente não utiliza a irrigação, dependendo basicamente das chuvas. A captação de água superficial ou subterrânea é controlada pelo Estado e depende da concessão de outorga pelo órgão ambiental (Departamento de Águas e Energia Elétrica, no caso de São Paulo). Em várias bacias hídricas do Estado de São Paulo, já estão

sendo cobrados dos usuários de recursos hídricos a captação e consumo de água e o lançamento de efluentes com carga orgânica. Essa cobrança tende a induzir a redução da captação e um melhor tratamento dos efluentes.

Atualmente, praticamente todos os subprodutos são aproveitados no processo de produção da usina. A vinhaça é utilizada no campo para fertilização, em um processo chamado de fertirrigação, por ser um valioso fertilizante orgânico e uma fonte de reposição de água para o solo, reduzindo a necessidade de fertilizantes e de água. Existem restrições quanto à quantidade de vinhaça utilizada por área, para não haver problema de contaminação do solo, e as usinas devem fazer o acompanhamento da qualidade das águas subterrâneas para verificar se há contaminação. No Estado de São Paulo, esta utilização é regulamentada por Norma Técnica da CETESB, que define os limites e as medidas de proteção ambiental para evitar a poluição das áreas. As usinas devem apresentar anualmente à CETESB o plano de aplicação da vinhaça, demonstrando o respeito às normas. Atualmente, CETESB e CTC (Centro Tecnológico da Cana) estão trabalhando na definição de parâmetros de utilização da vinhaça, que devem considerar qual a quantidade de nutrientes demandada pelo solo. A expectativa é que a quantidade de vinhaça passível de ser utilizada pelas usinas seja muito inferior àquela gerada, assim deverá se verificar no futuro uma grande sobra de vinhaça sem destino nas usinas. Uma possível solução será o desenvolvimento de mini-usinas de fertilizantes que promovam a concentração de vinhaça e viabilizem o seu transporte para ser utilizada em regiões mais distantes, o que hoje é inviável pela elevada quantidade de água contida na vinhaça, o que encarece o transporte.

Outro subproduto utilizado como fertilizante é a torta de filtro. A forte utilização dos resíduos como fertilizantes faz com que a cultura da cana seja, entre as grandes culturas brasileiras, a que menos utiliza fertilizantes. Também o consumo de fungicidas (praticamente nulo) e pesticidas, é inferior ao das demais lavouras. O controle da broca (principal praga) e da cigarrinha se faz por meio biológico. Apenas o controle de formigas, besouros e cupins se faz por meio químico. O uso de agrotóxicos (fungicidas, herbicidas, inseticidas) também é regulamentado por legislação federal e controlado por agência estadual ou federal, dependendo do estado. Os limites para seu uso são determinados e deve ser feito o acompanhamento quanto à contaminação do solo, além de se exigir dos produtores o retorno das embalagens.

O bagaço da cana, que sobra da extração do caldo, é um material celulósico que é queimado nas caldeiras das usinas para a geração de energia elétrica. Historicamente, a cogeração era feita apenas para o atendimento das usinas, mas atualmente muitas usinas produzem excedentes que são comercializados. A queima do bagaço nas caldeiras gera emissão de poluentes atmosféricos, sendo que o Conselho Nacional do Meio Ambiente definiu limites para a emissão de particulados e óxidos de nitrogênio. A queima do bagaço não resulta na emissão de compostos de enxofre. Grande parte das usinas, principalmente aquelas que possuem caldeiras antigas, geram emissões superiores ao permitido. O órgão fiscalizador tem determinado a troca das caldeiras ou sua adaptação, por exemplo, com a utilização dos lavadores de filtros. No Estado de São Paulo, dentro do Protocolo Ambiental, também se estipularam metas para a adaptação de emissões de poluentes pelas usinas.

Com o avanço da mecanização da colheita, haverá uma grande sobra de palha e folhas no campo. Caso se viabilize o seu transporte até as usinas, ampliar-se-ão as fontes para a geração de energia elétrica. O desenvolvimento do processo de hidrólise poderá viabilizar a extração do etanol tanto do bagaço como da palha. Percebe-se, portanto, que a cana apresenta um aspecto bastante positivo, que é o aproveitamento integral da planta.

Outro aspecto a ser considerado, em relação aos impactos do setor, é a geração de emprego e renda. Em primeiro lugar, deve-se destacar o maior valor da produção agrícola nas regiões canavieiras. Comparando-se o valor da produção por área cultivada, o valor da cana é significativamente maior do que o das demais culturas, como por exemplo, a soja e o milho. Quando se observa a geração do emprego na atividade agrícola, observa-se que o emprego gerado na cana é maior do que na soja e apenas um pouco inferior ao do milho. Assim, gerando-se mais emprego por hectare e um maior volume de emprego por hectare cultivado, as regiões canavieiras produzem mais renda por área que as outras culturas, mesmo que o valor da produção por empregado seja menor na cana do que na soja.

Apesar dos ganhos em emprego e renda, a expansão do setor gera preocupações em relação à qualidade do emprego. Considerando as atividades industriais, a remuneração situa-se em torno de 60% da média da indústria; já no caso das atividades agrícolas a remuneração no cultivo da cana supera a média da agricultura. Um ponto a ser destacado é a baixa qualificação média dos trabalhadores do setor sucroalcooleiro, com forte concentração no grupo de analfabetos (10%) e nos trabalhadores com menos de 5 anos de estudo. A baixa qualificação se dá tanto nas atividades agrícolas como nas industriais. A mecanização da colheita deverá melhorar o padrão médio de qualificação nas atividades agrícolas, mas resultará em redução de emprego e, dado o grau de qualificação dos trabalhadores, poderá gerar dificuldades em sua realocação.

4.2.4 Pecuária

O setor de carnes apresenta impactos ambientais que ocorrem tanto na produção agropecuária como na indústria, podendo ser positivos ou negativos.

A expressiva dimensão do rebanho bovino nacional – cerca de 200 milhões de cabeças – e a igualmente significativa área de pastagens (mais de 170 milhões de ha), quando associadas às respectivas taxas potenciais de expansão, respondem por um dos principais drivers de desmatamento no País. Margullis (2003), por exemplo, apontou que a pecuária responde por 75% das áreas desmatadas na Amazônia. Assim, uma das principais questões ambientais relacionadas à pecuária bovina tem sido o seu avanço para a fronteira entre o Cerrado e a Amazônia. Considerando que parcela considerável da soja produzida vai para a cadeia de suínos e aves, os efeitos diretos e indiretos (i.e. deslocando a pecuária para outras áreas) do uso da terra, com relação ao cultivo de soja, também precisam ser considerados para uma análise mais aprofundada.

As críticas contra a extensificação centram na inevitável perda da vegetação natural – e, portanto, da biodiversidade – que acompanha essa estratégia. Além do comprometimento da biodiversidade, é provável que sejam gerados impactos negativos significativos sobre os recursos e qualidade do solo, da água e do ar.

Vale ressaltar que, com o avanço no processo de “consolidação” dessas regiões de fronteira, espera-se que ocorra a regulamentação fundiária. E, com a garantia da posse de terra, crescem os incentivos para que os produtores invistam em tecnologias mais produtivas e de menor impacto ambiental. Os investimentos na conservação dos recursos físicos do sistema, por exemplo, são normalmente de longo tempo de maturação e, portanto, incompatíveis com um ambiente de elevada insegurança e imprevisibilidade em relação ao futuro. Ademais, com a regularização da questão fundiária, além da necessidade de se aumentarem os incentivos para a adoção de boas práticas agropecuárias, facilita-se a fiscalização pelos órgãos competentes.

Com relação aos impactos sobre os recursos hídricos, um fato que tem sido recentemente mencionado em alguns fóruns diz respeito ao expressivo consumo de água pelos bovinos.

Para sistemas de pecuária de corte, estima-se que a produção de um kg de carcaça bovina, demandaria de 6 a 23 m³ de água; possivelmente valores da ordem de 15 m³/kg de carcaça, conforme estimativas da FAO (Unesco, 2003), seriam valores médios razoáveis. A título de comparação, a produção de 1 kg de carne de frango demandaria 6 m³ de água e, de maneira geral, a produção de grãos e oleaginosas demandaria cerca de 1,5 m³ de água por kg produzido (Unesco, 2003).

Esses valores de demanda hídrica para a produção de carnes em pastagens, realmente expressivos, têm abastecido debates calorosos acerca de um possível comprometimento de reservas hídricas pela produção pecuária. Entretanto, embora a produção de carne tenha uma elevada demanda por “fluxo de água”, muito pouco da água absorvida pela planta forrageira ou consumida pelo animal é efetivamente exportada do sistema no produto. Parcela majoritária da água absorvida pela planta forrageira – que responde pela quase totalidade da água demandada no sistema de produção de carne em pastagem – é transpirada, dando continuidade ao ciclo hidrológico. E uma parcela também considerável da água consumida pelos animais retorna ao sistema, excretada e/ou como transpiração/evaporação.

Mais recentemente, o papel da pecuária bovina como importante geradora de gás metano – um gás de efeito estufa 23 vezes mais potente do que a molécula de CO₂ – também tem sido abordado. Relatório sobre as emissões de metano da pecuária, coordenado pela Embrapa (Lima et al., 2006), indicaram que as emissões desse gás podem variar de 47 a 73 kg/cabeça/ano, conforme a categoria animal e a região do País.

A redução das emissões de metano, no rebanho bovino, passa pelo aumento no desempenho animal. Quanto melhor o desempenho animal, menor a emissão por unidade de produto. Assim, investimentos nos componentes pasto e animal, além de concorrerem para redução do desmatamento, em razão do aumento da produtividade e de um conseqüente “efeito poupa-terra”, também são essenciais para reduzir as emissões de metano na pecuária brasileira.

A principal questão ambiental na produção de suínos diz respeito aos dejetos. A condição líquida desses resíduos dificulta o manuseio e impõe riscos de contaminação do solo e da água. Na propriedade rural, os dejetos podem ser utilizados como fertilizantes, mas o manejo desse material deve ser adequado, para evitar perdas expressivas dos nutrientes aplicados, marcadamente do nitrogênio, por volatilização de amônia, desnitrificação ou lixiviação.

Na produção de aves, ovinos e caprinos os resíduos também são a principal questão ambiental quando produzidos em confinamento. O manejo desse material também precisa ser adequado para garantir o uso eficiente dos nutrientes aplicados.

Mais recentemente, o crescimento das cidades e, portanto, a maior proximidade entre o local de produção e os centros urbanos, tem gerado problemas adicionais, por causa do odor. Uma maneira eficaz de contornar esse problema é via biodigestores, com os quais criam-se, inclusive, possibilidades de venda de créditos de carbono. Porém a capacitação insuficiente de parcela considerável de produtores rurais, no tocante à operacionalização desses equipamentos, é um problema que precisa ser resolvido.

Com relação à indústria, a busca por alternativas ao manejo de resíduos do processamento, que não a queima, vem se intensificando. Paralelamente, procuram-se opções para aumentar a eficiência no uso de produtos químicos utilizados na limpeza e sanitização, bem como das operações industriais de maneira mais ampla, por exemplo, no tocante ao uso mais eficiente da água e da energia consumidas na atividade industrial.

No tocante à legislação, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento são os órgãos responsáveis pela formulação de normas e sua fiscalização na área sanitária. Pelo prisma ambiental, o principal órgão responsável pela formulação de normas e fiscalização é o Ministério do Meio Ambiente, por meio de suas autarquias e seus conselhos. Deve-se considerar que existem legislações específicas estaduais complementando as federais.

Com relação à regulação ambiental no setor, encontram-se leis e decretos que especificamente tratam de temas como os recursos hídricos ; uso e proteção do solo ; agrotóxicos , dentre outros . No tocante ao “dentro da porteira”, regulamentações muito importantes pela ótica privada são aquelas relacionadas às áreas de preservação permanente (APP) e à área de reserva legal (ARL).

De acordo com o Código Florestal, APPs são áreas protegidas, nos termos dos seus artigos 2.º e 3.º, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. A largura das APPs varia em função da largura dos rios - por exemplo, a APP deve ser de 100 metros para rios com 50 a 200 metros de largura. Especificidades para as APPs ainda são aplicáveis a nascentes, morros, montes, montanhas e serras, às encostas com declividades superior a 45°, às restingas, às bordas de tabuleiros e chapadas e a altitudes superiores a 1.800 metros.

Já a ARL, também de acordo com o Código Florestal (modificado pela MP 2.166-67), seria aquela localizada no interior de uma propriedade ou de uma posse rural, excetuada a APP, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e à reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo da fauna e da flora nativas. A ARL deve ser de 80% (fitofisionomias florestais) ou 35% (Cerrado) na Amazônia Legal; e de 20% em outras regiões do País. Entretanto, a lei permite a exploração da ARL, mas apenas por meio de cortes seletivos e desde que o proprietário rural elabore um Plano de Manejo Florestal Sustentável e que sua execução seja autorizada pelo órgão ambiental competente (IBAMA ou órgão ambiental estadual).

No caso da indústria, existe uma série de regulamentações específicas de cada estado, no que tange não só aos aspectos gerais, mas à poluição hídrica, do ar, do solo (e de resíduos industriais) e de ruídos e vibrações. O licenciamento ambiental (pecuária e indústria) segue as disposições do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), do Ministério do Meio Ambiente.

4.3 Turismo

O desenvolvimento mais intenso da atividade turística em determinado município ou região tende, de modo geral, a atrair dois movimentos importantes de pressão sobre o meio ambiente local: (i) a expansão da infraestrutura de apoio às atividades turísticas, e (ii) a expansão urbana de moradias de 1ª e 2ª residência. Destas duas expansões resulta um aumento da população urbana, residente e flutuante (períodos de férias, finais de semana). Quando desordenado, esse crescimento tende a marcar profundamente a paisagem local, tanto do ponto de vista ambiental e paisagístico, como urbanístico e social. Este fato é mais recorrente no litoral brasileiro, mas ocorre também em localidades turísticas do interior.

A expansão urbana decorrente inclui não somente a instalação dos equipamentos novos para o turismo, como a implantação de condomínios fechados de média e alta renda e de loteamentos populares para os trabalhadores que para lá afluem.

Resumidamente, podem-se elencar as principais pressões que a expansão do turismo pode provocar sobre ambiente natural e social e os riscos de degradação social e ambiental a que as comunidades envolvidas estão sujeitas.

a) Pressões:

- Aumento populacional (número de turistas, moradores/trabalhadores).
- Aumento da especulação imobiliária (sobre terrenos e aluguéis, e sobre lugares mais atrativos e próximos aos recursos sociais, turísticos e naturais).
- Aumento de ocupações irregulares (tanto de baixa renda, quanto as de média e alta renda e de negócios objeto de licenciamento ambiental).
- Pressão sobre os recursos turísticos: visitação descontrolada, aumento do tráfego e de estacionamento irregular, aumento da insegurança/violência, aumento do número de acidentes.
- Pressão sobre os recursos naturais e sobre os serviços públicos: aumento do consumo de água, aumento do consumo de energia elétrica, aumento do volume de lixo (resíduos sólidos), aumento da poluição do ar e sonora (veículos).
- Pressão sobre os recursos sociais: aumento da demanda por equipamentos de saúde, de educação, por segurança e limpeza públicas.

b) Essas pressões podem confluir para riscos de degradação ambiental relevantes, como:

- Poluição dos recursos hídricos (rios, córregos, lagoas, lençol freático) em decorrência do aumento de efluentes sanitários não tratados e despejados in natura nos corpos d'água.
- Poluição do solo, do ar e do lençol freático em decorrência do aumento do volume de resíduos sólidos, quando dispostos em lixões.
- Aceleração dos processos de erosão do solo, de solo exposto degradado, e do assoreamento dos córregos e rios em decorrência do aumento da movimentação do solo (corte, aterros e mineração de material de construção – areia, argila, pedra) pela expansão urbana e mercado da construção.
- Degradação e/ou destruição de ecossistemas e habitats da fauna, em razão da expansão urbana descontrolada/desregulamentada, invadindo compartimentos ambientais sensíveis.
- Redução da biodiversidade local, em face do desmatamento e da poluição gerada pela ocupação.
- Alteração da paisagem, podendo envolver degradação de pontos turísticos e dos recursos paisagísticos, em decorrência da ocupação urbana sem planejamento e regulação (de espaços a ocupar, gabaritos, áreas verdes, etc).
- Contaminação de mananciais de água potável.

c) Em relação aos recursos sociais e ao modo de vida local pode-se elencar os seguintes prejuízos:

- Descaracterização da cultura local.
- Alteração de modos de vida tradicionais.
- Deslocamento e marginalização das populações locais;
- Aumento de problemas sociais (violência, prostituição, etc)

Figura 38 – Expansão urbana de 1ª. e 2ª residência em Luís Correia ao longo da orla da praia.



Fonte: Diagonal (Setembro de 2013)

Figura 39 – Lixão e solo exposto em carnaubal de Ilha Grande.



Fonte: Diagonal (Setembro de 2013)

Figura 40 – Expansão urbana em Luís Correia na orla da praia.



Fonte: Diagonal (Setembro de 2013)

4.4 Mineração – minerais metálicos

Indicação de impactos relevantes

O setor minerador, em geral, é sempre associado a uma imagem negativa em relação aos impactos ambientais causados por suas operações. No caso da extração de minério de ferro, o principal impacto é visual, e a relevância desse tipo de impacto está relacionada à sua localização, ou seja, à sua distância ou proximidade das áreas urbanas. Esse aspecto ganha importância na medida em que parte das reservas minerais estejam em áreas praticamente virgens em termos de ocupação física pelo homem, podendo trazer a urbanização futura, com todas as suas consequências ambientais. Segundo Barreto (2001), os principais impactos da atividade de mineração são: alteração de lençol de água subterrâneo, poluição sonora, visual, da água, ar e solo, impactos sobre a fauna e a flora, assoreamento, erosão, mobilização de terra, instabilidade de taludes, encostas e terreno em geral, lançamentos de fragmentos e vibrações. A autora elenca instrumentos utilizados para minimizar os impactos ambientais causados pelo desenvolvimento da atividade, considerada como efetiva poluidora, citando os legais (referentes ao licenciamento ambiental, estudo e relatório de impacto ambiental, plano de controle ambiental, recuperação de áreas degradadas), os econômicos (incentivos, caução ambiental) e os técnicos (desenvolvimento de novas tecnologias e parâmetros

ambientais). O perfil de nossas reservas faz com que predomine a extração a céu aberto, isto é, por meio de cavas. A extensão territorial ocupada é pequena, porém o rebaixamento e a alteração da paisagem chamam a atenção de modo pouco positivo (ver exemplo na Figura 41). A avaliação desse impacto é subjetiva, pois para alguns pode significar destruição da paisagem e para outros a transformação e o redesenho do espaço natural pelo engenho humano.

Figura 41 – Exemplo de exploração de minério de ferro e impactos na paisagem em Minas Gerais. Minas da Cia Vale (Subcomplexo Pico) no município de Itabirito/MG.



Fonte: Diagonal.

Concretamente, o uso da água, que entra no processo de lavagem do minério, e o rebaixamento do lençol freático são os mais importantes. A extração de ferro não altera as propriedades químicas do lençol de água, pois o teor de ferro é o mesmo. Não há resíduos líquidos adicionados à água, nem metais pesados.

4.5 Mineração – petróleo e gás.

Indicação de impactos relevantes

Um tema fundamental, quando se trata de impactos do setor de petróleo e gás, é o impacto sobre o meio ambiente. A questão ambiental afeta o setor de diferentes formas. Por um lado, existe uma preocupação diretamente com as atividades de exploração propriamente ditas. Neste caso, as críticas ao setor, no Brasil, apesar de existirem, são menores. Ressalta-se o possível impacto ambiental da exploração em águas profundas, e agora no chamado pré-sal, como em terra, especialmente na área amazônica (com a crescente exploração de gás na Região), e com o transporte do óleo produzido. Por outro lado, outro aspecto importante e que tem merecido forte

atenção diz respeito às consequências da utilização dos produtos finais do setor, em especial a questão relativa à emissão de poluentes no consumo de óleo diesel e de gasolina.

No que tange às atividades de exploração, transporte e refino e sua adequação às normas ambientais, papel de destaque é atribuído à ANP. Esta, como órgão regulador da indústria, tem entre as suas atribuições, previstas na Lei 9.478/1997, que a instituiu, a de implementar a política nacional para o setor e fazer cumprir as boas práticas de conservação e uso racional do petróleo, gás natural, seus derivados e bicombustíveis e de preservação do meio ambiente. Para a condução dos temas ambientais, a Agência conta, em sua estrutura organizacional, com a Coordenadoria de Meio Ambiente (CMA), uma unidade administrativa.

A questão se inicia na própria definição das áreas a serem ofertadas nas rodadas de licitações, que deve incorporar a consideração da variável ambiental, em cumprimento à exigência da Resolução CNPE n.º 08/2003. A Resolução determina a consideração, no processo de definição das áreas a serem licitadas, de eventuais exclusões de áreas por restrições ambientais, com base em estudos feitos pela Agência em conjunto com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e com órgãos ambientais estaduais (OEMAs). Estas análises orientam também as diretrizes ambientais, que estabelecem o nível de exigência para o licenciamento ambiental das atividades de prospecção e produção de petróleo e gás natural. Tais diretrizes são revistas a cada rodada de licitações de modo a manter as exigências atualizadas em relação às normas ambientais. O estabelecimento das diretrizes ambientais para as áreas a serem licitadas também visa à redução dos riscos na obtenção do licenciamento ambiental para as atividades exploratórias, obrigação legal após a assinatura do Contrato de Concessão entre a ANP e as empresas vencedoras nas licitações.

Os licenciamentos em geral compreendem: do ponto de vista sísmico, a licença de operação (LO) e para tal é necessário um estudo ambiental (EA) específico; para a perfuração é necessária a licença prévia de perfuração (lpper) e para esta é necessária a apresentação de um relatório de controle ambiental (RCA). Para a produção em si são necessárias a licença prévia de produção (lpro) e as licenças de instalação e operação (LI e LO), e para tal são necessários um relatório ambiental (RAA), para um campo já explorado, e um estudo de impacto ambiental (EIA/RIMA), para os campos novos.

Na medida em que a autorização para a construção e a operação de grandes empreendimentos da indústria do petróleo e gás natural pressupõe a avaliação, por parte da ANP, dos aspectos ambientais implicados nestes projetos, a Agência não pode gerir o setor sem levar em consideração os impactos ambientais. Entre os projetos recentemente examinados, destacam-se a avaliação do ensaio logístico para transporte de óleo pelo Rio Juruá e a construção dos terminais de GNL (Gás Natural Liquefeito) de Pecém (CE) e da Baía de Guanabara (RJ).

Os Editais e os Contratos de Concessão celebrados entre a ANP e as empresas vencedoras nas Rodadas de Licitações para Exploração, Desenvolvimento e Produção de Petróleo e Gás Natural, realizadas periodicamente pela ANP, preveem exigências referentes à conservação e proteção do meio ambiente. Tais exigências vêm sendo aperfeiçoadas desde a primeira rodada de licitações,

realizada em 1999, e atualizadas em atenção a eventuais alterações na legislação ambiental. A partir da oitava rodada, em 2006, critérios ambientais objetivos passaram a contabilizar pontos na qualificação técnica das empresas concorrentes. Os critérios ambientais incluíram experiência no trato de questões socioambientais para o ambiente operacional (terra, águas rasas ou águas profundas) para o qual a empresa pleiteou a sua qualificação; a comprovação de certificação de um Sistema Integrado de Gestão de SMS (Segurança, Meio Ambiente e Saúde); e a comprovação de exigências específicas de SMS no processo de aquisição de bens e serviços de terceiros. A ANP levanta informações e fiscaliza (diretamente ou por convênio) as plataformas, os dutos, os sistemas portuários ligados às atividades de pesquisa, perfuração, produção, tratamento, armazenamento e movimentação de petróleo e gás natural, mas também apura responsabilidades sobre problemas operacionais que tenham provocado danos ambientais e os encaminha aos órgãos competentes, que estabelecerão sanções, punições e outras medidas, como, por exemplo, a celebração de termos de ajustamento de conduta.

Tem merecido especial atenção de ambientalistas não apenas a questão da extração em si, mas de todo o impacto que a atividade exploradora causa, já que a questão da acessibilidade a regiões remotas e muitas vezes protegidas traz consigo o desmatamento e outras agressões ambientais. Análises de ambientalistas internacionais têm, no entanto, advertido que, apesar de conflitos com os órgãos normatizadores no Brasil existirem, a questão da extração no País está mais controlada, em função da aceitação, por parte das empresas exploradoras, dos acordos ambientais firmados com os entes reguladores quando da concessão das licenças de exploração. Isto especialmente quando comparado com outros países da Região Amazônica, como Equador e Peru.

Maiores preocupações na atualidade, contudo, dizem respeito ao transporte do gás e do petróleo e a abertura dos caminhos de acesso para as zonas de exploração da Amazônia, que causam impactos negativos no meio ambiente e na preservação da biodiversidade. O escoamento das reservas impõe a construção de milhares de quilômetros de gasodutos. O gasoduto fica enterrado a uma profundidade de, no mínimo, um metro. Seu tempo de vida útil é de 20 anos. As críticas apontam para o risco de contaminação da água e do solo e a alteração da vida das populações indígenas e ribeirinhas. A construção dos gasodutos demanda a abertura de estradas e de uma faixa de vinte metros de largura para colocação dos tubos. Muitas operações têm que ser feitas de helicóptero, abrindo clareiras na floresta para pousos e decolagens, a abertura de clareiras na floresta retira a vegetação e a camada superficial do solo, expondo-o à chuva e ao sol, o que pode provocar erosão. O desmatamento, por sua vez, implica no desaparecimento de espécies e na degradação do solo. Em função desse quadro, a Petrobras mantém um viveiro com mudas de plantas para tentar minimizar os problemas, recobrando parte das áreas.

Na questão do transporte, os problemas mais visíveis para o setor são os vazamentos de óleo. Acidentes deixam marcas por décadas, sendo a restauração longa e difícil. O petróleo, embora seja um produto natural originário da transformação de materiais orgânicos, é insolúvel em água e tem uma ação corrosiva, com efeitos difíceis de combater. A região da costa do Alasca, por exemplo, continua a apresentar até hoje problemas resultantes dos resíduos do óleo derramado pelo petroleiro Exxon Valdez, mesmo quase 20 anos depois do acidente. Em 1989, o navio liberou 42 milhões de litros de óleo no mar, contaminando uma extensão de 1.900 quilômetros. Outro acidente

importante ocorreu com o navio petroleiro Prestige, em novembro de 2002, que se transformou em um dos maiores desastres ecológicos com petróleo de que se tem notícia. Acidentes marítimos como estes deram origem, especialmente nos anos 60 e 70, às primeiras discussões sobre a responsabilidade civil e implicaram em importantes convenções internacionais a que o País está sujeito, como a International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage (CLC) e a International Convention on the Establishment of an International Fund for Compensation for Oil Pollution Damage (Fund Convention).

No Brasil, o último derramamento de grandes proporções ocorreu em 2000, no Rio de Janeiro, quando foram lançados 1,3 milhões de litros de óleo cru na águas da Baía de Guanabara. Depois do acidente na Baía de Guanabara, em 2000, a Petrobras iniciou a implementação do Programa de Excelência em Gestão Ambiental e Segurança Operacional - Pégaso. O objetivo foi criar padrões internacionais de segurança e proteção ambiental na empresa. Foram instalados nove centros de defesa ambiental no País. Esses centros funcionam como uma espécie de corpo de bombeiros contra vazamentos de óleo, com profissionais de prontidão 24 horas, barcos, balsas, recolhedores e milhares de metros de barreiras de absorção e contenção de óleo. Além disso, a Petrobras mantém embarcações especializadas no controle de vazamentos na Baía de Guanabara, no litoral de Sergipe e no canal de São Sebastião, em São Paulo. Segundo a Empresa, suas unidades no Brasil têm Certificação ISO 14001, que exige a manutenção de sistemas de monitoramento do impacto de suas atividades.

Outra preocupação é com os produtos finais da cadeia. O uso do petróleo e seus derivados é, juntamente com uso do carvão, um dos principais alvos de críticas e tem, em parte, explicado as alterações na matriz energética mundial, com aumento de energia proveniente de outras bases com insumos renováveis como metanol, energia hidrelétrica, solar, eólica, nuclear, etc. Se o petróleo tem um impacto negativo, a comparação pode ser favorável ao gás natural, cujos derivados têm sido mais bem recebidos do ponto de vista ambiental. Neste ponto, também existe, talvez, a questão que está mais em voga atualmente relativa ao setor de petróleo, mais particularmente ao seu refino: a pressão para se aprimorar a produção dos derivados do petróleo tornando-os menos agressivos ao meio ambiente. Assim, no plano de investimentos do setor na área de refino, estão previstos esforços neste sentido, mas vale ressaltar que os indicadores de dessulfurização dos derivados brasileiros ainda estão bastante aquém dos de países europeus, por exemplo, e dificilmente se conseguirá a adaptação por parte do refino brasileiro às leis ambientais prevista para o setor. Até janeiro de 2009, a emissão de poluentes decorrente do uso de derivados de petróleo, em especial de óleo diesel, deveria, por lei, sofrer fortes reduções.

A normativa do Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente), de 2002, prevê que a emissão de poluentes decorrentes do uso de derivados do petróleo, em especial do óleo diesel, nas grandes cidades brasileiras, deverá se limitar a 50 pmm (partículas de enxofre por milhão). Atualmente, este número no Brasil é estimado entre 500 a 2.000 ppm, dependendo da região e do tipo de produto, e a perspectiva de se atingir a norma no próximo ano, tanto por parte da Petrobras como do setor automotivo (que também necessita promover ajustes), é distante, merecendo assim fortes críticas, dado o tempo que já foi dado para que fossem feitas as adaptações. Um detalhe interessante é que as normas nos países europeus se tornarão também em 2009 mais severas, prevendo o limite de 10 ppm.

Atualmente, a atenção está se concentrando sobre os indicadores referentes ao óleo diesel, porém a gasolina nacional também é objeto de crítica, já que é considerada “pouco refinada” e geradora excessiva de emissões poluentes. Pela portaria 309 da ANP, de 2001, a gasolina nacional pode conter no máximo 30% de olefinas e 45% de compostos aromáticos por unidades de volume, além do teor de enxofre permitido ser de 1.000 ppm. Estes níveis são criticados pelos ambientalistas e são superiores aos de países europeus e de alguns estados norte-americanos, como a Califórnia, que permite no máximo 4% de olefinas e 22% de compostos aromáticos, além de limitar a emissão de enxofre a 15 ppm.

4.6 Energias Renováveis

As energias renováveis aqui analisadas compõem um grupo de suprimento de vetores energéticos desenvolvidos em função do menor impacto ambiental na sua geração e por trabalhar com insumos não finitos. Os impactos ambientais observados neste grupo estão relacionados predominantemente ao processo industrial de construção de seu maquinário de operação, como as turbinas, hélices e baterias, etc, sendo pouco relevantes os impactos ambientais durante o processo de operação das instalações de geração de energia.

4.6.1 Centrais de Geração Eólica de Energia

Trata-se de uma das tecnologias de geração de energia de menor impacto ambiental, juntamente com as hidroelétricas e usinas fotovoltaicas. Comparado com o impacto ambiental das fontes de energia tradicionais, o impacto ambiental da energia eólica é relativamente menor. Tomando como base uma análise de ciclo de vida completa, estes impactos derivam dos materiais e energia usados na fabricação das pás dos geradores, e no combustível necessário ao seu transporte, instalação e manutenção ao longo da vida útil. Uma usina eólica não emite gases de efeito estufa ou outro poluente atmosférico qualquer. Há relatos de mortalidade de aves e morcego em turbinas eólicas como existe em torno de outras estruturas artificiais, cujo impacto ecológico pode ou não ser significativo, dependendo das circunstâncias específicas. É o caso, por exemplo, da instalação de usinas eólicas em rotas de pássaros migratórios. Há que se destacar a poluição visual e a emissão de ruído acústico de baixa frequência devido aos geradores eólicos. Embora tais efeitos sejam de natureza subjetiva, seus impactos em atividades como o turismo e o comércio são significativas.

Figura 42: Vistas da Usina Eólica Pedra do Sal em Parnaíba/PI.

Fonte: Diagonal (Setembro de 2013)

4.6.2 Centrais de Geração Fotovoltaica de Energia

Os potenciais impactos ambientais associados à energia solar - uso do solo, uso da água, bem como a utilização de materiais perigosos na fabricação - pode variar muito, dependendo da tecnologia. Dependendo de sua localização, instalações solares de maior escala podem impactar na degradação do solo, perda de área agricultável e perda de habitat. Os requisitos totais de superfície variam de acordo com a tecnologia, a topografia do local, e a intensidade do recurso solar. As estimativas para os sistemas fotovoltaicos utilitários variam de 3,5 a 10 hectares por megawatt no Brasil. As células solares fotovoltaicas não usam água para a geração de eletricidade, ao contrário das usinas termo-solares. No entanto, uma análise do ciclo de vida completo mostra que, quantidades significativas de água são usadas na fabricação de componentes fotovoltaicos. O processo de fabricação de células FV inclui alguns materiais perigosos, a maioria dos quais são usados para limpar e purificar a superfície do semicondutor. Estes produtos químicos, semelhantes aos usados na indústria de semicondutores em geral, incluem ácido clorídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido fluorídrico, o 1,1,1-tricloroetano e a acetona. A quantidade e o tipo dos produtos químicos utilizados depende do tipo de célula, a quantidade de limpeza que é necessária, e o tamanho do substrato de silício. Os trabalhadores também enfrentam riscos associados à inalação de pó de silício. Enquanto não há emissões de gases de efeito estufa associados à geração FV, há emissões associadas com outras etapas do ciclo de vida, incluindo a fabricação de componentes, transporte de materiais, instalação, manutenção e descomissionamento.

4.6.3 Centrais de Termoelétrica a Gás Natural

Os principais impactos atribuídos à geração termoelétrica decorrem da emissão de gases de efeito estufa (CO₂) e poluentes de ação local como SO_x, NO_x que, num raio de até 25km podem causar doenças respiratórias, além de o processo de fotossíntese, o equilíbrio de minerais e micronutrientes nas plantas. Outro aspecto importante é a aceleração de fenômenos de corrosão em estruturas civis devido à acidificação das chuvas. É importante destacar que o gás natural (metano) é o combustível de menor índice de emissão por unidade de energia térmica gerada (tonCO₂/MJ)

relativamente a outros combustíveis fósseis como o carvão e óleos pesados. As emissões de NO_x estão vinculadas à uma operação ineficiente (altas temperaturas de combustão) ao passo que as emissões de SO_x decorrem de impurezas. Outra fonte potencial de impactos são vazamentos de metano na sua extração, transporte em dutos e em reservatórios, cujo efeito de absorção de radiação solar é 62 vezes maior que o do CO₂ em um período de 20 anos, embora sua meia vida na atmosfera seja significativamente menor. A rejeição de calor no ambiente devido a uma eficiência de conversão limitada pela segunda lei da termodinâmica pode, em algumas circunstâncias, alterar a temperatura média e produzir alterações na flora e fauna local.

4.6.4 Biorrefinarias

Os principais impactos causados por uma biorrefinaria, entendido como um sistema agro-industrial, decorrem do cultivo intensivo do insumo vegetal (cana-de-açúcar, cana-energia, eucalipto, capim elefante, etc.), bem como da sua conversão industrial em compostos químicos de valor comercial (biosolventes, bioplásticos, etc.) e vetores energéticos (eletricidade, etanol e biodiesel). Quanto a uma agricultura intensiva, além das questões decorrentes do uso da terra, a utilização de adubos e o combustível necessário ao maquinário agrícola constituem as principais fontes de emissão de gases de efeito estufa. No que concerne à atividade industrial, são significativas as emissões de metano associados à degradação das vinhaças (resíduos da destilação).

4.7 Educação, Cultura, Ciência e Tecnologia

Os impactos ambientais relacionados ao desenvolvimento da atividade dos segmentos Educação e Cultura se vinculam predominantemente ao meio urbano. Não somente pelo fato de que é o meio urbano em que se concentra a maior parte da população, também pela característica de atração e aglutinação de investimentos. Portanto, tendem a ser mais desenvolvidos e ofertados nas cidades de maior porte.

Afora o segmento da educação formal básica que guarda o princípio da universalidade, acontecendo em todos os municípios piauienses, tanto em áreas urbanas como nas rurais, os demais segmentos destas atividades - o ensino técnico e o universitário, os equipamentos de cultura e pesquisa – tendem a se concentrar nas cidades maiores e naquelas que se constituem em polos regionais de maior ou menor dimensão.

A concentração de investimentos em Educação e Cultura é um importante elemento de fortalecimento de polaridades regionais, atraindo um fluxo crescente, periódico ou sazonal, de população fixa ou flutuante. Neste sentido é que esse aumento do número de estudantes e de fluxo populacional pode colaborar para o agravamento de impactos socioambientais no meio urbano, mas com reflexos também no meio rural. Dentre eles podem ser destacados:

- Aumento do volume e concentração de resíduos sólidos que, quando dispostos em lixões, são altamente poluidores do lençol freático, do solo e do ar.
- Aumento do volume de efluentes sanitários despejados in natura nos corpos d'água,

agravando a poluição dos recursos hídricos, e demandando investimentos maiores em tratamento de esgoto.

- Disputa por infraestrutura urbana e serviços básicos, aumentando filas no atendimento, perturbação do tráfego, redução da segurança, risco de acidentes
- Outros problemas sociais como a descaracterização da cultura local e alteração de modos de vida tradicionais.

De outro lado, o bom desenvolvimento destes setores é fundamental para o fortalecimento de um saber ambiental que valorize a preservação do meio ambiente e da cultura local. O desenvolvimento de uma cultura de saneamento ambiental e de proteção dos ecossistemas locais passa, certamente, por uma forte presença de ações de educação ambiental, de pesquisa, de discussão e de divulgação desses valores na sociedade local .

4.8 Arranjos Produtivos Locais

4.8.1 Extrativismo Vegetal da Carnaúba

Os impactos ambientais relativos à cadeia da produção de cera de Carnaúba estão diretamente ligados ao manejo inadequado deste tipo de extrativismo vegetal. Começam pelo corte indiscriminado de folhas durante a safra, o que ocasiona a redução drástica da área foliar, contribuindo para a redução da taxa fotossintética. Consequentemente, têm-se a redução do seu suprimento nutricional e de sua função transpiratória, ocasionando distúrbios fisiológicos durante a época mais crítica do ano, a estação seca. Esta prática tende a tornar o carnaubal menos produtivo a cada ano (Gomes et al, 2006).

Um segundo fator está ligado às quedas nas taxas de regeneração e propagação natural dos carnaubais, ocasionada por práticas agrícolas e de manejo também rudimentares, que levam a uma redução progressiva na população de carnaubeiras. As principais causas que concorrem para isso são:

- A exploração indiscriminada e não seletiva das plantas na fase de reprodução. Essa exploração coincide com a época de corte das folhas, quando ocorre a destruição da quase totalidade das inflorescências ou "cachos" de frutos, ainda imaturos, que são cortados juntamente com as folhas, fato que inviabiliza a propagação natural da planta, que ocorre exclusivamente por sementes.
- A presença de animais domésticos (bovinos, caprinos, ovinos e suínos), que são criados pelos fazendeiros, de forma extensiva nas áreas de carnaubais, que contribuem para a destruição dos frutos maduros encontrados sobre o solo e das plântulas em germinação ou já nascidas.
- As queimadas, uma prática agrícola rudimentar ainda existente nas áreas rurais de boa parte do Brasil, continuam a ocorrer com frequência no Piauí. Esta prática tende a eliminar as plantas mais jovens, devido ao profundo dano em seus tecidos, provocando um raleamento do carnaubal. Além disso, contribui para a degradação da camada fértil do

solo, afetando a estrutura física, química e microbiológica dos solos (Gomes et al, 2006).

Corrigidos esses problemas, por meio de pesquisa e extensionismo rural adequados que aprimorem as práticas ligadas ao extrativismo vegetal da Carnaúba, e garantam a sobrevivência e a sustentabilidade deste recurso natural, a atividade extrativista é de baixo, ou quase nulo, impacto ambiental. Deve-se acrescentar aqui que essa melhoria das técnicas de manejo devem abranger também a segurança dos trabalhadores que operam as ações de corte e retirada das folhas, um impacto socioambiental importante a não ser desprezado.

Quanto ao processo industrial de produção de cera de carnaúba, essa atividade também apresenta, em geral, um baixo impacto ambiental. A maior parte está ligada a questões de ecoeficiência da atividade industrial, e se refere ao consumo de energia necessário ao processamento da produção. Observa-se, ainda no Piauí, um grande consumo de lenha e relativo consumo de diesel como fonte de energia nesta produção. No entanto, a atividade mostra um amplo grau de eficiência no uso de energia elétrica. Apesar de utilizar muitos materiais e formar grande quantidade de resíduos, esses materiais em sua maioria são renováveis, reutilizáveis e de baixo impacto ambiental. O grande consumo de água (por kg de cera produzida) é outro fator que prejudica a ecoeficiência da produção industrial da cera, sendo necessárias medidas de contenção (Gomes et al, 2006).

Figura 43: Carnaubais associados a pastagem.



Fazenda entre Campo Maior e Piripiri.

Fonte: Diagonal (Setembro de 2013)



Fazenda em Alto Alegre.

Figura 44: Fazendas com carnaubais na região de Picos.



Fazenda com Carnaubal, entre Oeiras e Santa Cruz do Piauí, apresentando corte indiscriminado de folhas.

Fonte: Diagonal (Setembro de 2013)



Folha de Carnaúba secando ao sol. Fazenda entre Santa Cruz do Piauí e Paquetá (Região de Picos)

Outro fator local que atenua os impactos ligados à agroindústria da cera de carnaúba é que, como as agroindústrias estão estrategicamente localizadas nas regiões de maior produção do pó de carnaúba, e essa produção ocorre em áreas de baixa densidade populacional, não concorre para pressionar os recursos e serviços ambientais nessas regiões. As únicas exceções são Teresina e Parnaíba, municípios que contam com indústria de cera de carnaúba. Os demais municípios que processam o pó de carnaúba são: Esperantina, Piripiri e Picos, que contam, desde 2004, com indústria moderna, as quais incluem no processo de produção a clarificação da cera por meio de produtos químicos. Campo Maior possui indústria tanto moderna como tradicional; e Pedro II apenas indústria tradicional (Gomes et al, 2006, p.20).

Figura 45: Fazendas com carnaubais na região de Piripiri com solo em processo de degradação.



Associação entre carnaubal, pastagem e evidências de prática de queimadas.

Fonte: Diagonal (Setembro de 2013)



Solo exposto em carnaubal e sem presença de plantas jovens.

4.8.2 Apicultura

A apicultura é uma atividade econômica de baixo impacto ambiental e se associa eficazmente com a produção agrícola, com a vegetação nativa e, sobretudo, com as áreas de preservação ambiental. As abelhas atuam como polinizadoras naturais tanto das espécies nativas como também das cultivadas, contribuindo assim para a preservação da biodiversidade e equilíbrio dos ecossistemas.

Assim, os impactos ambientais relativos à apicultura estão associados a condicionantes externas à atividade, sobretudo no que concerne ao uso de agrotóxicos na lavoura e à redução das áreas vegetadas com espécies melíferas, tanto nativas (no caso os cerrados e caatingas) como das espécies agricultáveis.

As abelhas melíferas são criadas em áreas onde haja abundância de plantas produtoras de néctar, conseqüentemente, depende das floradas de cada estação do ano. Os maiores produtores tendem a estabelecer suas colmeias em zonas de agricultura intensiva, já que não é comum cultivar plantas para a produção de mel. Nesse sentido, as regiões com grandes extensões de vegetação nativa preservada, com elevado grau de biodiversidade como os cerrados e caatingas, podem servir como fonte de abastecimento da produção melífera. Entretanto, o desmatamento dos biomas nativos proporciona uma redução de área de insumos para a apicultura, sobretudo aqueles derivados de ecossistemas naturais e biodiversos.

Nas áreas de agricultura intensiva o conflito se estabelece a partir do uso de agrotóxicos, em especial a classe de pesticidas dos neonicotinoides, que afetam o sistema de memória e capacidade de navegação das abelhas, causando a morte das mesmas.

A apicultura migratória ou móvel é uma modalidade que visa atenuar os efeitos do desmatamento, das secas prolongadas e do uso de agrotóxicos, pois ela se fundamenta na mudança de conjuntos de colmeias (apiários) de uma região para outra acompanhando as floradas, com vistas à produção de mel e para a prestação de serviços de polinização. Para o desenvolvimento desta modalidade de exploração altamente especializada, se torna necessária uma tecnologia adequada, complementada também por equipamentos apropriados para facilitar a manipulação das colmeias, permitir fácil transporte e proporcionar a necessária resistência para os constantes deslocamentos das colmeias.

Embora essa prática colabore para a produtividade de culturas comerciais, em especial a da fruticultura, pois facilita a polinização dos pomares, de outro lado produz algumas externalidades vinculadas a: (i) o stress das colmeias, e o conseqüente aumento da mortalidade das abelhas, derivada tanto do excesso de transporte como pelo aumento exagerado da produtividade; e (ii) a redução da biodiversidade da flora pela tendência à homogeneização dos vetores de polinização, para o caso dos biomas nativos.

4.8.3 Cajucultura

A cadeia da cajucultura pode ser considerada como de baixo impacto ambiental sobre os recursos naturais nos territórios onde se desenvolve. Em geral, no processo de produção agrícola da fruta, são utilizados poucos defensivos agrícolas, pesticidas ou agrotóxicos, mesmo pelo fato da predominância de pequenos produtores e do alto custo destes defensivos, não absorvidos no custo de produção e comercialização (OLIVEIRA e IPIRANGA, 2009).

Considerando que a produção de caju se dá predominantemente sob clima semiárido, os pomares colaboram para o sombreamento do solo e para a manutenção de microclimas locais menos inóspitos, além de proporcionar a presença de folhas verdes perenes durante a estação seca.

O principal impacto ambiental relacionado a essa cadeia produtiva diz respeito à obtenção de um produto derivado (resíduo), o LCC – Líquido da Castanha de Caju. No processamento industrial da castanha de caju se obtém a amêndoa, a casca e o LCC. Cada tonelada de castanha gera 210 kg de amêndoa, 125 kg de LCC e o restante, 54%, são tortas residuais utilizadas como combustível para caldeiras.

O LCC, presente na casca da castanha, é obtido por prensagem mecânica, do tipo prensa expeller, e/ou química (extração por solvente). Trata-se de um produto de grande valor comercial que não tem sido plenamente aproveitado, sobremaneira nas mini-fábricas apoiadas pelos programas da Fundação Banco do Brasil (FBB), devido à necessidade de investimento em equipamentos específicos.

É um componente que contém compostos fenólicos de alto potencial poluidor. A disposição inadequada, tanto do LCC quanto da casca, provoca impactos no solo e, dependendo das características do solo e relevo da região, pelo escoamento superficial e lixiviação pode causar poluição das águas superficiais e subterrâneas, escassas na região (ROSA et al, 2002). Nesse sentido, cabe aos órgãos ambientais do estado a fiscalização das agroindústrias instaladas sobre as áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças, que afloram na região de Picos (TD 6 e 7), a região de maior produção do Estado, mas também na região de Piripiri e Buriti dos Lopes (TDs 1 e 2).

Mesmo quando o líquido não é extraído e permanece junto à casca, também torna-se um fator de risco ambiental, dada a sua causticidade, podendo poluir caso a sua disposição final sobre o solo seja feita de forma inadequada.

A FBB realiza, em conjunto com o Serviço Brasileiro de Apoio as Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a organização Unitrabalho, o Projeto de Minifábricas de Castanha de Caju nos Estados da Bahia, Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte. O projeto recuperou e implantou minifábricas de castanha de caju, além de montar módulos agroindustriais para seleção, classificação e exportação da amêndoa. As minifábricas implantadas no Piauí estão localizadas nos seguintes municípios: Monsenhor Hipólito, Jaicós, Picos, Pio IX, Vila Nova do Piauí, Campo Grande do Piauí, Santo Antônio de Lisboa, Francisco Santos, Itainópolis (TD 6); Ipiranga do Piauí (TD 5) e Altos (TD 3) (FBB, 2010).

Figura 46: Elementos da cadeia da cajucultura na região de Picos (BR 230 entre Picos e São Julião).



Cajueiros em fazenda à margem da BR 230.

Fonte: Diagonal (Setembro de 2013)



Fabrica da Pitiguary (polpa de caju).

Figura 47: Aspectos da comercialização de caju na região de Picos.



Barracas para venda de castanha de caju e outros produtos às margens da BR 316, Picos.

Fonte: Diagonal (Setembro de 2013)



Barracas na BR 316, município de Dom Expedito Lopes.

Figura 48: Aspectos da produção e comercialização de caju na região de Picos.



Os pomares de cajueiro (ao fundo) marcando a paisagem da caatinga, município de Dom Expedito Lopes.

Fonte: Diagonal (Setembro de 2013)



Semiárido visto a partir da BR 407, entre Jaicós e Patos do Piauí. Notar os únicos elementos com folhas verdes – cajueiros e carnaúbas.

4.8.4 APL de Carcinicultura

A carcinicultura vem se tornando uma atividade econômica importante na pauta de exportação da economia brasileira. O Brasil ocupava em 2004 o 6º lugar na produção mundial de camarão em cativeiro, e se tornou o maior produtor da América Latina, sendo que a carcinicultura já ocupava o segundo lugar na pauta das exportações do setor primário da economia da Região Nordeste, atrás apenas da produção de açúcar. (IBAMA, 2005).

No Piauí o cultivo de camarão marinho é desenvolvido nos municípios de Cajueiro da Praia, Luís Correia, Parnaíba, Ilha Grande do Piauí, Cocal e Bom Princípio, ocupando uma área alagada de 698 ha, sendo 97% de água marinha e 3% de águas interiores. Em 2011, o Piauí contava com 13 fazendas com produção de camarão, a maioria situada na região litorânea, ocupando cerca de 800 hectares. Segundo estimativas do setor, apenas 8% da área com potencial de exploração é utilizada, restando ainda 9.200 hectares de estuários próprios para o desenvolvimento da carcinicultura nos municípios de Luís Correia, Cajueiro da Praia e Parnaíba. Estima-se que 88% dos produtores do Piauí se utilizam de tecnologias de ponta e o restante (12%) está começando a se adequar, fazendo parcerias com empresas de grande porte.

Na Figura 49 pode-se observar a principal área do estado com produção de camarão e a área abrangida pelos viveiros, que ocupam predominantemente os setores de apicuns e manguezais dos estuários das bacias difusas do litoral.

Figura 49: Imagem do litoral leste do Piauí, Município de Cajueiro da Praia, com destaque para as áreas dos viveiros de produção da carcinicultura.



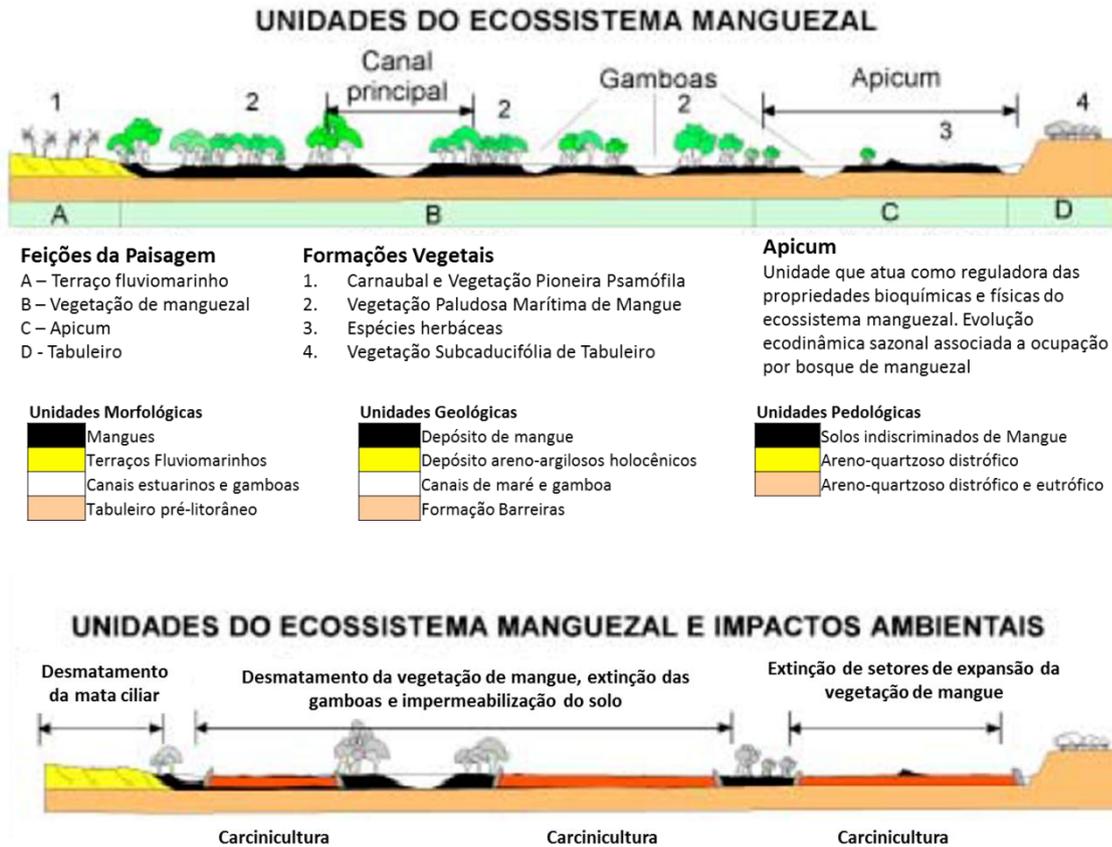
Fonte: Imagem do Google Earth, com informações adicionadas/Diagonal.

Os principais impactos ambientais da carcinicultura sobre o meio ambiente se dá predominantemente sobre a vegetação dos mangues. O quadro da Figura 50 ilustra como se estrutura o ambiente dos manguezais e em quais compartimentos a carcinicultura ocorre.

De forma geral, estão descritos a seguir os efeitos da carcinicultura sobre o ambiente dos manguezais e as externalidades produzidas sobre os recursos aquáticos:

- Efeitos sobre a Vegetação: desmatamento da vegetação de mangue e de carnaubal.
- Efeitos sobre a água e flora aquática: lançamento de efluentes que alteram a biodiversidade e as atividades de subsistência associadas à mariscagem e à pesca. Provocam, também, a salinização do aquífero.
- Efeitos sobre o solo e compartimentos ambientais:
 - a) Apicum: Supressão de unidade do ecossistema manguezal para implantação de viveiros de camarão, que tem a função reguladora das propriedades sedimentológicas, bioquímicas e abióticas do ecossistema manguezal, e de produção de nutrientes. Essa extinção ou redução de área dos apicuns provoca o bloqueio trocas laterais entre o manguezal, canais de maré e apicuns.
 - b) Gamboas: soterramento e extinção das gamboas e canais de marés responsáveis pela drenagem do manguezal, produção e distribuição de nutrientes, áreas de reprodução e abrigo de fauna; condutoras das sementes que propagam a vegetação de mangue.

Figura 50: Unidades do ecossistema de Manguezais e impactos ambientais da carcinicultura.



Fonte: Adaptado de IBAMA, 2005.

As principais causas e efeitos das ações relacionadas aos impactos ambientais da carcinicultura em todas as fases de vida de um empreendimento típico estão relacionadas no Quadro 4.

Quadro 4: Causas e efeitos de ações relacionadas aos impactos ambientais da carcinicultura (modificado de PAEZ-OZUMA, 2001).

Fase	Causas	Efeitos
Implantação	Destruição de áreas úmidas (mangues e alagados salinos)	Perda de habitats e áreas berçário; erosão costeira; redução na captura de espécies comercialmente importantes; acidificação; alteração nos padrões de drenagem de água.
	Conversão de áreas agricultáveis	Salinização do solo e alteração nos padrões de drenagem de água
	Conversão de planícies salinas	Alteração nos padrões de drenagem de água
Operação	Captura de larvas na natureza*	Declínio nos estoques nativos e em sua biodiversidade; redução na captura de espécies comercialmente importantes.
	Descarte de efluente dos viveiros	Deterioração da qualidade da água no corpo receptor (depleção de oxigênio, redução de luminosidade; alterações na macrofauna bentônica; e eutrofização)
	Escapes de indivíduos dos viveiros	Introdução de espécie exótica, competição, destruição de habitats, predação.
	Introdução e disseminação de doenças	Quebras de produção e infecção de populações nativas.
	Descarte de substâncias químicas	Resistência a patógenos e efeitos desconhecidos em espécies que não a espécie-alvo
	Intrusão de água salina	Contaminação de aquíferos subterrâneos
	Disposição de sedimentos	Lançamento de nutrientes, carga orgânica e substâncias químicas no ambiente.
	Uso excessivo de água	Competição com outros usuários de água
Pós-operação	Abandono de área	Competição com outros usos por espaço

* - Não se aplica ao Brasil, pois a espécie cultivada (*Litopenaeus vannamei*) é exótica e as larvas são produzidas em laboratório. Fonte: IBAMA, 2005.

4.8.4 APL de Gemas (Opalas)

A opala é uma gema constituída de minerais que apresentam um característico jogo de cores. A Austrália foi, durante décadas, praticamente o único produtor. Atualmente o Brasil é o principal produtor mundial. As mais importantes jazidas de opala do Brasil estão localizadas nos municípios Buriti dos Montes e Pedro II, estado do Piauí, e são exploradas desde 1930. Em Pedro II são cerca de 30 minas, entre ativas e inativas, e a maior e mais importante é a da fazenda Boi Morto (MILANEZ & PUPPIN, 2009).

A atividade de exploração mineral da Opala em Pedro II é realizada na forma de garimpo e pequenas minas. Em 2005 a atividade foi objeto de projeto de revitalização e dinamização por meio da constituição do Arranjo Produtivo Local (APL) de Opala de Pedro II, pois apresentava baixo nível de eficiência tecnológica e econômica e ocasionava impactos socioambientais, como a degradação de áreas de vegetação e prejuízos a atividades agropecuárias (CETEM, 2011).

A principal característica deste tipo de exploração mineral de pequeno porte, realizada por meio de garimpos e pequenas minas de gemas e de minerais não-metálicos, é a dificuldade dos órgãos ambientais em garantir o licenciamento da atividade e a mitigação dos impactos ambientais, que são bastante diferentes daqueles produzidos pela grande mineração de minerais metálicos, no país e no mundo.

Embora a mineração artesanal de gemas não utilize produtos químicos no processo de extração e, normalmente, ocorre em pequena escala, fato que em princípio tornaria o controle e a mitigação de impactos ambientais mais simples, é por esse mesmo motivo que, muitas vezes, essas atividades de pequena mineração tendem a ser consideradas não prioritárias pelos órgãos ambientais, que praticamente não fiscalizam esses empreendimentos.

Entretanto, considerando-se que existe uma grande quantidade de pequenos empreendimentos, o impacto total torna-se significativo e ocorre de forma bastante extensiva. Os impactos mais comuns causados por esse tipo de atividade são:

- sobre a vegetação: o desmatamento das matas de galerias (APPs);
- sobre os recursos hídricos: inclui a alteração do curso de corpos d'água para acesso às jazidas, o assoreamento de rios e a redução da qualidade da água, sempre a jusante do empreendimento; e
- sobre a paisagem: embora localizada, provoca uma degradação geral da paisagem, devido à produção de buracos, cavas e túneis.

Apesar de estes impactos serem de fácil solução do ponto de vista técnico, historicamente, as empresas e cooperativas de garimpo não têm adotado ações preventivas ou corretivas para resolvê-los (MACEDO et al, 2003, apud MILANEZ & PUPPIN, 2009).

Além destes impactos ambientais a atividade de garimpo também tende a produzir impactos sociais importantes, sobretudo nas proximidades de cidades de pequeno porte, uma vez que a descoberta de jazidas minerais facilmente acessíveis atraem garimpeiros de diferentes regiões. Essas ondas migratórias aumentam a pressão sobre a infraestrutura e serviços urbanos (em especial moradia, sistema de saúde e saneamento), podendo, também, intensificar os problemas quanto a violência, o uso de álcool e drogas e a prostituição (MIRANDA et al, 1997 apud MILANEZ & PUPPIN, 2009).

Em Pedro II, apesar dos garimpos da cooperativa e de alguns garimpos autônomos terem obtido as licenças ambientais, no escopo das ações da APL, segundo MILANEZ & PUPPIN (2009), ainda continuam a ocorrer práticas que não estão em conformidade com a regulamentação. Dois aspectos parecem ser mais relevantes e persistentes: o impacto sobre os recursos hídricos e a recuperação das áreas degradadas.

Em relação aos recursos hídricos os impactos a jusante dos garimpos ocorreram em face da disposição inadequada dos rejeitos e pela modificação do curso do rio. Quanto ao primeiro caso, rejeitos da exploração do Garimpo do Boi Morto, dispostos de maneira inadequada, poluíram o Riacho do Miguel, afluente do Rio dos Matos que abastece pequenos produtores rurais e as cidades de Lagoa de São Francisco e Piripiri. Uma barreira de contenção entre a mina e o rio foi construída para minimizar o problema. Um exemplo do segundo caso ocorreu na região do garimpo da Roça, onde o rio já teve seu curso modificado diversas vezes pela ação dos garimpeiros.

A recuperação de áreas degradadas é também um processo moroso junto aos garimpeiros. O fechamento das cavas abertas por meio da utilização do antigo material de rejeito da mina de Boi Morto foi interrompido, em face da tentativa de sua transformação em agregado para a construção civil, como forma de aumento da renda dos garimpeiros. Caso essa alternativa se mostre técnica e economicamente viável, será preciso que se desenvolvam outras estratégias para a recuperação das áreas lavradas (MILANEZ & PUPPIN, 2009).

O reflorestamento nesta mesma mina esbarra na ora na falta de pessoal, ora na constante invasão da área pelas cabras que comem as mudas. O Garimpo da Roça em 2009 encontrava-se altamente degradado e sem notícia de existência de uma plano de recuperação. Segundo MILANEZ & PUPPIN (2009), aparentemente, essa questão ainda não parecia ser considerada uma prioridade pelos garimpeiros, devendo ser mais discutida pela equipe do APL e pelos órgãos ambientais.

Figura 51: Riacho e garimpo Boi Morto em Pedro II.



Fonte: Google Earth – Panorâmio – por Izvlab Mendes.

5. COMPATIBILIDADE AMBIENTAL ENTRE O POTENCIAL PAISAGÍSTICO E ATIVIDADES ECONÔMICAS POR MACRORREGIÃO DE DESENVOLVIMENTO.

5.1 Potencialidades e Fragilidades dos Recursos Naturais do Estado

Neste capítulo são apresentadas as principais potencialidades e fragilidades do território do Piauí referentes aos quatro grupos de matrizes naturais: relevo/solo, clima, água e bioma (vegetação). Como se pode observar nas figuras 52 e 53, que sintetizam, na forma de quadro, as principais potencialidades e fragilidades do território do Piauí, o estado apresenta uma grande gama de fatores positivos à ocupação e à expansão de atividades econômicas, não somente por suas condições físicas à ocupação (relevo, solo, clima) como também pelos recursos naturais passíveis de exploração econômica (minérios, água, vegetação, etc).

Figura 52: Potencialidades principais referentes à cada matriz dos recursos naturais do Piauí

Relevo - Solo	Clima	Água	Bioma (Vegetação)
Poucas restrições (áreas de maiores declividades)	Insolação: favorável à energia solar em todas as MRs	Subterrâneo: grande potencial na bacia Sedimentar (abastecimento público, água mineral, irrigação)	Grande diversidade de recursos ecológicos (ecótonos) – Litoral e zonas de transição
Áreas com maiores restrições têm potencial para Unidades de Conservação e Turismo	Insolação: favorável para a agricultura (duas safras)	Superficiais: Oeste – rios perenes Leste: Rios intermitentes	Existência de grandes extensões de cerrados, caatingas e carnaubais preservados (ainda intactos)
Grande Potencial Mineral	Ventos: favorável a energia eólica (TD 1 – Litoral)	Superficiais: Oeste – disponibilidade (navegação/irrigação) Leste: Déficit (represamentos)	Expressivas áreas de biomas protegidos (mangues, cerrados e caatingas)
	Pluviosidade: favorece a agricultura (Cerrados e Meio Norte)		Potencial de uso sustentável dos recursos (extrativismo vegetal – cocais, apicultura, indústria de fármacos, etc)

Fonte: Adaptado de ZEE do Estado do Piauí. Elaboração Diagonal.

Quanto às fragilidades, a mais considerável é aquela relativa a uma condição natural de clima, e se refere ao território sob o clima semiárido que condiciona a um déficit hídrico considerável, mas que pode ser revertido a partir de um melhor aproveitamento dos recursos hídricos sazonais existentes. Embora esses recursos hídricos do estado sejam consideráveis, é a sazonalidade e a baixa reservação em barragens que condicionam a carência em determinados momentos e os conflitos de uso localizados.

Outra fragilidade relevante ter a ver com a ainda baixa densidade da ocupação econômica do território e a existência de grandes remanescentes de vegetação nativa dos cerrados, caatingas e seus ambientes de transição. A partir da expansão de determinadas atividades, sobretudo as ligadas ao setor agropecuário e silvicultura, é que crescem o desmatamento e a destruição destes biomas nativos, merecendo a atenção dos órgãos públicos na regulação e na identificação e estabelecimento das áreas mais significativas a serem objeto de preservação.

Figura 53 : Fragilidades principais referentes à cada matriz dos recursos naturais do Piauí

Relevo - Solo	Clima	Água	Bioma (Vegetação)
Riscos de desertificação / arenização (Sul do Estado)	Baixa Pluviosidade: prejudica a agricultura e pecuária no Sertão – Caatinga (déficit hídrico)	Conflito: irrigação x navegação	Desmatamento expressivo nos Cerrados
Solos Rasos (litólicos) nas MRs Meio Norte e Semiárido	Forte sazonalidade no Cerrado e Meio Norte.	Conflito: abastecimento x navegação	Grande fragmentação do bioma da caatinga (TD 6 e 8)
		Déficit hídrico no Semiárido	Processos de desertificação
		Poluição por efluentes sanitários (TD Entre Rios e Litoral)	

Fonte: Adaptado de ZEE do Estado do Piauí. Elaboração Diagonal.

A seguir realiza-se uma síntese do cruzamento interpretativo de todas as condicionantes do território discutidas até aqui com a natureza de impactos observados frequentemente nas cadeias produtivas que se instalam em cada segmento econômico priorizado, conforme detalhado anteriormente no capítulo 4.

5.2 Condicionantes Ambientais segundo cada segmento econômico selecionado

Esta análise corresponde a uma síntese avaliativa do conjunto de informações apresentadas nos capítulos anteriores. Trata-se de uma análise ainda preliminar, que será complementada e aprofundada no processo de desenvolvimento deste trabalho, na integração das análises dos segmentos econômicos e projetos a serem elencados com as análises das condicionantes ambientais do território.

Está organizado segundo as macrorregiões de planejamento do Estado, e a avaliação é apresentada na forma de intensidade de condicionantes ou probabilidade maior de impactos ambientais, segundo as cores:

- Verde: poucas restrições ambientais.
- Amarelo: existem alguns pontos de atenção a serem verificados. Uma ou mais atividades do segmento apresentam impactos ambientais a serem avaliados e monitorados.
- Vermelho: o segmento, ou alguns de seus setores/atividades, apresentam potencial de impacto ambiental relevante ou preocupante, que devem ser avaliados e monitorados, ou a restrição à atividade é elevada.
- Cinza: quando o segmento não se aplica àquele território. Não está prevista esta atividade ou ela não tem condições de ocorrer naquele território (clima, bioma, etc).

A seguir apresenta-se quadros-resumo de condicionantes ambientais, segundo as 4 macrorregiões de planejamento, e comentários sobre os pontos de atenção e potencial de impacto observados.

5.2.1 Compatibilidade dos Segmentos Econômicos na M.R. do Litoral.

Como se pode observar no quadro da Figura 34 as maiores restrições na Macrorregião do Litoral estão relacionadas aos recursos Água e Bioma. Clima é amplamente favorável e os segmentos econômicos selecionados são pouco agressivos a este recurso natural. O relevo/solo só é mais impactado pelos segmentos do Turismo e Indústria Extrativa Mineral na forma como é realizada hoje.

Quanto a análise por segmento econômico, observa-se que é o Turismo que apresenta as maiores restrições e riscos ambientais ao território da M.R. do Litoral. Como já mencionado anteriormente, esta macrorregião é a mais complexa em termos ambientais, abrigando um mosaico fragmentado de ecossistemas específicos e que se interagem, o que torna a ocupação humana mais complicada.

Em relação ao Relevo/Solo, o segmento do Turismo causa impactos em função da tendência de expansão urbana e de atividades que ele provoca, sobretudo quando se considera a expansão do mercado imobiliário de 2ª residência já em desenvolvimento (Turismo de lazer), sobretudo no município de Luís Correia. Aliado a esse fato, o aumento do número de atividades e emprego gera uma demanda maior por moradias e a consequente expansão de loteamentos de baixa e média renda. Em face da valorização dos espaços aptos a ocupar, esses movimentos de expansão urbana tendem também a desencadear os seguintes impactos: (i) ocupação de áreas de várzeas, mangues, dunas, etc; (ii) grande movimentação de terra para aterros; (iii) verticalização e impermeabilização massiva do solo; (iv) obstrução de áreas de movimentação de dunas.

Essa expansão urbana também causa um dos impactos mais significativos no litoral que se dá sobre o bioma costeiro: trata-se da perda de biodiversidade com a eliminação de ecossistemas específicos ocasionados pelo desmatamento excessivo da vegetação litorânea de restinga, de mangues, de carnaubais e de cerrado. Por isso, a cor vermelha no quadro da Figura 54, onde se dá o impacto ambiental mais relevante do segmento, impulsionado muito mais pelo fenômeno do mercado imobiliário de 2ª residência do que pelo fluxo turístico tradicional.

Com relação à água o impacto a ser considerado, e que pode ser relevante se não bem controlado e planejado, refere-se ao aumento do consumo sazonal de água, podendo ocasionar colapsos no atendimento ou prejuízos à qualidade da água ofertada. Acrescente-se a isso o risco de poluição dos recursos hídricos de consumo e de lazer pelos efluentes sanitários, se não tratados adequadamente, incluindo o aumento sazonal da carga de efluentes.

Figura 54: Compatibilidade entre Segmentos Econômicos e Recursos Ambientais – Macrorregião Litoral

Relevo - Solo	Clima	Água	Bioma (Vegetação)
Turismo	Turismo	Turismo	Turismo (Lazer)
Indústria Extrativa Mineral*	Indústria Extrativa Mineral	Indústria Extrativa Mineral*	Indústria Extrativa Mineral
Petróleo e Gás	Petróleo e Gás	Petróleo e Gás	Petróleo e Gás
Energias Renováveis	Energias Renováveis	Energias Renováveis (biomassa)	Energias Renováveis (biomassa)
Agronegócio	Agronegócio	Agronegócio (agr. Irrig)	Agronegócio
Infraestrutura	Infraestrutura	Infraestrutura (portuária)	Infraestrutura (hidrov. e portuária)
Educação e Cultura	Educação e Cultura	Educação e Cultura	Educação e Cultura
Ciência, Tecnologia e Inovação			
APLs	APLs	APLs	APLs (pesca/carcinicultura)

Fonte: Adaptado de ZEE do Estado do Piauí. Elaboração Diagonal.

Quanto à indústria extrativa mineral os impactos derivam sobretudo da pequena indústria ligada ao fornecimento de materiais de construção (areia, argila, calcário, brita, seixo) que acarretam a abertura de valas e cavas, ou seja, feridas na paisagem, e que aceleram os processos erosivos e de assoreamento da rede de drenagem local. Não se trata, assim, da mineração de grande porte ligada aos minerais metálicos, objeto de negócios previstos na região do semiárido, e de mais fácil controle.

Para o segmento Petróleo e Gás não se aplica a essa região, pois não há evidências concretas deste potencial energético.

Com relação ao Agronegócio e Energia Renovável vinculada à biomassa, a atenção sobre impactos aos recursos água e bioma se dá pelo caráter de consumo de área que envolvem as atividades agrárias. Quanto maior a área de produção vegetal, seja da agricultura irrigada, seja dos produtos para geração de biomassa (cana de açúcar, e outros), maior será o desmatamento dos biomas do cerrado e litorâneo, e maior será o consumo de água no caso de irrigação, e possivelmente maior será o consumo de agrotóxicos no processo e o risco de contaminação dos recursos hídricos.

A infraestrutura portuária e hidroviária tende a afetar a qualidade da água, quanto maior a movimentação de embarcações, e a necessidade de área de retroporto (de apoio à área portuária) cada vez maior promove a eliminação de vegetação litorânea.

Das atividades ligadas aos possíveis arranjos produtivos locais é a carcinicultura a mais impactante, pois essa atividade necessita ocupar os sítios de várzea, alagados, mangues e apicuns, ocasionando a diminuição considerável desses ambientes e a perda de biodiversidade.

De fato, embora os segmentos econômicos analisados apresentem alguns riscos de agravamento das condições ambientais e perda de biodiversidade no processo de desenvolvimento de suas atividades, existe a possibilidade de estabelecer-se um ordenamento territorial mais incisivo e proativo que organize o uso e ocupação do espaço com a preservação de ecossistemas significativos e da qualidade ambiental dos recursos naturais.

5.2.2 Compatibilidade dos Segmentos Econômicos na M.R. do Meio Norte.

Na macrorregião Meio Norte os recursos ambientais mais sobrecarregados também são a Água e o Bioma local. Com relação ao recurso Água cada segmento afeta características diferentes do recurso, seja pelo acréscimo do uso consuntivo e disposição de efluentes (Turismo), seja pelo aumento de carga em suspensão e assoreamento dos corpos d'água (Indústria Extrativa Mineral), ou mesmo pela contaminação derivada do uso de agrotóxicos (Energias Renováveis – biomassa), ou até pelo afogamento de belezas naturais causado pela construção de barragens (Infraestrutura).

Figura 55: Compatibilidade entre Segmentos Econômicos e Recursos Ambientais – Macrorregião Meio Norte (Cocais)

Relevo - Solo	Clima	Água	Bioma (Vegetação)
Turismo	Turismo	Turismo	Turismo
Indústria Extrativa Mineral*	Indústria Extrativa Mineral	Indústria Extrativa Mineral*	Indústria Extrativa Mineral
Petróleo e Gás	Petróleo e Gás	Petróleo e Gás	Petróleo e Gás
Energias Renováveis	Energias Renováveis	Energias Renováveis (biomassa)	Energias Renováveis (biomassa)
Agronegócio	Agronegócio	Agronegócio	Agronegócio (agr. Irrig e cana, eucalipto)
Infraestrutura	Infraestrutura	Infraestrutura (barragem)	Infraestrutura
Educação e Cultura	Educação e Cultura	Educação e Cultura	Educação e Cultura
Ciência, Tecnologia e Inovação			
APLs	APLs	APLs	APLs (pesca)

* Minerais não metálicos (Classe 2 – Construção)

Fonte: Adaptado de ZEE do Estado do Piauí. Elaboração Diagonal.

Quanto ao recurso Bioma, os impactos versam predominantemente em função do tamanho da área a ser desmatada, por isso, estão geralmente vinculados aos segmentos que têm vinculação com atividades agropecuárias.

Com relação ao Relevo/Solo, apenas um segmento apresenta impacto mais significativo, estando aqui relacionado a atividade de extração da Opala, que ocorre em Pedro II, Território de Desenvolvimento 2 – Cocais. As feridas na paisagem rural e natural de Pedro II e a aceleração de processos erosivos e de assoreamento dos cursos d'água a jusante das operações são as agressões mais evidentes e documentadas. Por isso, essa atividade já vem sendo objeto de controle, embora ainda incipiente. O desenvolvimento mais incisivo desta atividade por meio de um arranjo produtivo local (APL) com apoio institucional deve observar as garantias de mitigação dos impactos e a recuperação da área pós-operação.

Com relação à Energia Renovável vinculada à biomassa, a atenção sobre impactos aos recursos água e bioma recai sobre o tamanho da área a ser ocupada, ou seja, desmatada (bioma do cerrado e mata de babaçu), e quanto ao uso de agrotóxicos com riscos de contaminação dos recursos hídricos. Caso a fonte de biomassa seja a cana de açúcar os TDs mais impactados serão o 2 – Cocais e o 4 – Entre Rios, em face da melhor adaptação deste produto às condições climáticas mais úmidas.

Quanto ao agronegócio o impacto a ser considerado de extrema relevância se relaciona também com um possível e provável aumento da supressão da vegetação das florestas mistas com babaçu, portanto, impacto também específico aos TDs 2 e 4 (Cocais e Entre Rios). Tanto o crescimento da área ocupada pela agricultura irrigada, quanto mais ainda por extensos canaviais, podem comprometer seriamente paisagem cultural característica dessa região do Piauí, imprimindo uma fragmentação muito mais intensa daquela que hoje existe. Nesse sentido, o desenvolvimento de APLs específicos nesta região deve estar associado a projetos de preservação do bioma da mata de babaçu, seja por meio da criação de unidades de conservação de proteção integral ou de uso sustentável.

Outro impacto relevante a ser considerado trata-se dos que podem ser efetivados pelo segmento Infraestrutura relativo à construção de barragens de regularização de vazão e perenização dos rios, bem como na necessária segurança hídrica na região semiárida do TD 3 – Carnaubais. Aqui se considera o afogamento do cânion do Rio Poti com a construção da barragem do Castelo. Local de expressiva beleza natural pode ser classificada como uma paisagem de exceção, conforme descrevia Aziz Ab'Saber no relato de paisagens caracterizadas pela unicidade da relação relevo-bioma, e sua não ocorrência em outras regiões brasileiras na forma como ali se dá. A potencialidade dessa paisagem para o turismo e conservação sugere a sua conversão em unidade de conservação, podendo ser encaminhada em nível estadual.

O desenvolvimento da pesca predatória, sobretudo no ecossistema das diversas lagoas existentes no TD 2 – Cocais, é um fato que hoje já causa impactos ligados ao contínuo desmatamento da vegetação protetora das matas ciliares das APPs de borda de lagos e lagoas.

5.2.3 Compatibilidade dos Segmentos Econômicos na M.R. do Semiárido.

Na macrorregião do Semiárido o recurso ambiental mais sobrecarregado é a Água, mesmo porque, naturalmente, essa região já apresenta um considerável déficit hídrico. Três segmentos econômicos merecem atenção quanto a esse recurso: o Turismo, a Indústria Extrativa Mineral e o Agronegócio vinculado à agricultura irrigada. O impacto diz respeito à disputa pelo consumo de água e pressão maior sobre a já reduzida disponibilidade. Relevo/Solo e Bioma apresentam pontos de atenção específicos e localizados e serão mencionados na sequência.

O impacto ambiental mais significativo nessa região terá relação com o segmento da Indústria Extrativa Mineral, mais especificamente em relação aos minerais metálicos. Muitos minerais metálicos tendem a ocorrer, e conseqüentemente a causar impactos, em regiões serranas, tanto no topo (caso do minério de ferro) como nas suas vertentes (caso do manganês). Assim, este tipo de mineração tende a causar um grande impacto visual na paisagem local, e que pode ser observada a distância, sobretudo porque geralmente as serras tendem a se constituir em marco referencial da

paisagem. É o que ocorre em todas as regiões brasileiras onde se têm este tipo de mineração.

Quanto maior é a densidade de ocupação humana no entorno da mina, outros impactos começam a ser sentidos (poeira, barulho, trânsito excessivo de caminhões, rebaixamento do lençol freático, etc) e, geralmente, se sobressaem a esse primeiro, que é sobretudo estético.

Figura 56: Compatibilidade entre Segmentos Econômicos e Recursos Ambientais – Macrorregião Semiárido

Relevo - Solo	Clima	Água	Bioma (Vegetação)
Turismo	Turismo	Turismo	Turismo
Indústria Extrativa Mineral**	Indústria Extrativa Mineral	Indústria Extrativa Mineral**	Indústria Extrativa Mineral
Petróleo e Gás	Petróleo e Gás	Petróleo e Gás	Petróleo e Gás
Energias Renováveis	Energias Renováveis	Energias Renováveis	Energias Renováveis
Agronegócio	Agronegócio	Agronegócio (agr. Irrig)	Agronegócio
Infraestrutura	Infraestrutura	Infraestrutura	Infraestrutura (UCs)
Educação e Cultura	Educação e Cultura	Educação e Cultura	Educação e Cultura
Ciência, Tecnologia e Inovação			
APLs	APLs	APLs	APLs

** Minerais metálicos (Commodities)

Fonte: Adaptado de ZEE do Estado do Piauí. Elaboração Diagonal.

No caso da ocorrência de minerais metálicos na M.R. do Semiárido do Piauí, este fato é hoje atenuado por que, onde se encontram as principais jazidas e ocorrência, a ocupação urbana e rural são rarefeitas. No entanto, mesmo assim não se trata de um impacto que possa ser desconsiderado. Por isso, está relacionado o ponto de atenção da Indústria Extrativa Mineral em relação ao recurso Relevo/Solo.

Mais considerável ainda em relação a este tipo de mineração é o impacto em relação ao recurso Água. O ponto de atenção aqui observa um impacto relevante em relação ao consumo de água em que atualmente a tecnologia de mineração opera. Como o semiárido já é uma região que apresenta deficiência hídrica considerável, um conflito pode se estabelecer. Portanto, o planejamento da segurança hídrica da região deverá observar com grande cuidado a oferta de água necessária para a resolução dos problemas ligados ao abastecimento público, à dessedentação de animais e a irrigação necessária à produção de alimentos, antes de garantir a oferta para a atividade de mineração.

O ponto de atenção em relação ao Agronegócio observa apenas o acirramento da disputa pelo uso da água para a irrigação de projetos de agricultura comercial irrigada, atualmente muito pouco difundida na região. Nesse sentido, cabe ressaltar que os projetos que visam a segurança hídrica na região são estruturais para o desenvolvimento socioeconômico da região (barragens, transposição de água da Bacia do São Francisco, adutoras), pois podem garantir excedentes para o uso em atividades produtivas de maior alcance econômico.

Já o ponto de atenção em relação à infraestrutura observa a polêmica passagem de linhas de transmissão, estradas e adutoras sobre a área de Unidades de Conservação já implantadas, conflito já existente entre projetos de infraestrutura e as UCs Serra da Capivara e Serra das Confusões.

5.2.4 Compatibilidade dos Segmentos Econômicos na M.R. do Cerrado.

A macrorregião do Cerrado é a que apresenta o menor número de pontos de atenção. Pode-se considerar que em relação aos recursos naturais Relevo/Solo e Clima existem poucas restrições importantes ao desenvolvimento das atividades econômicas selecionadas, mesmo porque existem amplas áreas de relevo suave com morfodinâmica estável e clima com índices pluviométricos razoáveis mesmo que sazonalmente concentrados.

Figura 57: Compatibilidade entre Segmentos Econômicos e Recursos Ambientais – Macrorregião Cerrado

Relevo - Solo	Clima	Água	Bioma (Vegetação)
Turismo	Turismo	Turismo	Turismo
Industria Extrativa Mineral	Industria Extrativa Mineral	Industria Extrativa Mineral	Industria Extrativa Mineral
Petróleo e Gás	Petróleo e Gás	Petróleo e Gás	Petróleo e Gás
Energias Renováveis	Energias Renováveis	Energias Renováveis (biomassa)	Energias Renováveis (biomassa)
Agronegócio	Agronegócio	Agronegócio	Agronegócio
Infraestrutura	Infraestrutura	Infraestrutura	Infraestrutura
Educação e Cultura	Educação e Cultura	Educação e Cultura	Educação e Cultura
Ciência, Tecnologia e Inovação			
APLs	APLs	APLs	APLs

Fonte: Adaptado de ZEE do Estado do Piauí. Elaboração Diagonal.

Quanto ao recurso Água cabe considerar que os maiores impactos podem ocorrer sobre os aquíferos subterrâneos, e quanto ao Bioma a atenção já está voltada para o atual processo de supressão da vegetação de cerrado do topo das chapadas.

Com relação ao segmento Petróleo e Gás a grande restrição ambiental ao desenvolvimento desta atividade na região de Floriano até Uruçuí (TD 9 e 10) se relaciona com o risco de contaminação dos ricos aquíferos confinados Serra Grande e Cabeças, e o livre Poti/Piauí. Este risco é muito maior se considerarmos a exploração de gás de xisto, cuja ocorrência de dá abaixo da Formação Serra Grande. Como a tecnologia de exploração ainda se apresenta insegura o risco de contaminação é grande, o que inviabiliza, neste momento, uma decisão segura e positiva sobre o tema. Quanto às ocorrências de petróleo e gás natural, estas se localizam um pouco acima das camadas da Formação Serra Grande. No entanto, para esses produtos já existem tecnologias mais seguras, pois desenvolvidas e experimentadas há muito mais tempo.

Quanto aos pontos de atenção dos segmentos Energias Renováveis (biomassa) e Agronegócio ambos representam os mesmos sintomas em relação aos recursos Água e Bioma: impactos sobre os recursos hídricos superficiais por poluição gerada pelo uso excessivo de agrotóxicos e assoreamento dos cursos d'água provocados pela erosão do solo exposto durante parte do ano; e supressão de grandes extensões de cerrado durante a fase de implantação de novas lavouras. A relevância maior dada ao desmatamento efetuado pelo agronegócio levou em conta que se trata de um processo já em andamento e em expansão, e ainda não se tem claro quais são os limites da ocupação do agronegócio nas chapadas, e também quais serão os limites necessários à preservação ambiental dos cerrados e dos recursos hídricos que nascem nas bordas dessas chapadas.

6. INDICADOR SINTÉTICO DE APTIDÃO DO TERRITÓRIO SEGUNDO AS ATIVIDADES ECONÔMICAS (SEGMENTOS PRIORIZADOS).

6.1. Metodologia

Este capítulo é dedicado ao método de análise espacial conhecida como sobreposição de mapas, ou seja, a análise de informações geográficas de diversas camadas georreferenciadas provenientes de fontes distintas. Através da sobreposição/intersecção de camadas de informações georreferenciadas, que descrevem condições favoráveis ou desfavoráveis de uma determinada atividade, é possível identificar áreas com diferentes graus de aptidão, esse método é formalmente conhecido com **Análise de Aptidão (AA)**. Em suma, trata-se de um método analítico que visa otimizar a localização de atividades diminuindo impactos ambientais e sociais negativos e maximizando potencialidades de logística e de peculiaridades ambientais.

Na análise, variáveis (critérios) que interferem na localização de uma determinada atividade são consideradas e ponderadas de acordo com o seu grau de importância para cada segmento econômico estratégico dentro do Estado do Piauí. O principal objetivo da AA é oferecer uma “visão sinóptica” da aptidão do território Piauiense baseada em multicritérios dos segmentos econômicos considerados estratégicos para o futuro desenvolvimento do Estado.

A análise de aptidão procura investigar onde é a área (e qual a extensão dessa área) mais apta para os seguintes segmentos priorizados:⁴

- a. Turismo;
- b. Agronegócio: soja, milho, algodão, cana de açúcar;
- c. Energias renováveis: solar, eólica, biomassa (bagaço da cana), e biocombustível (álcool e biodiesel / cana e soja);

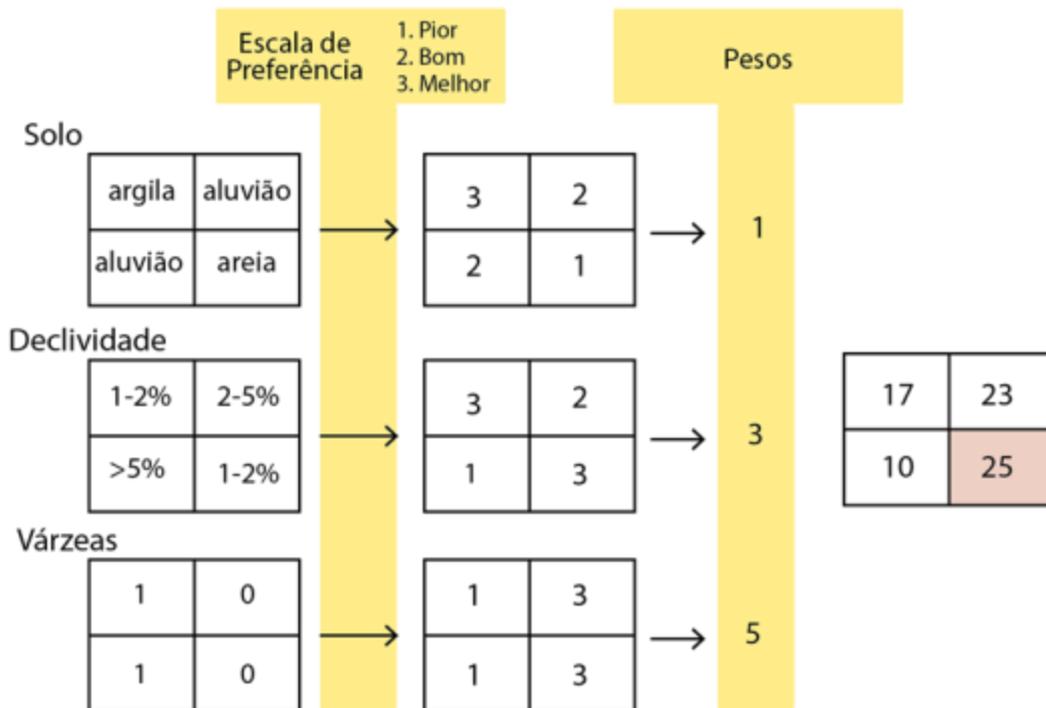
O método de inferência espacial utiliza um modelo de preferência com sobreposição ponderada dentro de um ambiente *raster*⁵ (combinação linear ponderada). Uma escala de “preferência” (de 1 a 3) comum a todas as camadas (indicadores padronizados) é adotada para cada um dos pixels. As áreas de restrições são desclassificadas de acordo com critérios pré-estabelecidos até que apenas as áreas que satisfazem todos os critérios são classificadas (ranqueadas) de acordo com um índice de aptidão.

⁴ Nota: a atividade de mineração não foi analisada devido à sua grande rigidez locacional. Isto é, a aptidão territorial dessas atividades está diretamente e impreterivelmente ligada à existência dos minérios.

⁵ *Raster*: são imagens georeferenciadas que contém descrição (atributos) de cada pixel

Os indicadores no modelo espacial são representados por camadas georeferenciadas de dados sobre diversas características do território. Depois de selecionados os indicadores, as respectivas escalas de preferências foram definidas e as ponderações computadas para cada uma das camadas que representam cada indicador. A figura abaixo ilustra uma situação hipotética onde solo, declividade e a presença de várzeas são classificadas de acordo com uma escala de preferência de 1 a 3. As escalas de preferências são então multiplicadas pelo peso de importância de cada camada e um índice geral é computado. Nesse caso, a área representada pelo pixel no quadrante inferior direito seria a área mais apta para essa atividade.

Figura 58: Categorias e Escalas de Preferência.



3. **Rodovias pavimentadas e não-pavimentadas:** base com a rede de estradas pavimentadas e não pavimentadas no Piauí extraído da base georeferenciada do Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba (PLANAB);
4. **Aeroportos:** a base de aeroportos foi extraída do site do Ministério dos Transportes e tem 3 aeroportos no estado do Piauí: Teresina, Parnaíba e Raimundo Nonato – os dois últimos apesar de ainda não estarem operando foram considerados como existentes para análise da atividade turística;
5. **Pontos de beleza cênica:** base com os pontos de beleza cênica no Piauí e estados limítrofes extraídos da base georeferenciada do Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba (PLANAB);
6. **Hotéis:** base elaborada pela Diagonal de fontes secundárias e primárias;
7. **Dutovias, subestações e linhas de transmissão:** bases georeferenciadas pela Diagonal através de imagens em pdf.
8. **Clima:** mapa de clima do Brasil elaborado pelo IBGE;
9. **Velocidade média dos ventos (classes de energia):** extraído do mapa de velocidade média anual do vento a 50m de altura do Atlas de Energia Elétrica do Brasil 2012 elaborado pela ANEEL;
10. **Tipo de solos:** mapa de solos do Brasil elaborado pelo IBGE;
11. **Declividade:** base com a declividade em porcentagem no Piauí e estados limítrofes extraídos da base georeferenciada do Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba (PLANAB);
12. **Pluviosidade:** base com média de precipitação anual (mm/a) no Piauí e estados limítrofes extraídos da base georeferenciada do Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba (PLANAB);

Ao longo dos trabalhos de definição do PDES-PI os resultados relacionados à espacialização destes indicadores sintéticos, bem como sua interpretação face aos elementos dos condicionantes (ambientais, econômicos, etc) do território do Piauí poderão ser (re)calibrados e o modelo espacial novamente (re)validado.

6.2. A atividade turística de lazer

A atividade turística no Brasil é um setor crescente e essencial para a economia de várias regiões do país. Em 2010, o país recebeu cinco milhões de visitantes, ficando em segundo lugar no ranking de destinos de turistas internacionais na América do Sul gerando uma receita de aproximadamente R\$ 5,7 bilhões. Em 2011, o Brasil atingiu os números recordes de 5,4 milhões de visitantes e R\$ 6,5 bilhões de receitas relacionadas à atividade turística.⁶

⁶ UNWTO Tourism Highlights, Facts & Figures, 2011, World Tourism Organisation, (<http://www.unwto.org/facts>)

De acordo com o Relatório de Competitividade do Turismo (*TTCR* em inglês), publicado pelo Fórum Econômico Mundial de Viagens, as principais vantagens competitivas do Brasil são os seus recursos naturais - recursos que o colocam em 1º lugar entre os 139 países analisados. No quesito recursos culturais o Brasil ocupa a 23ª posição devido aos inúmeros sítios considerados Patrimônios Mundiais pela UNESCO.⁷

Ao longo dos últimos anos, o turismo na região nordeste cresceu significativamente e junto com a agricultura é considerada uma das principais fontes de renda da população. Além das capitais estaduais, as principais atrações da região nordeste são suas áreas costeiras e regiões interioranas onde estão localizados os parques naturais, algumas das áreas de produção artesanal, além de rios e corpos d'água.

No contexto Piauiense, tanto o clima (com temperaturas médias diárias acima de 27°C) quanto seus atrativos naturais criam condições favoráveis para o desenvolvimento do turístico de lazer no estado. De acordo com a pesquisa encomendada pela Secretaria de Turismo do Estado do Piauí (SETUR), mais de um milhão de turistas visitaram o Piauí em 2010.⁸ Os principais destinos turísticos no estado do Piauí são: Teresina, o Parque Nacional de Sete Cidades, Parnaíba, e a Serra da Capivara. Apesar de suas inúmeras atrações turísticas naturais, a carência de infraestrutura turística (hotéis, restaurantes, etc.) e básica como estradas e aeroportos é evidente.

Ou seja, as condições necessárias e imprescindíveis para que o turismo de lazer prospere já existem como, por exemplo, as áreas de preservação ambiental. No entanto, condições de infraestrutura, ainda que não sejam imprescindíveis, são necessárias para a cadeia turística como hotel, rodovias e aeroportos e a nível estadual são esparsas e concentradas. É nesse contexto de recursos naturais abundantes e infraestrutura precária que a análise de aptidão leva em consideração as seguintes variáveis com os seus respectivos pesos:

Tabela 18: Indicadores e pesos para a atividade de Turismo

	Indicador	Peso*
1	Unidades de Conservação (UC)	1
2	Centros regionais e localidades urbanas (povoados, vilas, assentamentos, cidades históricas)	1
3	Acesso a rodovias pavimentadas	3
4	Acesso a aeroportos	3
5	Corpos d'água	1
6	Pontos de beleza cênica	1
7	Hotéis	1

* O peso (importância) foi determinado de acordo com uma escala entre 1 e 3, sendo 1 mais importante e 3 menos importante para a atividade sob análise

Fonte: Elaboração Diagonal

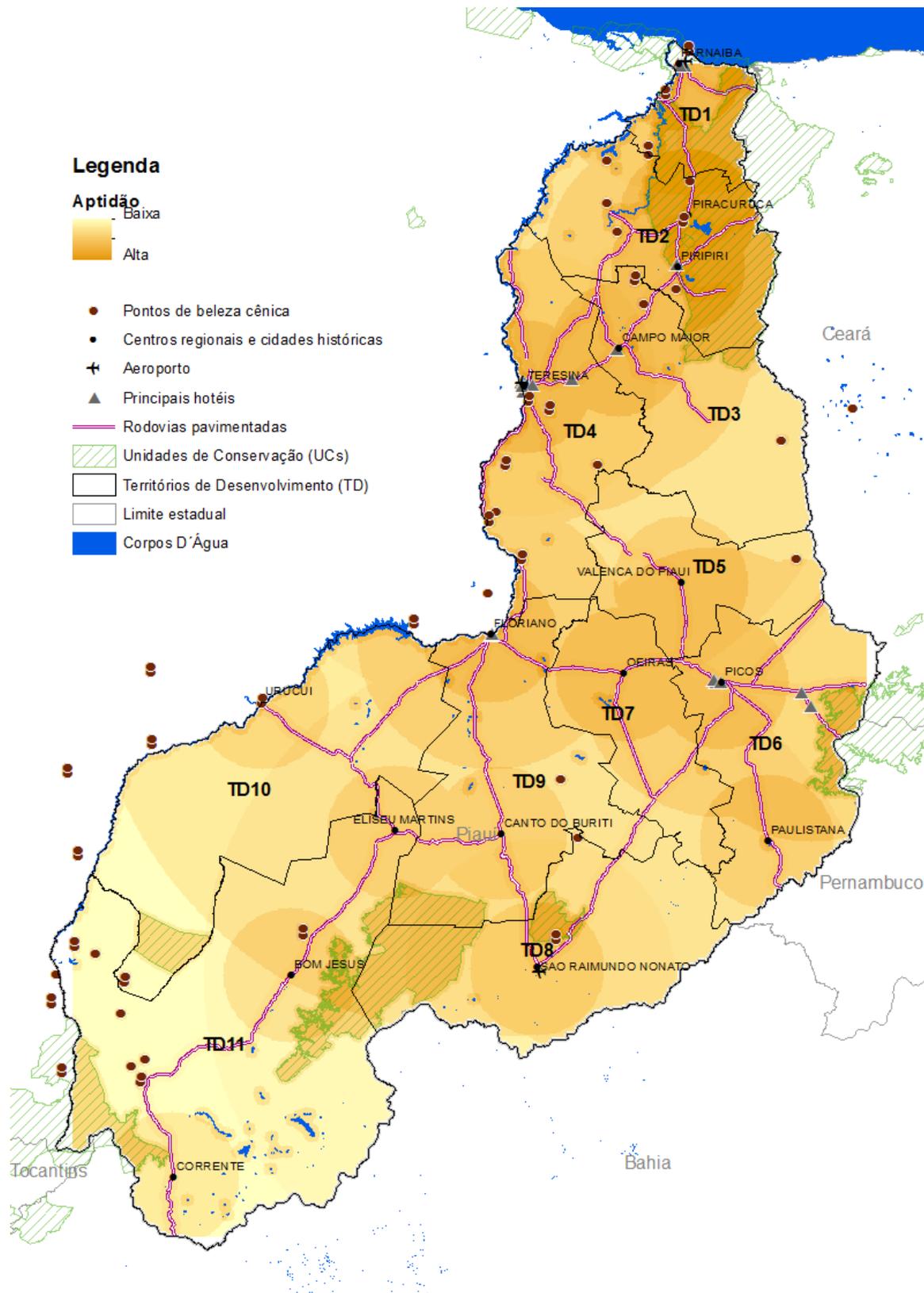
⁷ Jennifer Blanke and Thea Chiesa, Editors (2011). "Travel & Tourism Competitiveness Report 2011". World Economic Forum, Geneva, Switzerland.

⁸ Ruschmann Consultores, Plano de Desenvolvimento Integrado do Turismo, Page 42 (http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/prodetur/downloads/docs/pi_6_1_plano_acao_parte_1_100708.pdf).

Além do aeroporto de Teresina, os aeroportos de Parnaíba e São Raimundo Nonato foram considerados. A base de hotéis, elaborada pela Diagonal tem um total de 40 estabelecimentos de hospedagem e capturam não a realidade total, mas ilustram um pouco da concentração desses estabelecimentos. Devido ao seu tipo de povoamento de baixa densidade, o Piauí apresenta um estilo de vida rural baseado em cidades de médios e pequenos portes que criam um ambiente atrativo para turistas oriundos de grandes centros urbanos. Os principais centros urbanos considerados na análise seguem o conceito de centros regionais da Rede de Influência das Cidades (REGIC, IBGE) além da capital regional Teresina e Piracuruca que é considerada núcleo histórico pelo IPHAN.

A Figura 59 ilustra o indicador sintético para atividade turística no Piauí: quanto mais forte a intensidade da cor do indicador maior a aptidão da área para a atividade turística de lazer. A presença de unidades de conservação, assim como a proximidade a pontos de beleza cênica e o acesso a rodovias, aeroportos e hotéis faz com que a região norte do Estado apresente uma grande aptidão para a atividade turística de lazer. Essa área coincide com o Pólo de Aventura e Minério e tem o eixo Parnaíba-Piracuruca-Teresina como uma área estruturante. A área central do Estado se mostra uma região com um potencial significativo para a atividade turística principalmente devido à presença de cidades históricas como Oeiras e o acesso de rodovias pavimentadas.

Figura 59: Índice de Aptidão para a Atividade de Turismo.



Fonte: Elaboração Diagonal

6.3. Energias Renováveis

O setor de energias renováveis envolve recursos energéticos e tecnologias não-esgotáveis ou que naturalmente se regenerem. São fontes de energias oriundas de recursos continuamente reabastecidos em uma escala de tempo humana, tais como o sol, o vento, a chuva, as marés, ondas e calor geotérmico (calor da terra).

O Brasil, desde o choque do petróleo em 1970, destinou investimentos expressivos para o desenvolvimento de fontes alternativas de energia, principalmente o etanol de cana-de-açúcar. A energia eólica é uma tendência crescente no país, responsável por apenas cerca de três por cento da capacidade de produção de energia no Brasil, mas que chegou a esse nível a um ritmo extremamente rápido.

O objetivo desta parte do estudo é identificar as regiões mais “aptas” no Estado do Piauí e com potencial para a produção de energias renováveis: eólica, biomassa/biocombustíveis e solar.

6.3.1. Energia Eólica

A tabela abaixo lista os indicadores usados para a análise de aptidão da energia eólica no Piauí que considerou aspectos ambientais, sociais e de infraestrutura.

Tabela 19: Indicadores e pesos para a atividade de Energias Renováveis - Eólica

	Indicador	Peso*
1	Classes de energia eólica	1
2	Acesso a rodovias pavimentadas	3
3	Acesso a rodovias não pavimentadas	3
4	Linhas de transmissão	2
5	Distância a subestações	2
6	Centros regionais e localidades urbanas (povoados, vilas, assentamentos, cidades históricas)	2

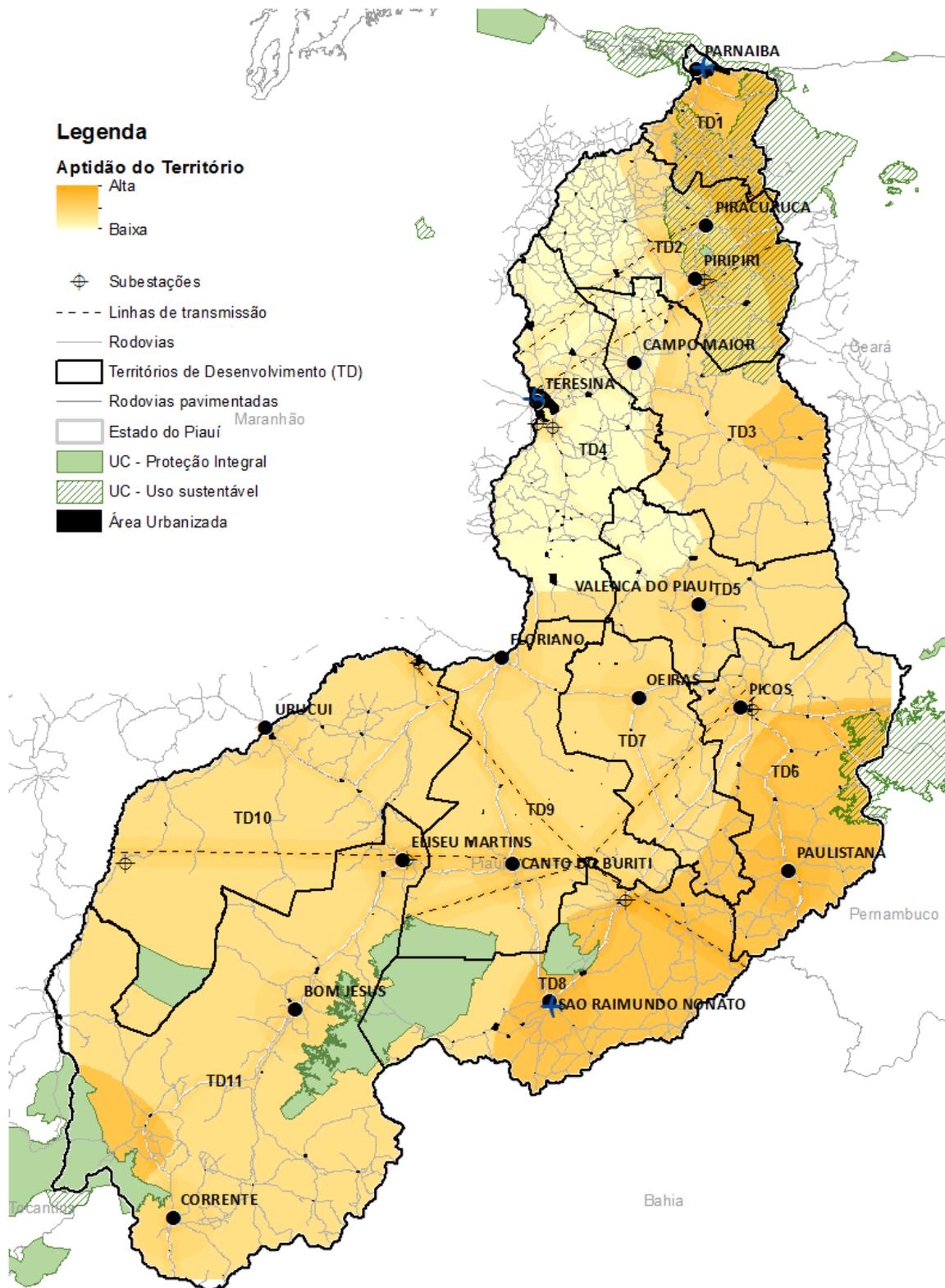
* O peso (importância) foi determinado de acordo com uma escala entre 1 e 3, sendo 1 mais importante e 3 menos importante para a atividade sob análise.

Fonte: Elaboração Diagonal

A análise de aptidão da energia eólica no Piauí considerou os indicadores que facilitam a implantação, o desenvolvimento e a manutenção das instalações como o acesso a rodovias pavimentadas e não pavimentadas. Também foram consideradas as distâncias até as linhas de transmissão e subestações para facilitar a transição da energia produzida pelos aerogeradores. O indicador classes de energia eólica é um indicador síntese de três aspectos ambientais: topografia, velocidade do vento a 50 metros de altura e o tipo de vegetação.

A Figura 60 ilustra o indicador de aptidão para o setor de energia eólica no Estado do Piauí. As cores mais fortes ilustram uma maior aptidão do território para o desenvolvimento do setor. Isto é, nas áreas mais escuras a soma dos indicadores favoráveis à atividade eólica são maiores.

Figura 60: Índice de Aptidão para a Atividade de Energias Renováveis – Eólica



Fonte: Elaboração Diagonal

As regiões que apresentam maiores aptidões para a energia eólica estão em áreas onde a declividade é baixa e as velocidades média dos ventos a 50 metros de altura podem chegar até a 7 m/s. Essas também são áreas mais próximas às subestações e possuem acesso a rodovias necessárias para o transporte de equipamento. As áreas mais claras correspondem às áreas de baixo potencial eólico no estado do Piauí. Uma área total de aproximadamente 57.879 quilômetros quadrados pode ser considerada de alta aptidão para o setor de energia eólica.

Cabe observar que há áreas com alta aptidão para a geração de energia dentro de unidades de conservação de uso sustentável, o que não impede o seu desenvolvimento pois essas atividades quando conduzidas de acordo com a legislação ambiental vigente e princípios de sustentabilidade são consideradas de baixo impacto.

6.3.2. Biomassa & biocombustível

A tabela abaixo lista os indicadores usados para a análise de aptidão da energia de biomassa e biocombustível no Piauí que abrangem aspectos ambientais (clima e UCs), sociais (proximidade a centros urbanos) e de infraestrutura (rodovias e linhas de transmissão, por exemplo).

Tabela 20: Indicadores e pesos para a atividade de Energias Renováveis – Biomassa & Biocombustível

	Indicador	Peso*
1	Clima	1
2	Acesso a rodovias pavimentadas	2
3	Acesso a rodovias não pavimentadas	3
4	Declividade	2
5	Linhas de transmissão	2
6	Distância a subestações	2
7	Centros regionais e localidades urbanas (povoados, vilas, assentamentos, cidades históricas)	2

* O peso (importância) foi determinado de acordo com uma escala entre 1 e 3, sendo 1 mais importante e 3 menos importante para a atividade sob análise.

Fonte: Elaboração Diagonal

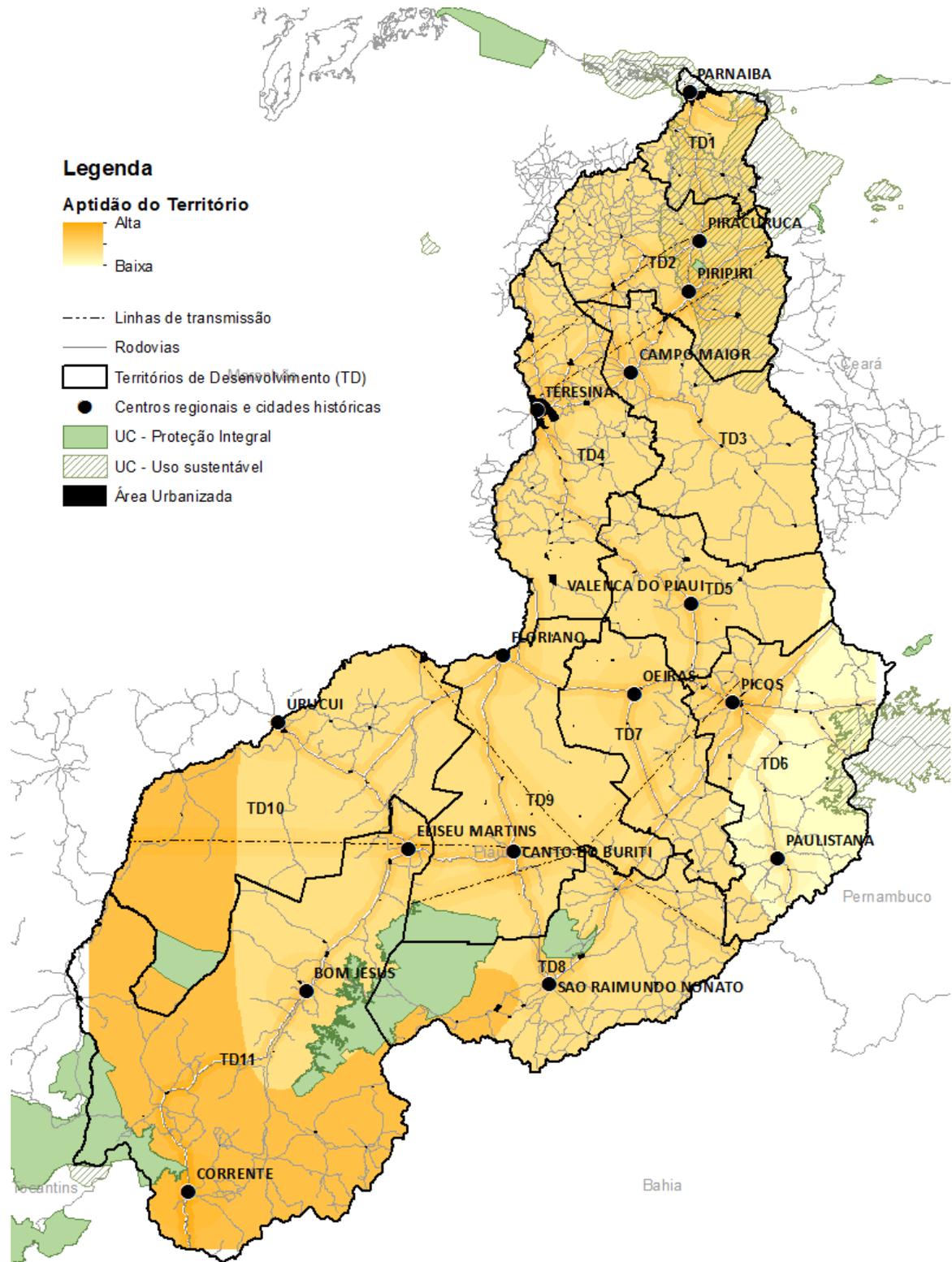
Os indicadores utilizados para a análise de aptidão da biomassa e do biocombustível podem ser divididos em duas categorias: infraestrutura e ambiental/ localização. O primeiro grupo de indicadores de infraestrutura é: acesso a rodovias não pavimentadas, acesso a rodovias pavimentadas, linhas de transmissão, e distância a subestações. Os indicadores ambientais/localização representam o clima e a declividade e a localização de localidades urbanas.

As atividades relacionadas à geração de energia de biomassa/biocombustível estão diretamente relacionadas com a produção agrícola cuja expansão é essencialmente consequência de fatores ambientais como o clima e o regime de chuvas. Por apresentar um clima tipicamente quente e seco as atividades agrícolas no estado do Piauí ficam limitadas às áreas menos áridas que correspondem às áreas com maior aptidão na figura abaixo. A importância de variáveis de infraestrutura como o acesso a rodovias é considerada para o escoamento da produção agrícola e a proximidade a centros urbanos se faz necessária para que funcionários qualificados sejam atraídos e absorvidos pelo setor.

A Figura 61 ilustra o indicador de aptidão para o setor de energia de biomassa e biocombustível no Estado do Piauí. As cores mais fortes ilustram uma maior aptidão do território para o desenvolvimento do setor.

Para que essa atividade se realize em áreas de menor aptidão como Picos e Paulistana, fontes alternativas de água para irrigação serão necessárias, como o projeto de transposição de águas do lago de Sobradinho (Bahia) para as nascentes do rio Piauí, alimentando o sistema de barragens de todo o sertão piauiense, conforme projeto da SEMAR-PI – Plano de Integração de Bacias: Fronteira Seca Sudeste, mencionado no capítulo 3.2.4.

Figura 61: Índice de Aptidão para a Atividade de Energias Renováveis – Biomassa & Biocombustíveis



Fonte: Elaboração Diagonal

6.3.3. Energia solar

A tabela abaixo lista os indicadores usados para a análise de aptidão para a energia solar no Piauí que considerou aspectos ambientais (clima e UCs), sociais (proximidade a centros urbanos) e de infraestrutura (rodovias e linhas de transmissão, por exemplo).

Tabela 21: Indicadores e pesos para a atividade de Energias Renováveis - Solar

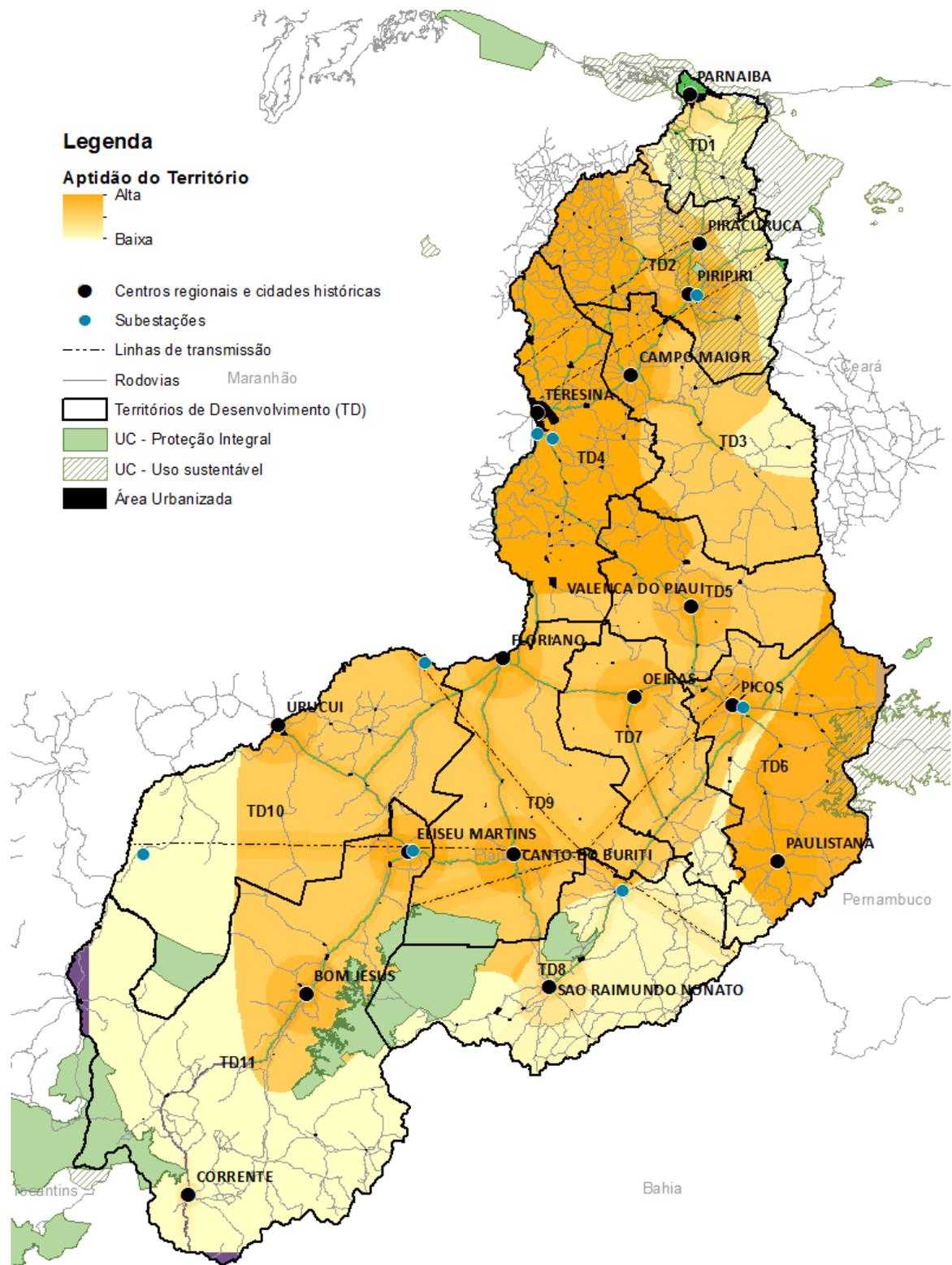
	Indicador	Peso*
1	Clima	1
2	Velocidade dos ventos	1
3	Acesso a rodovias pavimentadas	2
4	Acesso a rodovias não pavimentadas	2
5	Linhas de transmissão	2
6	Distância a subestações	2
7	Centros regionais e localidades urbanas (povoados, vilas, assentamentos, cidades históricas)	2

* O peso (importância) foi determinado de acordo com uma escala entre 1 e 3, sendo 1 mais importante e 3 menos importante para a atividade sob análise.

Fonte: Elaboração Diagonal

A Figura 62 ilustra o indicador de aptidão para o setor de energia solar no Estado do Piauí. As cores mais fortes ilustram uma maior aptidão do território para o desenvolvimento do setor. O estado do Piauí apresenta um cenário muito favorável à produção de energia solar devido ao regime de chuvas escassas e a grande incidência solar. A única ressalva em relação a essa atividade está relacionada à instalação dos painéis fotovoltaicos em áreas com menos ventos que favorecem a manutenção e evitam o acúmulo de poeira nos painéis.

Figura 62: Índice de Aptidão para a Atividade de Energias Renováveis – Solar



Fonte: Elaboração Diagonal

6.4. Agronegócio

A agricultura é uma das fontes de renda mais importantes no Brasil. Entre 1996 e 2006 o valor total das colheitas do país cresceu de R\$23 bilhões para R\$108 bilhões (um aumento de 365%). O Brasil aumentou em dez vezes suas exportações de carne em uma única década, alcançando a Austrália o maior do mundo. É também o maior exportador do mundo de aves domésticas, cana de açúcar e etanol. Desde 1990 a exportação de soja subiu de 15 para 60 mil toneladas representando ¼ do comércio de soja no mundo.⁹

A agricultura do Piauí representa 12,6% de seu GDP. As exportações do estado incluem a soja (17,1%) o algodão (15,1%), os cajus (12,6%), os crustáceos (12,4%), e o couro (8,3%).¹⁰ O clima estável, o solo balanceado e a topografia plana típicos do cerrado são circunstâncias favoráveis para o desempenho agrícola da região. Nessa seção analisaremos a aptidão do território do Piauí para a soja/milho e a cana de açúcar considerando novamente aspectos ambientais, estruturais, e sociais.

6.4.1. Soja, Milho & Cana de Açúcar

A tabela abaixo lista os indicadores usados para a análise de aptidão do setor da soja, milho e cana de açúcar no Piauí que considerou aspectos ambientais (clima, UCs, solos, etc), sociais (proximidade a centros urbanos) e de infraestrutura (rodovias e linhas de transmissão por exemplo).¹¹

Tabela 22: Indicadores e pesos para a atividade de Agronegócio

	Indicador	Peso*
1	Clima	1
2	Acesso a rodovias pavimentadas	2
3	Declividade	1
4	Tipo de Solo	2
5	Pluviosidade	1
6	Centros regionais e localidades urbanas (povoados, vilas, assentamentos, cidades históricas)	3

* O peso (importância) foi determinado de acordo com uma escala entre 1 e 3, sendo 1 mais importante e 3 menos importante para a atividade sob análise

Fonte: Elaboração Diagonal

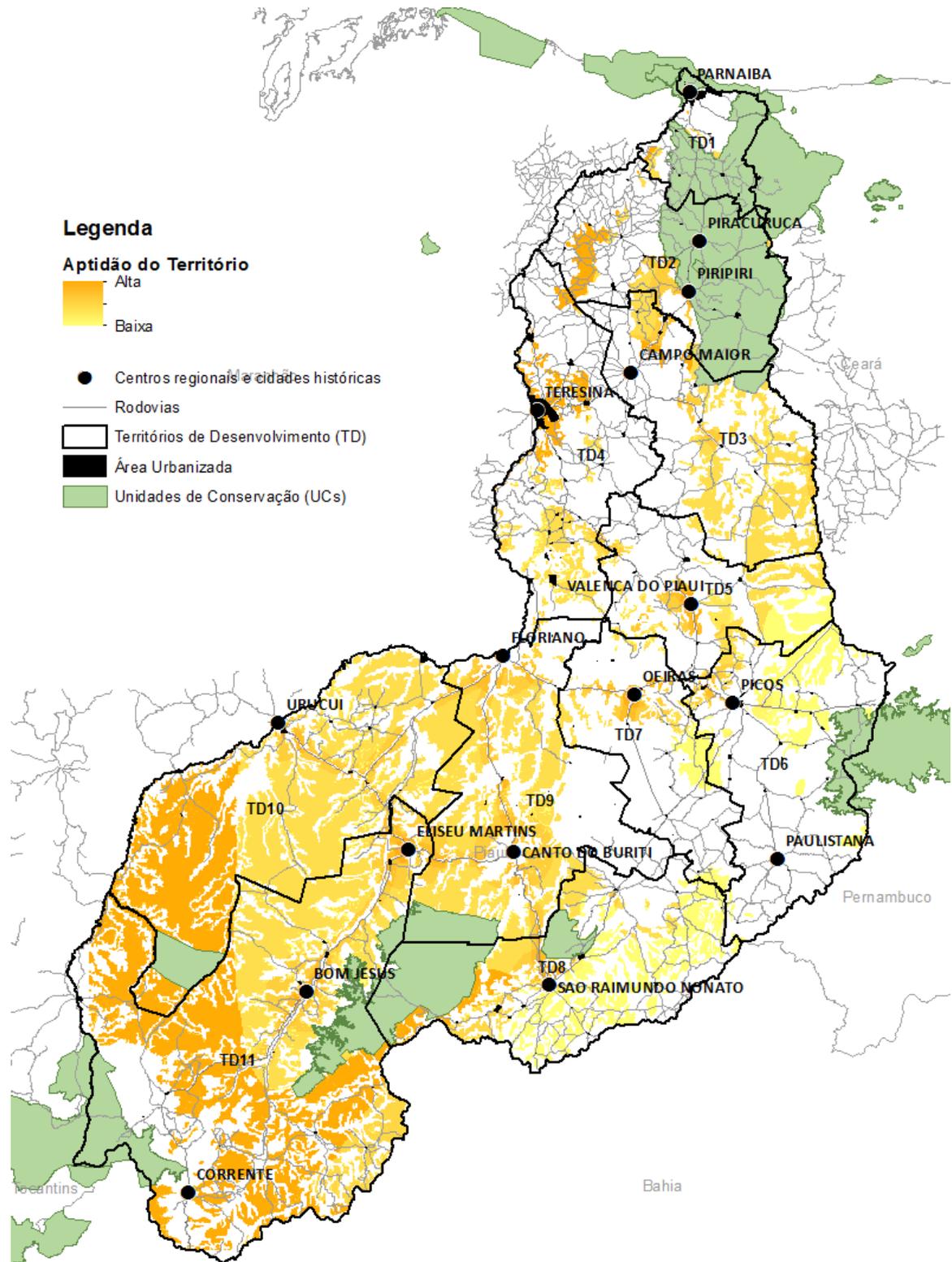
A Figura 63 ilustra o indicador de aptidão para o setor agrícola no Estado do Piauí. As cores mais fortes ilustram uma maior aptidão do território para o desenvolvimento do setor que consideram áreas preferenciais aquelas com alguma proximidade de centros urbanos, índices maiores de pluviosidade, declividade suave que favoreça a mecanização da produção, áreas com clima menos seco e acesso a rodovias pavimentadas para escoamento da produção.

⁹ The Economics. The miracle of the cerrado, Brazil has revolutionised its own farms, August 2010,

¹⁰ Piauí, Brazil: IBGE. 2008. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=pnad&o=3&i=P&c=262>

¹¹ Para a análise da atividade agrícola, variáveis/indicadores cruciais foram incluídos como tipo de solo, pluviosidade e declividade. No entanto, não foi possível obter a cobertura total do estado do Piauí para esses dados georreferenciados específicos. Os dados usados no modelo espacial foram extraídos da base de dados da Bacia do Parnaíba que corresponde a um limite geográfico diferente do limite administrativo estadual. A análise aqui apesar de não cobrir o território estadual (falta a região costeira) em sua totalidade se mantém válida pelo seu método e pelo seu caráter exploratório e investigativo.

Figura 63: Índice de Aptidão para a Atividade de Agronegócio



Fonte: Elaboração Diagonal

7. CONCLUSÃO

A construção temática até aqui conduzida visou apresentar e discutir as principais questões que envolvem a avaliação da compatibilidade ambiental dos segmentos econômicos priorizados como possíveis âncoras para o desenvolvimento sustentável do Estado do Piauí para o horizonte de 2050. Seguindo diferentes enfoques e análises sobre as potencialidades e fragilidades dos recursos naturais do estado e a natureza de impactos das atividades econômicas relativas aos segmentos selecionados, cada capítulo apresentado trouxe elementos que possibilita ao leitor inferir a sua síntese sobre a adequação destes segmentos econômicos com o desenvolvimento sustentável do Piauí.

O grau de aptidão entre território e segmento econômico aqui apresentado deve ser avaliado de acordo com a escala de trabalho determinada para o presente PDES, que visa orientar quais são as grandes linhas mestras para o desenvolvimento econômico sustentável. Dessa forma, os impactos e as restrições ambientais estão analisados em seu caráter geral, sob a escala regional e macrorregional. Serão os detalhamentos futuros de atividades que vierem a se viabilizar que orientarão os aspectos das políticas ambientais das escalas locais e sub-regionais, vinculadas ao ordenamento territorial das quatro macrorregiões de planejamento e dos territórios de desenvolvimento.

Assim entendido, apresenta-se como conclusão uma síntese das análises trabalhadas neste relatório, agora segundo os onze territórios de desenvolvimento, apresentando uma mensuração da aptidão das unidades de paisagem de cada TD com os segmentos econômicos priorizados, acompanhado de um elenco das principais restrições ambientais que tal segmento pode acarretar em todas as unidades de paisagem ou a setores internos específicos de cada uma.

Ao final observa-se alguns direcionamentos necessários para que essa compatibilidade entre os segmentos econômicos e a sustentabilidade ambiental do território do Piauí se efetive.

Nos quadros a seguir está referenciada a síntese sobre a aptidão entre recursos naturais e segmentos econômicos para cada Território de Desenvolvimento.

Quadro 5: Aptidão Ambiental entre segmento econômico e Unidades de Paisagem do TD 1 – Planície Litorânea.

TD 1 - Planície Litorânea			
Segmento âncora	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
Turismo	Turismo e Lazer	Tabuleiros Litorâneos - interioranos (alta aptidão) Tabuleiros Litorâneos - costeiros (baixa a média)	controle da expansão urbana (mercado imobiliário), ordenamento urbano-rural, proteção de lagoas, salgados, apicuns, dunas, mangues da ocupação desordenada
Energia Renovável	Eólica	Tabuleiros Litorâneos - interioranos (alta aptidão) Tabuleiros Litorâneos - costeiros (média)	proximidade de pontos turísticos, área de relevante interesse ambiental - Ucs, proximidade de áreas residenciais.
	Solar	Tabuleiros Litorâneos - interioranos (alta aptidão) Tabuleiros Litorâneos - costeiros (média)	proximidade de pontos turísticos, área de relevante interesse ambiental - Ucs, proximidade de áreas residenciais.
Agronegócio	Agricultura irrigada	Tabuleiros Litorâneos - interioranos (alta aptidão)	uso de agrotóxicos e controle da erosão
Infraestrutura	Porto e saneamento	Porto: Tabuleiros Litorâneos - costeiros (média aptidão). Saneamento: Tabuleiros Litorâneos - interioranos	universalização do saneamento ambiental (rede e tratamento de esgoto, fornecimento de água tratada, aterros sanitários); Aterros e ETEs sobre área de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças.
Segmentos Tradicionais	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
Pesca	Pesca tradicional Carcinicultura	áreas frágeis - Mangues, Salgados, lagoas costeiras, planícies fluviais (média aptidão - uso controlado)	controle de supressão de manguezais, apicuns, salgados. Definir ecossistemas costeiros a preservar - lagoas e salgados.
Pecuária	bovinos, suínos, ovinocaprino e avicultura	Tabuleiros Litorâneos - interioranos (alta aptidão) Planaltos dissecados (média aptidão)	instalações industriais (e matadouros) sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças.
Extrativismo Vegetal	Carnaúba (cera, artesanato)	Tabuleiros Litorâneos - interioranos (alta aptidão) Planaltos dissecados (média aptidão)	Proteção dos carnaubais litorâneos (tabuleiros costeiros e áreas frágeis)

Fonte: Elaboração Diagonal

Quadro 6: Aptidão Ambiental entre segmento econômico e Unidades de Paisagem do TD 2 – Cocais.

TD 2 - Cocais			
Segmento âncora	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
Turismo	Turismo	Tabuleiros do Parnaíba (alta apt) Cuesta de Ibiapaba (alta aptidão) Baixada de Campo Maior (média)	
Energia Renovável	Eólica	Tabuleiros do Parnaíba (média) Cuesta de Ibiapaba (alta aptidão) Baixada de Campo Maior (baixa)	Proximidade de pontos turísticos, área de relevante interesse ambiental - Ucs, proximidade de áreas residenciais.
	Solar	Tabuleiros do Parnaíba (alta) Cuesta de Ibiapaba (baixa aptidão) Baixada de Campo Maior (média)	
	Biomassa	Tabuleiros do Parnaíba (média) Cuesta de Ibiapaba (sem aptidão) Baixada de Campo Maior (média aptidão)	Uso de agrotóxicos e controle da erosão; Controle do desmatamento e fragmentação da Mata de Babaçu e Carnaubais; Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças.
Agronegócio	Agricultura irrigada	Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Cuesta de Ibiapaba (sem aptidão) Baixada de Campo Maior (alta aptidão)	Uso de agrotóxicos e controle da erosão; Controle do desmatamento e fragmentação da Mata de Babaçu e Carnaubais, e Mata Ciliar.
Infraestrutura	Barragens e saneamento	Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão) Cuesta de Ibiapaba (média aptidão) Baixada de Campo Maior (baixa)	Universalização do saneamento ambiental (rede e tratamento de esgoto, fornecimento de água tratada, aterros sanitários); Aterros e ETEs sobre área de recarga dos aquíferos Serra Grande, Cabeças e Barreiras.
Segmentos Tradicionais	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
APL - Pesca	Pesca tradicional	Baixada de Campo Maior (alta) áreas frágeis - Lagoas (média aptidão - uso controlado)	Controle de supressão mata ciliar.
APL - Extrativismo Vegetal	Carnaúba (cera, artesanato)	Tabuleiros do Parnaíba (alta apt) Cuesta de Ibiapaba (baixa aptidão) Baixada de Campo Maior (alta)	
APL - Mineração	Opala	Tabuleiros do Parnaíba (alta apt) Cuesta de Ibiapaba (sem aptidão) Baixada de Campo Maior (sem ap)	Necessidade de recuperar áreas já degradadas.
APL - Pecuária	Ovinocaprino cultura	Tabuleiros do Parnaíba (alta apt) Cuesta de Ibiapaba (baixa aptidão) Baixada de Campo Maior (alta apt)	Instalações industriais (e matadouros) sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças.
APL - Pecuária	Bovinos	Tabuleiros do Parnaíba (alta apt) Cuesta de Ibiapaba (baixa aptidão) Baixada de Campo Maior (alta apt)	Instalações industriais (e matadouros) sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças. Associação de pastagem com carnaubais prejudica a reprodução das carnaúbas.

Fonte: Elaboração Diagonal

Quadro 7: Aptidão Ambiental entre segmento econômico e Unidades de Paisagem do TD 3 – Carnaubais.

TD 3 - Carnaubais			
Segmento âncora	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
Turismo	Turismo	Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão) Baixada de Campo Maior (alta aptidão) Cuesta da Serra Grande (alta aptidão)	-
Energia Renovável	Eólica	Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Baixada de Campo Maior (baixa aptidão) Cuesta da Serra Grande (média a alta)	Proximidade de pontos turísticos, área de relevante interesse ambiental - UCs, proximidade de áreas residenciais.
	Solar	Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Baixada de Campo Maior (alta aptidão) Cuesta da Serra Grande (baixa a média)	-
	Biomassa	Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Baixada de Campo Maior (média aptidão) Cuesta da Serra Grande (baixa aptidão)	Uso de agrotóxicos e controle da erosão; Controle do desmatamento e fragmentação de Cerrados e Carnaubais; Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças.
Agronegócio	Agricultura irrigada	Tabuleiros do Parnaíba (baixa a média aptidão) Baixada de Campo Maior (média aptidão) Cuesta da Serra Grande (baixa a média)	Uso de agrotóxicos e controle da erosão; Controle do desmatamento e fragmentação dos cerrados e Carnaubais.
Infraestrutura	Barragens, estradas e saneamento	Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão) Baixada de Campo Maior (alta aptidão) Cuesta da Serra Grande (alta aptidão)	Universalização do saneamento ambiental (rede e tratamento de esgoto, fornecimento de água tratada, aterros sanitários); Aterros e ETEs sobre área de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças.
Segmentos Tradicionais	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
APL - Extrativismo Vegetal	Carnaúba (cera, artesanato)	Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão) Baixada de Campo Maior (alta aptidão) Cuesta da Serra Grande (alta aptidão)	-
APL - Pecuária	Ovinocaprino cultura	Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão) Baixada de Campo Maior (alta aptidão) Cuesta da Serra Grande (alta aptidão)	Instalações industriais (e matadouros) sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças.
APL - Pecuária	Bovinos	Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão) Baixada de Campo Maior (alta aptidão) Cuesta da Serra Grande (alta aptidão)	Instalações industriais (e matadouros) sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças. Associação de pastagem com carnaubais prejudica a reprodução das carnaúbas.

Fonte: Elaboração Diagonal

Quadro 8: Aptidão Ambiental entre segmento econômico e Unidades de Paisagem do TD 4 – Entre Rios.

TD 4 - Entre Rios			
Segmento âncora	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
Turismo	Turismo	Tabuleiros do Parnaíba (média a alta aptidão) Baixada de Campo Maior (média a alta aptidão)	-
Energia Renovável	Eólica	Tabuleiros do Parnaíba (baixa aptidão) Baixada de Campo Maior (baixa aptidão)	-
	Solar	Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão) Baixada de Campo Maior (alta aptidão)	-
	Biomassa	Tabuleiros do Parnaíba (média ou sem aptidão) Baixada de Campo Maior (média ou sem aptidão)	Uso de agrotóxicos e controle da erosão; Controle do desmatamento e fragmentação de Cerrados e Carnaubais; Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Poti-Piauí e Barreiras.
Agronegócio	Cana e Eucalipto	Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão ou sem) Baixada de Campo Maior (baixa ou sem aptidão)	Uso de agrotóxicos e controle da erosão; Controle do desmatamento e fragmentação dos cerrados, babaçuais e carnaubais. Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Poti-Piauí e Barreiras.
Infraestrutura	Barragens, estradas e saneamento	Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão) Baixada de Campo Maior (alta aptidão)	Universalização do saneamento ambiental (rede e tratamento de esgoto, fornecimento de água tratada, aterros sanitários); Aterros e ETEs sobre área de recarga dos aquíferos Poti-Piauí e Barreiras.
Segmentos Tradicionais	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
APL - Extrativismo Vegetal	Carnaúba (cera, artesanato)	Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão) Baixada de Campo Maior (alta aptidão)	-
APL - Pecuária	Ovinocaprinocultura	Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão) Baixada de Campo Maior (alta aptidão)	Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Poti-Piauí e Barreiras.
APL - Pecuária	Bovinos	Tabuleiros do Parnaíba (alta ou baixa aptidão) Baixada de Campo Maior (alta aptidão)	Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Poti-Piauí e Barreiras. Associação de pastagem com carnaubais prejudica a reprodução das carnaúbas.
APL - Mineração	Não Metálicos / Indústria da Construção	Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão) Baixada de Campo Maior (alta aptidão)	Degradação de margens de rios (erosão e assoreamento). Degradação de Mata Ciliar.

Fonte: Elaboração Diagonal

Quadro 9: Aptidão Ambiental entre segmento econômico e Unidades de Paisagem do TD 5 – Vale do Sambito.

TD 5 - Vale do Sambito			
Segmento âncora	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
Turismo	Turismo	Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Cuesta da Serra Grande (média)	-
Energia Renovável	Eólica	Tabuleiros do Parnaíba (baixa a média aptidão) Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Cuesta da Serra Grande (média)	-
	Solar	Tabuleiros do Parnaíba (média a alta aptidão) Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Cuesta da Serra Grande (média)	-
	Biomassa	Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Cuesta da Serra Grande (média)	Uso de agrotóxicos e controle da erosão; Controle do desmatamento e fragmentação de Cerrados e Carnaubais; Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande, Cabeças e Poti-Piauí.
Agronegócio	Eucalipto e grãos	Tabuleiros do Parnaíba (média ou sem aptidão) Tabuleiros do Canindé (média ou sem aptidão) Cuesta da Serra Grande (baixa ou sem aptidão)	Uso de agrotóxicos e controle da erosão; Controle do desmatamento e fragmentação dos cerrados, babaçuais e carnaubais. Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande, Cabeças e Poti-Piauí.
Infraestrutura	Barragens, estradas e saneamento	Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Cuesta da Serra Grande (média)	Universalização do saneamento ambiental (rede e tratamento de esgoto, fornecimento de água tratada, aterros sanitários); Aterros e ETEs sobre área de recarga dos aquíferos Serra Grande, Cabeças e Poti-Piauí.
Segmentos Tradicionais	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
APL - Extrativismo Vegetal	Carnaúba (cera)	Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Cuesta da Serra Grande (média)	-
APL - Pecuária	Ovinocaprino cultura	Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Cuesta da Serra Grande (média)	Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande, Cabeças e Poti-Piauí.
APL - Pecuária	Bovinos	Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Cuesta da Serra Grande (média)	Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande, Cabeças e Poti-Piauí.
APL - Cajucultura	Caju	Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão) Tabuleiros do Canindé (alta aptidão) Cuesta da Serra Grande (alta)	-

Fonte: Elaboração Diagonal

Quadro 10: Aptidão Ambiental entre segmento econômico e Unidades de Paisagem do TD 6 – Vale do Rio Guaribas.

TD 6 - Vale do Rio Guaribas				
Segmento âncora	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições	
Turismo	Turismo	Tabuleiros do Canindé (média aptidão)	-	
		Cuesta da Serra Grande (média)		
		Chapada do Araripe (média a alta)		
Energia Renovável	Eólica	Depressão S.Raimundo Nonato (média)	Impacto visual pelo fato do maior potencial ocorrer no topo de serras e chapadas (bordas)	
		Tabuleiros do Canindé (média aptidão)		
		Cuesta da Serra Grande (média)		
Energia Renovável	Solar	Chapada do Araripe (alta)	-	
		Depressão de S. Raimundo Nonato (alta)		
		Tabuleiros do Canindé (média aptidão)		
Energia Renovável	Biomassa	Cuesta da Serra Grande (baixa)	Controle do desmatamento e fragmentação de Caatingas; Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças.	
		Chapada do Araripe (sem aptidão)		
		Depressão de S.Raimundo Nonato (baixa)		
Mineração	Minerais metálicos	Tabuleiros do Canindé (sem aptidão)	Impacto visual pelo fato do maior potencial ocorrer no topo de serras.	
		Tabuleiros do Parnaíba (sem aptidão)		
		Baixada de Campo Maior (sem aptidão)		
Agronegócio	Grãos	Depressão de S.Raimundo Nonato (alta)	-	
		Tabuleiros do Canindé (baixa aptidão)		
		Cuesta da Serra Grande (baixa)		
Infraestrutura	Barragens, estradas e saneamento	Chapada do Araripe (sem aptidão)	Universalização do saneamento ambiental (tratamento de esgoto, água tratada, aterros sanitários); Aterros e ETEs sobre área de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças.	
		Depressão S.Raimundo Nonato (média)		
		Tabuleiros do Canindé (média aptidão)		
Segmentos Tradicionais	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições	
		APL - Extrativismo Vegetal		-
		Carnaúba (cera)		
APL - Apicultura	Apicultura	Tabuleiros do Canindé (média aptidão)	Dependente do clima - prejuízos com períodos secos prolongados. Prejuízos à sustentabilidade com o desmatamento de caatingas e cerrados (transição).	
		Cuesta da Serra Grande (baixa)		
		Chapada do Araripe (baixa)		
APL - Pecuária	Ovinocaprinocultura	Depressão São Raimundo Nonato (sem)	Depende de melhor oferta de água na região. Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças.	
		Tabuleiros do Canindé (alta aptidão)		
		Cuesta da Serra Grande (alta)		
APL - Pecuária	Bovinos	Chapada do Araripe (média)	Depende de melhor oferta de água na região. Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças.	
		Depressão São Raimundo Nonato (média)		
		Tabuleiros do Canindé (alta aptidão)		
APL - Cajucultura	Caju	Cuesta da Serra Grande (alta)	Depende de melhor oferta de água na região.	
		Chapada do Araripe (média)		
		Depressão São Raimundo Nonato (média)		

Fonte: Elaboração Diagonal

Quadro 11: Aptidão Ambiental entre segmento econômico e Unidades de Paisagem do TD 7 – Vale do Canindé.

TD 7 - Vale do Canindé			
Segmento âncora	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
Turismo	Turismo	Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão)	-
Energias Renováveis	Eólica	Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão)	Impacto visual pelo fato do maior potencial ocorrer no topo de serras e chapadas (bordas)
	Biomassa e Biocombustível	Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão)	Controle do desmatamento e fragmentação de Caatingas; Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças.
	Solar	Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão)	-
Mineração	Minerais metálicos	Tabuleiros do Canindé (sem aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (sem aptidão)	-
Agronegócio	Soja, Milho e Cana de Açúcar	Tabuleiros do Canindé (sem aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão)	-
Infraestrutura	Barragens, estradas e saneamento	Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão)	Universalização do saneamento ambiental (rede e tratamento de esgoto, fornecimento de água tratada, aterros sanitários); Aterros e ETEs sobre área de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças.
Segmentos Tradicionais	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
APL - Extrativismo Vegetal	Carnaúba (cera)	Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão)	-
APL - Apicultura	Apicultura	Tabuleiros do Canindé (alta aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão)	Dependente do clima - prejuízos com períodos secos prolongados. Prejuízos à sustentabilidade com o desmatamento de caatingas e cerrados (transição).
APL - Pecuária	Ovinocaprinocultura	Tabuleiros do Canindé (alta aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão)	Depende de melhor oferta de água na região. Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças.
APL - Pecuária	Bovinos	Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão)	Depende de melhor oferta de água na região. Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças.
APL - Cajucultura	Caju	Tabuleiros do Canindé (alta aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão)	Depende de melhor oferta de água na região.

Fonte: Elaboração Diagonal

Quadro 12: Aptidão Ambiental entre segmento econômico e Unidades de Paisagem do TD 8 – Serra da Capivara.

TD 8 - Serra da Capivara			
Segmento âncora	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
Turismo	Turismo	Depressão de S.Raimundo Nonato (média aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (média-alta aptidão) Tabuleiros do Canindé (média aptidão)	-
Energias Renováveis	Eólica	Depressão de S.Raimundo Nonato (média a alta aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (média aptidão) Tabuleiros do Canindé (média a alta aptidão)	Impacto visual pelo fato do maior potencial ocorrer no topo de serras e chapadas (bordas)
	Biomassa e Biocombustível	Depressão de S.Raim. Nonato (média a alta) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (sem apt) Tabuleiros do Canindé (média aptidão)	Controle do desmatamento e fragmentação de Caatingas;
	Solar	Depressão de S.Raim. Nonato (baixa apt) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (baixa ou sem aptidão) Tabuleiros do Canindé (baixa aptidão)	-
Mineração	Minerais metálicos	Depressão de S.Raim. Nonato (alta apt) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (sem apt) Tabuleiros do Canindé (sem aptidão)	-
Infraestrutura	Barragens, estradas e saneamento	Depressão de S.Raimundo Nonato (média a alta aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (baixa aptidão) Tabuleiros do Canindé (média aptidão)	Universalização do saneamento ambiental (rede e tratamento de esgoto, fornecimento de água tratada, aterros sanitários); Aterros e ETEs sobre área de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças. Estradas e redes de energia impactam UCs.
Segmentos Tradicionais	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
APL	Artesanato	Depressão de S.Raimundo Nonato (média aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (alta aptidão) Tabuleiros do Canindé (média aptidão)	-
APL - Pecuária	Ovinocaprinocultura	Depressão de S.Raimundo Nonato (média aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (baixa ou sem aptidão) Tabuleiros do Canindé (média aptidão)	Depende de melhor oferta de água na região. Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças.
APL - Pecuária	Bovinos	Depressão de S.Raimundo Nonato (baixa aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (baixa ou sem aptidão) Tabuleiros do Canindé (média aptidão)	Depende de melhor oferta de água na região. Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças.
APL - Cajucultura	Caju	Depressão de S.Raimundo Nonato (baixa aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (baixa ou sem aptidão) Tabuleiros do Canindé (baixa aptidão)	Depende de melhor oferta de água na região.

Fonte: Elaboração Diagonal

Quadro 13: Aptidão Ambiental entre segmento econômico e Unidades de Paisagem do TD 9 – Vale dos rios Piauí e Itaueira.

TD9 - Vale dos Rios Piauí e Itaueira			
Segmento âncora	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
Turismo	Turismo	Tabuleiros do Canindé (baixa aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (média-alta aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (baixa aptidão)	-
Energias Renováveis	Eólica	Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (média aptidão)	Impacto visual pelo fato do maior potencial ocorrer no topo das bordas de chapadas.
	Biomassa e Biocombustível	Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (média aptidão)	-
	Solar	Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (média-alta aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (média-alta aptidão)	-
Mineração	Minerais metálicos	Tabuleiros do Canindé (sem aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (sem aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (sem aptidão)	-
Petróleo e Gás	-	Tabuleiros do Canindé (sem aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (sem aptidão)	Risco de contaminação dos Aquíferos confinados Serra Grande e Cabeças.
Agronegócio	Soja, Milho e Cana de Açúcar	Tabuleiros do Canindé (sem aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (média ou sem aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (média ou sem aptidão)	-
Infraestrutura	Barragens, estradas e saneamento	Tabuleiros do Canindé Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (média aptidão)	Universalização do saneamento ambiental (rede e tratamento de esgoto, fornecimento de água tratada, aterros sanitários); Aterros e ETes sobre área de recarga dos aquíferos Cabeças. Estradas e redes de energia impactam UCs.
Segmentos Tradicionais	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
APL - Agricultura	Familiar e Irrigada	Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (média aptidão)	depende de melhor regularização da vazão dos rios Piauí e Itaueira.
APL - Pecuária	Ovinocaprinocultura	Tabuleiros do Canindé (média aptidão) Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (média aptidão)	Depende de melhor oferta de água na região.

Fonte: Elaboração Diagonal

Quadro 14: Aptidão Ambiental entre segmento econômico e Unidades de Paisagem do TD 10 – Tabuleiros do Alto Parnaíba.

TD 10 - Tabuleiros do Alto Parnaíba			
Segmento âncora	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
Turismo	Turismo	Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Chapada do Alto Parnaíba (baixa aptidão) Vãos do Alto Parnaíba (baixa aptidão) Vale do Gurguéia (baixa a média aptidão)	-
Energias Renováveis	Eólica	Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Chapada do Alto Parnaíba (média aptidão) Vãos do Alto Parnaíba (média aptidão) Vale do Gurguéia (média aptidão)	Impacto visual pelo fato do maior potencial ocorrer no topo das bordas de chapadas.
	Biomassa e Biocombustível	Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Chapada do Alto Parnaíba (Alto aptidão) Vãos do Alto Parnaíba (média aptidão) Vale do Gurguéia (média aptidão)	Uso de agrotóxicos. Risco contaminação recursos hídricos. Risco de erosão e assoreamento corpos d'água.
	Solar	Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Chapada do Alto Parnaíba (baixa aptidão) Vãos do Alto Parnaíba (média aptidão) Vale do Gurguéia (média aptidão)	-
Mineração	Petróleo e Gás	Tabuleiros do Parnaíba (alta aptidão) Chapada do Alto Parnaíba (alta ou sem aptidão) Vãos do Alto Parnaíba (sem aptidão) Vale do Gurguéia (sem aptidão)	Risco de contaminação dos Aquíferos confinados Serra Grande e Cabeças.
Agronegócio	Soja, Milho e Cana de Açúcar	Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Chapada do Alto Parnaíba (Alto aptidão) Vãos do Alto Parnaíba (média ou sem aptidão) Vale do Gurguéia (média ou sem aptidão)	Uso de agrotóxicos. Risco contaminação recursos hídricos. Risco de erosão e assoreamento corpos d'água.
Segmentos Tradicionais	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
APL - Agricultura	Familiar e Irrigada	Tabuleiros do Parnaíba (média aptidão) Chapada do Alto Parnaíba (baixa aptidão) Vãos do Alto Parnaíba (alta aptidão) Vale do Gurguéia (alta aptidão)	Depende de melhor regularização da vazão do rio Gurguéia.

Fonte: Elaboração Diagonal

Quadro 15: Aptidão Ambiental entre segmento econômico e Unidades de Paisagem do TD 11 – Chapada das Mangabeiras.

TD 11 - Chapada das Mangabeiras			
Segmento âncora	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
Turismo	Turismo	Vale do Gurguéia (média aptidão) Cabeceira do Parnaíba (média aptidão) Cabeceiras da Gurguéia (baixa aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (méd-baixa) Chapada do Alto Parnaíba (baixa aptidão) Chapada das Mangabeiras (média-baixa) Chapada da Tabatinga (baixa aptidão)	-
Energias Renováveis	Eólica	Vale do Gurguéia (média-baixa aptidão) Cabeceira do Parnaíba (méd-baixa aptidão) Cabeceiras da Gurguéia (méd-baixa aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (méd-baixa) Chapada do Alto Parnaíba (média-baixa) Chapada das Mangabeiras (média-baixa) Chapada da Tabatinga (média-baixa aptidão)	Impacto visual pelo fato do maior potencial ocorrer no topo de serras e chapadas (bordas)
	Biomassa e Biocombustível	Vale do Gurguéia (alta aptidão) Cabeceira do Parnaíba (alta aptidão) Cabeceiras da Gurguéia (alta aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (média) Chapada do Alto Parnaíba (alta aptidão) Chapada das Mangabeiras (alta aptidão) Chapada da Tabatinga (alta aptidão)	Uso de agrotóxicos. Risco contaminação recursos hídricos. Risco de erosão e assoreamento corpos d'água.
	Solar	Vale do Gurguéia (baixa aptidão) Cabeceira do Parnaíba (baixa aptidão) Cabeceiras da Gurguéia (baixa aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (alta) Chapada do Alto Parnaíba (baixa aptidão) Chapada das Mangabeiras (baixa aptidão) Chapada da Tabatinga (baixa aptidão)	-
Mineração	Minerais metálicos	Vale do Gurguéia (sem aptidão) Cabeceira do Parnaíba (sem aptidão) Cabeceiras da Gurguéia (alta aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (alta) Chapada do Alto Parnaíba Chapada das Mangabeiras Chapada da Tabatinga (alta aptidão)	-
Agronegócio	Soja, Milho e Cana de Açúcar	Vale do Gurguéia (alta aptidão) Cabeceira do Parnaíba Cabeceiras da Gurguéia (alta aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia Chapada do Alto Parnaíba (alta aptidão) Chapada das Mangabeiras Chapada da Tabatinga (alta aptidão)	Uso de agrotóxicos. Risco contaminação recursos hídricos. Risco de erosão e assoreamento corpos d'água.
Segmentos Tradicionais	Tipo	Unidade de Paisagem com aptidão	Restrições
APL - Agricultura	Familiar e Irrigada	Vale do Gurguéia (alta aptidão) Cabeceira do Parnaíba (baixa aptidão) Cabeceiras da Gurguéia (alta aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia Chapada do Alto Parnaíba (baixa aptidão) Chapada das Mangabeiras (baixa aptidão) Chapada da Tabatinga (baixa aptidão)	Depende de melhor regularização da vazão do rio Gurguéia.
APL - Pecuária	Bovinos	Vale do Gurguéia (alta aptidão) Cabeceira do Parnaíba (alta aptidão) Cabeceiras da Gurguéia (alta aptidão) Cuesta Bom Jesus da Gurguéia (média) Chapada do Alto Parnaíba (baixa aptidão) Chapada das Mangabeiras (baixa aptidão) Chapada da Tabatinga (alta aptidão)	Depende de melhor oferta de água na região. Instalações industriais sobre áreas de recarga dos aquíferos Serra Grande e Cabeças.

Fonte: Elaboração Diagonal

O Desafio de permitir que o desenvolvimento do Estado não comprometa os significativos recursos ambientais hoje existentes é a questão colocada no presente para o Piauí. Alguns direcionamentos necessários merecem ser destacados em face do que está exposto neste relatório:

1. A necessidade de estabelecer políticas públicas de ordenamento territorial-ambiental muito claras. Ou seja, definir quais são os limites futuros da ocupação que se pretende realizar, quais são os usos permitidos e em que grau, e estabelecer uma regulação territorial das atividades sejam elas urbanas ou rurais.

Dentre aspectos específicos deste tem cabe:

- Transformar os estudos já existentes, como os ZEEs (já realizados e aqueles em andamento) e outros estudos, em políticas públicas, planos diretores, regramentos (decretos, leis)
- Estabelecer uma Política de ordenamento urbano do litoral, de caráter regional, integrando as políticas municipais às necessidades de ordenamento regional.
- Estabelecer uma Política de conservação e preservação mais incisiva sobre os pequenos ecossistemas ainda hoje não protegidos.

2. Estabelecer uma ação mais forte na criação de Unidades de Conservação Estaduais (e mais Federais), sobretudo na porção Setentrional do Estado, e nas áreas indicadas pelo ICMBio como de extrema e alta prioridade para a conservação da biodiversidade:

- Litoral e Meio Norte (lagoas – Portinho e outras; Salgados).
- Avançar na proteção de conjuntos representativos de Carnaúba e do Babaçu nas áreas prioritárias para conservação e estabelecer reservas extrativistas para a exploração sustentável deste recurso.
- Avançar na proteção dos cânions do Rio Poti, por meio do estabelecimento de uma Unidade de Conservação que possa potencializar o turismo na região.

3. Avançar nas ações que visam garantir a segurança hídrica no Semiárido (barragens, adutoras transposição, marcos regulatórios, etc).

4. Garantir a segurança hídrica dos aquíferos subterrâneos por meio de mais pesquisas, dimensionamentos para subsidiar a avaliação de outorgas, estabelecendo marco regulatório de uso deste recurso e de atividades não poluidoras sobre as áreas de recarga dos principais aquíferos.

5. Fortalecer a capacidade de gestão ambiental integrada, incluindo:

- Planejamento: investir para uma gestão próativa, com estabelecimento das políticas de conservação, de monitoramento, entre outras.
- Recursos humanos: investir no aumento da quantidade e na melhoria da qualidade.

- Infraestrutura: melhorar os recursos internos, o sistema de informação e os recursos para a fiscalização das atividades potencialmente poluidoras.
- Aprimorar a pesquisa.

6. Garantir o Saneamento Ambiental: imprimir uma política agressiva para a redução dos negativos indicadores de saneamento ambiental quando à existência de rede de esgoto e tratamento de efluentes, quanto à eliminação de lixões e implantação de aterros sanitários, e também quanto à oferta de água tratada. Procurar estabelecer uma priorização dos investimentos, que se oriente pela redução das grandes vulnerabilidades e para as áreas com grande potencial turístico.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, Aziz Nacib - *Os domínios de Natureza no Brasil*. São Paulo, Ateliê Editorial, 2003. (1ª ed. 1977)
- AGUIAR, Robério Boto de; VERÍSSIMO, Liano Silva; OLIVEIRA Leanize Teixeira; GALVÃO, Manoel Júlio da T. G. & FEITOSA, Fernando A. C. *Pesquisa Hidrogeológica em Bacias Sedimentares no Nordeste Brasileiro*. XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. Disponível em www.cprm.gov.br/publique/media/evento_PAP002930.pdf.
- ANA – Agência Nacional de Águas e MMA – Ministério do Meio Ambiente. *Atlas Nordeste – Abastecimento Urbano de Água. Alternativas de Oferta de Água*. Brasília/DF: Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, 2006.
- BARBOSA, A.M.F.; COSTA, J.J.; MELO e SOUZA, R. *A expansão dos fronts agrícolas e Planejamento Ambiental e Territorial no Nordeste Brasileiro*. Revista Geonorte, Edição Especial, v.3, n.4, p. 379-389. 2012.
- BARRETO, M. L. *Mineração e desenvolvimento sustentável: Desafios para o Brasil*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001
- BARROS, José Sidiney. *Compartimentação Geoambiental no Complexo de Campo Maior, Pi: Uma Área de Tensão Ecológica*. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – UFPI/TROPEN. Teresina/PI: UFPI, 2005.
- BNDES. *Os novos agentes na produção e exploração de petróleo no Brasil*. Informe Infra-estrutura BNDES, nº 42, ago 2000.
- BNDES. *O que mudou na indústria do Petróleo*. Informe Infra-estrutura BNDES, nº 29, ago 1998.
- Revista Comciência. *O Petróleo e seus efeitos no meio ambiente*. novembro de 2005.
- BRASIL. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF. Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP : relatório final. V. 14. Brasília, DF : TDA Desenho & Arte Ltda., 2006.
- BRASIL, Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e do Parnaíba-CODEVASF. Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba – PLANAP: Atlas da Bacia do Parnaíba. Brasília/DF: TODA Desenho e Arte Ltda, 2006.
- Teresina, vol.7, n. 3 / 4, p.10, dez/2003.
- CAFFÉ ALVES, A. *Fundamentos de Direito e Meio Ambiente*. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2003.
- CARVALHO, Marcos David Figueiredo de (coord). *Aproveitamento racional do babaçu*. Teresina: UFPI/CNPq, 2007.
- CASTRO, Antonio Alberto Jorge Farias et al. *Cerrados Marginais do Nordeste e Ecótonos Associados: Sítio 10 do PELD (Período 2001/2011)*. Núcleo de Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste

(TROPEN) da UFPI – Univ. Fed. Do Piauí. Teresina: EDUFPI/Gráfica do Povo, 2010.

CASTRO, Antonio Alberto Jorge Farias et al. *Unidades de Planejamento: uma proposta para o Estado do Piauí com base na dimensão diversidade de ecossistemas*. Ecotone.

CASTRO, M. C. *Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental na Formulação de Políticas Públicas. A Experiência do Estado do Amapá*. Macapá: Gráfica Editora Alves, 1998.

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. *Opalas de Pedro II (PI) são revitalizadas para atender a normas ambientais e de trabalho (06/10/2011)*.

Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/rio20/galerias/2005/Opalas.pdf>. 2011.

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Relatório Brundtland. *Nosso Futuro Comum*. 2 Ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

CDB (Convenção sobre Diversidade Biológica). *Cópia do Decreto Legislativo no. 2, de 5 de junho de 1992*. Brasília: Centro de informação e Documentação Luís Eduardo Magalhães - CID Ambiental, 2000.

CNUMAD – Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento. *Agenda 21*. Brasília: Senado Federal, Secretaria de Documentação e Informação, 1996.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. *Geoparque da Serra da Capivara – PI: proposta*. Autores: José Sidiney Barros, Rogério Valença Ferreira, Niede Guidon, Augusto J. de C. L. Pedreira da Silva.

Projeto Geoparques. 2011. Disponível em

www.cprm.gov.br/publique/media/Rli_Geoparque_Barros.pdf.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. *Geoparque Sete Cidades – PI: proposta*. Autores: José Sidiney Barros, Rogério Valença Ferreira, Augusto Pedreira da Silva. Projeto Geoparques. 2011. Disponível em www.cprm.gov.br/publique/media/Rli_Geoparque_Barros.pdf.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. *Mapa Geológico do Piauí*. 2006. Disponível em www.cprm.gov.br.

DIAGONAL URBANA. *Diagnóstico Integrado em Socioeconomia para os empreendimentos da Companhia Vale do Rio Doce (Vale) no Sudeste do Pará*. São Paulo: Diagonal Urbana, 2006.

DIAGONAL URBANA. *Diagnóstico Integrado em Socioeconomia para os empreendimentos da Companhia Vale do Rio Doce (Vale) na região da DIFS em Minas Gerais*. São Paulo: Diagonal Urbana, 2007.

DIAGONAL URBANA. *Diagnóstico Integrado em Socioeconomia para os empreendimentos da Companhia Vale do Rio Doce (Vale) na região da DIFL em Minas Gerais*. São Paulo: Diagonal Urbana, 2008.

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. *Perímetros Irrigados no Piauí*. Dados disponíveis em: www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perímetros_irrigados/pi/. Acesso em 10/10/2013.

DRESEN, Bernd e VELOSO, José Soares. *Devastação dos babaçuais Piauienses: causas e efeitos*. Carta CEPRO v.12n, p. 7-14, jan-jul. 1987. Teresina: Fundação CEPRO/COMEPI, 1987.

FBB - FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. *Desenvolvimento Regional Sustentável: Fruticultura-Caju*.

Série cadernos de propostas para atuação em cadeias produtivas. Volume 4. Disponível em www.bb.com.br/docs/pub/inst/dwn/Vol4FruticCaju.pdf. Brasília, setembro de 2010.

FURTADO, João. *Recursos naturais e desenvolvimento: estudos sobre o potencial dinamizador da mineração na economia brasileira* / João Furtado, Eduardo Urias. – 1. ed. – São Paulo : Ed. Dos Autores/IBRAM, 2013.

GOMES, J.M.A.; SANTOS, K.B; SILVA, M.S. (Orgs). *Cadeia produtiva da cera de carnaúba: diagnóstico e cenários*. Teresina: EDUFPI, 2006.

IB-USP – Instituto de Biologia da Universidade de São Paulo. Aspectos do cerrado: clima. Disponível em: http://ecologia.ib.usp.br/cerrado/aspectos_clima.htm. Acesso em: set. 2013.

IBAMA. Diagnóstico da carcinicultura no Estado do Ceará. Abril de 2005. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/0B19D3B1/DIAGDACARCINICULTURACEARA.pdf>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PAM – Pesquisa Agrícola Municipal/2010 (a). Brasília: IBGE, 2010 (a). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: ago. 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PAM – Pesquisa Pecuária Municipal/2010 (b). Brasília: IBGE, 2010 (b). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: ago. 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2008. REGIC – Região de Influência das Cidades/2007. Brasília: IBGE, 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: ago. 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Macrozoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do rio Parnaíba*. Série Estudos e Pesquisas em geociências, nº 4. Rio de Janeiro: IBGE, 1996.

IBRAM - Instituto Brasileiro da Mineração . *Panorama Mineral Brasileiro – IBRAM, 2012*. Disponível no sítio da organização - <http://www.ibram.org.br/>.

IBRAM - Instituto Brasileiro da Mineração. *Panorama Mineral Brasileiro / Ferro – IBRAM, 2012*. Disponível no sítio da organização - <http://www.ibram.org.br/>.

IBRAM - Instituto Brasileiro da Mineração . *Informações e análises da economia mineral Brasileira*. IBRAM, Dezembro / 2012. Disponível no sítio da organização - <http://www.ibram.org.br/>.

IBRAM - Instituto Brasileiro da Mineração. *Indústria da Mineração: Mineração e Economia Verde - Encontro da Indústria para a sustentabilidade*. IBRAM, Dezembro / 2012. Disponível no sítio da organização - <http://www.ibram.org.br/>.

KUPFER, D (coord.) *Impactos Econômicos da Expansão do Setor Petróleo*. (Relatório Final) IE-UFRJ/ONIP – INFOPETRO, dezembro 2000.

LEFF, Enrique. *Ecologia y Capital: Racionalidad Ambiental, Democracia Participativa y Desarrollo Sustentable*. Cidade do México, Siglo Veintiuno, 1ªed. 1986. 1994.

LEFF, Enrique. *Ecologia, Capital e Cultura*. Blumenau, Edifurb, 2000.

MACHADO E SILVA, Antonio Carlos R. de A.; MATOS, Lennon Oliveira. *Entre a Ciência, a Propaganda e o Poder: Onde está o “Berço do Homem Americano”?*. Anais I Semana de

Arqueologia – Unicamp “Arqueologia e Poder”. Campinas: LAP/NEPAM, 2013.

MAGALHÃES JUNIOR, I. *Panorama dos Mercados de Petróleo e Gás Natural no Brasil e no Mundo*. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 21, p. 57-73, mar. 2005.

MARGULIS, S. *Causas do desmatamento na Amazônia*. Brasília: Banco Mundial, 2003. 100p.

MILANEZ, Bruno; PUPPIM, José Antonio. *Ambiente, pessoas e labor: APLs além do desenvolvimento econômico na mineração de opalas em Pedro II, no Piauí*. In: Cad. EBAPE.BR vol.7 no.4 Rio de Janeiro Dec. 2009 - <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-39512009000400001>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-39512009000400001

MME e SETDETUR/PI - Ministério de Minas e Energia e Secretaria do Trabalho e Desenvolvimento Econômico, Tecnológico e Turismo do Piauí. *Diagnóstico e diretrizes para o setor mineral do Estado do Piauí*. Teresina: Fundação Cepro/Prodepi, 2005.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Zoneamento Econômico Ecológico da Bacia do Rio Parnaíba: Um foco nos cerrados do Sul do Piauí e Maranhão. Subsídios para o diagnóstico. Brasília: IBGE, 2005.

SEMAR/PI - Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Piauí. Zoneamento Econômico-Ecológico do Estado do Piauí, com maior detalhamento dos Cerrados Piauienses. Diagnóstico Participativo e Prognóstico Socio-Ambientais. Produto II – Caracterização das Unidades Ambientais dos Municípios Selecionados. Teresina: DRZ Gestão Ambiental, 2012.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. *Projeto-Piloto Zoneamento Econômico-Ecológico do Baixo Rio Parnaíba*. Consórcio ZEE Brasil. Brasília/DF: MMA,

MMA – Ministério do Meio Ambiente. ZEE Bacia do Parnaíba – integração de banco de dados e mapa de subsídios à gestão territorial. Produto V-Mapa preliminar de subsídios à Gestão Territorial. Brasília/DF: MMA/PNUD, 2011a.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. ZEE Bacia do Parnaíba – integração de banco de dados e mapa de subsídios à gestão territorial. PRODUTO IV–Mapa Síntese e de Vulnerabilidade à Perda de Solos. Brasília/DF: MMA/PNUD, 2011b.

MMA. Plano de ação para produção e consumo sustentáveis: PPCS. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2010.

MORAES, Adolfo Martins de. *Rio Parnaíba: um rio em busca de Norte*. Carta CEPRO v.18, n.1, p. 7-38, jan-jun. 2000. Teresina: Fundação CEPRO/COMEPI, 2000.

OLIVEIRA, L. G. L.; IPIRANGA, A. S. R. *Gestão dos Resíduos e Sustentabilidade na Cadeia Produtiva do Agronegócio do Caju no Ceará*. XI Engema – Encontro Nacional e I Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. O Mundo Pede Novas Ideias. Fortaleza, 2009.

PFALTZGRAFF, Pedro Augusto dos Santos. *Geodiversidade do Estado do Piauí*. Org. Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff, Fernanda Soares de Miranda Torres e Ricardo de Lima Brandão. Recife: CPRM, 2010.

PINTO Jr., H. (org.) *Economia da Energia*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

- PIQUET, R. e SERRA, R. *Petróleo e Região no Brasil : o desafio da abundância*. Rio de Janeiro: Garamond, 2007.
- POSTALI, F. *Relações entre Governo e Investidores na Indústria de Petróleo no Brasil: Algumas Considerações*. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, V. 9, N. 17, P. 221-236, Junho 2002
- PRATES, C. et all. *Setor de Petróleo e Gás Natural: Perfil dos Investimentos*. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 22, p. 3-28, set. 2005.
- QUEIROGA, Almir C. e FERREIRA, Luís Augusto F (Orgs). *Plano Diretor de Desenvolvimento Turístico Arqueológico do Piauí (Síntese)*. Carta CEPRO v.20, n.1, p. 7-91, jan-abr. 2001. Teresina: Fundação CEPRO/COMEPI, 2001.
- QUEIROGA, Almir C. e FERREIRA, Luís Augusto F (Orgs). *Plano Estratégico de Desenvolvimento Turístico do Estado do Piauí (Síntese)*. Carta CEPRO v.20, n.1, p. 92-108, jan-abr. 2001. Teresina: Fundação CEPRO/COMEPI, 2001.
- ROSA, M.F; FIGUEIREDO, M.C.B de; PESSOA, P.F.A de P; SANTA BRÍGIDA, A.I. *Módulos múltiplos de processamento de castanha de caju - avaliação dos impactos ambientais*. Disponível em www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_1923.pdf. Embrapa, 2002.
- ROSA, S. *O debate recente sobre o pico da produção mundial de petróleo*. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, V. 14, N. 28, P. 171-200, Dezembro 2007.
- ROSA, S. e GOMES, G. *O Pico de Hubbert e o Futuro da Produção Mundial de Petróleo*. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, V. 11, N. 22, P. 21-49, Dezembro 2004
- RUAS, J. *A Indústria de Petróleo e Gás Natural: Transformações Contemporâneas e Políticas para Desenvolvimento no Estado de São Paulo*. mimeo 2007
- SEMAR/PI – Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Piauí. *Plano Estadual de Recursos Hídricos –Relatório Síntese*. Teresina: SEMAR/PI, 2010.
- SEMAR/PI - Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Piauí. *Projeto de Redução do Desmatamento e das Queimadas no Piauí*. Teresina: SEMAR/PI, 2013
- SOARES, K. *A Evolução da Especificação do Óleo Diesel No Brasil e o Impacto das Questões Ambientais*. In: 1º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás UFRN – SBQ Regional RN. Natal, 2000.
- UNESCO. *Water for people, water for life*. Paris: UNESCO, 2003. 34p.
- VELOSO FILHO, Francisco de Assis. 2002. *Visão geral da economia piauiense na segunda metade do século XX*. In: Publicações avulsas do Núcleo de Referências em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste (TROPEN). n. 7. Teresina: UFPI.

9. ANEXOS

9.1 APENDICE – Legislação Ambiental

O licenciamento ambiental e o Estudo Prévio de Impacto Ambiental são partes integrantes da tutela administrativa preventiva do meio ambiente pelo Poder Executivo, que no exercício de seu poder de polícia, faz um controle conciliatório entre o desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente. É a materialização do Princípio da Prevenção / Precaução plasmado no Princípio da Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992. Assim, determinou que "a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento por órgão estadual competente, integrante do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA, sem prejuízo de outras licenças exigíveis" (art. 10).

O processo de licenciamento ambiental segue, em regra, três etapas que devem ser realizadas em conformidade com a Resolução CONAMA 237/97. Primeiramente, é concedida a Licença Prévia - LP, referente à fase preliminar da atividade. Na sequência, é concedida a Licença de Instalação - LI, referente à fase de implantação do empreendimento, com o detalhamento de projetos, obras de engenharia e processos de controle ambiental a serem utilizados e finalizando, é concedida a Licença de Operação - LO, que autoriza o início de qualquer atividade ou do funcionamento de equipamento potencialmente poluidor.

A Resolução CONAMA 237/1997 detalha também a distribuição de competências para a execução do Licenciamento Ambiental, o nível de exigência para o licenciamento, os casos legais em que são permitidos a sua suspensão ou cancelamento da licença ambiental e as listas exemplificativas de atividades com obrigatoriedade de Licenciamento Ambiental.

A distribuição de competências para o licenciamento ambiental segundo a Resolução CONAMA 237/1997 é apresentada na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1 - Distribuição de competências para o licenciamento ambiental segundo a Resolução CONAMA 237/1997.

Licenciador	Competências
IBAMA (executor do SISNAMA) (Art. 4.º e incisos da Res. CONAMA 237/1997).	<ul style="list-style-type: none"> ▪ compete a ele o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades com significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional, sendo possível a delegação aos Estados do licenciamento de atividade com significativo impacto ambiental de âmbito regional; ▪ localizadas ou desenvolvidas conjuntamente no Brasil e em país limítrofe; ▪ no mar territorial, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva; ▪ em terras indígenas ou em unidades de conservação do domínio da União; ▪ localizadas ou desenvolvidas em dois ou mais estados da Federação; ▪ cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais do País ou de um ou mais estados; ▪ destinados a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar e dispor material radioativo, em qualquer estágio, ou que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações, mediante parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN; ▪ bases ou empreendimentos militares, quando couber, observada a legislação específica.
Órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal (Art. 5º e incisos da Res. CONAMA 237/1997).	<ul style="list-style-type: none"> ▪ compete o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades localizados ou desenvolvidos em mais de um Município ou em unidades de conservação de domínio estadual ou do Distrito Federal; ▪ localizados ou desenvolvidos nas florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente relacionadas no artigo 2.º da Lei n.º 4.771/1965, e em todas as que assim forem consideradas por normas federais, estaduais ou municipais; ▪ cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais municípios; ▪ delegados pela União aos estados ou ao Distrito Federal, por instrumento legal ou convênio.
Órgão ambiental municipal (Art. 6º e incisos da Res. CONAMA 237/1997).	<ul style="list-style-type: none"> ▪ compete, ouvidos os órgãos competentes da União, dos estados e do Distrito Federal, quando couber, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio.

As atividades ou empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental são apresentados na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2 – Atividades ou empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental conforme a Resolução CONAMA 237/1997.

RESOLUÇÃO CONAMA 237/1997 ATIVIDADES OU EMPREENDIMENTOS SUJEITOS AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL
Extração e tratamento de minerais
<ul style="list-style-type: none"> ▪ pesquisa mineral com guia de utilização; ▪ lavra a céu aberto, inclusive de aluvião, com ou sem beneficiamento; ▪ lavra subterrânea com ou sem beneficiamento; ▪ lavra garimpeira; ▪ perfuração de poços e produção de petróleo e gás natural.
Indústria de produtos minerais não metálicos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ beneficiamento de minerais não metálicos, não associados à extração; ▪ fabricação e elaboração de produtos minerais não metálicos tais como: produção de material cerâmico, cimento, gesso, amianto e vidro, entre outros;
Indústria metalúrgica
<ul style="list-style-type: none"> ▪ fabricação de aço e de produtos siderúrgicos; ▪ produção de fundidos de ferro e aço / forjados / arames / relaminados com ou sem tratamento de superfície, inclusive galvanoplastia; ▪ metalurgia dos metais não-ferrosos, em formas primárias e secundárias, inclusive ouro; ▪ produção de laminados / ligas / artefatos de metais não-ferrosos com ou sem tratamento de superfície, inclusive galvanoplastia; ▪ relaminação de metais não-ferrosos, inclusive ligas; ▪ produção de soldas e anodos; ▪ metalurgia de metais preciosos; ▪ metalurgia do pó, inclusive peças moldadas; ▪ fabricação de estruturas metálicas com ou sem tratamento de superfície, inclusive galvanoplastia; ▪ fabricação de artefatos de ferro / aço e de metais não-ferrosos com ou sem tratamento de superfície, inclusive galvanoplastia; ▪ têmpera e cementação de aço, recozimento de arames, tratamento de superfície.
Indústria mecânica
<ul style="list-style-type: none"> ▪ fabricação de máquinas, aparelhos, peças, utensílios e acessórios com e sem tratamento térmico e/ou de superfície.

RESOLUÇÃO CONAMA 237/1997**ATIVIDADES OU EMPREENDIMENTOS****SUJEITOS AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL****Indústria de material elétrico, eletrônico e comunicações**

- fabricação de pilhas, baterias e outros acumuladores;
- fabricação de material elétrico, eletrônico e equipamentos para telecomunicação e informática;
- fabricação de aparelhos elétricos e eletrodomésticos.

Indústria de material de transporte

- fabricação e montagem de veículos rodoviários e ferroviários, peças e acessórios;
- fabricação e montagem de aeronaves;
- fabricação e reparo de embarcações e estruturas flutuantes.

Indústria de madeira

- serraria e desdobramento de madeira;
- preservação de madeira;
- fabricação de chapas, placas de madeira aglomerada, prensada e compensada;
- fabricação de estruturas de madeira e de móveis.

Indústria de papel e celulose

- fabricação de celulose e pasta mecânica;
- fabricação de papel e papelão;
- fabricação de artefatos de papel, papelão, cartolina, cartão e fibra prensada.

Indústria de borracha

- beneficiamento de borracha natural;
- fabricação de câmara de ar e fabricação e condicionamento de pneumáticos;
- fabricação de laminados e fios de borracha;
- fabricação de espuma de borracha e de artefatos de espuma de borracha, inclusive látex.

Indústria de couros e peles

- secagem e salga de couros e peles;
- curtimento e outras preparações de couros e peles;
- fabricação de artefatos diversos de couros e peles;
- fabricação de cola animal.

Indústria química

- produção de substâncias e fabricação de produtos químicos;
- fabricação de produtos derivados do processamento de petróleo, de rochas betuminosas e da madeira;
- fabricação de combustíveis não derivados de petróleo;
- produção de óleos/gorduras/ceras vegetais-animais/óleos essenciais vegetais e outros produtos da destilação da madeira;
- fabricação de resinas e de fibras e fios artificiais e sintéticos e de borracha e látex sintéticos;
- fabricação de pólvora/explosivos/detonantes/munição para caça-desporto, fósforo de segurança e artigos pirotécnicos;
- recuperação e refino de solventes, óleos minerais, vegetais e animais;
- fabricação de concentrados aromáticos naturais, artificiais e sintéticos;
- fabricação de preparados para limpeza e polimento, desinfetantes, inseticidas, germicidas e fungicidas;
- fabricação de tintas, esmaltes, lacas, vernizes, impermeabilizantes, solventes e secantes;
- fabricação de fertilizantes e agroquímicos;
- fabricação de produtos farmacêuticos e veterinários;
- fabricação de sabões, detergentes e velas;
- fabricação de perfumarias e cosméticos;
- produção de álcool etílico, metanol e similares.

Indústria de produtos de matéria plástica

- fabricação de laminados plásticos;
- fabricação de artefatos de material plástico.

Indústria têxtil, de vestuário, calçados e artefatos de tecidos

- beneficiamento de fibras têxteis, vegetais, de origem animal e sintéticos;
- fabricação e acabamento de fios e tecidos;
- tingimento, estamparia e outros acabamentos em peças do vestuário e artigos diversos de tecidos;
- fabricação de calçados e componentes para calçados.

RESOLUÇÃO CONAMA 237/1997

ATIVIDADES OU EMPREENDIMENTOS

SUJEITOS AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Indústria de produtos alimentares e bebidas

- beneficiamento, moagem, torrefação e fabricação de produtos alimentares;
- matadouros, abatedouros, frigoríficos, charqueadas e derivados de origem animal;
- fabricação de conservas;
- preparação de pescados e fabricação de conservas de pescados;
- preparação, beneficiamento e industrialização de leite e derivados;
- fabricação e refinação de açúcar;
- refino / preparação de óleo e gorduras vegetais;
- produção de manteiga, cacau, gorduras de origem animal para alimentação;
- fabricação de fermentos e leveduras;
- fabricação de rações balanceadas e de alimentos preparados para animais;
- fabricação de vinhos e vinagre;
- fabricação de cervejas, chopes e maltes;
- fabricação de bebidas não alcoólicas, bem como engarrafamento e gaseificação de águas minerais;
- fabricação de bebidas alcoólicas.

Indústria de fumo

- fabricação de cigarros/charutos/cigarrilhas e outras atividades de beneficiamento do fumo.

Indústrias diversas

- usinas de produção de concreto;
- usinas de asfalto;
- serviços de galvanoplastia.

Obras civis

- rodovias, ferrovias, hidrovias, metropolitanos;
- barragens e diques;
- canais para drenagem;
- retificação de curso de água;
- abertura de barras, embocaduras e canais;
- transposição de bacias hidrográficas;
- outras obras de arte.

Serviços de utilidade

- produção de energia termoelétrica;
- transmissão de energia elétrica;
- estações de tratamento de água;
- interceptores, emissários, estação elevatória e tratamento de esgoto sanitário;
- tratamento e destinação de resíduos industriais (líquidos e sólidos);
- tratamento/disposição de resíduos especiais tais como: de agroquímicos e suas embalagens usadas e de serviço de saúde, entre outros;
- tratamento e destinação de resíduos sólidos urbanos, inclusive aqueles provenientes de fossas;
- dragagem e derrocamentos em corpos d'água;
- recuperação de áreas contaminadas ou degradadas.

Transporte, terminais e depósitos

- transporte de cargas perigosas;
- transporte por dutos;
- marinas, portos e aeroportos;
- terminais de minério, petróleo e derivados e produtos químicos;
- depósitos de produtos químicos e produtos perigosos.

Turismo

- complexos turísticos e de lazer, inclusive parques temáticos e autódromos.

Atividades diversas

- parcelamento do solo;
- distrito e pólo industrial.

Atividades agropecuárias

- projeto agrícola;
- criação de animais;
- projetos de assentamentos e de colonização.

RESOLUÇÃO CONAMA 237/1997
ATIVIDADES OU EMPREENDIMENTOS
SUJEITOS AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Uso de recursos naturais

- silvicultura;
- exploração econômica da madeira ou lenha e subprodutos florestais;
- atividade de manejo de fauna exótica e criadouro de fauna silvestre;
- utilização do patrimônio genético natural;
- manejo de recursos aquáticos vivos;
- introdução de espécies exóticas e/ou geneticamente modificadas;
- uso da diversidade biológica pela biotecnologia.

Caso a “instalação de obra ou atividade” seja “potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente” deve-se ainda exigir, conjuntamente com o Licenciamento Ambiental, “estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade” (art. 225, §1.º, inc. IV da C.F.).

A Resolução Conama 01/1986 estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental. São quatro as diretrizes gerais para o Estudo de Impacto Ambiental (Art. 5º e incisos da Resolução Conama 01/1986):

- contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização de projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto;
- identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade;
- definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza;
- considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade.
- Quanto às atividades técnicas obrigatórias, temos (Art. 5º e incisos da Resolução Conama 01/1986):
- diagnóstico ambiental da área de influência do projeto (meio físico, o meio biológico e os ecossistemas naturais);
- análise do meio socioeconômico (o uso e ocupação do solo, os usos da água e a socioeconomia (destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos);
- análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas (impactos positivos e negativos);
- definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas;
- elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento.

A Resolução CONAMA 01/1986 também delimita as atividades que obrigatoriamente devem apresentar Estudo de Impacto Ambiental conforme detalhado na Tabela 3, a seguir.

Tabela 3 - Atividades que obrigatoriamente devem apresentar Estudo de Impacto Ambiental conforme a Resolução CONAMA 01/1986.

ESFERA	OBRIGATORIEDADE DE EIA/RIMA
Federal (IBAMA) (Artigo 3.º)	Todas as atividades que, por lei, sejam de competência federal.
Órgão estadual competente (e do IBAMA, em caráter supletivo) (Artigo 2.º)	I - Estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento; II - Ferrovias; III - Portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos; IV - Aeroportos, conforme definidos pelo inciso 1, artigo 48, do Decreto-Lei n.º 32, de 18.11.66; V - Oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários; VI - Linhas de transmissão de energia elétrica, acima de 230 KV; VII - Obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins hidrelétricos, acima de 10 MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques; VIII - Extração de combustível fóssil (petróleo, xisto, carvão); IX - Extração de minério, inclusive os da classe II, definidas no Código de Mineração; X - Aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos; XI - Usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10 MW; XII - Complexo e unidades industriais e agro-industriais (petroquímicos, siderúrgicos, cloroquímicos, destilarias de álcool, hulha, extração e cultivo de recursos hídricos); XIII - Distritos industriais e zonas estritamente industriais - ZEI; XIV - Exploração econômica de madeira ou de lenha, em áreas acima de 100 hectares ou menores, quando atingir áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental; XV - Projetos urbanísticos, acima de 100 ha. ou em áreas consideradas de relevante interesse ambiental a critério da SEMA e dos órgãos municipais e estaduais competentes; XVI - Qualquer atividade que utilize carvão vegetal, em quantidade superior a dez toneladas por dia.

Outro instrumento legal de especial importância foi a edição da Lei da Ação Civil Pública (Lei Federal 7.347/1985). Com esta lei, o Direito Ambiental ganha um instrumento processual específico para a reparação civil do dano ambiental e para defesa do ambiente e de outros interesses difusos e coletivos.

Posteriormente, a Constituição Federal de 1988 incorporou ao seu texto a questão ambiental, dedicando a esta todo um capítulo (Capítulo VI). No caput do art. 225, a Carta Magna atribui a "todos" o "direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida" e também, impõe "ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações".

Completando o quadro normativo ambiental brasileiro, podemos citar a edição das seguintes leis:

a. Lei dos Agrotóxicos (Lei Federal 7.802/89) (Regulamentada pelo Decreto 4.074/2002 e Resolução CONAMA 334/2003).

Principais questões abordadas:

- determina que os agrotóxicos em uso no Brasil devem ser obrigatoriamente registrados no Ministério da Saúde, da Agricultura e do Meio Ambiente;
- cria regras para fabricação dos agrotóxicos, uso, comercialização, propaganda e fiscalização;
- atribui competência à União para o controle da fabricação, registro e transporte interestadual e aos Estados para o controle da comercialização e utilização;

- permite para venda de agrotóxicos, em regra, através de Receituário Agrônomo, sob responsabilidade do profissional habilitado.

b. Lei de Crimes Ambientais (Lei Federal 9.605/1998 regulamentada pelo Decreto 3.179/1999), que inovou ao incluir a pessoa jurídica como sujeito ativo do crime ambiental.

c. Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal 9.433/1997), que criou:

- o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- os Planos de Recursos Hídricos;
- o enquadramento dos corpos d'água em classes (Vide Resolução CONAMA 357/2005), segundo os usos preponderantes da água;
- a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos e o sistema de informações sobre recursos hídricos.

d. Política Nacional de Educação Ambiental (Lei Federal 9.975/99).

e. Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei Federal 9.985/2000 regulamentada pelo Decreto 4.340/2002). Segundo Rodrigues (2002), as Unidades de Conservação são espaços do território nacional, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais, urbanísticas ou culturais relevantes, situados no meio urbano ou rural, de domínio público, legalmente instituídas pelo poder público, com objetivos e limites definidos, sob regimes especiais de administração, aos quais se aplicam garantias adequadas de proteção, sendo sua alteração ou supressão permitida apenas através de lei.

As Unidades de Conservação são criadas por qualquer ato do poder público e podem ser localizadas em áreas públicas ou privadas, sendo divididas em Unidades de Proteção Integral – que são destinadas à preservação da natureza, admitindo-se apenas o uso indireto dos recursos naturais (produção de água, purificação do ar, etc.) – e unidades de uso sustentável – que visam promover e assegurar o uso direto e sustentável dos recursos naturais.

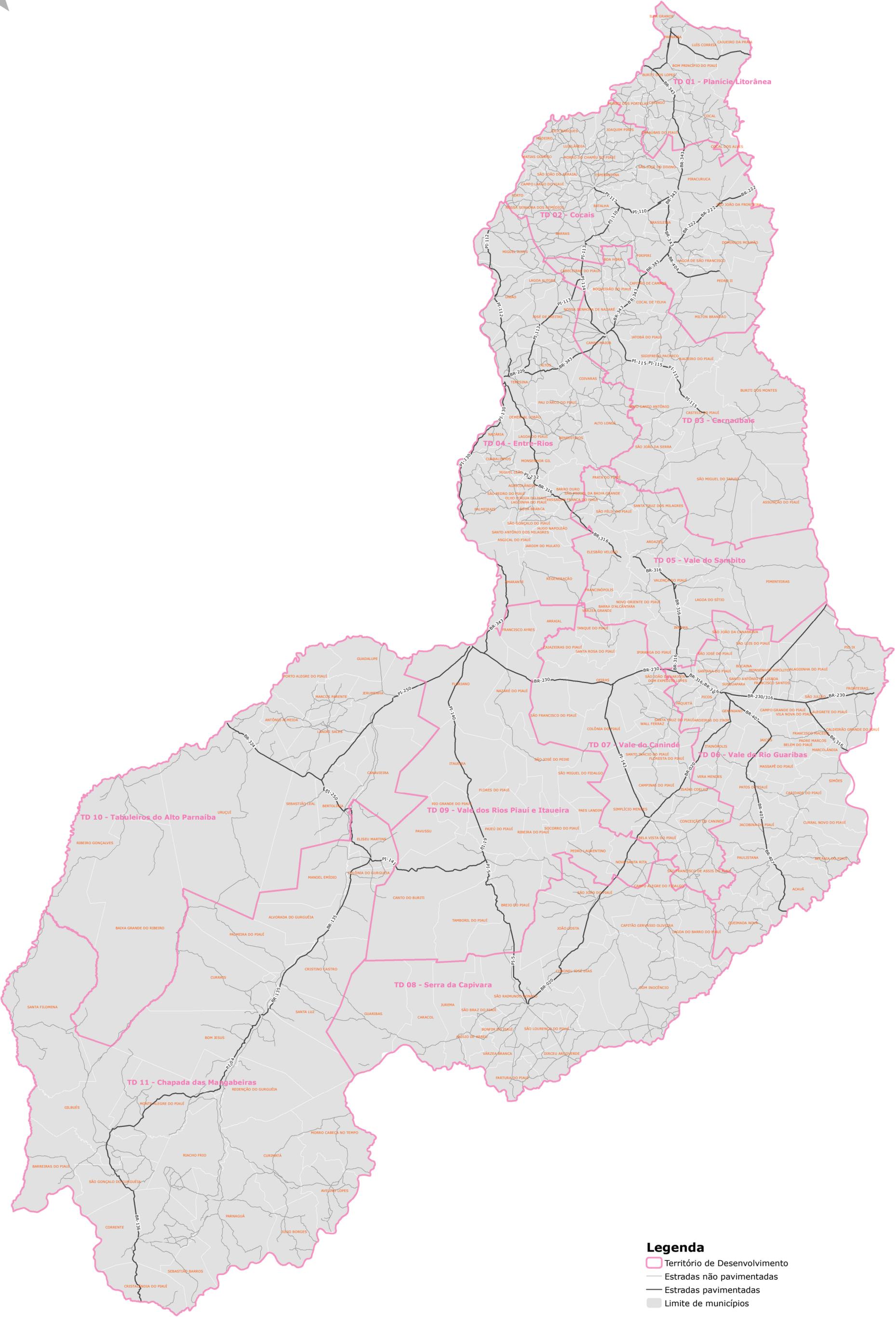
f. Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257/2001), que visa, entre outros objetivos, delinear a política ambiental no meio urbano, munir o Poder Público de instrumentos eficazes de intervenção e defender as Cidades Sustentáveis.

g. Nova Lei de Biossegurança (Lei Federal nº 11.105/2005):

- Regulamentou o licenciamento de organismos geneticamente modificados e seus derivados;
- Criou o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS e reestruturou a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio;
- Estabeleceu uma nova Política Nacional de Biossegurança – PNB para o País.

Convém mencionar que a Constituição Federal atribuiu aos Estados Membros e aos Municípios as competências legislativas concorrente e suplementar para a edição de leis ambientais. Munidos destas competências legislativas, estes entes da federação têm procurado elaborar leis que visam preencher lacunas e complementar, de acordo com suas peculiaridades locais, a Legislação Federal aqui apresentada.

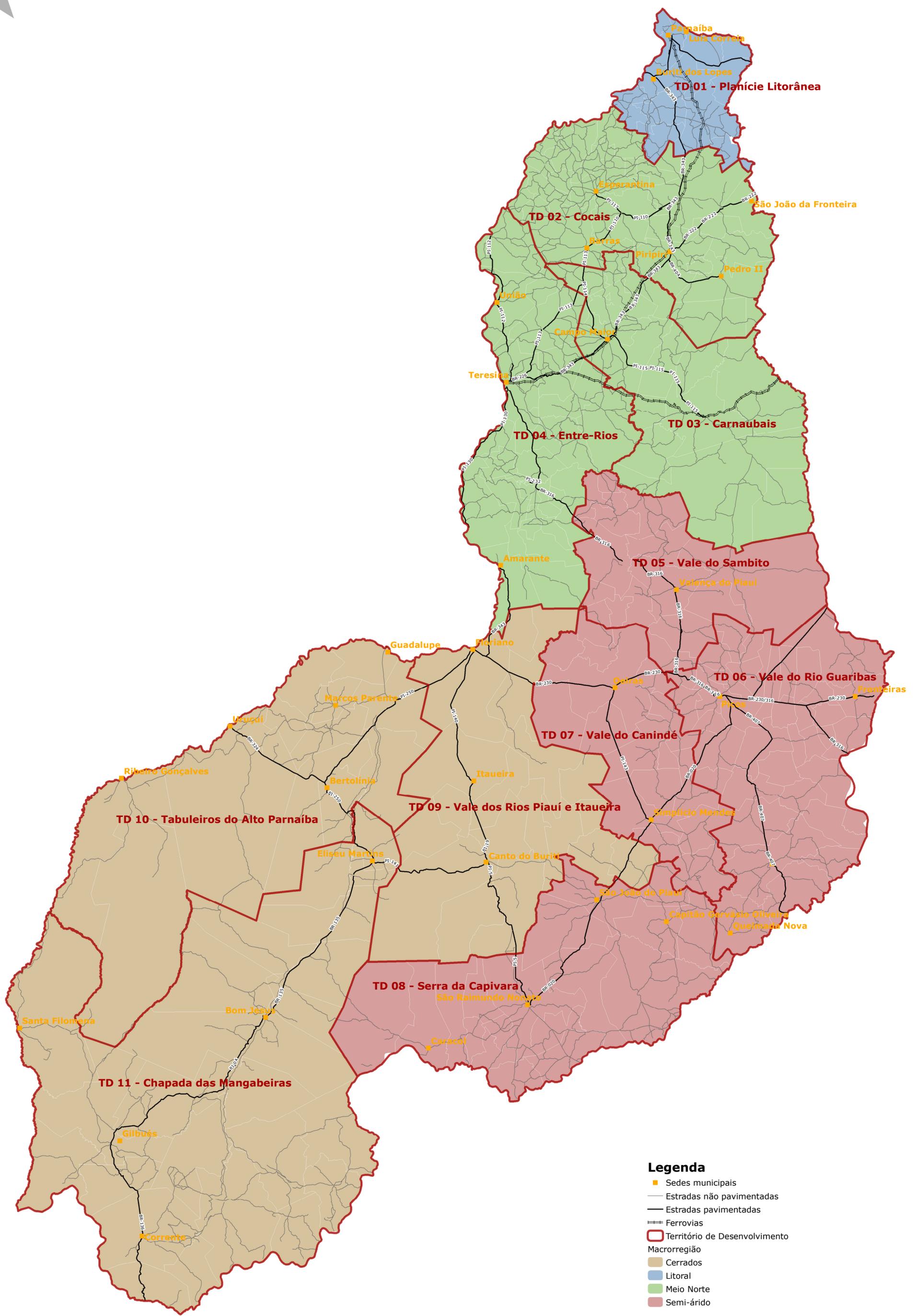
9.2 MAPAS

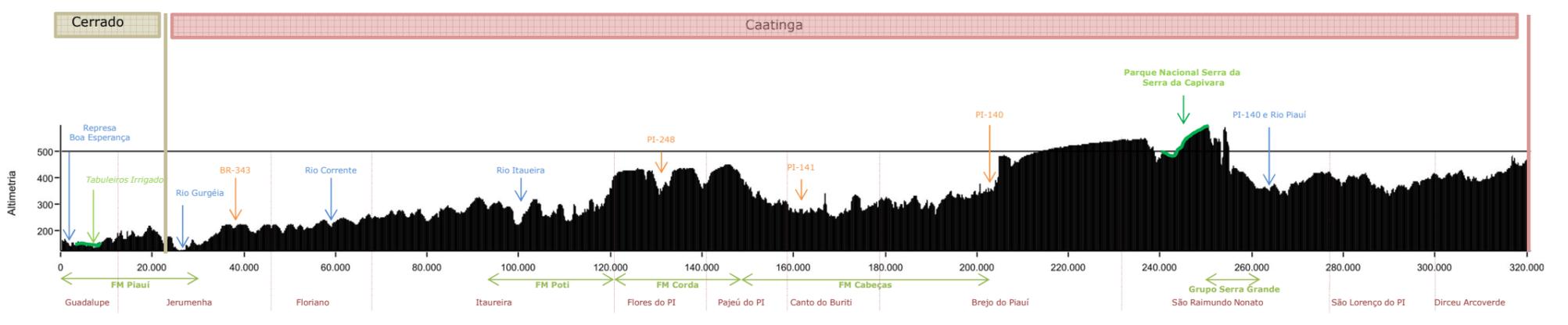
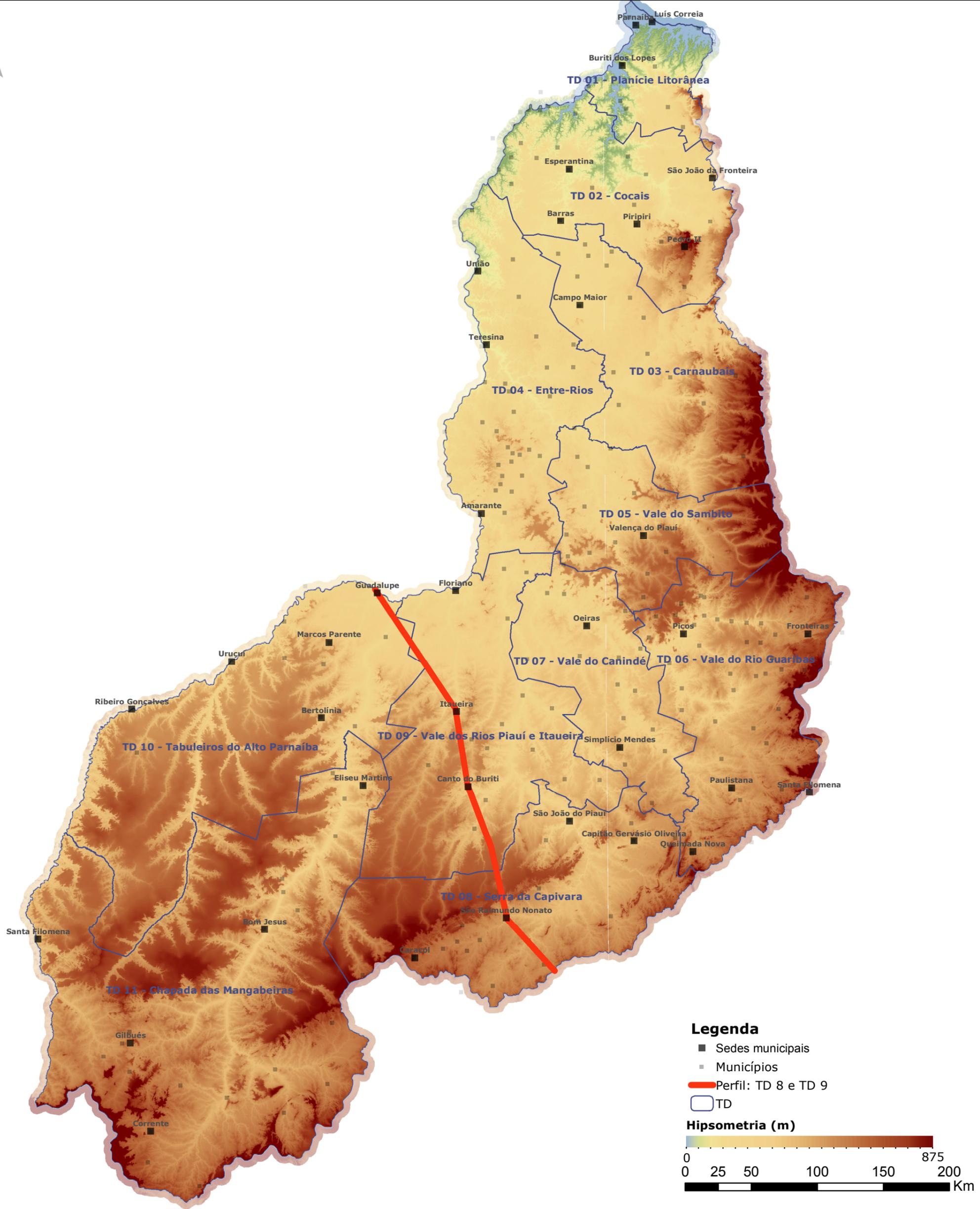


Legenda

- Território de Desenvolvimento
- Estradas não pavimentadas
- Estradas pavimentadas
- Limite de municípios







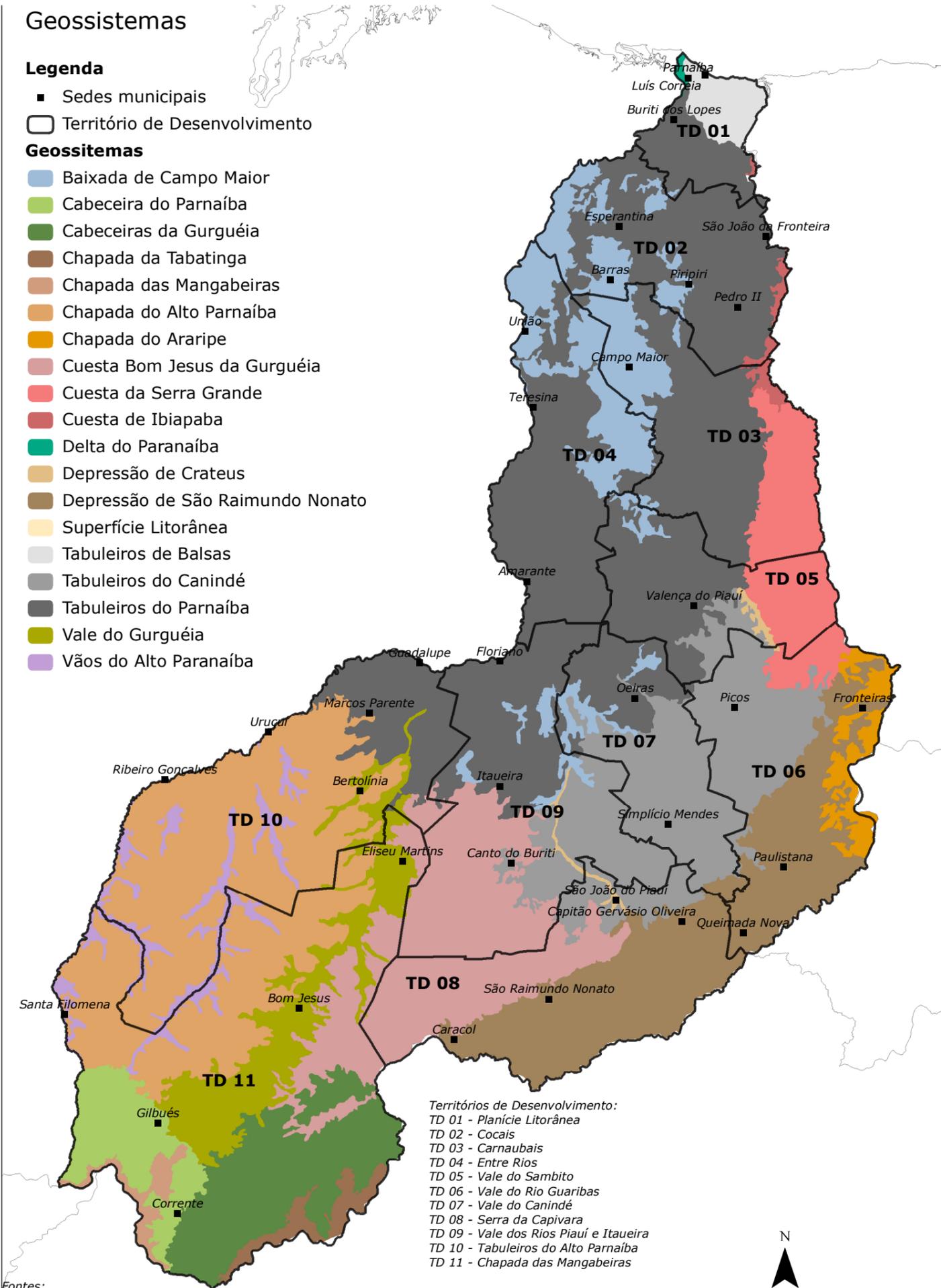
Geossistemas

Legenda

- Sedes municipais
- Território de Desenvolvimento

Geossistemas

- Baixada de Campo Maior
- Cabeceira do Parnaíba
- Cabeceiras da Gurguéia
- Chapada da Tabatinga
- Chapada das Mangabeiras
- Chapada do Alto Parnaíba
- Chapada do Araripe
- Cuesta Bom Jesus da Gurguéia
- Cuesta da Serra Grande
- Cuesta de Ibiapaba
- Delta do Parnaíba
- Depressão de Crateus
- Depressão de São Raimundo Nonato
- Superfície Litorânea
- Tabuleiros de Balsas
- Tabuleiros do Canindé
- Tabuleiros do Parnaíba
- Vale do Gurguéia
- Vãos do Alto Parnaíba



Territórios de Desenvolvimento:
 TD 01 - Planície Litorânea
 TD 02 - Cocais
 TD 03 - Carnaubais
 TD 04 - Entre Rios
 TD 05 - Vale do Sambito
 TD 06 - Vale do Rio Guaribas
 TD 07 - Vale do Canindé
 TD 08 - Serra da Capivara
 TD 09 - Vale dos Rios Piauí e Itaueira
 TD 10 - Tabuleiros do Alto Parnaíba
 TD 11 - Chapada das Mangabeiras

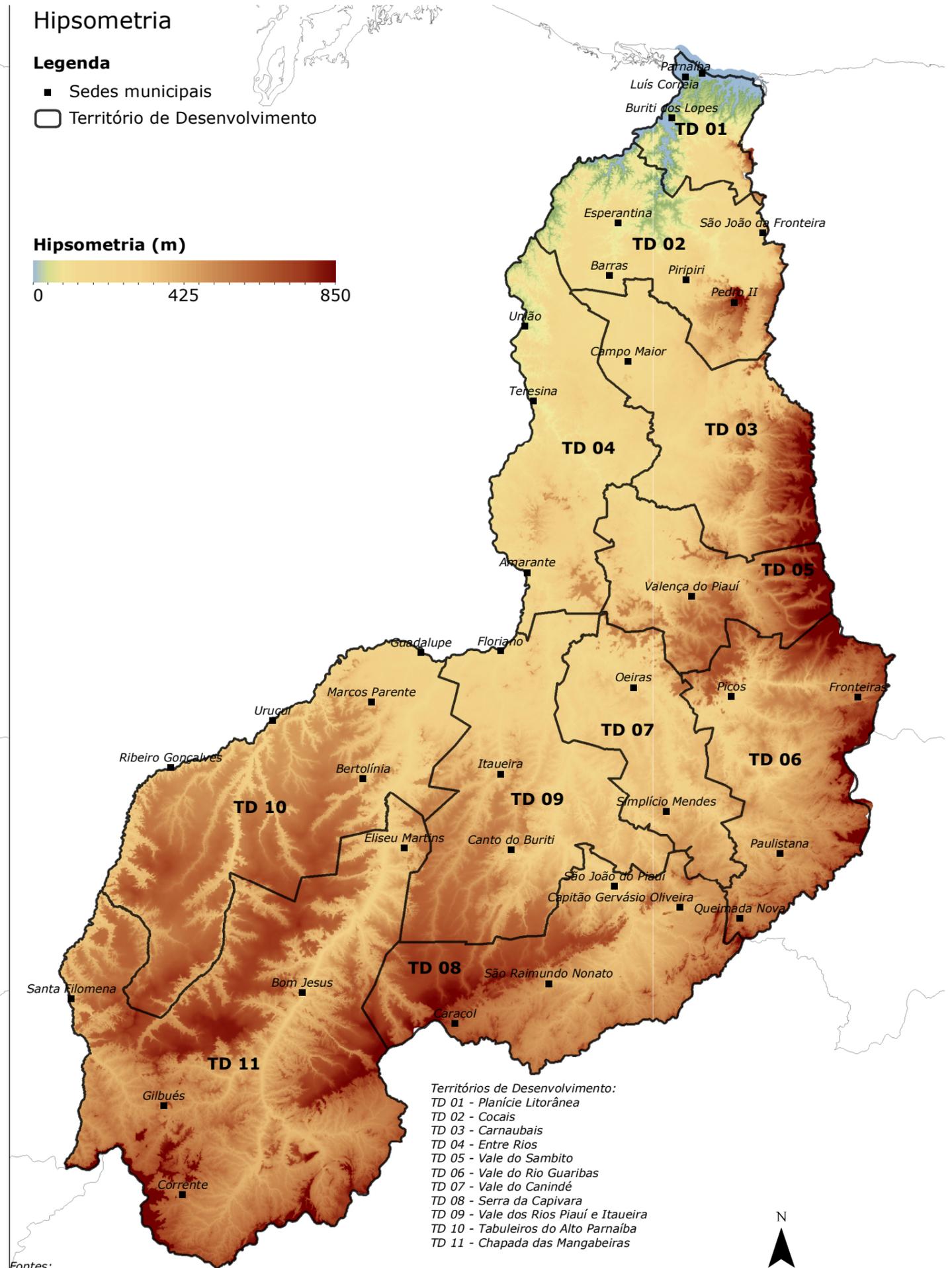
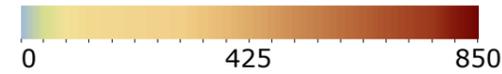
Fontes:
 -Diagonal, 2013
 -IBGE, 2010
 -ZEE da Bacia do Parnaíba, 2010

Hipsometria

Legenda

- Sedes municipais
- Território de Desenvolvimento

Hipsometria (m)



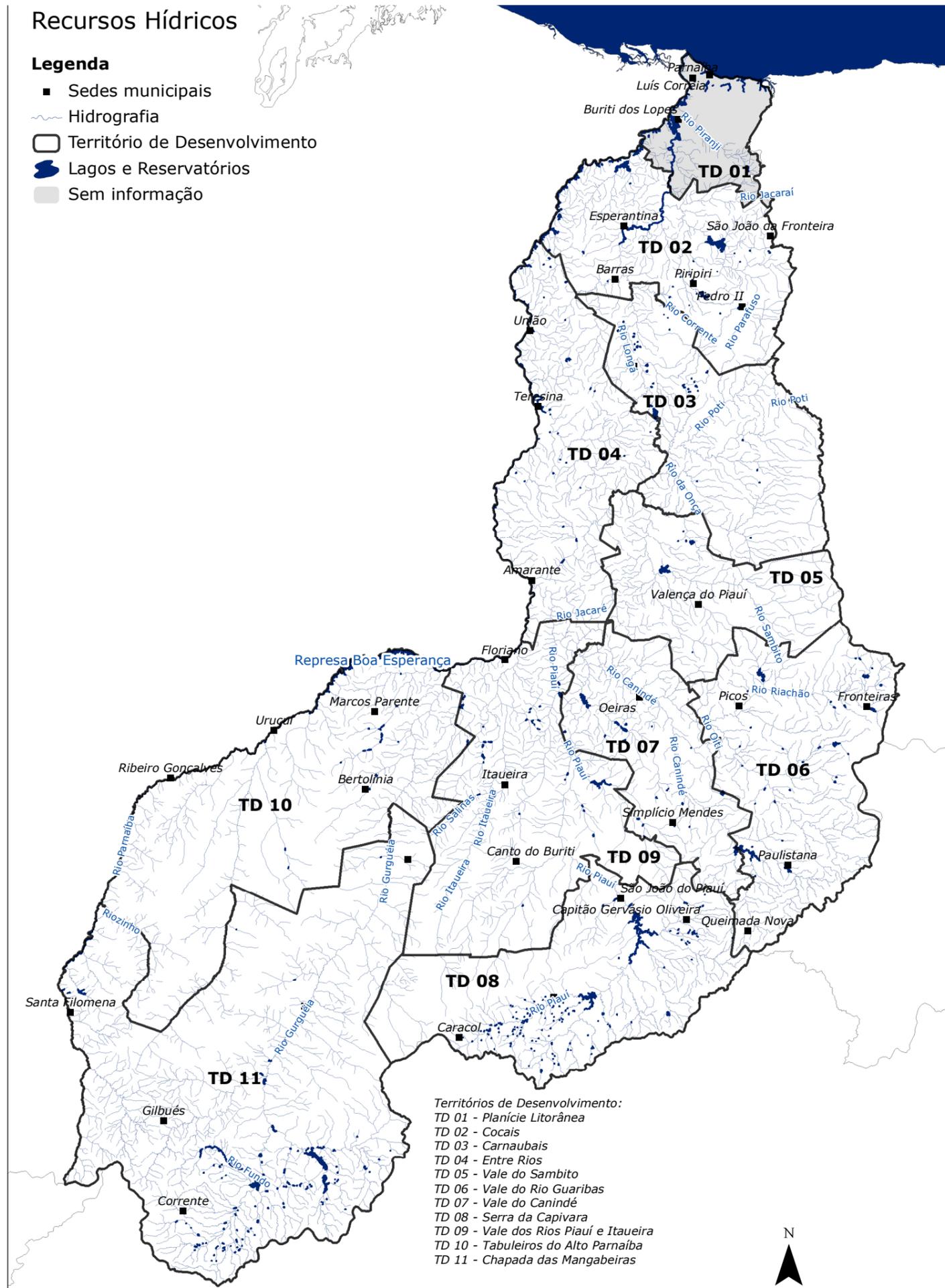
Territórios de Desenvolvimento:
 TD 01 - Planície Litorânea
 TD 02 - Cocais
 TD 03 - Carnaubais
 TD 04 - Entre Rios
 TD 05 - Vale do Sambito
 TD 06 - Vale do Rio Guaribas
 TD 07 - Vale do Canindé
 TD 08 - Serra da Capivara
 TD 09 - Vale dos Rios Piauí e Itaueira
 TD 10 - Tabuleiros do Alto Parnaíba
 TD 11 - Chapada das Mangabeiras

Fontes:
 -Diagonal, 2013
 -IBGE, 2010
 -TOPODATA, 2010

Recursos Hídricos

Legenda

- Sedes municipais
- ~ Hidrografia
- Território de Desenvolvimento
- 🌊 Lagos e Reservatórios
- ☐ Sem informação



Fontes:
 -Diagonal, 2013
 -IBGE, 2010

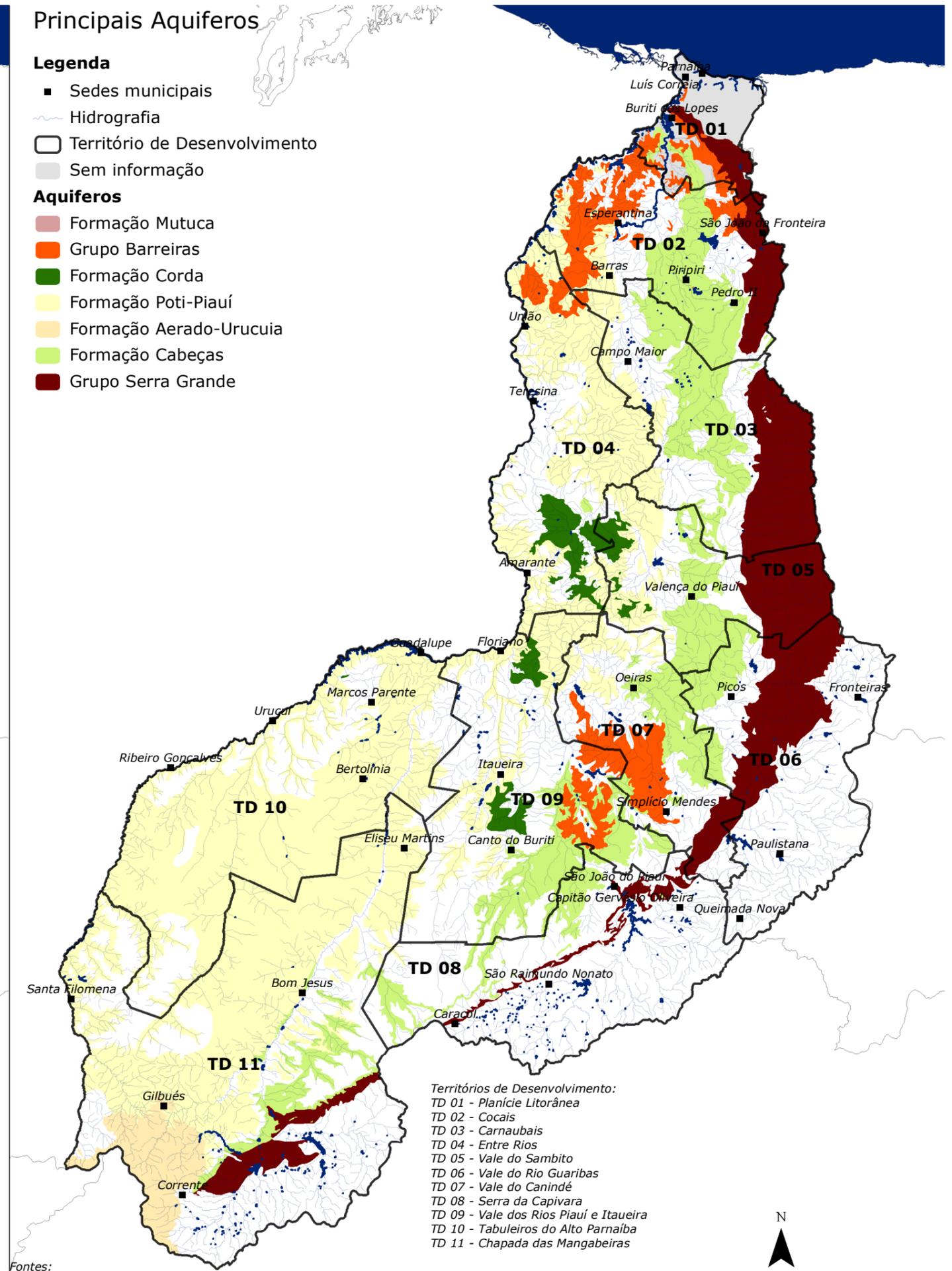
Principais Aquíferos

Legenda

- Sedes municipais
- ~ Hidrografia
- Território de Desenvolvimento
- ☐ Sem informação

Aquíferos

- 🟤 Formação Mutuca
- 🟠 Grupo Barreiras
- 🟢 Formação Corda
- 🟡 Formação Poti-Piauí
- 🟠 Formação Aerado-Urucuia
- 🟢 Formação Cabeças
- 🟤 Grupo Serra Grande



Fontes:
 -Diagonal, 2013
 -IBGE, 2010
 -ZEE da Bacia do Parnaíba, 2011

Vulnerabilidade

Legenda

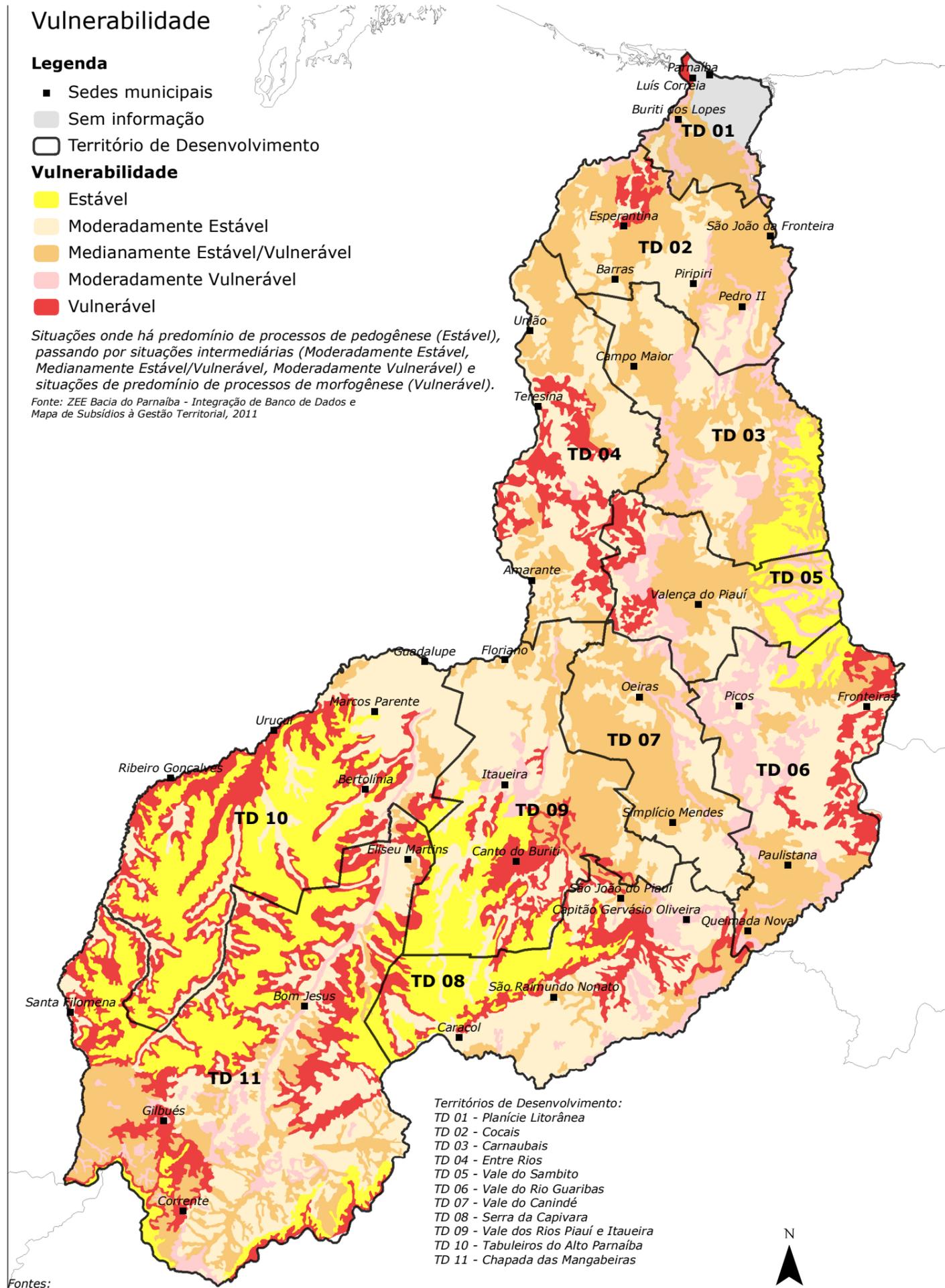
- Sedes municipais
- Sem informação
- Território de Desenvolvimento

Vulnerabilidade

- Estável
- Moderadamente Estável
- Medianamente Estável/Vulnerável
- Moderadamente Vulnerável
- Vulnerável

Situações onde há predominio de processos de pedogênese (Estável), passando por situações intermediárias (Moderadamente Estável, Medianamente Estável/Vulnerável, Moderadamente Vulnerável) e situações de predominio de processos de morfogênese (Vulnerável).

Fonte: ZEE Baía do Parnaíba - Integração de Banco de Dados e Mapa de Subsídios à Gestão Territorial, 2011



- Territórios de Desenvolvimento:
 TD 01 - Planície Litorânea
 TD 02 - Cocais
 TD 03 - Carnaubais
 TD 04 - Entre Rios
 TD 05 - Vale do Sambito
 TD 06 - Vale do Rio Guaribas
 TD 07 - Vale do Canindé
 TD 08 - Serra da Capivara
 TD 09 - Vale dos Rios Piauí e Itaueira
 TD 10 - Tabuleiros do Alto Parnaíba
 TD 11 - Chapada das Mangabeiras

Fontes:
 -Diagonal, 2013
 -IBGE, 2010
 -ZEE da Baía do Parnaíba, 2011

Subsídio à Gestão Territorial

Legenda

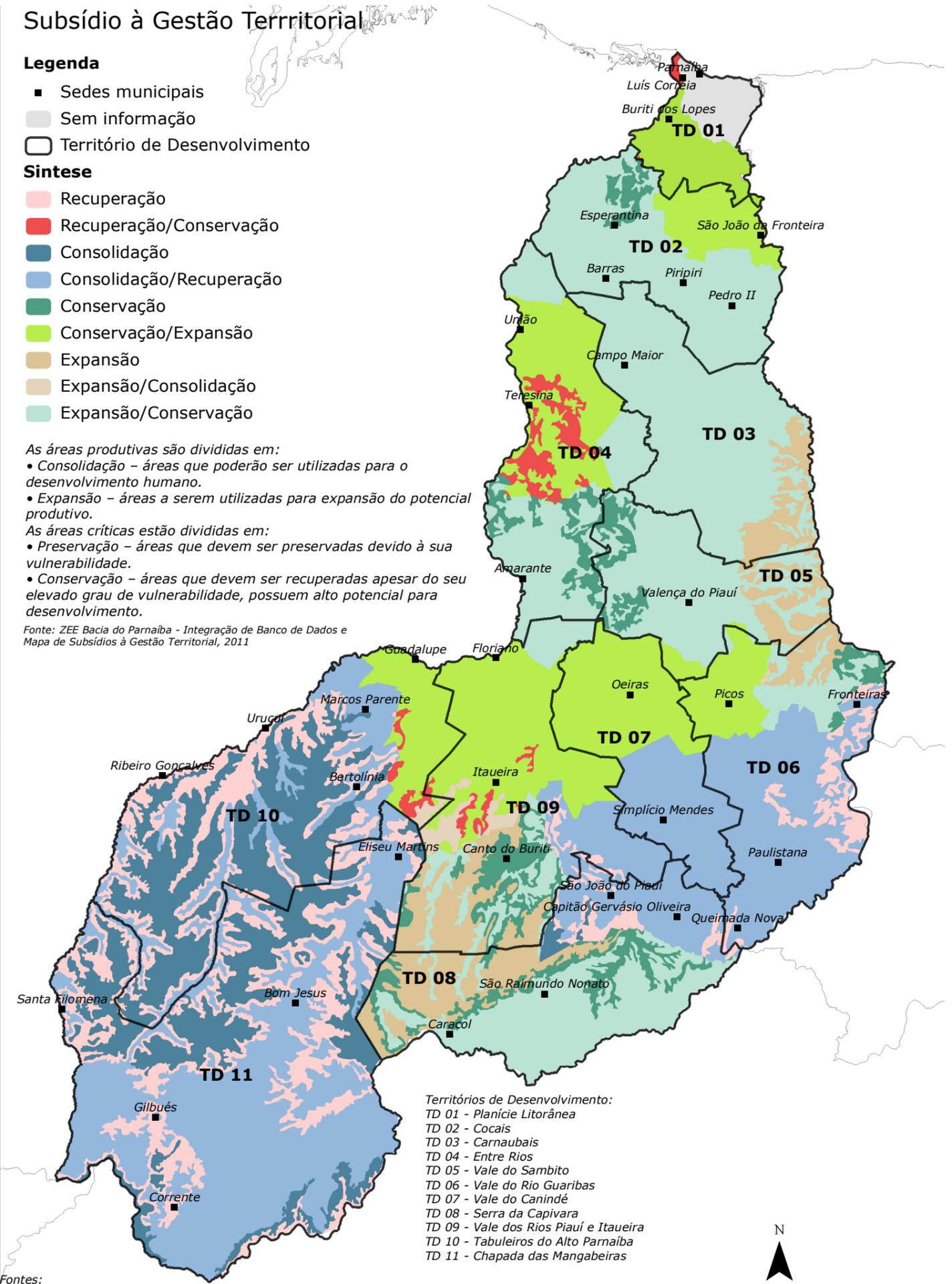
- Sedes municipais
- Sem informação
- Território de Desenvolvimento

Síntese

- Recuperação
- Recuperação/Conservação
- Consolidação
- Consolidação/Recuperação
- Conservação
- Conservação/Expansão
- Expansão
- Expansão/Consolidação
- Expansão/Conservação

As áreas produtivas são divididas em:
 • Consolidação – áreas que poderão ser utilizadas para o desenvolvimento humano.
 • Expansão – áreas a serem utilizadas para expansão do potencial produtivo.
 As áreas críticas estão divididas em:
 • Preservação – áreas que devem ser preservadas devido à sua vulnerabilidade.
 • Conservação – áreas que devem ser recuperadas apesar do seu elevado grau de vulnerabilidade, possuem alto potencial para desenvolvimento.

Fonte: ZEE Baía do Parnaíba - Integração de Banco de Dados e Mapa de Subsídios à Gestão Territorial, 2011



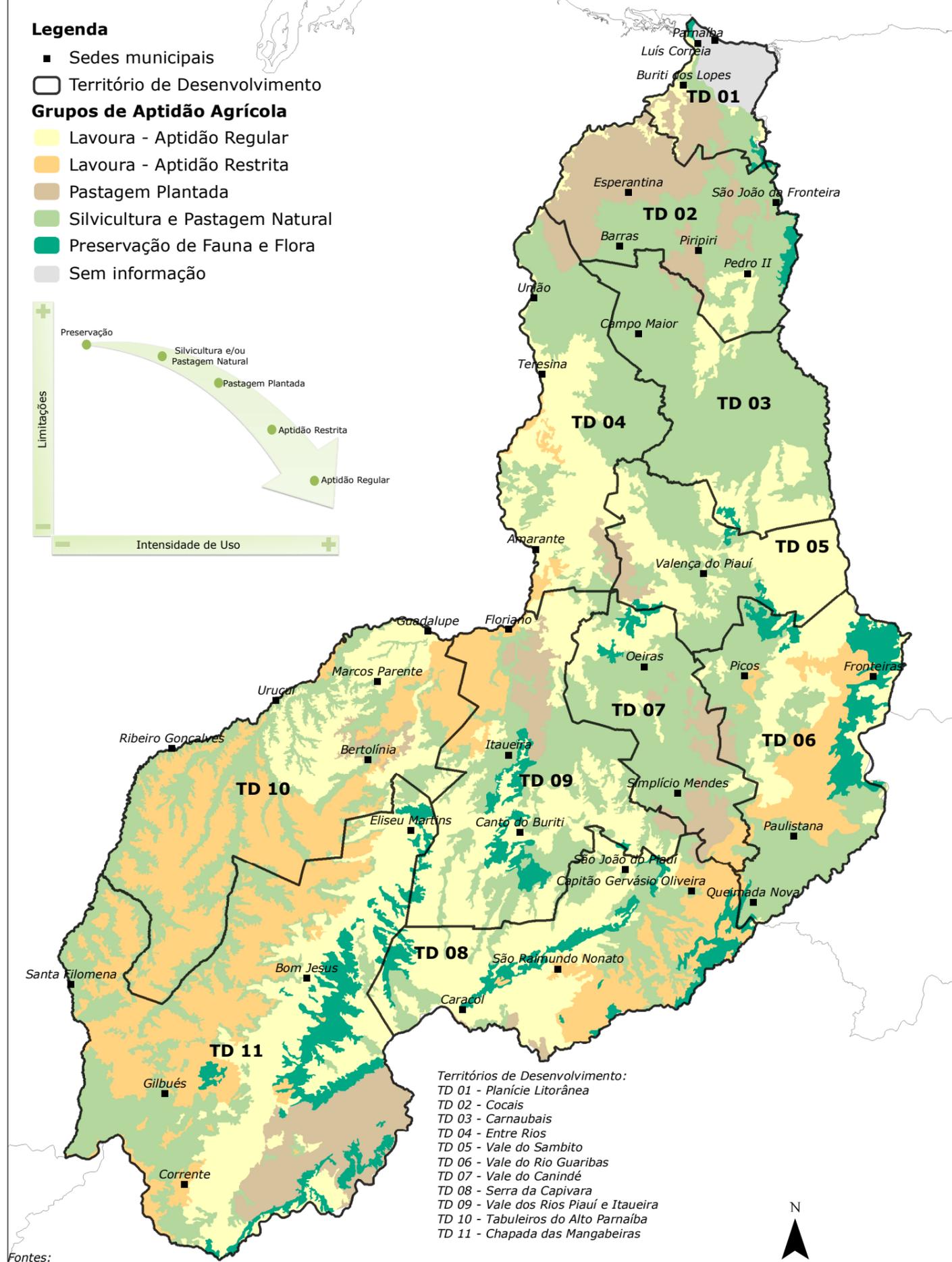
- Territórios de Desenvolvimento:
 TD 01 - Planície Litorânea
 TD 02 - Cocais
 TD 03 - Carnaubais
 TD 04 - Entre Rios
 TD 05 - Vale do Sambito
 TD 06 - Vale do Rio Guaribas
 TD 07 - Vale do Canindé
 TD 08 - Serra da Capivara
 TD 09 - Vale dos Rios Piauí e Itaueira
 TD 10 - Tabuleiros do Alto Parnaíba
 TD 11 - Chapada das Mangabeiras

Fontes:
 -Diagonal, 2013
 -IBGE, 2010
 -ZEE da Baía do Parnaíba, 2011

Aptidão Agrícola

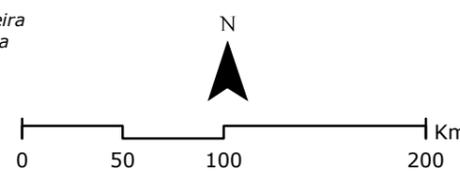
Legenda

- Sedes municipais
- Território de Desenvolvimento
- Grupos de Aptidão Agrícola**
- Lavoura - Aptidão Regular
- Lavoura - Aptidão Restrita
- Pastagem Plantada
- Silvicultura e Pastagem Natural
- Preservação de Fauna e Flora
- Sem informação



- Territórios de Desenvolvimento:**
 TD 01 - Planície Litorânea
 TD 02 - Cocais
 TD 03 - Carnaubais
 TD 04 - Entre Rios
 TD 05 - Vale do Sambito
 TD 06 - Vale do Rio Guaribas
 TD 07 - Vale do Canindé
 TD 08 - Serra da Capivara
 TD 09 - Vale dos Rios Piauí e Itaueira
 TD 10 - Tabuleiros do Alto Parnaíba
 TD 11 - Chapada das Mangabeiras

Fontes:
 -Diagonal, 2013
 -IBGE, 2010
 -EPE/CNEC/CHESF, 2006



Subsídio à Gestão Territorial

Legenda

- Sedes municipais
- Sem informação
- Território de Desenvolvimento
- Síntese**
- Recuperação
- Recuperação/Conservação
- Consolidação
- Consolidação/Recuperação
- Conservação
- Conservação/Expansão
- Expansão
- Expansão/Consolidação
- Expansão/Conservação

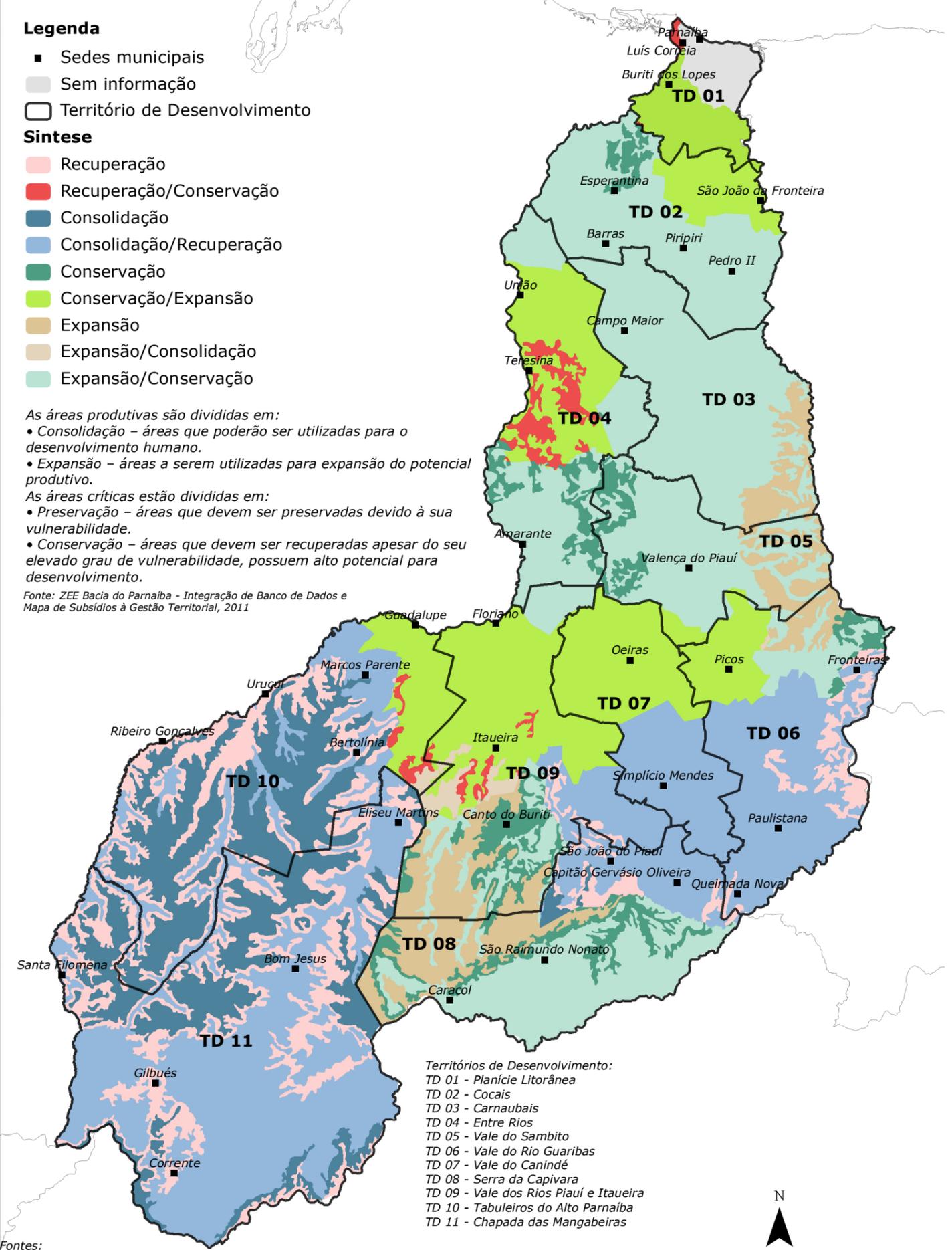
As áreas produtivas são divididas em:

- **Consolidação** – áreas que poderão ser utilizadas para o desenvolvimento humano.
- **Expansão** – áreas a serem utilizadas para expansão do potencial produtivo.

As áreas críticas estão divididas em:

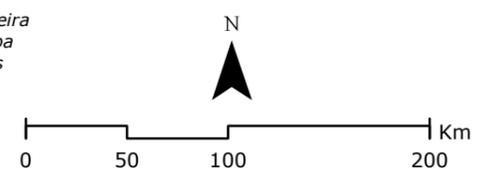
- **Preservação** – áreas que devem ser preservadas devido à sua vulnerabilidade.
- **Conservação** – áreas que devem ser recuperadas apesar do seu elevado grau de vulnerabilidade, possuem alto potencial para desenvolvimento.

Fonte: ZEE Baía do Parnaíba - Integração de Banco de Dados e Mapa de Subsídios à Gestão Territorial, 2011



- Territórios de Desenvolvimento:**
 TD 01 - Planície Litorânea
 TD 02 - Cocais
 TD 03 - Carnaubais
 TD 04 - Entre Rios
 TD 05 - Vale do Sambito
 TD 06 - Vale do Rio Guaribas
 TD 07 - Vale do Canindé
 TD 08 - Serra da Capivara
 TD 09 - Vale dos Rios Piauí e Itaueira
 TD 10 - Tabuleiros do Alto Parnaíba
 TD 11 - Chapada das Mangabeiras

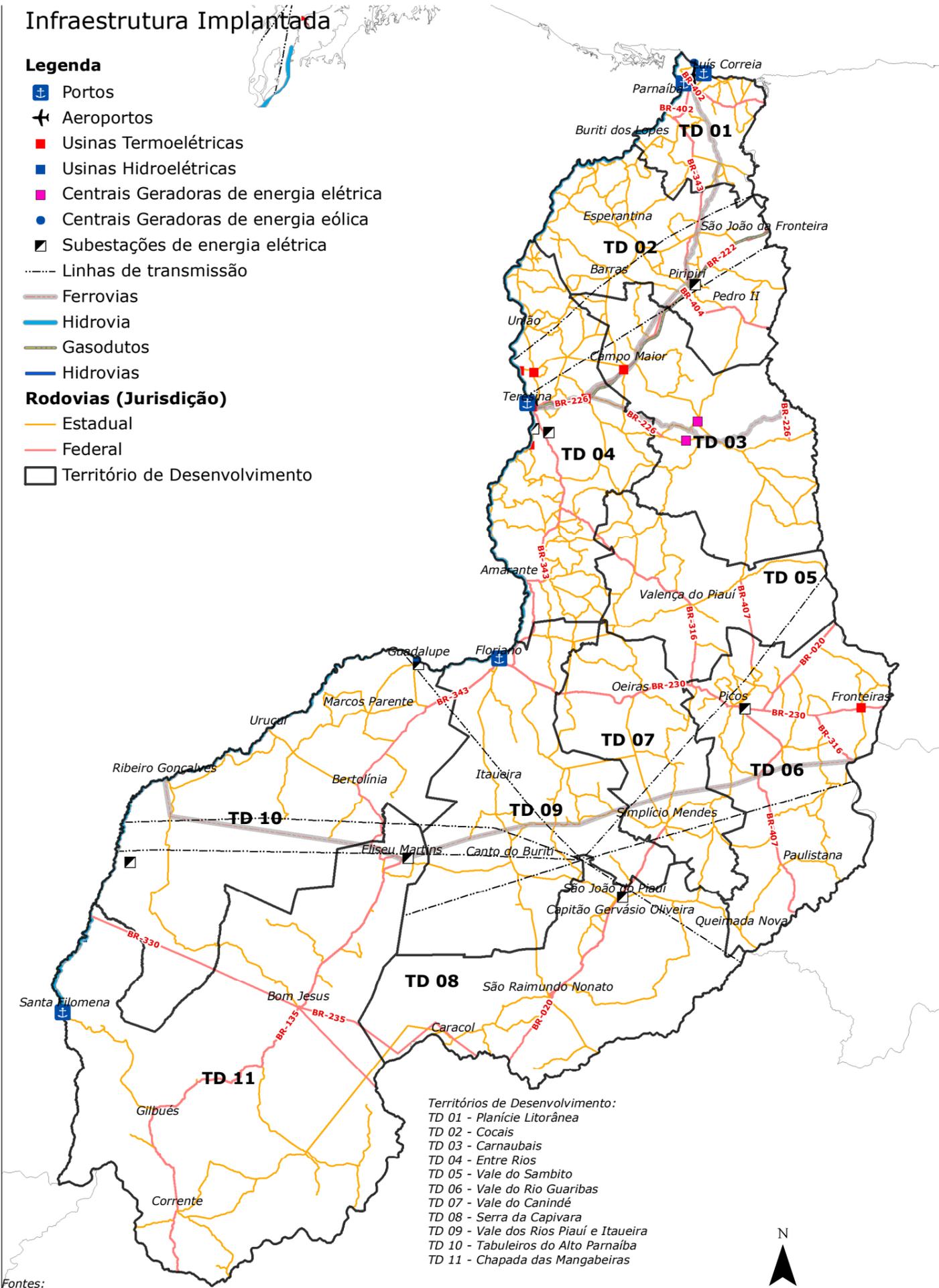
Fontes:
 -Diagonal, 2013
 -IBGE, 2010
 -ZEE da Baía do Parnaíba, 2011



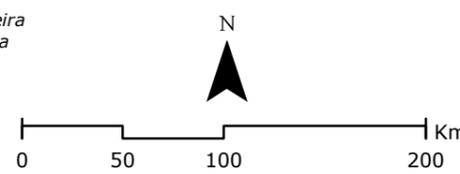
Infraestrutura Implantada

Legenda

-  Portos
-  Aeroportos
-  Usinas Termoelétricas
-  Usinas Hidroelétricas
-  Centrais Geradoras de energia elétrica
-  Centrais Geradoras de energia eólica
-  Subestações de energia elétrica
-  Linhas de transmissão
-  Ferrovias
-  Hidrovia
-  Gasodutos
-  Hidrovias
- Rodovias (Jurisdição)**
-  Estadual
-  Federal
-  Território de Desenvolvimento



Fontes:
-Diagonal, 2013
-IBGE, 2010
-Ministério dos Transportes, 2010

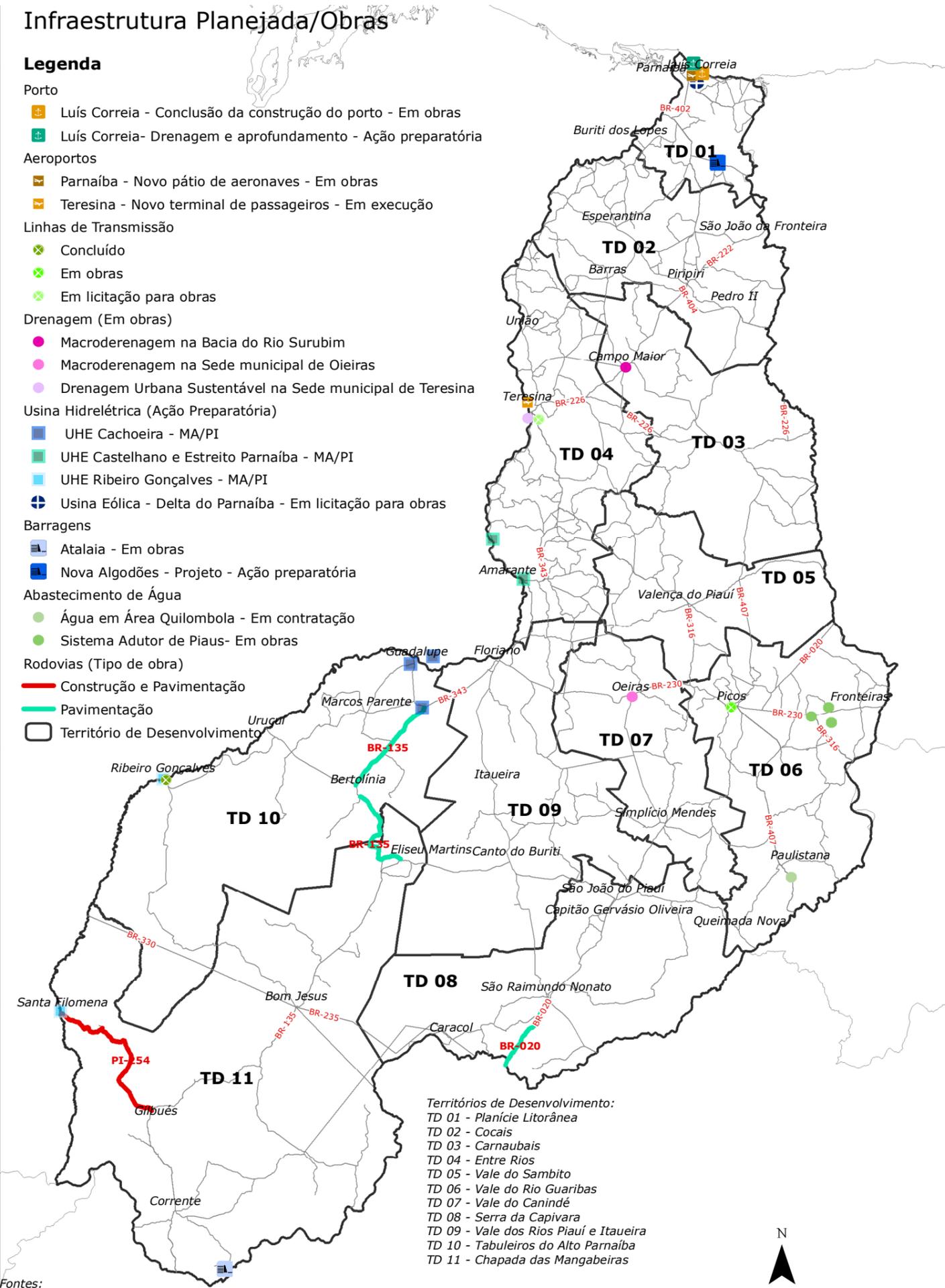


Territórios de Desenvolvimento:
 TD 01 - Planície Litorânea
 TD 02 - Cocais
 TD 03 - Carnaubais
 TD 04 - Entre Rios
 TD 05 - Vale do Sambito
 TD 06 - Vale do Rio Guaribas
 TD 07 - Vale do Canindé
 TD 08 - Serra da Capivara
 TD 09 - Vale dos Rios Piauí e Itaueira
 TD 10 - Tabuleiros do Alto Parnaíba
 TD 11 - Chapada das Mangabeiras

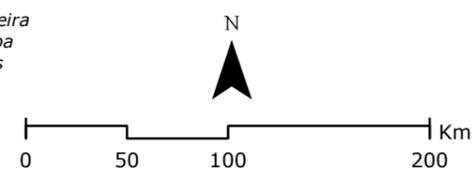
Infraestrutura Planejada/Obras

Legenda

- Porto**
-  Luís Correia - Conclusão da construção do porto - Em obras
-  Luís Correia- Drenagem e aprofundamento - Ação preparatória
- Aeroportos**
-  Parnaíba - Novo pátio de aeronaves - Em obras
-  Teresina - Novo terminal de passageiros - Em execução
- Linhas de Transmissão**
-  Concluído
-  Em obras
-  Em licitação para obras
- Drenagem (Em obras)**
-  Macroderrenagem na Bacia do Rio Surubim
-  Macroderrenagem na Sede municipal de Oeiras
-  Drenagem Urbana Sustentável na Sede municipal de Teresina
- Usina Hidrelétrica (Ação Preparatória)**
-  UHE Cachoeira - MA/PI
-  UHE Castelhana e Estreito Parnaíba - MA/PI
-  UHE Ribeiro Gonçalves - MA/PI
-  Usina Eólica - Delta do Parnaíba - Em licitação para obras
- Barragens**
-  Atalaia - Em obras
-  Nova Algodões - Projeto - Ação preparatória
- Abastecimento de Água**
-  Água em Área Quilombola - Em contratação
-  Sistema Adutor de Piauís- Em obras
- Rodovias (Tipo de obra)**
-  Construção e Pavimentação
-  Pavimentação
-  Território de Desenvolvimento



Fontes:
-Diagonal, 2013
-IBGE, 2010
-PAC I e PAC II, 2012



Territórios de Desenvolvimento:
 TD 01 - Planície Litorânea
 TD 02 - Cocais
 TD 03 - Carnaubais
 TD 04 - Entre Rios
 TD 05 - Vale do Sambito
 TD 06 - Vale do Rio Guaribas
 TD 07 - Vale do Canindé
 TD 08 - Serra da Capivara
 TD 09 - Vale dos Rios Piauí e Itaueira
 TD 10 - Tabuleiros do Alto Parnaíba
 TD 11 - Chapada das Mangabeiras

Paisagens Culturais - Piauí

Legenda

- Sedes municipais
- Ferrovias
- Principais Rodovias
- Hidrografia
- Soja
- Unidades de Conservação

Paisagem Cultural

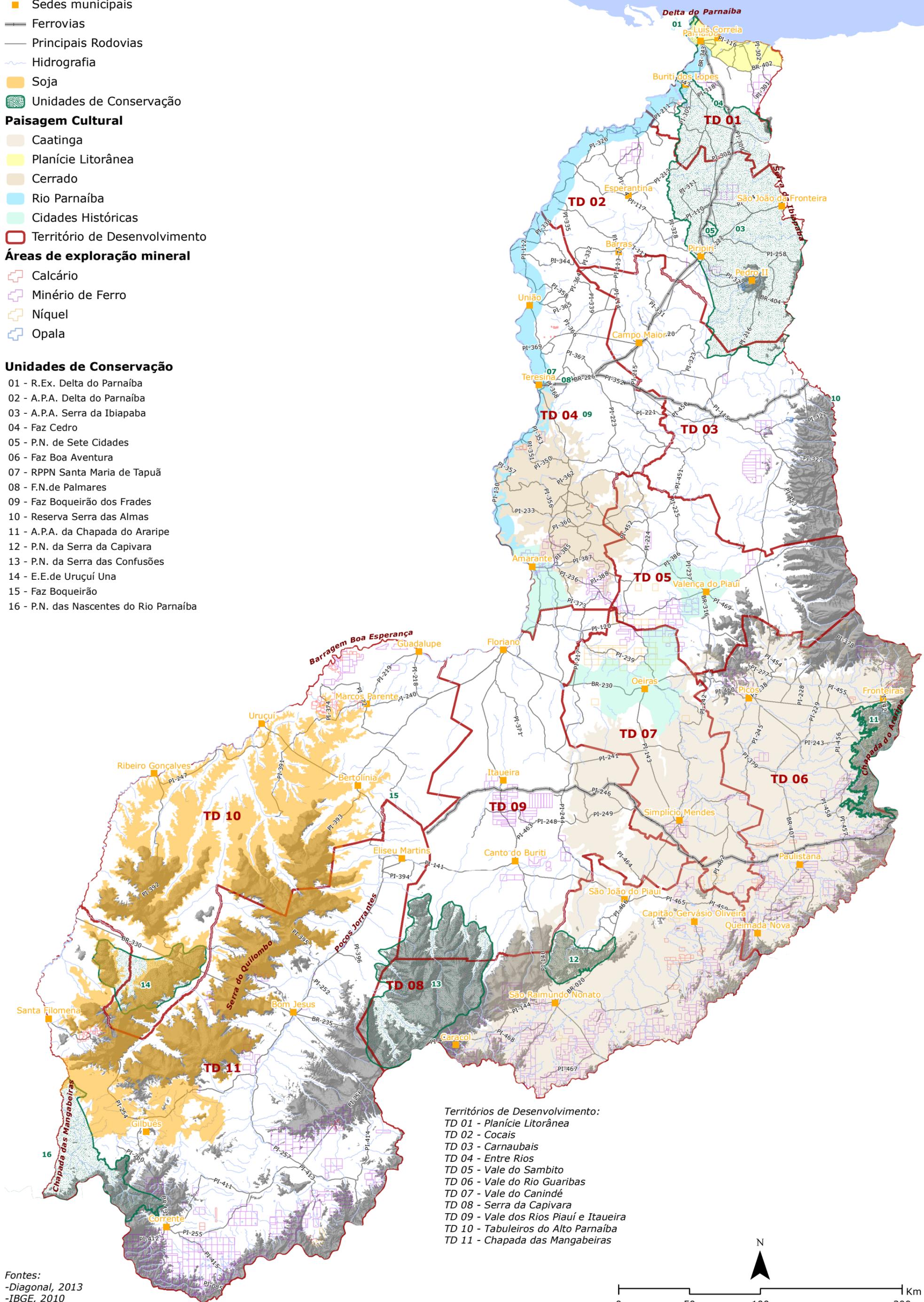
- Caatinga
- Planície Litorânea
- Cerrado
- Rio Parnaíba
- Cidades Históricas
- Território de Desenvolvimento

Áreas de exploração mineral

- Calcário
- Minério de Ferro
- Níquel
- Opala

Unidades de Conservação

- 01 - R.Ex. Delta do Parnaíba
- 02 - A.P.A. Delta do Parnaíba
- 03 - A.P.A. Serra da Ibiapaba
- 04 - Faz Cedro
- 05 - P.N. de Sete Cidades
- 06 - Faz Boa Aventura
- 07 - RPPN Santa Maria de Tapuã
- 08 - F.N.de Palmares
- 09 - Faz Boqueirão dos Frades
- 10 - Reserva Serra das Almas
- 11 - A.P.A. da Chapada do Araripe
- 12 - P.N. da Serra da Capivara
- 13 - P.N. da Serra das Confusões
- 14 - E.E.de Uruçuí Una
- 15 - Faz Boqueirão
- 16 - P.N. das Nascentes do Rio Parnaíba



Territórios de Desenvolvimento:
 TD 01 - Planície Litorânea
 TD 02 - Cocais
 TD 03 - Carnaubais
 TD 04 - Entre Rios
 TD 05 - Vale do Sambito
 TD 06 - Vale do Rio Guaribas
 TD 07 - Vale do Canindé
 TD 08 - Serra da Capivara
 TD 09 - Vale dos Rios Piauí e Itaueira
 TD 10 - Tabuleiros do Alto Parnaíba
 TD 11 - Chapada das Mangabeiras

Fontes:
 -Diagonal, 2013
 -IBGE, 2010
 -EPE/CNEC/CHESF, 2006
 -DNPM, 2013

