

# MAIS ITAPECURU

Subsídios ao Planejamento e a Gestão de Recursos Hídricos

— IMESC —

## Organizadores

Yata Anderson Gonzaga Masullo

Leonardo Silva Soares



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO  
MARANHÃO

**IMESC**  
INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS  
SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS

**SEPE**  
SECRETARIA DE ESTADO DE  
PROGRAMAS ESTRATÉGICOS



**Governador do Estado do Maranhão**  
Flávio Dino de Castro e Costa

**Secretário de Estado de Programas Estratégicos - SEPE**  
Luis Fernando Moura da Silva

**Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos - IMESC**  
**Presidente**  
Dionatan Silva Carvalho

**Diretor de Estudos e Pesquisas**  
Hiroshi Matsumoto

**Diretor de Estudos Ambientais e Geoprocessamento**  
Josiel Ribeiro Ferreira

**Diretora de Comunicação e Disseminação de Dados**  
Lígia do Nascimento Teixeira

**Supervisor Administrativo Financeiro**  
Rogério de Araújo Lobato

**Normalização**  
Dyana Pereira

**Revisão**  
Gustavo Sampaio  
Carlos Eduardo Santos Ramos

**Direção de Arte / Capa**  
Yvens Goulart

Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos-IMESC.

Mais Itapecuru: subsídios ao planejamento e a gestão de recursos hídricos / Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos.  
– São Luís: IMESC, 2019.

v.1: il; 264 p.

1.Recursos Hídricos. 2. Maranhão. 3. Itapecuru. I. Título

CDU: 556.18(812.1)



## AUTORES

### **ADRYANE GORAYEB NOGUEIRA CAETANO**

Doutorado em Geografia

Professora Associada I da Universidade Federal do Ceará (UFC)

Programa de Pós-graduação em Geografia (UFC)

Coordenadora do Laboratório de Geoprocessamento e Cartografia Social

Bolsista Produtividade em Pesquisa 2 (CNPQ)

### **ANTONIO CEZAR LEAL**

Doutor em Geociências e Meio Ambiente

Professor da Universidade Estadual de São Paulo

(UNES – Presidente Prudente)

Programa de Pós-graduação em Geografia (UNESP)

Bolsista Produtividade em Pesquisa 2 (CNPQ)

### **ANTONIO CARLOS LEAL DE CASTRO**

Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental

Professor Titular da Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

### **ARKLEY MARQUES BANDEIRA**

Doutor em Arqueologia

Coordenador do Observatório Cultural do Maranhão

Professor da Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Programa de Pós-graduação em Cultura e Sociedade (UFMA)

### **BRUNO NEVES MARTINS**

Mestrado em Geografia

Consultor em Geoprocessamento

### **CLÁUDIO EDUARDO DE CASTRO**

Doutor em Geografia

Professor Titular da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Programa de Pós-graduação em Geografia (UEMA)

Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Socioespacial e Regional (UEMA)

Coordenador de Pesquisa (UEMA)

### **CLARA RAISSA PEREIRA DE SOUZA**

Mestre em Desenvolvimento Socioespacial e Regional

Professora Substituta da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

### **DANIELE DE FÁTIMA AMORIM SILVA**

Mestre em Desenvolvimento Socioeconômico

Professora da Universidade CEUMA



### **ELISON ANDRÉ LEAL PINHEIRO**

Mestrando em Geografia  
Pesquisador Técnico do Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC)

### **EDSON VICENTE DA SILVA**

Doutor em Geografia  
Professor Titular da Universidade Federal do Ceará (UFC)  
Programa de Pós-graduação em Geografia (UFC)  
Bolsista Produtividade em Pesquisa 2 (CNPQ)

### **FLÁVIA MARTINS SILVA**

Mestranda em Geografia  
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

### **JOSE MANUEL MATEO RODRIGUEZ**

Doutor em Geografia  
Professor Emérito da Universidade de Havana/Cuba  
Acadêmico Titular da Academia de Ciência de Cuba

### **JOSÉ DE RIBAMAR CARVALHO DOS SANTOS**

Mestre em Saúde e Ambiente  
Chefe do Departamento de Estudos Ambientais e Territoriais (IMESC)

### **LEONARDO SILVA SOARES**

Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente  
Professor da Universidade Federal do Maranhão (UFMA)  
Coordenador do Laboratório de Ciências e Planejamento Ambiental (UFMA)

### **MARIA DE JESUS RODRIGUES ARAUJO HEILMANN**

Doutora em Direito e Ciência Política  
Professora Adjunta da Universidade Federal do Maranhão (UFMA)  
Promotora de Justiça (MPMA)

### **RENAN LESSA DA COSTA**

Graduação em Ciências Econômicas  
Trainee do Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC)

### **YATA ANDERSON GONZAGA MASULLO**

Doutorando em Geografia  
Pesquisador do Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC)  
Assessor Especial da Secretaria de Estado das Cidades e Desenvolvimento Urbano (SECID)

# MAIS ITAPECURU

Subsídios ao Planejamento e a Gestão de Recursos Hídricos

— IMESC —

## Organizadores

Yata Anderson Gonzaga Masullo  
Leonardo Silva Soares



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO  
MARANHÃO

**IMESC**  
INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS  
SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRAFICOS

**SEPE**  
SECRETARIA DE ESTADO DE  
PROGRAMAS ESTRATÉGICOS



# Sumário

<b>Apresentação</b>	<b>7</b>
<b>Planejamento, Governança e Gestão de Recursos Hídricos</b>	<b>11</b>
Edson Vicente da Silva Jose Manuel Mateo Rodriguez Adryane Gorayeb Caetano Antônio Cezar Leal Leonardo Silva Soares	
<b>Aspectos Normativos da Gestão Integrada de Recursos Hídricos no Direito Brasileiro e no Estado do Maranhão</b>	<b>25</b>
Maria de Jesus Rodrigues Araujo Heilmann	
<b>Aspectos Socioeconômicos da Bacia do Itapecuru, Maranhão</b>	<b>72</b>
Renan Lessa da Costa Daniele de Fátima Amorim Silva José Ribamar Carvalho dos Santos Clara Raissa Pereira de Souza	
<b>Análise Espacial da Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra da Bacia Hidrográfica do Itapecuru, MA</b>	<b>104</b>
Yata Anderson Gonzaga Masullo Leonardo Silva Soares	
<b>Avaliação Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Itapecuru, MA</b>	<b>152</b>
Leonardo Silva Soares Elison André Leal Pinheiro Yata Anderson Gonzaga Masullo Bruno Neves Martins Arkley Marques Bandeira Antonio Carlos Leal de Castro Edson Vicente da Silva	
<b>Aplicação de um Modelo para Aferição do Risco ao Patrimônio Arqueológico na Bacia do Itapecuru - MA: Conhecimento e Zoneamento</b>	<b>184</b>
Arkley Marques Bandeira Cláudio Eduardo de Castro Elison André Leal Pinheiro Flávia Martins Silva	
<b>Os Sítios com Registros Rupestres na Bacia do Itapecuru: Interfaces entre a Espeleologia e a Arqueologia</b>	<b>225</b>
Cláudio Eduardo de Castro (UEMA) Arkley Marques Bandeira (UFMA) Elison André Leal Pinheiro (IMESC) Flávia Martins Silva (UEMA)	

# Apresentação

Compreender a dinâmica de um recurso hídrico é essencial para proteger, preservar e utilizar corretamente esse bem natural. É essa a proposta do Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos – IMESC, em parceria com a comunidade acadêmica maranhense e pesquisadores que se dedicam ao estudo do tema, com o livro “Mais Itapecuru: subsídios ao planejamento e a gestão de recursos hídricos”, valorosa obra organizada pelo Departamento de Estudos Ambientais do IMESC, Universidade Federal do Maranhão – UFMA e Universidade Estadual do Maranhão - UEMA.

A bacia do rio Itapecuru abrange 56 municípios do Maranhão, contabilizando mais de 1,2 milhão de habitantes em uma área de 53.216,84 Km<sup>2</sup> que representa 16% da área do estado do Maranhão. Observando esses números, apreende-se a grandiosidade e a importância ambiental, social e econômica da bacia do Itapecuru para o estado. Por estes motivos, esta bacia foi escolhida para a primeira publicação do IMESC sobre as bacias hidrográficas do Maranhão.

O livro está dividido em sete capítulos. A legislação ambiental brasileira e o planejamento para o desenvolvimento sustentável são abordados no primeiro capítulo, intitulado “Planejamento, governança e gestão de recursos hídricos”. No qual a Lei das águas, as Bacias Hidrográficas como unidades de planejamento e a importância dos comitês de Bacias Hidrográficas são apresentadas como partes essenciais para a compreensão da gestão do recurso hídrico.

No capítulo dois, “Aspectos normativos da gestão integrada de recursos hídricos no direito brasileiro e no estado do Maranhão”, é realizada uma análise das diversas leis brasileiras, do nível de organização da gestão das bacias brasileiras, da divisão das Bacias Hidrográficas maranhenses e dos primeiros dados sobre a legislação e os usos do rio Itapecuru.

O terceiro capítulo traz explicações sobre a influência do rio Itapecuru no processo de ocupação do interior do Maranhão, a partir das frentes de povoamento. Faz-se, também, uma análise sobre saneamento básico e as principais atividades econômicas nos municípios que compreendem essa Bacia Hidrográfica.

O uso e a cobertura do solo da bacia do Itapecuru são abordados no quarto capítulo, intitulado “Análise espacial da dinâmica de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do Itapecuru – MA”. A análise é feita no baixo, médio e alto curso do rio, por meio do processamento de imagens dos satélites LANDSAT 5 e LANDSAT 8, com 30 metros de resolução espacial, cedidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, considerando os anos de 1990, 2000 e 2016.

Na “Avaliação morfométrica da bacia hidrográfica do Itapecuru”, disponível no capítulo cinco, fez-se uma análise sobre os parâmetros morfométricos, divididos em três classes: linear, zonal e hipsométrica. Os indicadores da classe linear estão associados à rede de drenagem e ao seu arranjo espacial dentro da bacia. Os zonais indicam as relações entre a rede de drenagem e sua combinação na bacia que, na maioria das vezes, são representados em relação à área da bacia. E os hipsométricos, demonstram a tridimensionalidade da bacia, ao incluir a variação altimétrica. Esses indicadores demonstram a declividade do relevo no rio principal e nas microbacias dos afluentes, bem como as áreas fragilizadas por erosão.

No intuito de suprir a lacuna sobre a arqueologia na bacia do Itapecuru, o capítulo seis, intitulado “Aplicação de um modelo para aferição do risco ao patrimônio arqueológico na bacia do Itapecuru – MA”: conhecimento e zoneamento, traz uma análise sobre os sítios arqueológicos da Bacia Hidrográfica, usando o Índice de Exposição ao Risco do Patrimônio Arqueológico (IRPA) que foi desenvolvido como um instrumento para a tomada de decisão sobre os bens arqueológicos, evidenciando o quanto um sítio arqueológico está ou não exposto a perdas deliberadas de informação.

Para elucidar a dinâmica da arqueologia do local, o capítulo sete, intitulado “Os sítios com registros rupestres na bacia do Itapecuru: interfaces entre a espeleologia e a arqueologia”, faz uma análise espeleológica por meio dos suportes rochosos que formam as cavernas, utilizando estudos realizados em cavernas com registros rupestres, nos municípios de São Domingos do Maranhão e Colinas, porção central do Estado.

Pelo exposto, destaca-se a relevância deste livro, que ao disponibilizar um rico estudo sobre o rio Itapecuru, traz fundamentos para o correto direcionamento das políticas públicas ligadas à gestão hídrica, proteção desse bem de domínio público e recurso natural limitado, a água. Além de disponibilizar para sociedade como um todo, informações robustas sobre a principal bacia hidrográfica do estado do Maranhão. Dessa forma, este livro traduz o compromisso do Governo do Estado do Maranhão com a gestão dos recursos hídricos.

Luis Fernando Moura da Silva  
**Secretário de Estado de Programas Estratégicos - SEPE**

# Planejamento, Governança e Gestão de Recursos Hídricos

Edson Vicente da Silva

Jose Manuel Mateo Rodriguez

Adryane Gorayeb Caetano

Antonio Cezar Leal

Leonardo Silva Soares



# Planejamento, Governança e Gestão de Recursos Hídricos

Edson Vicente da Silva

Jose Manuel Mateo Rodriguez

Adryane Gorayeb Caetano

Antonio Cezar Leal

Leonardo Silva Soares

O planejamento e a gestão dos recursos naturais do planeta, tem constituído um dos maiores desafios das sociedades contemporâneas. Dentre esses recursos, um dos que alcança maior destaque para a sobrevivência e bem-estar da população humana é a água.

Praticamente todas as formas de uso e ocupação da terra, existe um consumo hídrico, seja nas atividades de extração de matéria prima, produção agropecuária e industrialização ou no próprio processo de urbanização que na atualidade se desenvolve de forma intensa. As demandas por água de qualidade têm expandido de forma exponencial bem como seu consumo quantitativo, seja de forma direta ou indireta, como por exemplo, na produção de energia hidroelétrica.

O Brasil com seu imenso território e diversidade geoambientais e paisagens complexas têm assumido uma nova postura no que consiste no planejamento, governança e gestão dos recursos hídricos. Os órgãos gestores de água, em suas distintas dimensões e hierarquia, tiveram que abandonar o pensamento ufanístico que somos um país com plena abundância de recursos hídricos.

Nas últimas cinco décadas se ampliou significativamente a rede de abasteci-

mento hídrico, e o consumo de água *in natura* e tratada para o desenvolvimento de diversas atividades produtivas ligadas ao agronegócio, a industrialização e o próprio processo de urbanização das grandes e médias cidades.

Apesar do consumo hídrico ter se ampliado por todas as regiões do Brasil, a oferta desse recurso não é homogênea, em razão de diferenças climáticas e geológicas, o que impõem maior ou menor disponibilidade de água. O predomínio de um clima intertropical que varia de superúmido a semiárido no conjunto do território nacional, implica em frequentes crises de escassez de disponibilidade hídrica durante os períodos de estiagem.

Neste contexto atual, as universidades e institutos de pesquisa e desenvolvimento têm promovido investigações em busca de construção de modelos de planejamento e gestão das águas. A publicação em questão, é uma tentativa de discutir de forma breve os caminhos e procedimentos metodológicos desenvolvidos nesse sentido.

Acredita-se que a gestão das águas deve passar por uma abordagem sistêmica complexa e interdisciplinar, uma vez que envolve a correlação dos recursos hídricos, com os outros elementos e processos que compõem as paisagens dos diferentes territórios brasileiros seja em seus aspectos naturais ou culturais. Para se chegar a uma gestão sustentável das águas, é necessário planejar o meio ambiente e caminhar em direção a uma governança democrática e participativa dos recursos hídricos como o todo.

Na concepção de Mota (2006), o consumo de água tende a crescer, enquanto a qualidade hídrica tende a diminuir, uma vez que cada vez mais utiliza-se as águas dos mananciais e se produzem resíduos líquidos contaminantes. Por ser um componente intrínseco ao meio ambiente, o planejamento e gestão hídrica deve ser realizado de forma integrada e em diferentes escalas de ação, nacional, regional, estadual, municipal e local, sob a ótica da sustentabilidade socioambiental.

## Planejamento e Desenvolvimento Sustentável: Caminhos para Gestão dos Recursos Hídricos

Na concepção de Silva et al. (2011), o planejamento ambiental de um território significa desenvolver um raciocínio intelectual e científico, voltando a buscar a construção de modelos racionais na forma de uso e ocupação, a partir de fundamentos teóricos e um arcabouço técnico e metodológico apropriados a um desenvolvimento sustentável. Afirmam ainda que uma sociedade para efetivar um processo de planejamento do território, deve pensar de forma complexa, incorporando diferentes áreas de conhecimento, que a realidade espaço territorial exige.

A ECO 92, no Rio de Janeiro, constituiu um arco para o planejamento, com a incorporação da dimensão ambiental dentro de suas perspectivas teórico-metodológica. Desenvolve-se, a partir desse momento, estratégias e políticas públicas como o Zoneamento Ecológico Econômico, o Gerenciamento Costeiro, Planos Diretores Municipais, entre outros instrumentos voltados a uma gestão mais racional e participativa do território brasileiro.

O conceito de desenvolvimento sustentável com base para o planejamento, a governança e a gestão ambiental, surge como novo horizonte para adequada exploração dos recursos e serviços ambientais, bem como a socialização dos benefícios originados pela exploração dos recursos naturais, entre eles, a água. Boisier (2000) explica que o desenvolvimento é considerado uma propriedade dos sistemas complexos regionais, sendo o território um espaço de articulação estruturado e sistêmico do desenvolvimento sustentável.

A sustentabilidade deve ser planejada com base na estrutura, funcionalidade, inter-relações, produção e evolução de um território. Ao considerar as passa-

gens naturais e culturais de um território, deve-se considerar como parte de um sistema que contem e reproduz serviços e recursos naturais um meio de vida e de sustentação das atividades humanas, uma fonte de percepção estética e de valores étnicos e culturais.

A partir do conhecimento geográfico e geoecológico do território, de suas paisagens naturais e culturais, pode-se incorporar a sustentabilidade socioambiental no processo de planejamento, governança e gestão dos recursos naturais, envolvendo a água como recurso próprio.

### **A Bacia Hidrográfica como Categoria de Planejamento para a Gestão Hídrica**

Constata-se em todo o território brasileiro uma falta efetiva de estratégias voltadas ao ordenamento e gestão das bacias hidrográficas em suas diferentes escalas dimensionais, uma vez que as mesmas estão sendo transformadas de forma intensa e incompatíveis com as suas capacidades de uso e de carga ambiental. As poucas áreas naturais ainda conservadas/preservadas no âmbito especial das bacias hidrográficas têm sofrido progressivas pressões de ocupação territorial principalmente pelas atividades socioeconômicas, como o agronegócio e a mineração.

No meio urbano, a intensidade de ocupação é ainda mais preocupante, devido a inadequada estrutura de saneamento básico predominante nas cidades de grande e médio portes, e que vem alastrando os processos de instalação de sistemas industriais e residenciais, provocando diferentes impactos negativos, por meio de conflitos socioambientais e surgimento de áreas de risco.

O enfoque da categoria bacia hidrográfica como unidade territorial tem avançado no que consiste o desenvolvimento de estratégias de governança

e gestão dos recursos hídricos de forma sistêmica e complexa. Na atualidade, é possível se analisar e diagnosticar os efeitos das grandes obras (canais de transposição, projetos de irrigação, barragens, usinas hidroelétricas, redes de captação de água superficial e subterrânea), construídas e funcionando ao longo do sistema de drenagem de uma bacia hidrográfica. A Geoecologia da Paisagem, através de sua visão e abordagem geossistêmica e complexa, oferece arsenal metodológico apropriado à leitura, diagnóstico e planejamento das bacias hidrográficas.

Na visão de Rodrigues, Silva e Leal in Silva, Rodrigues e Meireles (2011), a bacia hidrográfica como categoria de análise apresenta as seguintes propriedades:

- (i) É uma superfície terrestre drenada por um sistema fluvial contínuo e bem definido;
- (ii) As águas compõem um sistema fluvial ou objetos hídricos;
- (iii) Seus limites são geralmente determinados pelo relevo e seus divisores de água;
- (iv) Apresenta um conjunto de terras drenadas por um corpo hídrico principal; e
- (v) É um espaço físico funcional determinado.

Com relação ao planejamento e a gestão, os mesmos autores consideram que as bacias hidrográficas constituem parte de um conjunto de diferentes feições paisagísticas homogêneas (naturais e culturais) e de distintas unidades territoriais. É a unidade mais adequada para avaliação das propriedades, potencialidades e limitações dos recursos hídricos, sendo a categoria de análise ideal para o planejamento e gestão das águas.

Ortiz Peres (2005) revela que a análise de uma bacia hidrográfica deve partir

de uma perspectiva sistêmica, complexa e sustentável, tendo-se uma visão de totalidade ambiental. Observa-se implicações no uso, obtenção e distribuição do recurso água, em razão dos diferentes atores naturais, sociais, econômicos e culturais envolvidos no processo de aproveitamento hídrico.

Christofoletti (2004), abordando a Teoria do Sistema Complexos aplicado a interpretação de redes de drenagem, acrescenta que a bacia hidrográfica é um sistema geográfico, no qual a superfície terrestre é sua característica fundamental, podendo ser considerada como um geossistema natural, composto por diversas feições.

Rodriguez (2005), afirma que ao se analisar uma bacia hidrográfica a partir de uma perspectiva geocológica sistêmica, ambiental e de sustentabilidade, precisa-se considerar que:

(i) Ocorra interações diversas entre os componentes naturais, socioeconômicos, históricos e políticos em uma bacia que leva a formação de diferentes sistemas socioambientais;

(ii) O território da bacia constitui uma totalidade sistêmica, composta pela interação e articulação de distintos sistemas ambientais;

(iii) A multiplicidade de sistemas, possibilita que se analise as diferentes unidades geocológicas, e como se estrutura e se organiza no interior das bacias hidrográficas; e

(iv) A dinâmica dos fluxos de águas superficiais é responsável pela gênese da bacia, que também apresenta sua própria organização e possibilidades de reestruturação e funcionalidade.

Viera (1995), Rodriguez (2002) e Santos (2004), descrevem o planejamento ambiental como procedimento sistemático aplicado no sentido de definir o estado de um território, indicando onde se deseja chegar e qual o melhor percor-

so para se chegar ao objetivo definido. Representa um processo contínuo que requer coleta, organização e análise sistêmica de dados e informações de forma a estabelecer um método para tomar decisões e optar por alternativas de melhor gestão dos recursos disponíveis. Procura-se ainda criar cenários antecipados do que se deseja alcançar, por meio de planejamento e desenho futuro.

Rodriguez e Silva (2016) destacam a existência de três principais categorias de planejamento: setorial, ambiental e territorial. O primeiro busca planejar a organização funcional das diferentes atividades humanas. Já o planejamento ambiental se foca nas condições e características dos sistemas naturais. E o planejamento territorial está voltado a articular as ações dos planejamentos setorial e ambiental em determinado território, no caso em questão, as bacias hidrográficas.

O planejamento territorial em bacias hidrográficas deve ser integrado, holístico, sistêmico, multidisciplinar e probabilístico, dando atenção preferencial a organização espacial da bacia hidrográfica.

O planejamento ambiental das bacias hidrográficas deve ser entendido, segundo Perez Filho (2007), como o estabelecido de uma ordem e um adequado inter-relacionamento entre as partes e os elementos do conjunto de seu território. Em síntese, Cavalcanti et al. (1997) explica que o planejamento ambiental de bacias deve:

- (i) Identificar, delimitar e classificar as unidades espaciais que compõem a bacia hidrográfica;
- (ii) Estabelecer as relações entre os espaços e as paisagens naturais com os restantes tipos de espaços e as paisagens culturais;
- (iii) Determinar as potencialidades dos recursos e serviços ambientais no conjunto territorial da bacia e em suas feições naturais e culturais;

- (iv) Avaliar as funções ecológicas e sociais existentes;
- (v) Diagnosticar os problemas ambientais, suas potencialidades e atual estado ambiental;
- (vi) Avaliar processos de ordem/desordem no contexto espacial da bacia; e
- (vii) Proteger e efetivar propostas de ordenamento territorial.

Em suas ações, o planejamento e a gestão necessitam atuar de forma conjunta em várias escalas de organização espacial, desde o âmbito regional das bacias até medidas de escala municipal e local. A governança dos recursos hídricos e ambientais de uma bacia hidrográfica, deve ser democrático e participativo, envolvendo:

- (i) Mobilização da população no sentido de involucrar-se ao processo de planejamento;
- (ii) Coleta de informações e monitoramento da gestão pôr da população da bacia;
- (iii) Participação dos diferentes atores em todas as etapas do planejamento e gestão, efetivando uma governança atuante e participativa; e
- (iv) Discutir e reavaliar com a população os possíveis cenários de planejamento projetados.

Para a obtenção de resultados efetivos no planejamento, governança e gestão dos recursos hídricos, é necessário um adequado conhecimento científico e uma administração competente, democrática e participativa.

## Fases para o Planejamento, Governança e Gestão de uma Bacia Hidrográfica

O processo de planejamento deve ter uma base técnica e científica competente e seguir procedimentos metodológicos sequenciais e interconectados. Cavalcanti et al. (1997) destacam as etapas necessárias para o ordenamento de um território, que se adequam perante ao conjunto de uma bacia hidrográfica.

Na concepção dos autores, o processo deve constituir-se de cinco etapas fundamentais: organização e inventário, análise, diagnóstico, prognóstico e execução. Para uma otimização e plena aplicabilidade do planejamento, governança e gestão, é necessária uma participação efetiva dos deferentes atores que atuam na bacia hidrográfica.

Em sua primeira etapa, de organização e inventário, as ações a serem desenvolvidas são:

- (i) Verificar as condições de planejamento e condições geoecológicas, socioeconômicas, políticas e culturais;
- (ii) Estabelecer os principais objetivos de alcance do planejamento da bacia;
- (iii) Elaborar um projeto de pesquisa, conciso e interdisciplinar;
- (iv) Delimitar o território da bacia;
- (v) Realizar um inventário das condições naturais, culturais e geoecológicas; e
- (vi) Definição e representação cartográfica das unidades geoecológicas das paisagens da bacia.

Na análise, é dedicado um maior tempo aos levantamentos de campo, observações diretas e coleta de dados primários, em síntese deve-se pesquisar as unidades sistêmicas/geoecológicas da bacia hidrográfica, que enfoque suas condições estruturais, funcionais, evolutivas e integradoras, além de conhecer as propriedades das paisagens naturais e culturais, verificando suas interações.

Entre os principais aspectos a serem considerados nessa etapa, se incluem a identificação de impactos socioambientais, tendências evolutivas do território, determinação da sustentabilidade social e ambiental, análise das condições político-econômica e sociais, formas atuais e tendências de uso e ocupação, eficiência das políticas públicas e estágio de governança atual.

A fase de diagnóstico, sustenta-se nas etapas anteriores, e seu objetivo maior é a síntese como se encontram as unidades geoecológicas em razão das formas de uso e ocupação. Dessa forma, expõem as potencialidades dos recursos e serviços ambientais, valores de riscos e vulnerabilidades, grau de estabilidade ambiental, compatibilidade de formas de uso, retorno social no aproveitamento dos recursos naturais/hídricos, relações/balanco entre quantidade/qualidade hidro ambiental, definição de qualidade e competência de fatores institucionais, econômicos e sociais, análise dos planos e programas atuantes na bacia, mapeamento de áreas críticas e elaboração de indicadores de sustentabilidade.

Na denominada fase de projeção, se estabelecem as propostas e desenhos para futuros cenários, estabelecendo as formas de melhor utilizar as unidades geoecológicas para projetar uma organização territorial da bacia hidrográfica como o todo. Como projeção, se estabelece um zoneamento funcional/propositivo, definição de tipos e intensidades de usos, tendências e previsões de evolução temporal em diferentes cenários, aplicar princípios de uso e gestão, seleção de alternativas, desenho final do modelo territorial, plano de estratégias de gestão, aplicação de políticas públicas e setoriais e elaboração final do plano diretor da bacia hidrográfica.

Finalmente, na execução do plano diretor, há que se buscar consensos de governança por meio de consenso, ajustes e aprovação das propostas junto aos atores sociais e agentes econômicos, estabelecer uma coordenação institucional, obtenção de apoio jurídico e orçamentar ajustes e decisões finais do

plano. Como ações finais de instituições do plano de gestão, é necessário estabelecer um programa de ações, implementar mecanismos de monitoramento e revisões periódicas, ajustes necessários e medidas corretivas.

## Considerações Finais

O Brasil possui uma legislação específica sobre recursos hídricos bastante completa e extensa, além da ANA (Agência Nacional das Águas), que tem a função reguladora no sentido de emitir outorga de uso das águas de domínio da União, possuindo um sistema descentralizado e informativo de elevada competência quanto à gestão dos recursos hídricos. A ANA disponibiliza informações essenciais ao planejamento das águas através do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIR).

A Política Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos estabelece, por sua vez, a instalação dos comitês de bacias hidrográficas (desde 1997), que une representantes dos poderes públicos (federal, estadual e municipal), usuários dos recursos hídricos e da sociedade civil. Os comitês de bacias possuem competências para aprovar o Plano dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas, arbitrar conflitos, estabelecer mecanismos e valores de cobrança pelo uso da água.

O cadastro da Rede Brasil de Organismos de Bacias Hidrográficas indica o registro de 219 comitês de bacias hidrográficas no Brasil, em dezembro de 2017. Os citados comitês promovem periodicamente fóruns e encontros nacionais de bacias hidrográficas, que podem tornarem-se instrumentos eficientes na socialização das informações sobre os processos e eficiências no planejamento, governança e gestão dos recursos hídricos.

Constata-se que apesar de toda a legislação e instrumentos de gestão dos recursos hídricos, a organização territorial das bacias hidrográficas no Brasil é bastante deficiente, chegando a ser caótica em áreas urbanas. Os conflitos de uso e ocupação são bastante comuns, uma vez que há pouco consenso quanto ao aproveitamento dos recursos hídricos, principalmente entre os grandes empreendimentos e a população local.

Com certeza a efetivação dos comitês de bacias hidrográficas foi um passo importante na organização espacial, porém a grande diversidade territorial das bacias, sub-bacias e micro bacias impede a aplicabilidade de um único modelo de gestão. As diversidades socioeconômicas e naturais, também, exigem olhares e ações diferenciadas nos planos de gestão.

Há uma necessidade administrativa para se consolidar os planos de gestão de recursos hídricos, obtendo uma governança democrática e participativa. Para tanto, há que se criar instrumentos práticos de intercâmbio de ações nos planos de desenvolvimento regional, comitês de bacias, planos diretores municipais (urbano/rural), planos de gestão de Unidades de Conservação, de Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal.

Torna-se necessário a constituição de um banco de informações por bacias hidrográficas, dispondo fundamentos teóricos e procedimentos a disposição de administração e gestão territorial e dos diversos setores populacionais, o que seria um avanço na consolidação e conhecimento dos planos de gestão e governança dos recursos hídricos.

Acredita-se que as universidades, instituições tecnológicas e de pesquisa têm que unir esforços para intercambiar informações e resultados referentes a gestão hídrica. É possível visualizar um horizonte de otimismo e de cooperação, nesse sentido, a publicação consiste em uma intenção de consolidar, informar e contribuir nessa cooperação para uma gestão e governança eficiente dos recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS

BOISIER, S. Desarrollo: ¿De qué estamos hablando? **Cuadernos Regionales**. n.1, Santiago de Chile, Universidad de Talca, 2000.

CAVALCANTI, A. P. et al. **Desenvolvimento Sustentável e Planejamento: bases teóricas e conceituais**. Editora da Universidade Federal de Piauí: Teresina, 1997.

CHRISTOFOLETTI, A. L. H. Sistemas dinâmicos: a abordagem da Teoria do Caos e da geometria fractal em Geografia. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Org.) **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2004.

MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 4. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

ORTIZ PEREZ, M. A. **Um analisis ambiental del recurso hídrico: una demanda prioritaria en el uso sustentable del recurso**. Mexico Instituto de Geografia: UNAM, 2005.

PEREZ FILHO, A. Sistemas Naturais e Geografia. In: SILVA, J. B.; LIMA, L. C.; ELIAS, D. (Org.) **Panorama da Geografia Brasileira**. São Paulo: Annablume, 2007, v. 1, p. 333-336.

RODRIGUEZ, J. M. La cuestión ambiental desde una visión sistémica. **Revista Ideas Ambientales**, v. 1, p. 1-35, 2005.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Planejamento e Gestão Ambiental: subsídios da geocologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica**. 2. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2016.

RODRIGUEZ, J.M.M. **Planificación Ambiental**. Material del curso de Post Grado de la Maestría en “Geografía, Ordenamiento territorial y Medio Ambiente”. Universidad de La Habana: Cuba, 2002.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M.; MEIRELES: A. J. A. (Org.) **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas (Tomo 1)**. In: **Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas**. Edições UFC: Fortaleza, 2011.

VIEIRA, P. F. Meio ambiente, desenvolvimento e planejamento. In: VIOLA, E. et al. **Meio ambiente, desenvolvimento e cidadania: desafios para as ciências sociais**. São Paulo: Cortez, 1995. p. 45-98.



# Aspectos Normativos da Gestão Integrada de Recursos Hídricos no Direito Brasileiro e no Estado do Maranhão

Lei nº 9.433/97 - mais conhecida como Lei das Águas

Lei 12.651/12 - também conhecida como novo "Código Florestal"

Lei 6.938/81 - que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente

Maria de Jesus Rodrigues Araujo Heilmann

# Aspectos Normativos da Gestão Integrada de Recursos Hídricos no Direito Brasileiro e no Estado do Maranhão

Maria de Jesus Rodrigues Araujo Heilmann

No início do próximo século (XXI), mais da metade da população mundial estará vivendo em zonas urbanas. Até o ano 2025, essa proporção chegará aos 60 por cento, compreendendo cerca de 5 bilhões de pessoas. O crescimento rápido da população urbana e da industrialização está submetendo a graves pressões os recursos hídricos e a capacidade de proteção ambiental de muitas cidades. É preciso dedicar atenção especial aos efeitos crescentes da urbanização sobre a demanda e o consumo de água e ao papel decisivo desempenhado pelas autoridades locais e municipais na gestão do abastecimento, uso e tratamento geral da água (Relatório das Nações Unidas. 1992. Cap. 18, item 18.56)

## Conceito de Recursos Hídricos

Ao tratarmos do tema gestão integrada dos recursos hídricos no sistema jurídico brasileiro, o primeiro aspecto a considerar é a noção de recursos hídricos em seu conjunto. Assim, os recursos hídricos compreendem o conjunto de “águas superficiais ou subterrâneas disponíveis para qualquer tipo de uso em um determinado território”, segundo define o ‘Glossário de Termos’ publicado pelo Ministério do Meio Ambiente.

Deste conceito, decorre um outro presente no nosso sistema federal, que se denomina de “recursos hídricos compartilhados”, o qual compreende todo o conjunto de “recursos hídricos que se estende entre dois ou mais Estados ou Países”<sup>2</sup>.

Outro aspecto importante a se destacar, é que a Constituição Federal de 1988 (adiante CF) estabeleceu normas específicas sobre as competências legislativa e administrativa acerca da matéria do meio ambiente e dos recursos

<sup>1</sup>BRASIL. Glossário de termos referentes à gestão de recursos hídricos no Brasil fronteiriços e transfronteiriços. Brasília: MMA (Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano). 2008. p. 18.

<sup>2</sup> Idem.

naturais, portanto envolvendo os recursos hídricos.

Nota-se que, neste tema, encontram-se termos distintos nos diversos dispositivos constitucionais (art. 20, 21, 22, 23, 26, 43, 49, 200, 231 CF) seja empregando a terminologia “recursos hídricos”, no que se refere à gestão e política nacional do conjunto das águas superficiais e subterrâneas, ou empregado a terminologia “águas”<sup>3</sup> genericamente, delimitando assim, a noção de “bem de domínio público” da União ou dos Estados.

Em resumo, observa-se que foram adotadas nomenclaturas em contextos diferenciados no texto constitucional, ora fazendo referência ao bem público: água; ora adotando o termo “recursos hídricos” quando se refere à política de exploração, uso e gerenciamento, porém, tudo relativo ao recurso natural ‘água’.

## As Competências Constitucionais em Matéria de Recursos Hídricos

Feita essa delimitação preliminar, se passará à análise do contexto legislativo nacional, a partir da CF de 1988, onde o legislador constituinte estabeleceu formas diferenciadas da competência dessa matéria em relação à União e demais entes da federação. A primeira forma de repartição de competência que se destaca diz respeito ao poder conferido à União, é a competência exclusiva, que relativa ao tema de águas, está prevista no artigo 21, inciso XIX da CF de 1988, estabelecendo a competência exclusiva da União para instituir o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, a definição dos critérios de outorga de direitos de seu uso, tudo em matéria de Política Nacional de Recursos Hídricos (adiante PNRH). Portanto, a União detém a competência para

---

<sup>3</sup> Ver Art. 20, III, Art. 21, XII, b, Art. 22, IV, Art. 26, I, Art. 43 §§ 2º e 3º e Art. 200, VI da CF.

expedição de normas gerais, em face de questões de interesse nacional<sup>4</sup>.

Posteriormente, esse dispositivo foi regulamentado através da Lei Federal nº 9.433, de 08.01.1997. Alguns juristas consideram que, em matéria de política nacional de recursos hídricos tal competência tem a característica de ser centralizadora<sup>5</sup>, isto é, por ter sido conferido à União um amplo controle para delimitar através de normas gerais a outorga e exploração dos recursos hídricos, as formas de utilização e cobrança, dentre outros objetivos, diretrizes e instrumentos fixados na PNRH.

A segunda forma de competência é a privativa, na qual a Constituição Federal confere à União poderes para legislar em matéria de águas, energia e outros recursos naturais (jazidas, minas, outros recursos minerais) consoante prevê no art. 22, incisos IV e XII da CF<sup>6</sup>. Contudo, a competência privativa, semelhante à competência exclusiva, confere à União legislar normas gerais, pois, em outro giro, o legislador constituinte estabeleceu a competência concorrente entre os entes da federação, Estados e Distrito Federal, para legislar concorrentemente com a União, em matéria de recursos naturais e do meio ambiente, naquilo que for para complementar a lei geral, conforme preceito do art. 24, VI da CF<sup>7</sup>.

Por último, cabe referir que, quanto aos Municípios, a CF manteve uma parcela de 'competência sobre proteção do meio ambiente' a esses entes que,

---

4 Cf. MILARÉ, Édís. Direito do Ambiente. 10 ed.rev.atual. S.Paulo: RT, 2015. Pág. 215.

5 Assinala o autor Bessa Antunes que: "Há uma verdadeira balcanização de competências. A repartição de competências legislativas, feita com espírito que, à primeira vista, se passa por descentralizado, muito embora não o seja, implica a existência de um sistema legislativo complexo e que, nem sempre, funciona de modo integrado, como seria de se esperar e que tende a operar como uma força centrípeta. [...]" Cf. ANTUNES. Paulo de Bessa. Direito Ambiental. 18ª ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Atlas, 2016. Pág. 106.

6 Art.22. Compete privativamente à União legislar sobre: [...] IV - águas, energia, informática, telecomunicações e radiodifusão; [...] XII - jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia;

7 Art. 24. Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre:[...] VI - florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição;

poderão legislar, excepcionalmente, quando a matéria for no “interesse local” que afeta à municipalidade (Art. 30, II da CF<sup>8</sup>). Portanto, nesse contexto a legislação é somente suplementar, e pode abranger interesse local quanto ao recurso natural ‘água’, conquanto que a norma municipal seja editada nos estreitos limites do regramento constitucional, respeitando-se a disciplina dos demais entes federativos, consoante entendimento já firmado pelo Supremo Tribunal Federal, na Tese de Repercussão Geral nº 145<sup>9</sup>.

Resta uma última forma de repartição de competência constitucional, que ao contrário da já mencionada competência exclusiva tratada no início deste estudo, refere-se à competência comum. Estas normas compreendem a competência administrativa que abrange a ‘fiscalização’ do meio ambiente e o ‘licenciamento ambiental’<sup>10</sup>, em outras palavras, versam sobre o poder de polícia ambiental. Ambas configuram a denominada competência comum do sistema de federalismo de cooperação entre União, Estados, Municípios e o Distrito Federal, enumeradas no art. 23, incisos III, VI, VII e XI da CF<sup>11</sup>, no que tange à proteção do meio ambiente e dos recursos naturais em seus respectivos territórios.

Observa-se que todos os elementos que fazem parte da concepção de meio ambiente (natural e artificial<sup>12</sup>) foram abrangidos pelo texto constitucional, e portanto, são objeto de interesse da matéria ambiental, os quais como se ob-

---

8 Art. 30. Compete aos Municípios: I - legislar sobre assuntos de interesse local; II - suplementar a legislação federal e a estadual no que couber; [...].

9 Na sessão do Plenário de 5.3.2015 do STF. Decisão: O Tribunal decidindo o tema 145 da Repercussão Geral, por maioria, vencida a Ministra Rosa Weber, deu provimento ao recurso extraordinário para declarar a inconstitucionalidade da Lei nº 1.952, de 20 de dezembro de 1995, do Município de Paulínia/SP. Por unanimidade, o Tribunal firmou a tese de que o município é competente para legislar sobre o meio ambiente com a União e Estado, no limite do seu interesse local e desde que tal regramento seja harmônico com a disciplina estabelecida pelos demais entes federados (art. 24, inciso VI, c/c 30, incisos I e II, da Constituição Federal). Presidiu o julgamento o Ministro Ricardo Lewandowski. Plenário, 05.03.2015. Cfr. BRASIL. Supremo Tribunal Federal. Tese de Repercussão Geral 145-Mérito. RE 586224-SP. Relator: Min. Luiz Fux, Tribunal Pleno, julgado em 05/03/2015. Acórdão Eletrônico. DJE-085. Public. 08-05-2015. Disponível em: <<http://www.stf.jus.br/portal/jurisprudencias>>. Acesso em: 17.10.2017.

10 Ver ANTUNES, Paulo de Bessa. Direito Ambiental. 18ª ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Atlas, 2016. Pág.104.

11 Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: [omissis]; III - proteger os documentos, as obras e outros bens de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos; VI - proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas; VII - preservar as florestas, a fauna e a flora; XI - registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios;

12 Segundo Édis Millaré: “Para o direito brasileiro, portanto, são elementos do meio ambiente, além daqueles tradicionais, como o ar, a água e o solo, também a biosfera, está com claro conteúdo relacional (...). Temos em todos eles, a representação do meio ambiente natural. Além disso, vamos encontrar uma série de bens culturais e históricos, que também se inserem entre os recursos ambientais, como meio ambiente artificial ou humano, integrado ou associado ao patrimônio natural. MILLARÉ, Édis. Direito do Ambiente. Op.cit. Pág. 144

serva, foram tratados especificamente por assunto, como por exemplo, quando se refere aos recursos hídricos e minerais, florestas, flora e fauna, etc., ou ora referindo-se às obras e bens de valor histórico, artístico e cultural. Nos dois aspectos, o exercício do “poder de polícia administrativa” torna-se às vezes, de difícil separação entre as distintas esferas: federal, estadual, municipal e distrital<sup>13</sup>.

Isso deve-se ao fato de que existe um conjunto de leis federais regulamentando as diversas áreas de atuação, no interesse das políticas públicas de proteção ao meio ambiente e às garantias dos direitos sociais, citando-se as leis sobre florestas, unidades de conservação, biodiversidade, de recursos hídricos, lei de resíduos sólidos, de saneamento básico, dentre outras. Outrossim, importante frisar que a lei geral que regulamenta a política nacional do meio ambiente, Lei nº 6938/81, mesmo que anterior à CF de 1988, foi recepcionada pelo texto constitucional, e longo de sua vigência que já sofreu várias alterações.

Por último, cabe assinalar que, quanto aos serviços públicos relacionados com água, especificamente aqueles explorados no “aproveitamento dos potenciais de energia hidráulica”, foram objeto de reforma constitucional, através da Emenda Constitucional nº 06/95, de 15 de agosto, que alterou o § 1º do art. 176 da CF, no Título VII - da Ordem Econômica e Financeira, estabelecendo que o aproveitamento dos potenciais de água somente poderão ser efetuados por brasileiros ou empresa constituída sob as leis brasileiras e que tenha sua sede e administração no País, mediante autorização ou concessão da União, sempre no interesse nacional.

Em suma, a EC nº 06/95 manteve a reserva da União na outorga das concessões da exploração do domínio de energia hidráulica, que será autorizada

---

13 ANTUNES, Paulo de Bessa. Op. cit. Págs.106-107.

de conformidade com a legislação especial vigente no país, que será analisada no item seguinte; quantos aos demais serviços relacionados com água, no que tange à outorga dos direitos de usos, não sofreram qualquer alteração posterior de emenda ao texto constitucional.

## Lei 9.433/97 da Política Nacional de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos

A Lei Federal nº 9433/97, de 08 de janeiro veio regulamentar no âmbito infraconstitucional a Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil, disciplinando o art. 21, XIX da CF quanto à criação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (adiante SINGREH) e estabelecendo regras para a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos.

Pese não haver traçado uma definição clara de gestão integrada dos recursos hídricos, propriamente dita, nota-se o seu alcance a partir dos fundamentos básicos fixados no art. 1º, incisos IV, V e VI<sup>14</sup> da mencionada lei.

Precisamente nos termos em que o legislador deixou subjacente, os traços essenciais da gestão integrada dos recursos hídricos estão calcados em três fundamentos básicos:

- Deve sempre proporcionar os múltiplos usos das águas;
- Estabelece a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da política nacional e de atuação do sistema nacional de gerenciamento dos recursos hídricos (SINGREH); e
- Institui o caráter da descentralização, no que diz respeito à governança, envolvendo a participação do poder público, dos usuários e das comunidades

---

14 Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos: [...] IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; VI - a

locais envolvidas.

Além disso, o legislador fixou os objetivos e diretrizes de atuação, a seguir delineados:

Primeiro, quanto aos objetivos gerais constam do art. 2º da Lei, e destacam-se quatro:

i) assegurar a necessária disponibilidade de água para a sociedade atual e às gerações futuras, com preservação dos padrões de qualidade ambientais quanto aos usos;

ii) prevê a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, inclusive o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

iii) adota o princípio da prevenção para defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais; e

iv) por último, visa incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.

O segundo ponto relevante, destaca-se quanto às diretrizes da gestão e planejamento, elencadas no art. 3º da Lei, em número de 06, assim resumidas:

i) gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;

ii) adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;

iii) integrar a gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;

iv) articular o planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;

v) articular a gestão de recursos hídricos com a do uso do solo; e - Institui o caráter da descentralização, no que diz respeito à governança, envolvendo a

---

gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

participação do poder público, dos usuários e das comunidades locais envolvidas.

Além disso, o legislador fixou os objetivos e diretrizes de atuação, a seguir delineados:

Primeiro, quanto aos objetivos gerais constam do art. 2º da Lei, e destacam-se quatro:

i) assegurar a necessária disponibilidade de água para a sociedade atual e às gerações futuras, com preservação dos padrões de qualidade ambientais quanto aos usos;

ii) prevê a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, inclusive o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

iii) adota o princípio da prevenção para defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais; e

iv) por último, visa incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.

O segundo ponto relevante, destaca-se quanto às diretrizes da gestão e planejamento, elencadas no art. 3º da Lei, em número de 06, assim resumidas:

i) gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;

ii) adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;

iii) integrar a gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;

iv) articular o planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;

v) articular a gestão de recursos hídricos com a do uso do solo; e

vi) integrar a gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

Além desses dois aspectos supra referidos, ressalta-se que a Lei criou 06 instrumentos específicos para implementação da política de recursos hídricos, além daqueles já previstos na lei geral (6.838/81) da política nacional do meio ambiente. São os seguintes os instrumentos previstos no art. 5º da Lei nº 9433/97:

- i) elaboração dos Planos de Recursos Hídricos;
- ii) enquadramento dos corpos de água<sup>15</sup> em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- iii) outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- iv) instituir cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- v) compensação a municípios; e
- vi) cria o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos de âmbito nacional (SNIRH).

Em relação ao instrumento de ‘compensação aos municípios’, importante assinalar que apesar deste não ter sido vetado na redação do art. 5º, inciso V da Lei, pois constou aprovado no texto final, contudo o art. 24 da lei que tratava especialmente desse instrumento, delineando os aspectos de como se deve implementar a compensação aos municípios, foi vetado quando da sanção presencial pelo Poder Executivo, de modo que os municípios não contam hoje com esse reforço da lei federal.

Diante das normas de gestão integrada dos recursos hídricos supra expostas, pode-se observar que o sistema legislativo brasileiro vem seguindo o caráter ‘transversal’ que é próprio do direito ambiental, significa que por envolver vários aspectos da proteção, exploração e utilização dos recursos oriundos de corpos de água, a sua transversalidade consiste nos vários instrumentos le-

---

15 O termo corpo d'água designa "qualquer acumulação significativa de água". Cf. BRASIL. Glossário de termos. Op.cit. Pág. 13

gislativos, previstos na Lei nº 9.433/97, além de outros que os Estados poderão instituir. Ademais, a transversalidade envolve os fundamentos, diretrizes e instrumentos da PNRH, que podem ser objeto de regulamentação no âmbito dos Estados, tratando as leis estaduais de complementar em seus respectivos territórios, o objeto da proteção e fiscalização.

Não obstante, dentro dessa perspectiva jurídica de transversalidade, resta claro que outras leis brasileiras abordam em outros aspectos a matéria envolvendo corpos d'água, citando-se os diplomas legais pós CF-88 que tratam do abastecimento de água ao consumo, a proteção da qualidade das águas, da preservação das fontes e das águas costeiras, respectivamente, objeto de proteção e regulação das leis sobre Política de Saneamento básico (Lei 11.445/2002), da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº12.305/2010) e do Gerenciamento Costeiro (Lei nº7661/88); e mais, recentemente a Lei de Florestas ou novo Código Florestal (Lei nº12.651/2012<sup>16</sup>) com as alterações posteriores, institui balizas da proteção das áreas de nascentes e reservas de corpos d'água. Sem olvidar o antigo Código de Águas (Decreto nº24.643/34) ainda em vigor.

Portanto, a transversalidade<sup>17</sup> por ser um traço característico do direito ambiental, dada à diversidade das matérias que se entrelaçam com os diversos ramos do conhecimento científico, tanto no contexto jurídico da proteção dos recursos naturais, quanto da sua fiscalização, é importante enfatizar que não raro surgem conflitos entre as normas de competência das esferas estadual,

---

16 No art. 3º. II prevê a preservação das APPs: "II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;"

17 Cf. HEILMANN, M. Jesus R. A. Líneas de evaluación del derecho ambiental en la sociedad de riesgo. Sevilla: Medio Ambiente y Derecho. Revista Electrónica de Derecho Ambiental. Set. 2007. Disponível em: <<http://huespedes.cica.es/gimaduz/>>

federal, municipal e distrital, além de dificuldades de sua aplicação, por envolver variadas escalas de normas, nesta hipótese, diante do “compêndio de Resoluções” editadas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, daí porque tão importante e necessário abordar sobre a sistematização das competências cooperadas, instituída pela Lei Complementar nº 140/2011, que em breve análise no item seguinte.

Em síntese, a Lei Federal nº 9.433/97 disciplina as diretrizes da PNRH, sendo o principal instrumento de regulamentação geral, porém existem outros diplomas legislativos tratando sobre os recursos hídricos como foi mencionado supra.

### **Lei Complementar nº140/2011 e o Federalismo Cooperativo**

O federalismo cooperativo trata-se de um “quadro de competências entre União, Estados, Distrito Federal e Municípios” com foco na proteção do meio ambiente no território nacional, segundo explica o jurista Edis Milare:

O quadro de competências desenhado pela Constituição da República discrimina as atribuições conferidas a cada ente federado, com ênfase no que se convencionou chamar de federalismo cooperativo, já que boa parte da matéria relativa à proteção do meio ambiente pode ser disciplinada a um só tempo pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e pelos Municípios<sup>18</sup>. [Destacou-se em itálico].

Desse modo, em termos legislativos surge a Lei Complementar nº140/2011, de 08 de dezembro, que dispõe sobre a regulamentação dos incisos III, VI, VII e § 1º do Art. 23 da Constituição Federal, detalhando a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas

---

18 Cf. MILARÉ, Edis. Direito do Ambiente. Op. Cit. Pág. 210.

decorrentes do exercício da competência comum relativa à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora.

Especificamente sobre a matéria dos recursos hídricos essa lei previu no art. 7º, que trata das ações administrativas da União, no inciso VII, que cabe a esta “promover a articulação da Política Nacional do Meio Ambiente com as de Recursos Hídricos, Desenvolvimento Regional, Ordenamento Territorial e outras”<sup>19</sup>.

Esse diploma legal também fixou no art. 3º os objetivos da competência comum entre os entes da Federação, no exercício do poder de polícia administrativa, visando adequar suas ações no interesse comum.

Dentre os objetivos se enumeram, quatro:

- i) proteger, defender e conservar o meio ambiente ecologicamente equilibrado, promovendo gestão descentralizada, democrática e eficiente;
- ii) garantir o equilíbrio do desenvolvimento socioeconômico com a proteção do meio ambiente, observando a dignidade da pessoa humana, a erradicação da pobreza e a redução das desigualdades sociais e regionais;
- iii) harmonizar as políticas e ações administrativas para evitar a sobreposição de atuação entre os entes federativos, de forma a evitar conflitos de atribuições e garantir uma atuação administrativa eficiente; e
- iv) garantir a uniformidade da política ambiental para todo o País, respeitadas as peculiaridades regionais e locais.

Por último, é relevante destacar que a articulação das ações administrativas da União em matéria de recursos hídricos ficou a cargo da Agência Nacional de Águas, criada pela Lei nº 9984/00 que disciplinou sobre a atuação na gestão integrada dos recursos hídricos, definindo as competências de atuações do órgão regulador e dando outras providências, a qual será abordada a seguir.

---

<sup>19</sup> Lei 140/2011. Disponível em URL on line: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp140.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm)>

Por último, é relevante destacar que a articulação das ações administrativas da União em matéria de recursos hídricos ficou a cargo da Agência Nacional de Águas, criada pela Lei nº9984/00 que disciplinou sobre a atuação na gestão integrada dos recursos hídricos, definindo as competências de atuações do órgão regulador e dando outras providências, a qual será abordada a seguir.

### **A Lei 9.984/00 que Cria da Agência Nacional de Águas (ANA) Fixando suas Atividades**

A implementação da PNRH e a regulação das funções do sistema nacional de gestão integrada dos recursos hídricos foi posta a cargo da Agência Nacional de Água (adiante ANA), cuja lei chegou com um certo atraso, pois somente foi aprovada no ano 2000, se insere na ampla reforma nacional, administrativa e legislativa, do Estado brasileiro. Esta reforma, como é sabido, alavancou o processo de privatização e setorização de diversos serviços públicos e de atividades econômicas, e impulsionando reformas sociais, nos anos noventa, com o primeiro e segundo programa de desestatização<sup>20</sup>, e, paulatinamente, foram sendo criadas e instaladas as agências reguladoras no Brasil.

Assim, a Lei Federal nº 9.984/00, de 17 de julho, ao criar a ANA veio regular a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e coordenar o novo Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) a nível da federação, a cargo deste órgão regulador, fiscalizador e dotado de outras funções, que serão elencadas adiante.

Segundo disposto no art. 4º, incisos I a XXII da lei, a atuação da ANA foi amplamente delimitada segundo os fundamentos, objetivos, diretrizes e ins-

---

20 Cfr. As leis de reforma do Estado brasileiro: Lei nº 8.029/90, de 12 de abril (dispõe sobre a extinção e dissolução de entidades da administração pública federal, e dá outras providências), Lei nº 8.031/90, de 12 de abril (cria o programa nacional de desestatização e da outras providências), Lei nº 9.491/97, de 09 de setembro (altera procedimentos relativos ao Programa Nacional de «Desestatização», revoga a Lei nº 8.031, de 12 de abril de 1990). Disponível em URLs: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8029compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8029compilada.htm)>; <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8031.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8031.htm)>; <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9491.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9491.htm)>

trumentos da PNRH, previstos na lei geral 9.433/97, para atuar em articulação com outros órgãos e entidades públicas e privadas integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Dentre as competências da ANA pertinentes aos recursos hídricos, fixadas em extenso rol do mencionado dispositivo, se enumeram abaixo:

- Supervisionar, controlar e avaliar as ações e atividades decorrentes do cumprimento da legislação federal; disciplinar, em caráter normativo, a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos da PNRH;
- Outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União;
- Fiscalizar os usos de recursos hídricos nos corpos de água de domínio da União;
- Elaborar estudos técnicos para subsidiar a definição, pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (adiante CNRH), dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, com base nos mecanismos e quantitativos sugeridos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica-CBHs (art. 38, VI Lei nº9.433/97);
- Estimular e apoiar as iniciativas voltadas para a criação de Comitês de Bacia Hidrográfica;
- Implementar, em articulação com os CBHs, a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União;
- Arrecadar, distribuir e aplicar receitas auferidas por intermédio da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União (art. 22 da Lei nº9.433/97);
- Planejar e promover ações destinadas a prevenir ou minimizar os efeitos de secas e inundações, no âmbito do SINGREH, em articulação com o órgão central do Sistema Nacional de Defesa Civil, em apoio aos Estados e Municípios;
- Promover a elaboração de estudos para subsidiar a aplicação de recursos

financeiros da União em obras e serviços de regularização de cursos de água, de alocação e distribuição de água, e de controle da poluição hídrica, em consonância com os planos de recursos hídricos;

- Definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme os planos de recursos hídricos das respectivas bacias;

- Promover a coordenação das atividades desenvolvidas no âmbito da rede hidrometeorológica nacional, em articulação com órgãos/entidades públicas ou privadas integrantes, ou que sejam usuárias;

- Organizar, implantar e gerir o SNIRH;

- Estimular a pesquisa e a capacitação de recursos humanos para a gestão de recursos hídricos;

- Prestar apoio aos Estados na criação de órgãos gestores de recursos hídricos;

- Propor ao CNRH o estabelecimento de incentivos, inclusive financeiros, à conservação qualitativa e quantitativa de recursos hídricos;

- Participar da elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos e supervisionar a sua implementação;

- Regular e fiscalizar, a prestação dos serviços públicos de irrigação, quando envolverem corpos d'água de domínio da União, se em regime de concessão, e adução de água bruta, cabendo-lhe, inclusive, a disciplina, em caráter normativo, da prestação desses serviços, bem como a fixação de padrões de eficiência e o estabelecimento de tarifa, quando cabíveis, e a gestão e auditoria de todos os aspectos dos respectivos contratos de concessão, quando existentes;

- Regular e fiscalizar, a prestação dos serviços públicos de irrigação, envolvendo corpos d'água de domínio da União, se em regime de concessão, e adução

de água bruta, cabendo-lhe, a disciplina, em caráter normativo, da prestação desses serviços, bem como a fixação de padrões de eficiência e o estabelecimento de tarifa, quando cabíveis, e a gestão e auditoria de todos os aspectos dos respectivos contratos de concessão existentes;

- Organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB);
- Promover a articulação entre os órgãos fiscalizadores de barragens; e
- Coordenar a elaboração do Relatório de Segurança de Barragens e encaminhá-lo, anualmente, CNRH, de forma consolidada.

Foi abordado supra, em apertada síntese, alguns aspectos da Lei 9984/00, no entanto, as competências supra referidas da Agência Nacional de Águas não será objeto de análise detalhada. No tópico seguinte, será abordada a legislação estadual.

### **A Legislação Estadual de Recursos Hídricos após CF de 1988**

A primeira referência que se faz à legislação maranhense em matéria de recursos hídricos ou de águas, pós CF de 1988, foi com o novo texto da Constituição Estadual no texto aprovado em 05/10/1989, em dispositivos que tratou especificamente sobre os recursos hídricos, nos arts. 14, 241 inciso VI e 245; e em outros dispositivos que se refere às águas e nascentes, genericamente, tais como nos arts. 13, inciso IV, 239, 241, IV alíneas 'a', 'b' e 'i' e inciso IX. 250 e nos Atos das Disposições constitucionais provisórias, no art. 24, todos elencados no Quadro 1 abaixo:

Posteriormente, o Código Estadual do Meio Ambiente (CEMA) foi instituído pela Lei Estadual nº 5.405 de 08 de abril de 1992, que disciplina sobre o Sis-

tema Estadual de Meio Ambiente e o uso adequado dos recursos naturais do Estado do Maranhão, onde diversos dispositivos referem-se à proteção dos recursos hídricos, denotando um conjunto de proteções (Quadro 2).

Destaca-se no CEMA, o art. 17 que trouxe especial referencial à política estadual de proteção aos recursos hídricos, dispondo além de normas de proteção às águas, prevendo percentual de cobrança pelo uso dos recursos hídricos a ser revertido nas ações de controle da poluição, sobre o plano plurianual de saneamento e aplicação do princípio da eficiência e do uso racional dos recursos hídricos<sup>21</sup>.

Pese que, a legislação surge bem avançada para a época, as políticas estaduais e municipais, no que tange à sua implementação, têm sido objeto de muitas cobranças por parte dos segmentos sociais e dos órgãos de fiscalização.

No que tange, à política estadual de recursos hídricos, no Estado do Maranhão, em 1997 foi sancionada a Lei Estadual nº 7.052/97, de 22/12/1997, que entrou em vigor na mesma data, contemplando dispositivos semelhantes aos da Lei Federal 9.433/97 da PNRH quantos aos fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos.

Posteriormente, nova Lei Estadual nº 8.149/04 de 15.06.2004 revogou a anterior, e regulamentou sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, modificando e inserindo alguns dos aspectos já contemplados antes, em relação aos fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos (Quadro 2). Nota-se alguns avanços e retrocessos entre os dois diplomas legais, no quadro comparativo entre as duas

<sup>21</sup> Art. 17. Art. 17. Todas as medidas administrativas, de planejamento, financeiras, bem como de aproveitamento e controle sobre recursos hídricos, em qualquer de suas formas, deverão levar em conta as condições específicas dos ecossistemas envolvidos, contribuindo para a integração dos fatores físico-naturais, econômicos e sociais, observada a legislação em vigor.

§ 1º A proteção da quantidade e da qualidade das águas será obrigatoriamente levada em conta quando da elaboração de normas legais relativas à flora, pesca, conservação da natureza, conservação e uso do solo e demais recursos naturais e ao meio ambiente.

§ 2º Do produto da cobrança pela utilização de recursos hídricos será destinada uma parte percentualmente definida, na forma da lei, com o objetivo de assegurar a proteção das águas mediante sua aplicação para defesa e desenvolvimento dos demais recursos naturais e controle de poluição, observadas as peculiaridades das respectivas bacias hidrográficas.

§ 3º O plano plurianual do saneamento, ao estabelecer as respectivas diretrizes e programas, bem como as ações de saneamento, deverá prever a utilização racional da água, do solo e do ar, de modo compatível com a preservação e melhoria da qualidade da saúde pública e do meio ambiente e com a eficiência dos serviços públicos de saneamento.

leis, faz-se um breve destaque em negrito de cada conjunto dos aspectos supra referidos, conforme os quatro itens seguintes:

Esta análise não se deterá a um estudo comparativo detalhado entre as leis estaduais, no entanto pode-se se destacar dentre os avanços observados a nível legislativo que, a Lei nº8.149/04 ampliou as diretrizes e os instrumentos criando outros antes não previstos, conforme mostrados nos quadros supra.

Quadro 1 - Legislação referente a recursos hídricos da Constituição Estadual

Recursos Hídricos	Águas (nascentes e outros)
<p>Art. 12. Compete, ainda, ao Estado:</p> <p>I - em comum com a União e os Municípios:</p> <p>l) registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seu território;</p> <p>Art. 14. É assegurado ao Estado o direito, nos termos da lei, a compensação financeira ou participação no resultado de exploração de petróleo ou de gás natural, de recursos hídricos e minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva.</p> <p>Art. 241. Na defesa do meio ambiente, o Estado e os Municípios levarão em conta as condições dos aspectos locais e regionais, e assegurarão:</p> <p>[omissis]</p> <p>VI - o gerenciamento costeiro dos recursos hídricos continentais;</p> <p>Art. 245. O Estado apoiará a formação de consórcios entre Municípios, para a solução de problemas comuns relativos à proteção ambiental, em particular ao saneamento básico e à preservação dos recursos hídricos.</p>	<p>Art. 13. Incluem-se entre os bens do Estado:</p> <p>[omissis];</p> <p>IV - as águas superficiais ou subterrâneas fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União;</p> <p>Art. 239. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente saudável e equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à qualidade da vida, impondo-se a todos, e em especial ao Estado e aos Municípios, o dever de zelar por sua preservação e recuperação em benefício das gerações atuais e futuras.</p> <p>§ 1º A devastação da flora nas nascentes e margens dos rios, riachos e lagos de todo o Estado importará em responsabilidade patrimonial e penal, na forma da lei.</p> <p>Art. 241. Na defesa do meio ambiente, o Estado e os Municípios levarão em conta as condições dos aspectos locais e regionais, e assegurarão:</p> <p>[omissis]</p> <p>IV - a proteção das seguintes áreas de preservação permanente:</p> <p>a) os manguezais;</p> <p>b) as nascentes dos rios;</p> <p>[omissis]</p> <p>i) as nascentes dos rios e as faixas de proteção de águas superficiais.</p> <p>[omissis]</p> <p>IX - a criação e o livre acesso de informação que garanta à população o conhecimento dos níveis de poluição, da qualidade do meio ambiente, das situações de risco de acidentes e da presença de substâncias potencialmente danosas à saúde, na água potável, nos mares e rios e nos alimentos;</p> <p>Art. 250. O Estado promoverá programa de reflorestamento das nascentes e das margens dos rios, lagoas e lagos.</p> <p>ATOS DAS DISPOSIÇÕES CONSTITUCIONAIS PROVISÓRIAS</p> <p>Art. 250. O Estado promoverá programa de reflorestamento das nascentes e das margens dos rios, lagoas e lagos.</p> <p>ATOS DAS DISPOSIÇÕES CONSTITUCIONAIS PROVISÓRIAS</p> <p>Art. 24. As áreas das nascentes dos rios Parnaíba, Farinha, Itapecuruzinho, Pindaré, Mearim, Corda, Grajaú, Turiçu e ainda os campos naturais inundáveis das Baixadas Ocidental e Oriental Maranhenses serão limitados em lei como reservas ecológicas.</p>

Outro avanço legislativo foi a criação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FERH), previsto no art. 24 da lei, com a finalidade de financiar a implantação e desenvolver a política estadual em suas ações correspondentes, com rendas provenientes de diversas fontes de recursos<sup>22</sup>.

Atualmente, o FERH foi regulamentado em lei própria nº 10.411/15 sancionada em 30/12/2015, passando a vigorar a partir daquela data.

Por fim, com relação ao recuo da Lei nº 8.149/04, cita-se a supressão do instrumento da “compensação aos municípios”, antes previsto no art. 7º, inciso V da Lei nº 7.052/97, e a supressão do art. 28<sup>23</sup> relativo à compensação financeira aos municípios que beneficiaria os municípios maranhenses com áreas inundadas por reservatórios ou restrições de uso do solo. Outrossim, importante frisar que o artigo 24 que elenca os recursos destinados a compor o Fundo Estadual de Recursos Hídricos não trouxe nenhum inciso específico destinado em vincular tais recursos à compensação dos municípios.

Ressalta-se que foi editado o Decreto nº 27.845, de 18 de novembro de 2011, pelo Poder Executivo, regulamentando a Lei nº 8.149/04, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, com relação às águas superficiais, e dá outras providências.

Por fim, considerando a importância das bacias hidrográficas destacadas como fundamento, planejamento e instrumento da política de integração dos recursos hídricos a nível federativo, passaremos a abordar sobre este novo paradigma introduzido no ordenamento legislativo ambiental brasileiro.

---

22São eles: os recursos provenientes do Estado a ele especificamente destinado por dispositivos legais; \_ oriundos de transferências da União, de Estados vizinhos e dos Municípios destinados à execução de planos e programas de recursos hídricos de interesse comum; \_ decorrentes de compensação financeira que o Estado receber dos aproveitamentos hidro-energéticos; aqueles resultantes da cobrança pelo uso da água; \_ de empréstimos nacionais, internacionais e recursos provenientes da ajuda e cooperação internacional e de acordos intergovernamentais; \_ provenientes de retorno das operações de crédito com os órgãos e entidades estaduais e privadas; \_ recursos do produto das operações de crédito e das rendas procedentes das aplicações de seus recursos; \_ recursos resultado da cobrança de multas, decorrentes da aplicação de lei específica de águas e de controle de poluição; \_ as contribuições de melhoria de beneficiados por serviços e obras de aproveitamento e controle de recursos hídricos; \_ as doações de pessoas físicas ou jurídicas, de direito público e privado nacionais, estrangeiras ou multinacionais; \_ e, outras receitas a ele destinadas.

23Art. 28 - Poderão receber compensação financeira ou de outro tipo os Municípios que tenham áreas inundadas por reservatórios ou sujeitas a restrições de uso do solo com finalidade de proteção de recursos hídricos.

§ 1º - A compensação financeira a Município visa a ressarcir suas comunidades de privação das rendas futuras que os terrenos, inundados ou sujeitos a restrições de uso do solo poderiam gerar.

§ 2º - Legislação específica disporá sobre a compensação prevista neste artigo fixando-lhe prazo e condições de vigência.

## Quadro 2 - Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do estado do Maranhão

I - Dos fundamentos:	
<p>Lei Estadual nº 7.052/97(Art. 2º)</p> <p>I - a água é um bem de domínio público;</p> <p>II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;</p> <p>III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;</p> <p>IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;</p> <p>V - a bacia hidrográfica ou conjunto de bacias hidrográficas é a unidade territorial para implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e atuação do Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos;</p> <p>VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Executivo Estadual, dos usuários e das comunidades;</p> <p>VII - a preservação de efeitos adversos da poluição, das inundações e da erosão do solo;</p> <p>VIII - a gestão do uso e da ocupação do solo urbano e a de coleta e disposição de resíduos sólidos e líquidos, em caso de bacias hidrográficas de alto grau de ocupação urbana.</p>	<p>Lei Estadual nº 8.149/04 (Art. 2º)</p> <p>I - a água é um bem de domínio público;</p> <p>II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico e social; [alterado]</p> <p>III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;</p> <p>IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;</p> <p>V - a bacia hidrográfica é a unidade físico-territorial para implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e a atuação do Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos; [alterado]</p> <p>VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades; [alterado]</p> <p>VII - a compatibilização entre o Plano Estadual de Recursos Hídricos, o Plano Nacional de Recursos Hídricos, os Planos Diretores de Bacia Hidrográfica, os Planos Diretores dos Municípios e os setores usuários. [novo]</p> <p>Suprimido o inciso VIII da Lei anterior, e inserido como um dos objetivos, capitulado no art. 3º, VI desta Lei.</p>
II - Dos objetivos:	
<p>Lei Estadual nº 7.052/97(Art. 3º)</p> <p>I - assegurar à atual e futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;</p> <p>II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vista ao desenvolvimento sustentável;</p> <p>III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes de uso inadequado dos recursos naturais;</p> <p>IV - a utilização racional das águas superficiais e subterrâneas;</p> <p>V - o aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos e o rateio dos custos das respectivas obras, na forma da lei;</p> <p>VI - a proteção contra ações que possam comprometer seu uso atual e efetivo;</p>	<p>Lei Estadual nº 8.149/04 (Art. 3º)</p> <p>I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;</p> <p>II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário com vistas ao desenvolvimento sustentável;</p> <p>III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes de uso inadequado dos recursos naturais, que ofereçam riscos à saúde e à segurança pública, e prejuízos econômicos e sociais; [alterado]</p> <p>IV - a utilização racional das águas superficiais e subterrâneas;</p> <p>V - o aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos e o rateio dos custos das respectivas obras; [alterado]</p> <p>VI - a gestão do uso e da ocupação do solo urbano e a de coleta, tratamento e disposição de resíduos sólidos e líquidos; [novo]</p>

<p>VII - a defesa contra inundações e outros eventos críticos que ofereçam riscos à saúde e segurança públicas, e prejuízos econômicos e sociais;</p> <p>VIII - programas destinados a capacitação profissional no âmbito dos recursos hídricos;</p> <p>IX - campanhas educativas visando conscientizar a sociedade para a utilização racional dos recursos hídricos do Estado.</p>	<p>VII - a articulação intergovernamental para compatibilização de planos de uso e ocupação do solo urbano e da disposição dos resíduos sólidos e líquidos, visando a proteção de mananciais; [novo]</p> <p>VIII - a conservação e a proteção permanente de áreas dotadas de características fisiográficas indutoras da recarga natural de aquíferos, para a manutenção da dinâmica das águas superficiais. [novo]</p> <p>Suprimido o inciso IX da Lei anterior, e inserido como um dos instrumentos, capitulado no art. 5º, VIII desta Lei.</p>
<b>III – Das diretrizes:</b>	
<p>Lei Estadual nº 7.052/97(Art. 4º)</p> <p>I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;</p> <p>II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do Estado;</p> <p>IV - a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos nacional, estadual e municipal;</p> <p>V - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;</p> <p>VI - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras;</p> <p>VII - a incentivação e a formação de consórcios entre os Municípios, tendo em vista a realização de programas de desenvolvimento e de proteção ambiental, em tomo da região.</p>	<p>Lei Estadual nº 8.149/04 (Art. 4º)</p> <p>I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;</p> <p>II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do Estado;</p> <p>IV - a articulação do planejamento estadual de recursos hídricos com os planejamentos nacional e municipal e com os diversos segmentos de usuários e da sociedade civil; [alterado]</p> <p>V - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;</p> <p>VI - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras;</p> <p>VII - o incentivo à formação de consórcios entre os Municípios, com a realização de programas de desenvolvimento e de proteção ambiental; [alterado]</p> <p>VIII - a realização de programas integrados com a União, os Estados vizinhos e os Municípios, por meio de convênios de mútua cooperação, assistência técnica e financeira e outros instrumentos adequados ao gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum; [novo]</p> <p>IX - a promoção de ações integradas nas bacias hidrográficas visando ao tratamento de efluentes e esgotos urbanos, industriais e hospitalares previamente ao seu lançamento nos corpos d'água; [novo]</p> <p>X - a compatibilização do gerenciamento dos recursos hídricos com o desenvolvimento regional, o plano diretor municipal e com a proteção do meio ambiente promovendo a harmonização entre os múltiplos usos dos recursos hídricos; [novo]</p> <p>XI - a promoção de programas destinados à capacitação profissional, à educação ambiental e à pesquisa na área de recursos hídricos; [novo]</p> <p>XII - o desenvolvimento do transporte aquaviário e seu aproveitamento econômico. [novo]</p>

#### IV – Dos instrumentos:

Lei Estadual nº 7.052/97 (Art. 7º)  
I - os Planos de Recursos Hídricos;  
II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;  
III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos e o licenciamento de obra hídricas;  
IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;  
V - a compensação a Municípios;  
VI - o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos.

Lei Estadual nº 8.149/04 (Art. 5º)  
I - os Planos de Recursos Hídricos;  
II - os Planos Diretores de Bacia Hidrográfica; [novo]  
III - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; [renumerado o inciso]  
IV - a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos e o licenciamento das obras utilizadas destes recursos; [renumerado]  
V - a cobrança pelo uso de recursos hídricos; [renumerado]  
VI - o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos;  
VII - os programas destinados à capacitação profissional na área de recursos hídricos; [novo]  
VIII - as campanhas educativas visando conscientizar a sociedade para a utilização racional dos recursos hídricos do Estado; [novo]  
IX - o Cadastro Estadual de usuários de recursos hídricos; [novo]  
X - o Fundo Estadual de Recursos Hídricos e demais Fundos; [novo]  
XI - a aplicação de penalidades; [novo]

## A Construção de um Sistema Hidrográfico comum a partir da Unidade de Bacia Hidrográfica: Antecedentes Históricos

A gestão dos corpos de águas ordenados a partir da sua organização territorial por bacia hidrográfica desenvolveu-se primeiro nos países europeus, em França e Espanha, modelo esse formado das primeiras confederações hidrográficas. Na Espanha, no início do século XX, surge com a criação da chamada «Confederación Sindical»<sup>24</sup>, houve a primeira regulamentação através do Decreto editado 05.03.1926<sup>25</sup>.

Contudo, foi na França que surgiu a primeira proposta legislativa de organizar a divisão do espaço territorial administrativo tomando-se por base a unidade das bacias fluviais ('bassin fluviaux')<sup>26</sup>, em 1920. O objetivo era criar uma forma de administração<sup>27</sup> apoiada em um plano de divisão das principais bacias hidrográficas para a transformação e melhor exploração do regime jurídico das águas correntes até então existente.

Não obstante, esses primeiros registros normativos, com efeito, foram nos anos 60 que a primeira lei francesa foi aprovada consagrando o 'direito de águas', editando um conjunto de normas tratando da 'repartição das águas' e adotando providências contra a poluição, sendo editada a Lei de Águas de 16.12.1964, de grande influência para os países ibéricos. Assim, desde aquele período o território francês encontra-se dividido em seis bacias hidrográficas onde cada uma representa uma unidade política para a gestão dos recursos de água.

24 Cfr. FANLO LORAS. Las competencias del estado y el principio de unidad de gestión de cuenca a través de las confederaciones hidrográficas. RAP. núm. 183. Madrid, septiembre-diciembre. 2010. Págs. 309-334.

25 Cfr. EMBID IRUJO, A. Evolución del derecho y de la política del agua en España. Madrid: RAP/CEPC. 2001. (156). Pág. 82 [nota de pie 35].

26 Cfr. O capítulo «Le district et le bassin». Cfr. GAZZANIGA, Jean-Louis et al. Le droit de l'eau. 3<sup>e</sup> ed. Paris: Litec. 2011. Pág. 177-202.

27 A doutrina francesa refere que o primeiro antecedente de autoridade administrativa instituída sobre uma base de 'drainage de l'eau' em território francês, no âmbito da administração do Estado Absolutista foi no ano de 1752, no reinado de Luís XV. Cfr. *Ibidem*, p. 177.

Por sua vez, na Espanha as bacias hidrográficas estão divididas segundo demarcação atual, em três grandes grupos: das bacias intracomunitárias (em território de uma única comunidade autônoma), das bacias intercomunitárias (que excedem o território da comunidade autônoma) e as das bacias hidrográficas limítrofes com países circunvizinhos, cuja gestão compete às «confederaciones hidrográficas» que são em número de nove<sup>28</sup>.

No Brasil, esta forma de gestão dos recursos hídricos por bacia hidrográfica foi incorporada em âmbito nacional após CF de 1988, a partir da vigência da Lei Federal nº 9433/97, que disciplinou a nova Política Nacional de Recursos Hídricos, já examinada neste estudo, que instituiu dentre seus fundamentos a 'unidade de bacia hidrográfica', apesar de que, em 1972<sup>29</sup>, o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica já havia proposto uma divisão territorial no país por bacias.

Diga-se de passagem que a mudança legislativa pátria para criação do sistema nacional de recursos hídricos baseado na unidade de gestão por bacias hidrográficas segue também de conformidade com o Programa 21<sup>30</sup> da Organização das Nações Unidas (adiante ONU), a respeito do qual se fará alguns comentários no tópico seguinte.

A Lei Federal nº 7.663/91, de 30.12.1991 do Estado de São Paulo que previa no artigo 3º, inciso II a “adoção da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento” foi também um importante marco legislativo anterior que serviu de inspiração para alguns dispositivos da Lei Federal nº9.433/97.

---

28 Véanse los datos catalogados en el Ministerio del Medio Ambiente: Confederación Hidrográfica del Ebro, Cantábrico, del Duero, del Guadalquivir, del Guadiana, del Júcar, del Miño-Sil, Segura y del Tajo. Los datos relativos a las demarcaciones hidrográficas presentan en detalle la configuración. Cfr. MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. Libro Digital del Agua. Madrid: MAGRAMA. < <http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/funciones-estructura/organizacion-organismos-organismos-publicos/confederaciones-hidrograficas/> > Acceso em 14.01.2014.

29 Cf. Sistema aberto da ANA: "A divisão do território brasileiro em Bacias Hidrográficas foi proposta pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), em fevereiro de 1972, com a finalidade de ampliar e melhorar a oferta de dados aos usuários, e implementar um sistema de informações capaz de processar os dados com eficiência e em tempo hábil, que utilizasse métodos lógicos e modernos. A divisão foi um dos trabalhos iniciais do Projeto Hidrologia, e delimitou oito grandes bacias hidrográficas, divididas, por sua vez, em dez sub-bacias, objetivando, principalmente, a codificação das estações fluviométricas.

30 Após a Conferência das Nações Unidas realizada no Rio em 1992.

Por fim, pese que a descentralização administrativa entre os entes da federação brasileira predomina em face do princípio da autonomia previsto no art. 18 “caput” da CF<sup>31</sup>, será através da cooperação federativa (LC 140/2011) que o novo marco regulatório da gestão por unidade da bacia hidrográfica que constitui um dos principais vetores para planejar e executar a integração da gestão hídrica adotada no federalismo brasileiro, poderá ser viabilizada através da criação e implantação dos Comitês de Bacia Hidrográficas-CBH.

Por isso, as bacias hidrográficas foram alinhadas dentre os fundamentos do art. 1º, inciso V da Lei nº9.433/97, *in litteris*: “V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos” sendo relevante a promoção da cooperação entre os entes federativos para implementar a gestão territorial por bacia hidrográfica, cujo o conceito será abordado neste estudo, a continuação.

### Conceito de Bacia Hidrográfica

Apesar de a Lei nº9.433/97 não ter trazido uma definição técnica de ‘bacia hidrográfica’, como costuma-se observar nos glossários que introduzem as legislações da matéria ambiental, utilizaremos neste estudo o conceito extraído do Dicionário de Direito Ambiental, que sintetiza a bacia hidrográfica em uma “área definida topograficamente, drenada por um curso d’água ou um sistema conectado de cursos d’água, de forma que toda vazão efluente seja descarregada através de uma saída única.”<sup>32</sup>

Antes, a Lei nº8.171/91, de 17 de janeiro, que trata da política agrícola nacional, trouxe uma primeira definição para fins de aplicação da referida lei, prevista no art. 20 *in litteris*: “As bacias hidrográficas constituem-se em unidades

<sup>31</sup> Vide CF de 1988, Art. 18. A organização político-administrativa da República Federativa do Brasil compreende a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, todos autônomos, nos termos desta Constituição.

<sup>32</sup> Ver KRIEGER, Maria da Graça et al. Dicionário de direito ambiental: terminologia das leis do meio ambiente. 2ª ed. rev. Atualizada. Rio de Janeiro: Lexikon, 2008. Pág. 41

básicas de planejamento do uso, da conservação e da recuperação dos recursos naturais.”<sup>33</sup>

Outro elemento a se acrescentar no tocante à Lei nº 9.433/97, refere-se às ‘sub-bacias’, que, sem fazer qualquer delimitação conceitual a respeito destas, o Art. 37, incisos I, II e III inclui no rol das “ações a cargo dos Comitês de Bacias Hidrográficas-CBHs”<sup>34</sup>. À respeito destes o mencionado dispositivo prevê que devem atuar em três circunstâncias:

- i) quando se tratar da totalidade de uma bacia hidrográfica,
- ii) da sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário;
- iii) ou em um grupo de bacias ou de sub-bacias hidrográficas contíguas”.

Na opinião da doutrina ambientalista, este modelo de gestão por “bacias e sub-bacias hidrográficas” enfrenta grande dificuldade para atuação dos Comitês (CBH’s) quando se trata de bacias de duplo domínio (federal e estadual), no que diz respeito à competência para controlar a outorga de recursos hídricos e em outros temas ligados à gestão compartilhada<sup>35</sup>.

## As Bacias Hidrográficas como Referência do Programa 21 das Nações Unidas

Na última década do século XX, através do Programa 21 (ou ‘Agenda 21’)<sup>36</sup> das Nações Unidas o conceito de bacia hidrográfica foi adotado como a «unidade de organização territorial», projetando-se como um marco regulatório aos sistemas jurídicos dos países que não utilizavam esse modelo, visando desta

33 Ver Lei Federal nº 8.171/91 de 17.01.1991 Disponível URL [on line]: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8171.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8171.htm)>

34 “Art. 37. Os Comitês de Bacia Hidrográfica terão como área de atuação: I - a totalidade de uma bacia hidrográfica; II - sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; ou III - grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas”.

35 Cf. MACHADO LEME, Paulo Affonso. Direito Ambiental Brasileiro. 15ª ed. São Paulo: Malheiros. P. 451.

36 Recordar-se que foi na Cúpula da Terra (Rio-92) realizada no Brasil em junho de 1992, que foi aprovada o Programa 21 das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, constando no capítulo 18 disposições sobre o tema dos recursos hídricos. Cfr. Informe de la Naciones Unidas. COMITE DE RECURSOS NATURALES. Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas. E/C.7/1994/5. 11 de enero de 1994. Segundo período de sesiones, de 22 de febrero a 4 de marzo de 1994. Em URL: <on line> <<http://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N94/016/42/pdf/N9401642.pdf?OpenElement>> Acesso em 27 /08/ 2010.

forma, promover uma política ambiental comum entre os povos visando o desenvolvimento e integração das gestões dos recursos hídricos.

Esse novo paradigma serve, também, para demarcar e planejar a proteção, exploração, utilização e cobrança dos recursos hídricos de acordo com os as zonas hidrográficas do território de cada país.

Em breve síntese, o aludido documento da ONU<sup>37</sup> delimitou os seguintes aspectos sobre as bacias hidrográficas:

- Objetivo global (18.7 e 18.36): A complexa interconexão dos sistemas de água doce precisa de uma organização de âmbito global, baseada na ordenação das bacias hidrográficas), portanto, «O objetivo global é satisfazer as necessidades hídricas de todos os países para o desenvolvimento sustentável deles.»<sup>38</sup>

- Ordenação hidrográfica integrada (18.9 e 18.59) consiste no «manejo integrado dos recursos hídricos, inclusive a integração de aspectos relacionados à terra e à água, deve ser feito ao nível de bacia ou sub-bacia de captação»<sup>39</sup>.

- Áreas de atividades a empreender (18.27 e 18.49): os Estados podem empreender, segundo as capacidades e os recursos disponíveis, em quatro áreas de atividades, desenvolvendo: (i) o quadro institucional, (ii) o sistema de dados, (iii) a difusão de dados, e (iv) a pesquisa para desenvolvimento. Esta última deverá se realizar nos planos nacional, sub-regional, regional e internacional em apoio às atividades de avaliação dos recursos hídricos, com o monitoramento das atividades de pesquisa e desenvolvimento visando garantir o uso cabal dos conhecimentos e de outros recursos locais, adequados às necessidades do país (ou países) envolvidos.<sup>40</sup>

---

37 Cfr. ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS. Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e Desenvolvimento. Programa 21: (Capítulo.18). 1992. Disponível em URL: <on line> < <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>> Consultado em 15.11.2017.

38 Ibidem, Cap. 18. Subitem 18.7.

39 Ibidem, Cap. 18. Subitem 18.9.

40 Ibidem, Cap. 18. Subitem 18.27. "d".

Destaca-se nesse cenário, que as atividades de proteção dos recursos hídricos contra o esgotamento, a contaminação e a degradação do meio ambiente (18.57)<sup>41</sup> incluem nesse objetivo proteger as bacias fluviais, com medidas que assegurem o abastecimento contínuo de água a preços acessíveis, de modo a atender às necessidades das comunidades e das futuras gerações, invertendo-se as condições atuais da devastação da cobertura florestal e as atividades nocivas que comprometem os recursos hídricos.

Por fim, importante assinalar que muito embora esta nova sistemática da gestão por unidade de bacia hidrográfica tenha sido introduzida em várias legislações de outros países, que adotaram o programa das Nações Unidas, com o fim de criar um sistema cujo «modelo de organização administrativa por bacias» seja baseado no princípio da participação dos usuários<sup>42</sup>, contudo, este planejamento ainda encontra sérias dificuldades no seu desenvolvimento e implantação.

Quanto às atividades de demarcações das áreas das bacias fluviais, as dificuldades são provocadas por diversos fatores, dentre outros, insuficiência de recursos econômicos, falta de integração das políticas locais, ausência de articulações para a organização e planejamento entre os atores sociais (setor público, sociedade e usuários dos diversos setores), déficit na mão de obra técnica e de investimentos tecnológicos que possibilitem a troca de informações e busca de meios tecnológicos e científicos de baixo custo dos investimentos, adequados para viabilizar ações a serem empreendidas entre a União e os Estados (macroregiões das bacias interestaduais) e entre os Estados e seus municípios.

Passaremos a tecer maiores comentários sobre o sistema de unidades por bacia hidrográficas e da evolução dos Comitês instituídos.

---

41 Ibidem, Cap. 18. Subitem 18.57.

42 Cf. EMBID IRUJO, A. Evolución del derecho y de la política del agua en España... Pág.82.

## A Organização do Sistema Brasileiro de Gestão Integrada por Bacias Hidrográficas

Segundo dados catalogados pela Agência Nacional de Água o conjunto nacional dos recursos hídricos foi dividido em doze (12) regiões hidrográficas, quais sejam: Amazônica, Tocantins-Araguaia, Atlântico Nordeste-Occidental, Parnaíba, São Francisco, Atlântico Nordeste-Oriental, Atlântico-leste, Atlântico-Sudeste, Paraná, Paraguai, Uruguai e Atlântico-Sul<sup>43</sup>.

O Estado do Maranhão faz parte de três regiões hidrográficas: Tocantins-Araguaia, Atlântico Nordeste-Occidental e Parnaíba.

Considerando a grande extensão territorial que cada região apresenta com características físicas (geográficas) diferenciadas, associadas com as diferentes condições econômicas de desenvolvimento e de organização social bem distintas, a gestão dos recursos hídricos por bacias hidrográficas demanda uma complexidade de fatores, o que dificulta os avanços na sua estruturação e ações de integração da gestão por bacia no território brasileiro.

Consoante aponta a ANA, alguns temas são mais significativos para a gestão de cada região hidrográfica variando de uma para outra, as quais se mencionará somente em relação às três regiões hidrográficas das quais o estado do Maranhão toma parte, na seguinte ordem:

- na região Tocantins-Araguaia os temas de maior interesse para a gestão das águas são: saneamento ambiental, energia, navegação, turismo, irrigação e desmatamento<sup>44</sup>;
- na região Atlântico Nordeste Occidental os temas de maior interesse para a gestão das águas são: criticidade hídrica, saneamento ambiental, desmatamento e assoreamento<sup>45</sup>;

43 Cf. Relatório da ANA em AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. 4. Balanço hídrico: 2013. Brasília: ANA/MMA, 2013. Pág. 143.

44 Cfr. <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/tocantins-araguaia>.

45 Cfr. <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/atlantico-ne-occidental>.

- na região Parnaíba os temas de maior interesse para a gestão das águas são: eventos críticos de seca, abastecimento urbano, irrigação, usos múltiplos<sup>46</sup>.

## Os Planos de Bacias Hidrográficas

No atual sistema da Lei nº9.433/97 dentre os instrumentos da PNRH foi previsto a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos-PRHs (Art. 5, I) os quais devem ser elaborados, por bacia hidrográfica, “pelos Estados e para o país” (Art. 8º). Nesta última parte, a redação do art. 8º não foi clara, considerando que há rios de domínio da União, cujas as bacias ultrapassam território de dois estados, cujos planos ficam a cargo da União elaborar o PRH.

Fazendo-se um breve levantamento nos dados cadastrados na ANA<sup>47</sup>, consta que os primeiros planos de bacias hidrográficas apareceram a partir de 1984 em alguns estados brasileiros, destacando-se a legislação do estado de São Paulo<sup>48</sup> que instituiu um sistema descentralizado da gestão dos recursos hídricos<sup>49</sup>, dividido em sete bacias hidrográficas<sup>50</sup>, as quais deveriam incluir a participação dos municípios e das comunidades na tomada de decisões sobre as po-

46 Cfr. <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/parnaiba>.

47 Cfr. Informe de ANA. Planejamento dos Recursos hídricos ibidem. Págs. 298-299.

48 Cfr. CARNESECA, Luís F. Os desafios de implementação do sistema. AA.VV. Comitês de bacias hidrográficas: uma revolução conceitual. (Org.) THAME, Antônio Carlos de M. São Paulo: Igual Ed., 2002. Págs.51-60.

49 Foi editado o Decreto Estadual nº 26.479/86, o qual reorganizou o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) cujas ações administrativas seriam estruturadas em sete Diretorias de acordo com o número de bacias hidrográficas

50 Ver Decreto 26.479/86, Artigo 2º - « São criadas, no Departamento de Águas e Energia Elétrica, as seguintes Diretorias de Bacias, diretamente subordinadas ao Superintendente da Autarquia: I - Diretoria da Bacia do Alto Tietê e Baixada Santista, com sede em Mogi das Cruzes; II - Diretoria da Bacia do Médio Tietê, com sede em Piracicaba; III - Diretoria da Bacia do Baixo Tietê, com sede em Birigüi; IV - Diretoria da Bacia do Paraíba e Litoral Norte, com sede em Taubaté; V - Diretoria da Bacia do Ribeira e Litoral Sul, com sede em Registro; VI - Diretoria da Bacia do Peixe-Parapanama, com sede em Marília; VII - Diretoria da Bacia do Pardo-Grande, com sede em Ribeirão Preto. » As atividades foram discriminadas no Art. 14: «As Diretorias de Bacias organizadas por este decreto cabe, em suas respectivas áreas geográficas de jurisdição, planejar, coordenar e promover a execução das atividades do Departamento de Águas e Energia Elétrica não conferidas especificamente a outros órgãos da Autarquia, em especial as relativas à gestão dos recursos hídricos. § 1º - A área geográfica de jurisdição de cada Diretoria de Bacia será definida mediante portaria do Superintendente do Departamento de Águas e Energia Elétrica, de maneira compatível com as correspondentes bacias hidrográficas. § 2º - Na definição de que trata o artigo anterior, sempre que não houver prejuízo para a gestão da bacia hidrográfica, o conjunto de municípios que integram cada Região de Governo prevista no Decreto nº 22.970, de 29 de novembro de 1984, deverá ser incluído na área geográfica de jurisdição da mesma Diretoria de Bacia. » Cf. DECRETO nº 26.479, de 17 de dezembro de 1986. Disponível em: <em linha> < <http://www.daee.sp.gov.br/imagens/documentos/legislacao/decreto26479.pdf>> Acesso em 23 outubro de 2012]

líticas administrativas dos recursos hídricos, consoante prescrevia o Art. 48 do referido texto normativo<sup>51</sup>. No ano seguinte o Decreto Estadual nº 27.576/87 criou o primeiro Conselho Estadual de Recursos Hídricos com o objetivo de organizar o sistema estadual de gestão de recursos hídricos, e também elaborar o plano estadual respectivo.

Em levantamento realizado pela ANA, foi verificado que alguns Estados-membros concluíram o Plano Estadual de bacias primeiro que em outros, inclusive como alguns deles que antecedem à vigência da Lei nº9.433/97, que estabeleceu os seis instrumentos específicos a serem desenvolvidos e aplicados na política nacional (PNRH), não é de estranhar, que em determinados estados cuja elaboração dos planos de BHs, antecedeu à Lei nº9433/97, alguns aspectos dos planos de bacias não contemplaram todas as informações introduzidas pela nova lei, carecendo de adaptação aos novos padrões, o que já denota uma assimetria de ordenação hidrológica no sistema brasileiro.

Os PRHs são planos diretores de longo prazo que visam fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos, cujo planejamento deve ser compatível com o período de implantação de seus respectivos programas e projetos. (Arts. 6º e 7º da Lei nº9433/97). O seu conteúdo deve contemplar as diretrizes do art. 6º, incisos I a XII<sup>52</sup> da lei, exceto os incisos VI e VII que foram vetados quando da aprovação do texto original.

---

51 Ver Art. 47 «Os Grupos Técnicos de Apoio têm, em suas respectivas áreas de atuação, as seguintes atribuições: I - manter contato com entidades públicas e privadas, promovendo o intercâmbio de trabalhos na área de participação e comunicação; II - manter contato permanente com os municípios a fim de elaborar relatórios sobre suas necessidades em relação a serviços da competência da Autarquia; III - manter arquivos e cadastros dos municípios da Bacia Hidrográfica sob os aspectos sócio-político-econômicos; IV - promover a divulgação dos serviços prestados, pelo DAEE, à comunidade; V - participar, junto aos órgãos públicos regionais, da elaboração do orçamento-programa da Autarquia; VI - promover e coordenar reuniões, palestras, seminários e cursos, com o objetivo de divulgar, conscientizar e orientar a comunidade com relação aos Recursos Hídricos; VII - coordenar e executar as atividades de Relações Públicas da Diretoria da Bacia»

52 Cfr. Art. 7º. Os Planos de Recursos Hídricos são planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos e terão o seguinte conteúdo mínimo: I - diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos; II - análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo; III - balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais; IV - metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis; V - medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas; VI e VII (vetados), VIII - prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos; IX - diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos; X - propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

## Os Comitês de Bacias Hidrográficas: Nova Forma de Governança dos Recursos Hídricos

Os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) criados pela Lei Federal nº 9433/97 foram constituídos como autoridades de gestão competentes para coordenar a política dos recursos hídricos no âmbito federal e também de cada Estado-membro, em ações descentralizadas, sendo compostos por representantes dos poderes públicos (federal, estadual e municipal), pelo segmento dos usuários e por representantes de entidades civis com atuação específica em recursos hídricos na respectiva bacia (art. 39)<sup>53</sup>.

Esta nova forma de organização tripartite se destaca a partir do conceito atual de governança, que para efeito de delimitação, adotada neste estudo, utiliza-se o elaborado pela doutrina francesa, em publicação específica, sobre o direito de água. Assim, os autores Commaille e Jobert sintetizam o conceito de governança para as políticas públicas: «refere-se a um processo de coordenação de atores, grupos sociais, que não são todos do Estado, nem somente público, visando atingir metas, discutidas e decididas coletivamente de forma fragmentada e incerta.»<sup>54</sup>

Por sua vez, as competências das CBHs encontram-se distribuídas no art. 38, incisos I a XI da referida lei federal (foram vetados os incisos VII e VIII), apresentadas em um leque de funções administrativas, inclusive, com poderes decisórios, através do instituto da arbitragem. Dentre as competências citam-se: I - promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a

---

53 Art. 39. Os Comitês de Bacia Hidrográfica são compostos por representantes: I - da União; II - dos Estados e do Distrito Federal cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação; III - dos Municípios situados, no todo ou em parte, em sua área de atuação; IV - dos usuários das águas de sua área de atuação; V - das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia.

54 Ver este conceito colhido da doutrina francesa em COMMAILLE, J. et JOBERT, B. Les métamorphoses de la régulation politique. Paris: LGDJ, 1998, p. 28 Apud GAZZANIGA, Jean-Louis et al. Le droit de l'eau. 3<sup>e</sup> ed. Paris: Litec, 2011. P. 167.

atuação das entidades intervenientes; II - arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos; III - aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia; IV - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas; V - propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes; VI - estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados; e IX - estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

Além disso, a lei estabeleceu normas especiais de composição para bacias integrantes das terras indígenas ou bacias de rios fronteiriços e de gestão compartilhada (Art. 38 §§ 2º e 3º).

Por fim, destaca-se que a lei prevê admissão de recurso hierárquico ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) ou aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERH), de acordo com as esferas de competência, o que denota importante papel da competência decisória dos CBHs em relação às atividades a serem planejadas e executadas no âmbito de cada bacia hidrográfica.

Em suma, o sistema brasileiro adotou a governança<sup>55</sup> valorando a participação dos variados setores da economia: agrícola e pastoril, industrial, comercial, mineração e energia, turismo, transportes aquaviários, pesca e culturas de criadouros, dentre outros; abrange ainda, usuários de abastecimento doméstico,

---

55 Cfr. o artigo de nossa autoria. HEILMANN, Maria de Jesus R. A. Soberanía del agua: Gobernanza y participación ciudadana. In: VV.AA. Protección de los Derechos Fundamentales en un Contexto Global. Org. Conselho Internacional de Estudos Contemporâneos em Pós-Graduação. Porto: ed. Jurá. Revista Internacional Consinter de Direito. ANO II - NÚMERO III. 2º SEM. 2016. ISSN versão Digital: 2183-9522.

usuários das instituições do setor público e privado, as entidades coletivas em geral. Além disso os representantes de entidades civis constituídas com fins específicos de atuação com recursos hídricos, podendo participar junto a Comitê de bacia hidrográfica, da respectiva região ou local onde se encontram estabelecidas ou tenham vinculação.

Por último, em relação às organizações civis os art. 47 e 48 da Lei nº9.433/97 prevê categorias específicas de enquadramento das entidades participantes<sup>56</sup> no Sistema Nacional de Recursos Hídricos, tendo requisito essencial tratar-se de organizações civis de recursos hídricos, garantindo-se aos cidadãos, bem assim, ao conjunto dos usuários, a defesa dos interesses locais ou regionais, onde as políticas hídricas devem refletir a participação social.

## As Bacias Hidrográficas no Estado do Maranhão e a Bacia do Rio Itapecuru

No Estado do Maranhão a Lei n. 8.149/04, de 15/06/2004, substituiu a Lei n. 7.052/97, conforme já dito antes. Sendo aquele texto legal, posteriormente regulamentado pelo Decreto Estadual 27.845, de 18 de novembro de 2011, o qual estabelece o conjunto de doze regiões hidrográficas do território maranhense, compreendidas nestas as bacias limítrofes e aquelas próprias do território maranhense, formando dez bacias, além de dois sistemas hidrográficos estaduais.

Distinguindo-as por categorias, o Decreto prevê três bacias de rios interestaduais, denominadas de 'bacias federais', sete bacias genuinamente estadu-

---

<sup>56</sup> Art. 47. São consideradas, para os efeitos desta Lei, organizações civis de recursos hídricos:

I - consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas; II - associações regionais, locais ou setoriais de usuários de recursos hídricos; III - organizações técnicas e de ensino e pesquisa com interesse na área de recursos hídricos; IV - organizações não-governamentais com objetivos de defesa de interesses difusos e coletivos da sociedade; V - outras organizações reconhecidas pelo Conselho Nacional ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

ais, além de dois sistemas hidrográficos os quais foram considerados também como 'bacias hidrográficas', conforme § 1º do art. 5º.

Logo, a classificação contida no Decreto, dispõe no artigo 5º que:

Art. 5º. Para efeitos do estabelecido na Política Estadual de Recursos Hídricos, o Estado de Maranhão ficará dividido em doze regiões hidrográficas, sendo:

I- três Bacias Hidrográficas Federais: a) Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba; b) Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins; c) Bacia Hidrográfica do Rio Gurupi;

II- sete Bacias Hidrográficas Estaduais: a) Bacia Hidrográfica do Rio Preguiças; b) Bacia Hidrográfica do Rio Peria; c) Bacia Hidrográfica do Rio Munim; d) Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru; e) Bacia Hidrográfica do Rio Mearim; f) Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu; g) Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé;

III- dois Sistemas Hidrográficos Estaduais: a) Sistema Hidrográfico do Litoral Ocidental; b) Sistema Hidrográfico das Ilhas Maranhenses.

Parágrafo único: Para efeito de criação de comitês de bacias hidrográficas, os sistemas hidrográficos serão considerados como bacias hidrográficas.

Atualmente, tem-se notícia de apenas duas Leis estaduais que foram aprovadas regulamentando duas bacias hidrográficas estaduais, a saber: as bacias dos rios Mearim e Munim, respectivamente, através das Leis n.º 9.957/13 e 9.956/13, aprovadas em 21 de novembro de 2013, que "dispõe sobre a instituição dos Comitês de ambas as Bacias Hidrográficas, de acordo com art. 43, V, da Constituição do Estado do Maranhão, c/c art. 29, III, da Política Estadual de Recursos Hídricos - Lei nº 8.149, de 15 de junho de 2004".

Convém destacar, sobre a importância da instituição dos Comitês de bacias hidrográficas para que todas as bacias estaduais sejam regulamentadas por lei e os seus respectivos Comitês hidrográficos criados, pois como dito alhures, estes correspondem à instância encarregada do planejamento hidrográfico, cabendo-lhes o acompanhamento da gestão hídrica a ser executada no sentido de articular a atuação das entidades que intervêm na política local dos recursos hídricos para cada região, abrangida pela bacia.

Os Comitês são dotados de competência administrativa para decidir por arbitragem os conflitos em torno das questões hídricas, conhecendo de reclamações, além de promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes, acompanhar e adotar providências no cumprimento das metas elaboradas ao plano de manejo dos recursos hídricos, na sua execução etc.<sup>57</sup>.

Os Comitês estaduais das bacias hidrográficas (CEBHs) também são encarregados de propor ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) sobre as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão de recursos hídricos para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos (conforme prevista na Lei Federal, art. 38, V) e criar mecanismos de cobranças pelo uso dos recursos hídricos, inclusive apresentando sugestões de valores a serem cobrados, além de estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

Em síntese, a partir de uma leitura comparativa das Leis Estaduais nºs 9.957/13 e 9.956/13, observa-se um conjunto de atribuições comuns encarregadas aos Comitês instituídos para as duas bacias (Mearim e Munim), com vistas à atuação dos mesmos como órgãos colegiados, dotados de competências normativas, deliberativas e consultivas, no âmbito da respectiva bacia hidrográfica. Os textos legais estabelecem um extenso rol de funções conferidas aos Comitês.<sup>58</sup>

---

57 Veja-se o art. 38 da Lei Federal 9433/98.

58 Ver artigo 2º de ambas as leis supra mencionadas: Art. 2º - O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Munim, órgão colegiado, com competências normativas, deliberativas e consultivas, no âmbito da respectiva bacia hidrográfica, tem as seguintes atribuições:

No aspecto legislativo, o Maranhão precisa avançar com a criação das outras leis visando instituir os demais Comitês Estaduais de bacias hidrográficas, o primeiro passo para se ampliar execução das políticas de proteção e recuperação de rios e estuários que formam as bacias estaduais, depende da evolução da legislação, legitimando a formação dos Comitês e propiciando mecanismos para sua estruturação e o seu funcionamento. É sabido que atualmente encontra-se em processo de discussão com instituições públicas e segmentos da sociedade a realização de audiências públicas para aprovação de projeto de lei para instituir em breve o Comitê da bacia do Rio Itapecuru<sup>59</sup>.

Para finalizar este estudo passa-se a uma breve consideração sobre a bacia do rio Itapecuru, foco da pesquisa do grupo de estudo “MAIS ITAPECURU: Subsídios ao Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos”.

---

I - promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes; II - propor planos, programas e projetos para utilização dos recursos hídricos da respectiva bacia hidrográfica, e aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia, respeitando as diretrizes fixadas pelo: a) Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CONERH/MA; b) Comitê de Bacia do curso de água principal do qual é tributário, quando existente, para fins do disposto no art. 5º da Resolução CONERH/MA nº 02/2012; III - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas, participando das ações voltadas à preservação e recuperação dos mananciais superficiais e subterrâneos; IV - decidir conflitos entre usuários, poder público e sociedade civil, atuando como primeira instância de decisão, inclusive os relativos aos Comitês de Bacias de cursos de água tributários; V - propor ao CONERH/MA as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão para efeitos de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos; VI - estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso das águas e sugerir os valores a serem cobrados, respeitadas as disposições legais em vigor; VII - estabelecer critérios e promover o roteio de custos de usos múltiplos dos recursos hídricos de interesse comum ou coletivo, inclusive discutir e deliberar sobre a elaboração de orçamentos e definição de projetos a serem executados com os recursos da cobrança pelo uso da água, respeitadas as disposições legais em vigor; VIII - exercer outras ações, atividades e funções estabelecidas em lei, regulamentos e decisões do CONERH/MA, compatíveis com a gestão integrada dos recursos hídricos sob sua jurisdição; IX - aprovar o orçamento anual ou os planos de aplicações plurianuais das Agências de Bacias ou instituição equiparada e seu Plano de Contas, no que diz respeito a sua área de atuação; X - aprovar o seu Regimento Interno e alterações; XI - incentivar a formação e a implantação de consórcios públicos e de associações de usuários na área de atuação da respectiva bacia hidrográfica, bem como apoiar ações e atividades de instituições de ensino e pesquisa e de organizações não governamentais que atuem em defesa do meio ambiente e dos recursos hídricos na bacia, respeitadas as disposições legais em vigor; XII - propor e aprovar estudos, pesquisas, debates e divulgação sobre planos, programas e projetos relacionados com obras e serviços a serem realizados no interesse da coletividade da bacia; XIII - exercer as atribuições que lhes forem delegadas pelo órgão gestor dos recursos hídricos do Estado; XIV - submeter, obrigatoriamente, os Planos de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica a audiência pública; XV - desenvolver e apoiar iniciativas em educação ambiental em consonância com a Lei Federal nº. 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, com a Lei Estadual de Recursos Hídricos nº. 8.149, de 15 de junho de 2004, e com a Lei Estadual nº 9.279, de 20 de outubro de 2010, que institui a Política e o Sistema Estadual de Educação Ambiental. Parágrafo único - O Plenário do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Munim possui a competência de deliberar nas questões relacionadas aos incisos de I a XV deste artigo. (Destacamos em itálico)

59 A última audiência pública foi realizada em 26/04/2018, no município de Caxias por iniciativa da Comissão de Meio Ambiente da Assembleia Legislativa do Maranhão, com o apoio do Município de Caxias e do Instituto Federal do Maranhão (IFMA), e com acompanhamento do Ministério Público Estadual através da Promotoria do Meio Ambiente daquele município, onde foi aberta a discussão para criação do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Itapecuru. Vide notícia veiculada: Assembleia Legislativa. Em Caxias, Comissão de Meio Ambiente discute criação do Pré-Comitê da Bacia do Rio Itapecuru. [on line] Andressa Valadares. São Luís: Agência Assembleia. 2018. Consultado o site <http://www.al.ma.leg.br/noticias/36178> acesso em 27/04/2018.

## Um Olhar para a Bacia do Rio Itapecuru

O último aspecto a refletir é com relação à bacia do rio Itapecuru que não teve ainda aprovada a lei estadual de instituição do CBH, não obstante, já ter sido objeto de longo debate na Assembleia Estadual por dez anos<sup>60</sup>. Aliás, há muito vem sendo cobrada a aprovação da lei estadual não somente em relação a este Comitê, mas, das outras bacias também, que ainda se encontram pendentes de regulamentação por lei estadual. Este foi um, dentre alguns dos problemas destacados no I Fórum Estadual sobre Criação e Fortalecimento de Comitês de Bacia Hidrográfica do Maranhão, realizado no município de Codó em 17/06/2016, de iniciativa da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA).<sup>61</sup>

A bacia do Rio Itapecuru compreendida dentro do domínio territorial do Estado do Maranhão, faz parte da Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental<sup>62</sup>, sendo que esta região possui uma área aproximada de 274.300 km<sup>2</sup> abrangendo o Estado do Pará, segundo dados da Agência Nacional de Águas. A RH Atlântico Nordeste Ocidental abrange os quatro principais rios da região que são: Gurupi, Mearim, Itapecuru e Munim.

---

60 Cf. discurso do Dep. Estadual Stênio Rezende a respeito da matéria: "o rio Itapecuru, o rio Grajaú, o Rio Mearim, o Alpergatas, o Rio Zutuia, Rio Gentil, o Rio Pindaré, o Rio Turiaçu, todos os rios do Maranhão estão secando. A grande verdade é que estão secando. E o Rio Grajaú, rio esse que eu nasci na sua margem, ali no povoado Boa Esperança, hoje, tem menos da metade do que tinha há quarenta anos de volume de água. Há poucos dias, eu atravessava o rio Grajaú entre a cidade de Santa Inês e Vitorino Freire e a água não cobria mais nem o meu pé, eu passei andando e a água não cobria mais nem o pé, imagine, daqui mais uns dias, nós não vamos mais ver a água correndo neste período, vamos ver só as poças d'água como estamos vendo hoje no Rio Zitiú, que é um grande afluente do Rio Pindaré-Mirim. Portanto, senhoras e senhores, é uma preocupação muito importante, esta Casa, há quase 10 anos, vem discutindo a Bacia do Rio do Itapecuru, e eu também, Senhor Presidente, há pouco dias, atravessei o Rio Itapecuru, no município de São Domingos do Azeitão, lá na Chapada e lá a água estava dando no meu joelho, Senhor Presidente, no meu joelho! É muito preocupante, e eu que conheço um pouco os rios e as suas nascentes no Estado do Maranhão, quero aqui registrar que a ilha de São Luís depende do Sul do Maranhão, no que se diz respeito ao abastecimento de água, porque nós sabemos que o Rio Itapecuru nasce na Serra Alpercatas, de um lado o Itapecuru e do outro o Rio Alpercatas e se encontram logo depois de 30 km. [...] [Destacamos em negrito e itálico]. Cf. Discurso postado em 26/out/2015 no site <<http://www.al.ma.leg.br/discursos/13661>> Acesso em 03/01/2018.

Cf. Matéria divulgada "Assembleia firma apoio à criação dos comitês das bacias hidrográficas do Maranhão". Assembleia firma apoio à criação dos comitês das bacias hidrográficas do Maranhão, [on line]. Nice Moraes. São Luís: Agência Assembleia. Consulta URL: <<http://www.al.ma.leg.br/noticias/30792>> Acesso em 03.01.2018.

O território brasileiro está dividido em 12 regiões hidrográficas, de acordo com os dados catalogados pela Agência Nacional de Águas. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Regiões Hidrográficas. Edição especial. 2014. Pág. 43. Disponível em <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/regioeshidrograficas2014.pdf> Consulta em 03/01/2018.

61 Cf. Matéria divulgada "Assembleia firma apoio à criação dos comitês das bacias hidrográficas do Maranhão". Assembleia firma apoio à criação dos comitês das bacias hidrográficas do Maranhão, [on line]. Nice Moraes. São Luís: Agência Assembleia. Consulta URL: <<http://www.al.ma.leg.br/noticias/30792>> Acesso em 03.01.2018.

62 O território brasileiro está dividido em 12 regiões hidrográficas, de acordo com os dados catalogados pela Agência Nacional de Águas. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Regiões Hidrográficas. Edição especial. 2014. Pág. 43. Disponível em <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/regioeshidrograficas2014.pdf> Consulta em 03/01/2018.

Portanto, a bacia do rio Itapecuru é uma das mais extensas do Estado<sup>63</sup>, cobrindo mais de 56.000 (cinquenta e seis mil) km<sup>2</sup>, e apesar de menor que a bacia do Mearim que percorre mais de 1.000 km, aquela cobre cerca de 40 municípios-sedes, com um total de população “urbana” que supera o total urbano abrangido pela bacia do Mearim.

Além disso, a bacia do Itapecuru é responsável diretamente pelo abastecimento urbano na Grande São Luís (Sistema produtor do Itapecuru-Italuís) e Bacabeira, através de sistema isolado, dos municípios de Cantanhede e Miranda do Norte mediante sistema integrado.<sup>64</sup>

Outro dado relevante catalogado em outra publicação da ANA no Atlas Brasil (panorama nacional) é relativo à capacidade hídrica para o abastecimento nacional urbano, significa que nos estados brasileiros as sedes urbanas são abastecidas por três tipos de mananciais: misto, subterrâneo e superficial, respectivamente, esses dados colhidos no Estado do Maranhão indicam por manancial: 11, 158 e 43 municípios, distribuídos no total dos 217 municípios, sendo que restaram 05 não informados<sup>65</sup>. Portanto, no Maranhão predomina o abastecimento dos municípios por “mananciais subterrâneos”.

Tratando-se especificamente do rio Itapecuru que é o principal rio da bacia do Itapecuru, este beneficia através de manancial superficial cerca de 09 municípios maranhenses, segundo levantamento anterior da ANA realizado em 2005.<sup>66</sup>

Em um levantamento realizado pela ANA consta ainda que, do total de municípios brasileiros, cerca de 47% são abastecidos por mananciais superficiais, 39% por subterrâneos (aquíferos) e 14% pelo sistema misto compreendendo este as duas formas<sup>67</sup>.

---

63 Cf. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). ATLAS NORDESTE. Abastecimento Urbano de Água. Brasília: ANA/SPR. 2006. Pág. 41.

64 Cf. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Resumo Executivo Atlas Nordeste. Abastecimento Urbano de Água. Brasília: Ana/SPR. 2006. Pág. 73

65 Idem, pág. 34.

66 Cf. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Atlas Nordeste. Abastecimento Urbano de Água. Resumo Executivo. Brasília: Ana/SPR. 2006. Pág. 41.

67 Em um levantamento realizado pela ANA consta ainda que, do total de municípios brasileiros, cerca de 47% são abastecidos por mananciais superficiais, 39% por subterrâneos (aquíferos) e 14% pelo sistema misto compreendendo este as duas formas.

Nota-se que do quantitativo hídrico do Estado do Maranhão, cerca de 158 (cento e cinquenta e oito) municípios fazem os abastecimentos subterrâneo e 11 (onze) o abastecimento misto, isto é, compreende o superficial e subterrâneo.

Em outro giro, destaca-se o aquífero Itapecuru<sup>68</sup> (de potencialidade hídrica de ‘domínio poroso’)<sup>69</sup> responsável em suprir cerca de 107 sedes urbanas, com potencialidade hídrica do sistema alta e média, conforme dados coletados sobre a disponibilidade hídrica pela ANA em 2010<sup>70</sup>.

Ressalta-se que este aquífero está catalogado na *bacia Sedimentar do Parnaíba*, portanto não faz parte da bacia do rio Itapecuru-mirim, estando inserido na bacia federal da região hidrográfica do Maranhão, com característica de domínio hidro geológico poroso, sendo um dos principais aquíferos que formam o sistema dessa bacia, ao lado dos aquíferos Serra Grande, Cabeças e Poti-Piauí, este com predomínio no Piauí<sup>71</sup>. Notadamente, o aquífero Itapecuru possui disponibilidade capaz de beneficiar 107 dos municípios.

Assim, no Maranhão o predomínio de abastecimento é oriundo de mananciais subterrâneos, segundo dados informados à ANA, isso se dá devido à existência de vários aquíferos com elevado grau de potencial hídrico e associado a outro fator quanto à “simplicidade operacional do abastecimento por poços para atendimento de municípios de pequeno porte”<sup>72</sup>, e nessa perspectiva, destacam-se em situações semelhante outros estados da federação: Piauí, Mato Grosso do Sul, Pará, Amazonas Roraima e Tocantins.

---

68 Idem, pág. 36.

69 “O domínio Poroso é representando essencialmente pela ocorrência das bacias sedimentares, que ocupam 43% da área, e compreende os principais sistemas aquíferos em termos de potencialidade hídrica”. P.41 Cf. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Resumo Executivo Atlas Nordeste. Abastecimento Urbano de Água. Brasília: ANA/SPR. 2006. Pág. 41.

70 Cf. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Atlas Brasil. Panorama Nacional. Abastecimento Urbano de Água. Brasília: SPR/ANA. Vol. 1. 2010. Pág. 32

71 Idem, pág. 30.

72 Cf. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Atlas Brasil. Panorama Nacional. Abastecimento Urbano de Água. Brasília: SPR/ANA. Vol. 1. 2010. Pág. 34

Por fim, diante da riqueza hídrica do Maranhão, não se pode ignorar um ponto importante analisado pelo levantamento do Atlas Nacional que se refere ao item avaliação da oferta/demanda, onde consta que na região nordeste seriam necessários investimentos para abastecimento de 82% da população (segundo dados de 2010), onde somente nos estados do Maranhão e Piauí, haveria necessidade de investimentos para ampliação das estruturas em mais de 85% dos municípios, portanto, considerados os estados com maior problemas nos sistemas produtores de água.

### Considerações Finais

Neste estudo, foi feita uma análise da noção de recursos hídricos em seu conjunto, distinguindo-se alguns elementos conceituais no sistema jurídico brasileiro.

Examinou-se os aspectos normativos previstos na CF de 1988, em um estudo comparativo da distribuição da matéria de 'águas' nos diversos dispositivos constitucionais, inclusive alguns deles referido pelo legislador constituinte como "recursos hídricos". De maneira que, foram relacionados os dois aspectos da repartição das competências administrativas e legislativas do sistema constitucional, no tocante ao federalismo de cooperação adotado para proteção do meio ambiente pelos quatro entes da federação (União, Estados, Municípios e Distrito Federal), focalizando-se a proteção das águas e a instituição da política nacional dos recursos hídricos, traçando-se um paralelo entre a legislação federal e a legislação estadual vigente.

O tema é bastante vasto e cheio de nuances, por isso somente alguns aspectos centrais foram objeto da análise, tais como: os fundamentos, os objetivos,

as diretrizes e os instrumentos no tocante à gestão integrada dos recursos hídricos previstos nas duas leis.

Diante da realidade atual, um dos fundamentos mais relevantes da Política Nacional de Recursos Hídricos, que se analisou com mais precisão neste estudo, considerado um dos novos paradigmas instituídos no artigo 1º, inciso V da Lei Federal nº 9.433/97 para orientar a gestão hídrica de forma integrada, qual seja a bacia hidrográfica inserida como unidade territorial de cada região para implementação e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; inclusive, como este modelo já constituía uma prática adotada em alguns Estados brasileiros, a exemplo de São Paulo, sem haver, contudo, uma unidade de atuação conjunta a nível nacional, fez-se uma breve referência histórica desse novo paradigma, abordando-se nessa análise um comparativo com outros sistemas jurídicos estrangeiros, e também, por ser uma diretriz do Programa 21 da Nações Unidas.

Nesse patamar, buscou-se demonstrar através de alguns dados coletados pela Agência Nacional de Água, que a organização do sistema brasileiro de gestão integrada por bacias hidrográficas, depende da criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas, principalmente, através de leis estaduais, pondo-se em debate uma nova forma de governança dos recursos hídricos.

O Estado do Maranhão já possui uma legislação estadual aprovada ao longo de duas décadas, focada em organizar e definir as diretrizes, ao planejamento de atuação conjunta para a proteção dos recursos hídricos, na esteira das diretrizes gerais da legislação federal, inclusive já regulamentou o conjunto das bacias hidrográficas que o Estado abrange, contudo, a instituição Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) segue a passos lentos, considerando-se que até então somente duas leis foram aprovadas em relação aos comitês das bacias dos rios Mearim e Munim.

Pontua-se que uma das maiores dificuldades para implementar os CBHs reside na falta de capacitação de pessoal, profissional e técnico, para lidar com os novos instrumentos, fator que é acentuado pela carência de recursos financeiros, em número suficiente para atender ao planejamento necessário na sua implementação nos Estados e municípios, pois cada região depende de análises e demandas bem peculiares.

Por último, o estudo destaca um olhar para a bacia do rio Itapecuru exatamente pela características que desponta em ser o rio principal que beneficia através de manancial superficial cerca de 09 municípios maranhenses, segundo levantamento coletado pela ANA, e por ser a bacia que abastece a maior população urbana concentrada do Estado que é a da Grande São Luís (Sistema produtor do Itapecuru-Italuís), através de sistema isolado inclusive este abrange o município de Bacabeira, além do sistema integrado dos municípios de Cantanhede e Miranda do Norte mediante.

Portanto, tal cenário aponta que o Maranhão não pode prescindir das demais leis de instituição dos Comitês de bacias, ainda pendentes de serem criadas pelo legislativo maranhense referente às outras regiões hidrográficas, enfatizando-se dentre estas a bacia do rio Itapecuru, dado o seu potencial de abastecimento hídrico na região metropolitana, e também, pela sua importância aos municípios que abrange, prosseguindo-se com as discussões e pesquisas aos avanços da sua planificação hidrológica.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água**. Panorama Nacional. v. 1. Brasília: SPR/ANA, 2010.

\_\_\_\_\_. Atlas Brasil. **Abastecimento Urbano de Água**. Resumo Executivo. Brasília: ANA/SPR, 2006.

\_\_\_\_\_. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. Regiões Hidrográficas. Edição especial. 2014. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/regioeshidrograficas2014.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2018.

\_\_\_\_\_. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. 4. ed. Balanço hídrico: 2013. Brasília: ANA/MMA, 2013.

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito Ambiental**. 18. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Atlas, 2016.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 10 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. **Glossário de termos referentes à gestão de recursos hídricos no Brasil fronteiriços e transfronteiriços**. Brasília: MMA (Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano), 2008.

\_\_\_\_\_. **Lei Complementar n. 140, de 8 de dezembro de 2011**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp140.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm)>. Acesso em: 14 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm)>. Acesso em: 10 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 9.984, de 17 de julho de 2000**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=371>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 5.405 de 08/04/1992 (Código de Proteção de Meio Ambiente)**. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=129406>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 7.052, de 22 de dezembro de 1997.** Disponível em: <[www.ipaam.br/legislacao/LEGISLA%25C3%2587%25C3%2595ES%-2520DE%2520RECURSOS%2520H%25C3%258DDRICOS%2520ESTA-DUAIS/legis\\_ma.doc+&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br](http://www.ipaam.br/legislacao/LEGISLA%25C3%2587%25C3%2595ES%-2520DE%2520RECURSOS%2520H%25C3%258DDRICOS%2520ESTA-DUAIS/legis_ma.doc+&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br)>. Acesso em: 4 ago. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 8.149 de 15 de junho de 2004.** Disponível em: <[http://arquivos.al.ma.leg.br:8080/ged/legislacao/LEI\\_8149](http://arquivos.al.ma.leg.br:8080/ged/legislacao/LEI_8149)>.

\_\_\_\_\_. Tribunal de Justiça do Estado do Maranhão. **Acórdão N° 129.772/2013. AGR. N° 2.372/2013–SÃO LUÍS.** (Proc. 0000514-46.2013.8.10.0000). AGR.: CAEMA. AGDO: MPE. Relator: Des. Jorge Rachid Mubárack Maluf. Disponível em: <<http://jurisconsult.tjma.jus.br>>. Acesso em: 14 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. Tribunal Regional 1ª Região. **Agravo de Instrumento N. 0054607-36.2016.4.01.0000/MA.** RELATOR: DES. FEDERAL SOUZA PRUDENTE. TRF 1ª Reg. Agte: Ministério Público Federal. Agdo: Estado do Maranhão. Public. 15.09.2015. Disponível: <[www.trf1.jus.br/autenticidade](http://www.trf1.jus.br/autenticidade)>. Acesso em: 14 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. Supremo Tribunal Federal. **Tese de Repercussão Geral 145-Mérito. RE 586224-SP.** Relator: Min. Luiz Fux, Tribunal Pleno, julgado em 05/03/2015. Acórdão Eletrônico. DJe-085. Public. 08-05-2015. Disponível em <<http://www.stf.jus.br>> Acesso em: 17 out. 2017.

CARNESECA, Luís F. **Os desafios de implementação do sistema. Comitês de bacias hidrográficas:** uma revolução conceitual (Org.) THAME, Antônio Carlos de M. São Paulo: Igual Ed., 2002.

COMMAILLE, J.; JOBERT, B. Les métamorphoses de la régulation politique. Paris: LGDJ, 1998, p. 28 Apud GAZZANIGA, Jean-Louis et al. **Le droit de l'eau.** 3. ed. Paris: Litec, 2011.

EMBED IRUJO, A. **Evolución del derecho y de la política del agua en España.** Madrid: RAP/CEPC, 2001.

FANLO LORAS. Las competencias del estado y el principio de unidad de gestión de cuenca a través de las confederaciones hidrográficas. **Madrid**, sep./dic., 2010. p. 309-334.



GAZZANIGA, Jean-Louis et al. **Le droit de l'eau**. III Partie. Administration et Planification. Chapitre 1. Section 2: Le district et le bassin. 3 ed. Paris: Litec. 2011. pág. 177-202.

HEILMANN, Maria de Jesus R. A. **El modelo subsidiario del derecho de agua: análisis comparativo de la gestión en Brasil y en el marco de la Unión Europea**. Tese, 2015. Barcelona: UB. Disponível em: <<http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/97181>>. Acesso em: 4 ago. 2018.

\_\_\_\_\_. **Líneas de evaluación del derecho ambiental en la sociedad de riesgo**. Sevilha: Medio Ambiente y Derecho. Revista Eletrónica de Derecho Ambiental. n. 16. set., 2007. Disponível em: <<http://huespedes.cica.es/gimadus/>>. Acesso em: 10 out. 2018.

\_\_\_\_\_. Soberanía del agua: gobernanza y participación ciudadana. In: Protección de los Derechos Fundamentales en un Contexto Global. Conselho Internacional de Estudos Contemporâneos em Pós-Graduação (Org). Porto: Ed. Juruá. **Revista Internacional Consinter de Direito**. ano 2, n. 3, 2 sem., 2016.

MACHADO LEME, Paulo Affonso. **Direito Ambiental Brasileiro**. 15. ed. São Paulo: Ed. Malheiros, 2007.

MORAES, Nice. Assembléia Legislativa do Maranhão. **Assembléia firma apoio à criação dos comitês das bacias hidrográficas do Maranhão**. São Luís: Agência Assembléia, 2016. Disponível em: <<http://www.al.ma.leg.br/noticias/30792>>. Acesso em: 03 jan. 2018.

MILARÉ, Édís. **Direito do Ambiente**. 10. ed. rev. atual. São Paulo: RT, 2015

VALADARES, Andressa. **Em Caxias, Comissão de Meio Ambiente discute criação do Pré-Comitê da Bacia do Rio Itapecuru**. Assembléia Legislativa do Maranhão. São Luís: Agência Assembléia, 2018. Disponível em: <<http://www.al.ma.leg.br/noticias/36178>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

# Aspectos Socioeconômicos da Bacia do Itapecuru, Maranhão

Renan Lessa da Costa

Daniele de Fátima Amorim Silva

José Ribamar Carvalho dos Santos

Clara Raissa Pereira de Souza



# Aspectos Socioeconômicos da Bacia do Itapecuru, Maranhão

Renan Lessa da Costa

Daniele de Fátima Amorim Silva

José Ribamar Carvalho dos Santos

Clara Raissa Pereira de Souza

A proposição de ações estratégicas capazes de efetivamente solucionar problemas de certa região demanda conhecimento panorâmico sobre o território, onde se inclua profunda análise das características socioeconômicas presentes. O presente capítulo busca analisar os municípios afetados pela Bacia do Itapecuru sob esta ótica, a partir de variadas bases secundárias de dados, traçando similaridades e especificidades entre os municípios.

São levados em conta, além do processo histórico de ocupação, o grau de urbanização, as principais atividades econômicas desenvolvidas e Índices de Desenvolvimento Humano Municipais. Consideram-se também aspectos da infraestrutura regional concernentes ao abastecimento de água, de oferta de serviços de esgotamento sanitário e de resíduos sólidos nos municípios, no intuito de identificar potencialidades e desafios que precisam ser superados.

A partir deste estudo, percebe-se que o processo histórico da região se alinha à ocupação do estado do Maranhão como um todo, gradualmente se estabelecendo ocupação voltada à produção agropecuária. Compõe-se uma região de grau de urbanização relativamente baixo, similar ao estado como um todo, com concentração urbana em poucos polos. Apesar de baixo, o desenvolvimento

humano da região vem acompanhando a melhoria que percorre todo Maranhão, normalmente associada ao processo de urbanização recente. De fato, os municípios mais urbanizados da região tendem a concentrar melhores IDHs, além de participarem mais fortemente na produção de riquezas do estado.

Aspecto relevante para caracterizar a utilização do Rio Itapecuru, a oferta de serviços de água e saneamento é diagnosticada nesta seção, se caracterizando como precária, com intensa emissão direta de esgoto no leito. Por outro lado, a ainda baixa industrialização da região reduz a pressão sobre recursos hídricos, situação que deve se alterar à medida que os novos empreendimentos descritos neste capítulo se executem.

### Processo Histórico de Ocupação

A primeira tentativa de ocupação do espaço maranhense deu-se quando o Brasil foi dividido em Capitanias Hereditárias por obra de D. João III. Dividido em duas capitanias, a região do Maranhão é entregue a Aires da Cunha e Fernando Álvares de Andrade, em 1535, porém sem registros de povoamento.

Em 1594, os franceses adentraram o território na zona do Golfão Maranhense, seguindo a mesma lógica econômica e política dos portugueses, baseada no povoamento periférico do território. É provável que o objetivo primeiro dos franceses com esta ocupação fosse a exploração da madeira e o estabelecimento de um posto avançado em direção ao mundo amazônico. (LACROIX, 2002). Em 1612, com a chegada de reforços, fortes são construídos e funda-se a cidade São Luís, iniciando-se uma nova colônia, denominada França Equinocial. Meireles (2008, p. 45) descreve que “cuidaram então os franceses de, iniciando a catequese do silvícola, consolidar sua amizade, explorando os res-

sentimentos dos portugueses que, conquistando o Brasil, os haviam forçado a emigrar do Sul; ao mesmo tempo faziam o reconhecimento da terra”.

Para Feitosa e Trovão (2006) e Trovão (2008), o território maranhense foi efetivamente ocupado a partir de três frentes de povoamento, com origens e épocas diferentes: a corrente do litoral, a da pecuária e a dos migrantes da seca. Originando-se em São Luís, essa frente segue em direção ao interior do estado pelos vales dos rios Itapecuru, Mearim e Grajaú, chegando até o município de Caxias, no leste do estado.

A introdução das culturas da cana-de-açúcar e do arroz marcam essa primeira etapa de povoamento do território maranhense. Duas outras ramificações acompanharam o litoral: a do Oeste, em direção à foz do Gurupi, que instalou áreas de produção agrícola, e a ramificação do leste, tendo está estimulado o desenvolvimento da pecuária, a exploração de salinas e a comunicação com outras províncias como Ceará e Pernambuco. A segunda frente de ocupação do estado, posterior à primeira em um século, foi denominada de “pastoril”, ou dos criadores de gado.

No período mais recente, novos arranjos produtivos começam a surgir, inclusive no setor industrial, fato associado ao fenômeno da urbanização que se alastrou pelo estado do Maranhão, tendo também atingido a região da Bacia do Itapecuru. A situação da urbanização e seus efeitos sobre a região serão tratados a seguir.

## Grau de Urbanização

A região apresenta grau de urbanização levemente superior à média do Maranhão – 54% versus 51%. Os municípios de Timon e São José dos Patos são

os mais urbanizados da região, com 87% e 83% da população total vivendo em área urbana, respectivamente. Na outra ponta, Fernando Falcão e Bacabeira têm a menor proporção de população vivendo na área urbana, 16% e 22% respectivamente. Maiores graus de urbanização tendem a estar associados a IDH-m mais altos e maior participação econômica na indústria e serviços (Quadro 1 e Mapa 1).

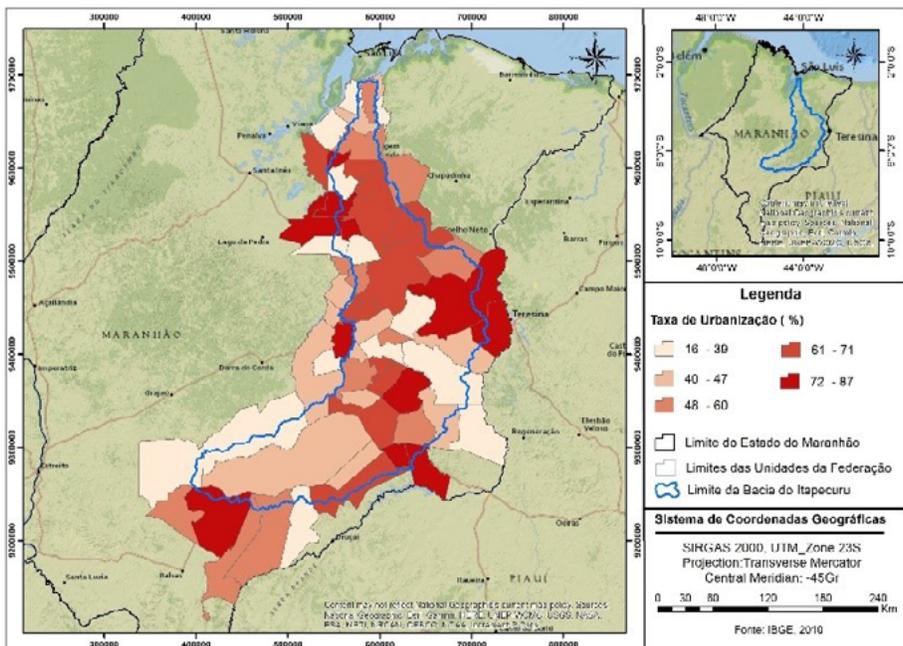
Quadro 1 - Grau de urbanização dos municípios

MUNICÍPIO	GRAU DE URBANIZAÇÃO
TIMON	87%
SÃO JOÃO DOS PATOS	83%
MIRANDA DO NORTE	80%
ALTO ALEGRE DO MARANHÃO	79%
PARAIBANO	78%
BACABAL	78%
CAXIAS	76%
BURITI BRAVO	74%
SÃO MATEUS DO MARANHÃO	73%
SÃO RAIMUNDO DAS MANGABEIRAS	72%
PRESIDENTE DUTRA	72%
SÃO DOMINGOS DO AZEITÃO	71%
GOVERNADOR LUIZ ROCHA	71%
COROATÁ	70%
CODÓ	69%
PASTOS BONS	68%
DOM PEDRO	67%
COLINAS	65%
GOVERNADOR ARCHER	65%
PIRAPEMAS	64%
CANTANHEDE	63%
FORTUNA	63%

TIMBIRAS	62%
ARARI	61%
FORTALEZA DOS NOGUEIRAS	60%
SENADOR ALEXANDRE COSTA	60%
PASSAGEM FRANCA	60%
LIMA CAMPOS	59%
ROSÁRIO	59%
ALDEIAS ALTAS	57%
LORETO	56%
ITAPECURU MIRIM	56%
VARGEM GRANDE	54%
CAPINZAL DO NORTE	52%
SAMBÁIBA	52%
SÃO DOMINGOS DO MARANHÃO	52%
GRAÇA ARANHA	47%
SUCUPIRA DO NORTE	47%
SANTA RITA	46%
MIRADOR	46%
TUNTUM	46%
GONÇALVES DIAS	44%
MATÕES	44%
JATOBÁ	44%
AXIXÁ	41%
LAGOA DO MATO	41%
SANTO ANTÔNIO DOS LOPES	40%
SÃO JOSÉ DOS BASÍLIOS	40%
SÃO LUÍS GONZAGA DO MARANHÃO	39%
PARNARAMA	39%
SÃO JOÃO DO SOTER	39%
PERITORÓ	37%
PRESIDENTE JUSCELINO	36%
SÃO FÉLIX DE BALSAS	35%

MATÕES DO NORTE	34%
SÃO FRANCISCO DO MARANHÃO	34%
FORMOSA DA SERRA NEGRA	33%
SANTA FILOMENA DO MARANHÃO	32%
GOVERNADOR EUGÊNIO BARROS	29%
ANAJATUBA	28%
BACABEIRA	22%
FERNANDO FALCÃO	16%

Mapa 1 – Grau de urbanização dos municípios



## Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios da Bacia do Itapecuru (2010)

A média do IDH-m dos municípios da bacia em 2010 foi praticamente igual à dos municípios maranhenses como um todo (0,576), considerado baixo pelo Relatório de Desenvolvimento Humano (RDH/PNUD). Na dissociação dimensional, a região também tem resultado similar ao estado, saindo-se levemente melhor no quesito renda (0,535 contra 0,532 para o estado), e levemente pior em longevidade (0,739 contra 0,741) e educação (0,484 contra 0,489). Como se percebe, a dimensão longevidade é de alto desempenho na região, enquanto o vetor educação classifica-se como “muito baixo” pelo RDH (Quadro 2).

Quadro 2 - IDH por município e dimensão

Município	IDHM	IDHM Renda	IDHM Longevidade	IDHM Educação
PRESIDENTE DUTRA	0,65	0,63	0,79	0,56
BACABAL	0,65	0,62	0,75	0,59
TIMON	0,65	0,61	0,77	0,58
AXIXÁ	0,64	0,54	0,78	0,63
ROSÁRIO	0,63	0,57	0,75	0,59
BACABEIRA	0,63	0,56	0,77	0,58
ARARI	0,63	0,59	0,76	0,55
CAXIAS	0,62	0,60	0,75	0,54
DOM PEDRO	0,62	0,58	0,76	0,55
FORTALEZA DOS NOGUEIRAS	0,62	0,57	0,77	0,53
SÃO MATEUS DO MARANHÃO	0,62	0,63	0,72	0,52
SÃO JOÃO DOS PATOS	0,62	0,61	0,73	0,52
PASTOS BONS	0,61	0,54	0,75	0,56
MIRANDA DO NORTE	0,61	0,55	0,75	0,55
SÃO RAIMUNDO DAS MANGABEIRAS	0,61	0,58	0,75	0,52
SANTA RITA	0,61	0,55	0,74	0,55
ITAPECURU MIRIM	0,60	0,53	0,75	0,54
COLINAS	0,60	0,57	0,71	0,52

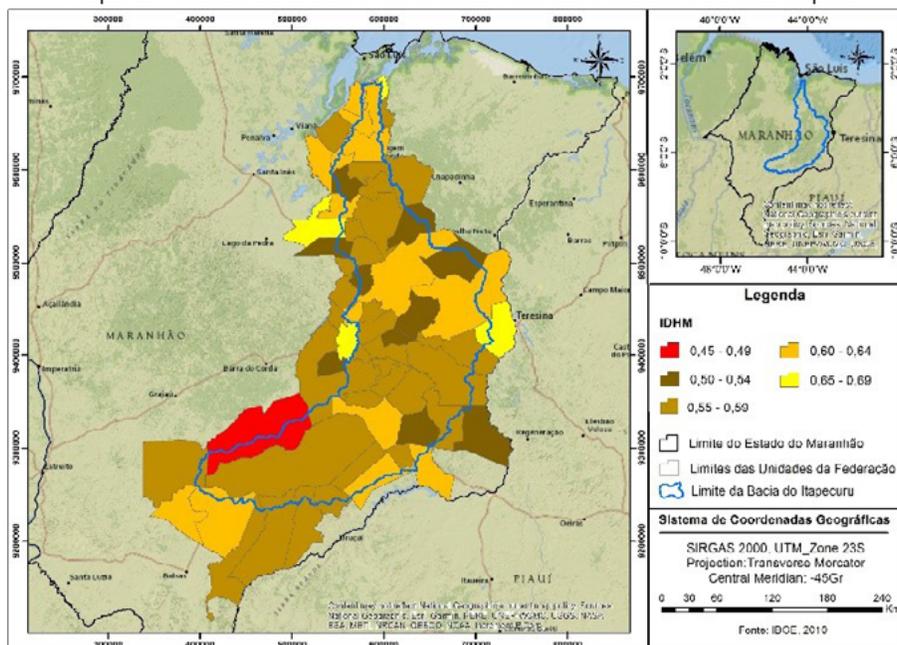
CODÓ	0,60	0,57	0,75	0,49
BURITI BRAVO	0,59	0,54	0,75	0,51
SÃO DOMINGOS DO AZEITÃO	0,59	0,58	0,73	0,49
SÃO DOMINGOS DO MARANHÃO	0,58	0,55	0,71	0,50
LORETO	0,58	0,52	0,77	0,50
ANAJATUBA	0,58	0,52	0,76	0,49
LIMA CAMPOS	0,58	0,58	0,71	0,48
FORTUNA	0,58	0,56	0,71	0,49
PARAIBANO	0,58	0,57	0,72	0,47
SUCUPIRA DO NORTE	0,58	0,53	0,73	0,51
PIRAPEMAS	0,58	0,50	0,74	0,51
COROATÁ	0,58	0,55	0,74	0,48
TUNTUM	0,57	0,53	0,73	0,48
GOVERNADOR EUGÊNIO BARROS	0,57	0,55	0,74	0,46
GRAÇA ARANHA	0,57	0,54	0,75	0,46
GONÇALVES DIAS	0,57	0,54	0,76	0,45
LÁGOA DO MATO	0,57	0,53	0,73	0,48
SANTO ANTÔNIO DOS LOPES	0,57	0,55	0,71	0,47
GOVERNADOR ARCHER	0,57	0,55	0,69	0,48
CANTANHEDE	0,57	0,50	0,77	0,47
SAMBÁIBA	0,57	0,54	0,73	0,46
PERITORÓ	0,56	0,50	0,77	0,46
PRESIDENTE JUSCELINO	0,56	0,45	0,74	0,53
JATOBÁ	0,56	0,52	0,70	0,48
SÃO JOSÉ DOS BASÍLIOS	0,56	0,50	0,72	0,48
SÃO FÉLIX DE BALSAS	0,56	0,52	0,78	0,43
FORMOSA DA SERRA NEGRA	0,56	0,49	0,77	0,46
ALTO ALEGRE DO MARANHÃO	0,55	0,52	0,74	0,44
MATÕES	0,55	0,52	0,74	0,43
MIRADOR	0,55	0,49	0,74	0,45
GOVERNADOR LUIZ ROCHA	0,54	0,51	0,69	0,46
VARGEM GRANDE	0,54	0,49	0,77	0,43
PARNARAMA	0,54	0,50	0,76	0,42
SÃO LUÍS GONZAGA DO MARANHÃO	0,54	0,50	0,72	0,44
SENADOR ALEXANDRE COSTA	0,54	0,52	0,69	0,44
CAPINZAL DO NORTE	0,54	0,52	0,70	0,43
TIMBIRAS	0,54	0,50	0,73	0,43
MATÕES DO NORTE	0,53	0,45	0,77	0,44
PASSAGEM FRANCA	0,53	0,53	0,72	0,40
SÃO FRANCISCO DO MARANHÃO	0,53	0,50	0,73	0,40
SANTA FILOMENA DO MARANHÃO	0,53	0,46	0,72	0,44
SÃO JOÃO DO SOTER	0,52	0,49	0,71	0,40
ALDEIAS ALTAS	0,51	0,50	0,72	0,37
FERNANDO FALCÃO	0,44	0,42	0,73	0,29

## LEGENDA

0,79-0,75  
0,74-0,700,69-0,65  
0,64-0,60  
0,59-0,550,54-0,50  
0,49-0,45  
0,44-0

Destaca-se positivamente o município de Presidente Dutra, melhor colocado no ranking geral, de renda e de longevidade, e sexto melhor em educação. Bacabal, Timon e Axixá também apresentam resultados comparativamente melhores, sendo este o primeiro colocado na dimensão educação (Mapa 2).

Mapa 2 – Índice de Desenvolvimento Humano médio nos municípios



Na outra ponta, o município de Fernando Falcão apresenta o pior IDH-m da região (0,44), sendo o único a figurar como “muito baixo”, tendo também os piores resultados em renda (0,42) e educação (0,29). Governador Archer se encontra em último na dimensão longevidade. De um modo geral, municípios de população menos urbana tendem a se sair pior, sendo Fernando Falcão também o município menos urbanizado. Bacabeira é notável exceção, cujo IDH-m é o sexto melhor da região, apesar de grau de urbanização de apenas 22%.

Vale ressaltar a grande defasagem do indicador, calculado em 2010, não abrangendo melhorias associadas a projetos mais recentes, como a indústria de geração de energia via gás, cujo início da operação se deu em 2013.

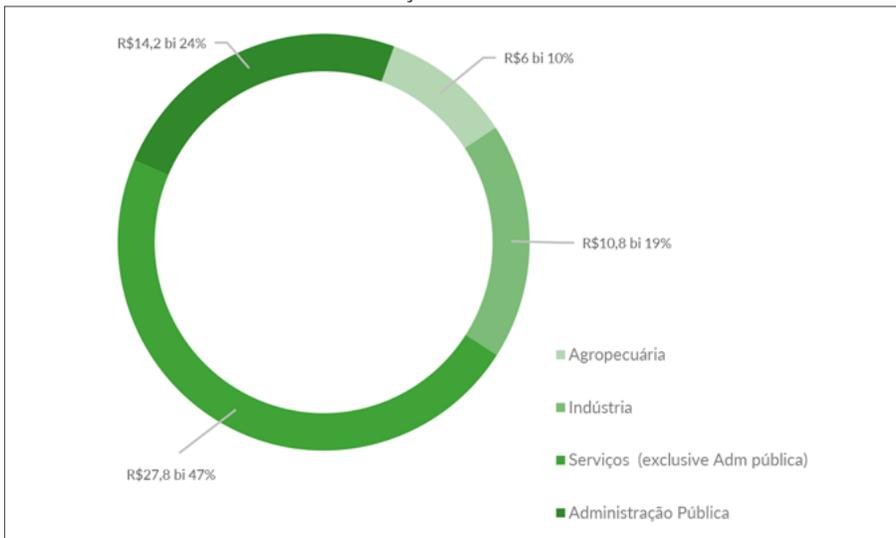
### Atividade Econômica dos Municípios da Bacia do Itapecuru

A economia maranhense vem passando por algumas transformações nos últimos anos. As taxas de crescimento da última década foram superiores às registradas no Brasil e no Nordeste, destacando-se como uma das economias mais dinâmicas do país. Por um lado, a valorização dos preços das *commodities* permitiu o crescimento da riqueza, impulsionada pelo comércio exterior. Por outro, notou-se um desadensamento das cadeias produtivas com maior capacidade de verticalização, como é o caso do Alumínio e do Aço.

Outros dinamizadores da economia interna foram: o crescimento do crédito imobiliário, induzindo a expansão do setor da construção civil; a valorização do salário mínimo e redução da taxa de desocupação, aumentando a massa salarial e o poder de compra da população, com impactos diretos sobre o comércio e os serviços; os grandes investimentos na área de energia, ferrovia, rodovias, cadeias produtivas do frango e soja, desconcentrando as atividades da capital; e as transferências constitucionais e de renda, que impulsionaram as economias municipais.

No Estado, as maiores taxas de crescimento foram registradas nos setores de serviços e da administração pública, que em 2014 perfaziam 71,4% do valor adicionado ao PIB. O ganho de participação nesse intervalo de tempo, em detrimento da Agropecuária e da Indústria, acompanhou a tendência nacional, impulsionando diretamente os serviços de transporte e comércio (Gráfico 1).

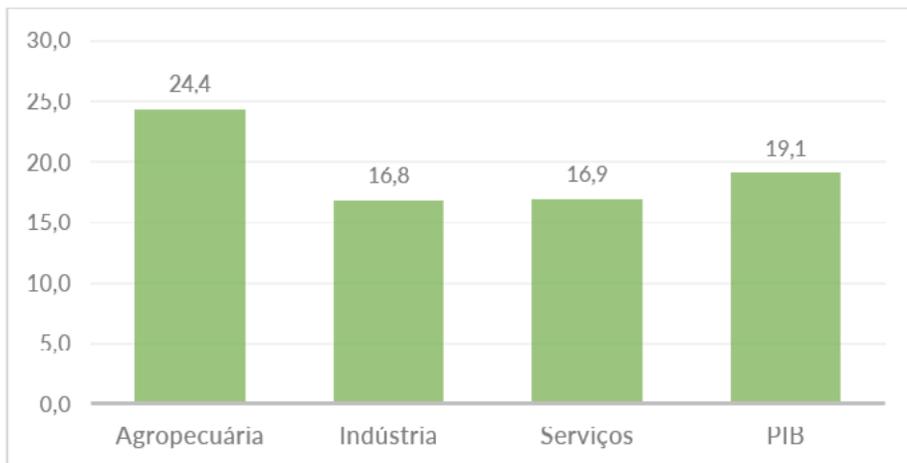
Gráfico 1 - Distribuição setorial do PIB em 2014



Fonte: IBGE/IMESC

O cenário não foi diferente para os municípios do Maranhão. Antes de crise atual, viveu-se um período de prosperidade em uma minoria qualificada destes, com a transformação da realidade local em termos de emprego e renda. Nos municípios que integram a Bacia do Itapecuru, o crescimento do PIB acompanhou a tendência registrada no Estado (Gráfico 2). De maneira geral, a referida Bacia aloca 62 municípios que somam 19,1% do PIB estadual. Na abertura por setor de atividade, observa-se que a agropecuária registra a maior participação na economia do estado (24,4%), evidenciando estruturas econômicas municipais concentradas no setor primário. Os serviços aparecem em seguida com uma participação de 16,9% e a indústria, também com 16,9%.

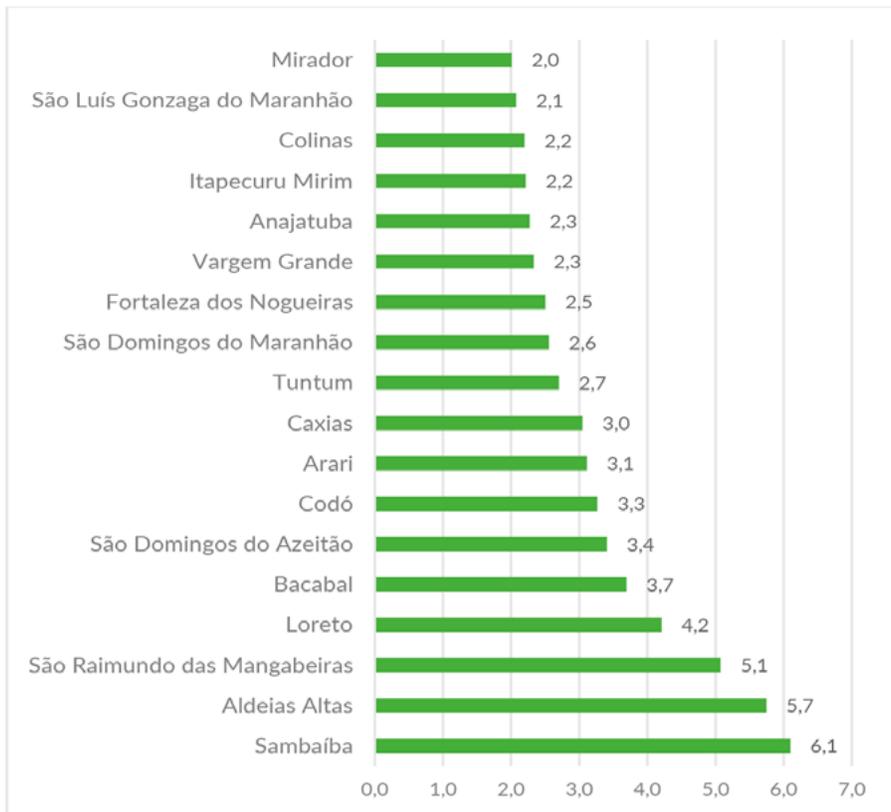
Gráfico 2 - Participação dos Municípios da Bacia do Itapecuru na Economia Maranhense em 2014



Fonte: IBGE/IMESC

Apesar de concentrar 29% dos municípios maranhenses, a região contribui com menos de 20% da economia do estado, reflexo da concentração da produção maranhense nas grandes cidades, com quase 50% do PIB gerado apenas na capital. Excluindo-se São Luís, a região passa a contribuir com 36% da economia do estado. Tal concentração, característica maranhense, também se observa na estrutura interna da região, onde poucos municípios são responsáveis pela quase totalidade do valor adicionado pelas atividades econômicas. No Gráfico 3, pode-se perceber que os 18 municípios em destaque representaram 58,5% do valor adicionado da agropecuária em 2014, enquanto os 44 restantes, detinham 41,5%. Os municípios de Sambaíba, Aldeias Altas, São Raimundo das Mangabeiras e Loreto se destacam por estarem ligados diretamente ao agronegócio da soja, milho e cana de açúcar, atividades consideradas as mais dinâmicas do setor durante o boom das *commodities*.

Gráfico 3 - Participação do Valor Adicionado da Agropecuária no Maranhão em 2014



Fonte: IBGE/IMESC

Na análise de estabelecimentos empresariais, a região concentra 18,3% dos estabelecimentos do estado. Encontra-se maior expressividade nas seções “Indústrias Extrativas” e “Eletricidade e Gás” (Quadro 3). Os municípios de Bacabeiras e Rosário concentram, juntos, 33% do total de estabelecimentos de “Indústrias Extrativas” da região, enquanto os de “Eletricidade e Gás” se encontram melhor distribuídos.

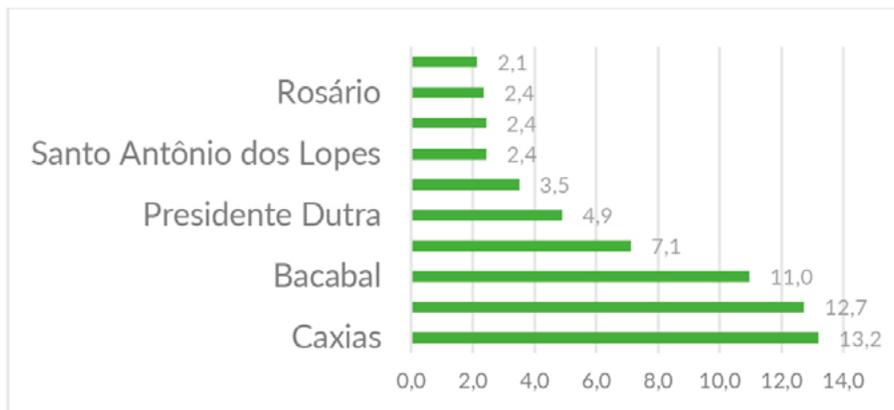
Quadro 3 - Quantidade de estabelecimentos do Maranhão e da Bacia do Itapecuru por Seção (CNAE 2.0) e percentual (%)

Estabelecimentos (Seção/CNAE 2.0)	Maranhão	Bacia do Itapecuru	% Bacia do Itapecuru
Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	2811	540	19,2
Indústrias Extrativas	82	27	32,9
Indústrias de Transformação	2256	451	20,0
Eletricidade e Gás	76	24	31,6
Água, Esgoto, Atividades de Gestão de Resíduos e Descontaminação	130	23	17,7
Construção	2356	351	14,9
Comércio, Reparação de Veículos Automotores e Motocicletas	23611	4.981	21,1
Transporte, Armazenagem e Correio	1427	194	13,6
Alojamento e Alimentação	2323	325	14,0
Informação e Comunicação	494	78	15,8
Atividades Financeiras, de Seguros e Serviços Relacionados	636	112	17,6
Atividades Imobiliárias	272	19	7,0
Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas	1588	229	14,4
Atividades Administrativas e Serviços Complementares	2324	213	9,2
Administração Pública, Defesa e Seguridade Social	489	116	23,7
Educação	1093	173	15,8
Saúde Humana e Serviços Sociais	2194	278	12,7
Artes, Cultura, Esporte e Recreação	330	45	13,6
Outras Atividades de Serviços	1756	285	16,2
Serviços Domésticos	19	5	26,3
Total	46267	8.469	18,3

Fonte: RAIS/TEM

No caso específico do setor de serviços (exclusive a administração pública), a concentração parece se acirrar mais um pouco, visto que os 10 municípios destacados no Gráfico 4 concentram 61,4% do valor adicionado dos serviços no Maranhão.

Gráfico 4 - Participação do Valor Adicionado dos Serviços no Maranhão em 2014



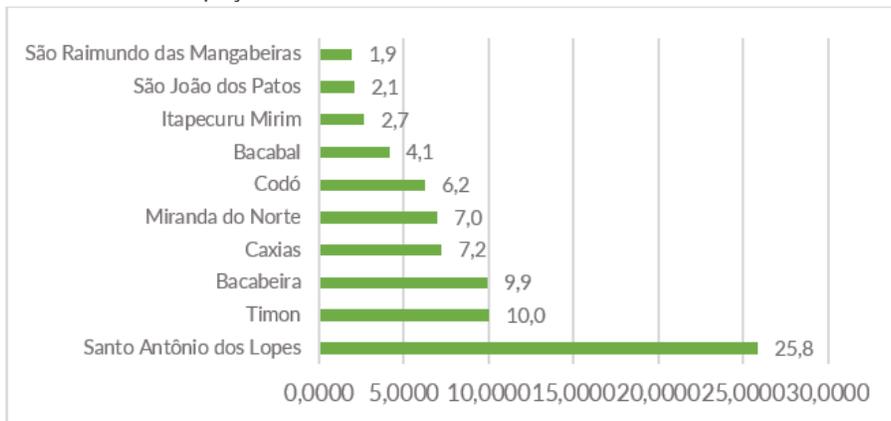
Fonte: IBGE/IMESC

Os municípios de Caxias, Timon, Bacabal e Codó juntos somaram 44% do valor adicionado de serviços, se posicionando como cidades dinâmicas com um setor de serviços mais estruturado que os demais municípios, principalmente, nas atividades de comércio e serviços imobiliários. Os municípios que mais contribuem no setor de serviços também tendem a apresentar maior grau de urbanização e melhor IDH-m. Contam também com indústrias instaladas, que detêm elevada capacidade de transbordamentos sobre de nível de renda e consequentemente de dar dinamismo aos serviços locais.

Quanto à participação do valor adicionado da indústria, a situação parece se agravar, como mostra o Gráfico 5. Somente 10 municípios concentraram 77,0% do valor gerado pela indústria, deixando somente 22,9% para os 52 demais. Altos níveis de urbanização e de IDH-m também se associam a maior contribuição industrial, sendo Bacabeira e Santo Antônio dos Lopes pontos fora da curva, com alta produção industrial relativa apesar da baixa urbanização.

A novidade dessa amostra é, de fato, o protagonismo do município de Santo Antônio dos Lopes, que perfaz 25,8% do VA industrial. Desde 2013, o município, localizado na Bacia do Parnaíba, vem sendo objeto de exploração de gás natural onshore pela Paraíba Gás Natural, com produção média de 5 milhões de metros cúbicos por dia, segundo dados da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis. Além disso, o município dispõe do maior complexo termelétrico do Brasil, que conta com quatro usinas termelétricas movidas a gás natural. Ademais, setor da construção civil ganhou impulsos com a construção de gasodutos de interligação entre os poços de produção e as Unidades de Tratamento e Processamento de Gás Natural – UPGN. Os investimentos totais geraram um bônus de mais de R\$ 2,5 bilhões para a ANP, tornando-se uma bacia de nova fronteira almejada pelos investidores do setor.

Gráfico 5 - Participação do Valor Adicionado dos Indústria no Maranhão em 2014



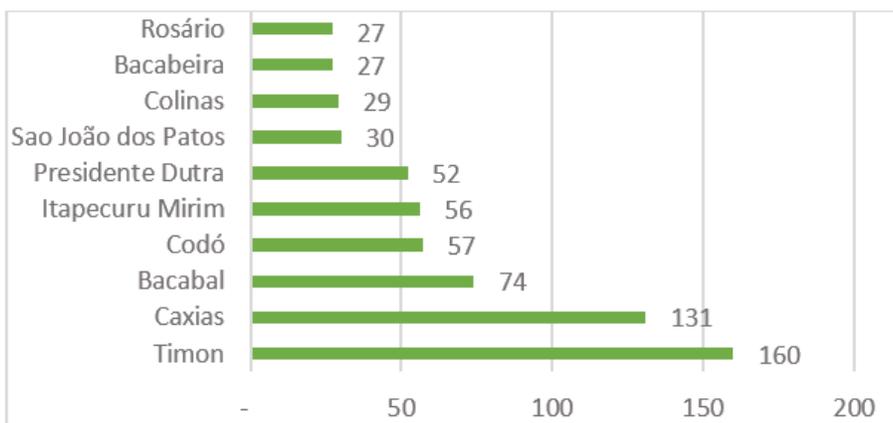
Fonte: IBGE/IMESC

Os municípios de Timon, Bacabeira e Caxias aparecem logo em seguida no ranking, puxados, principalmente, pela Construção Civil. No caso de Bacabeira, o cenário caracterizava-se pela instalação da Refinaria Premium I, com obras

de terraplenagem e melhoramento do terreno até então em andamento, movimentando cerca de R\$ 2 bilhões. Infelizmente as consecutivas baixas no preço do barril do petróleo brent, assim como decisões equivocadas quanto ao preço da gasolina e investimentos excessivos levaram a Petrobrás a um quadro de endividamento e consequente desinvestimento, resultando no cancelamento da referida obra no Estado do Maranhão, mesmo diante de estimativas que indicavam relativa escassez de combustíveis no mercado interno.

Somente a análise do valor adicionado não fornece a dimensão da atividade industrial nos municípios da Bacia do Itapecuru, por isso que no Gráfico 6 mostra-se a quantidade de estabelecimentos formais por município. No total, existem 873 estabelecimentos industriais ao longo da Bacia, sendo que os 73,6% destes estão localizados nos dez municípios destacados.

Gráfico 6 - Estabelecimento de Emprego Formal na Indústria por Município em 2016



Fonte: RAIS/MTE

A região concentra 18,3% dos estabelecimentos. Os municípios de Timon, Caxias e Bacabal, altamente urbanizados, respondem por mais da metade desses estabelecimentos (365). Nos três municípios, estes se concentravam no setor da construção e nas indústrias de transformação, especialmente produtos alimentícios e produtos minerais não metálicos (Quadro 4).

Quadro 4 - Estabelecimentos formais nas Indústrias de transformação e Construção por Município em 2016 (Ignorados os municípios sem estabelecimentos)

Município	Indústrias de Transformação	Construção	Total
Timon	89	59	148
Caxias	64	48	112
Bacabal	50	24	74
Codó	33	29	62
Itapecuru Mirim	38	11	49
Presidente Dutra	25	15	40
São João Dos Patos	14	18	32
Colinas	12	16	28
Rosário	22	6	28
Bacabeira	10	12	22
Buriti Bravo	2	15	17
Dom Pedro	15	2	17
Coroatá	11	4	15
São Raimundo Das Mangabeiras	5	7	12
São Mateus Do Maranhão	3	8	11
Vargem Grande	6	5	11
Pastos Bons	1	9	10
Santa Rita	7	3	10
Fortaleza Dos Nogueiras	3	4	7
Miranda Do Norte	3	3	6
São Domingos Do Maranhão	2	4	6
Tuntum	5	1	6
Alto Alegre Do Maranhão	2	3	5
Paraibano	3	2	5
Peritoró	1	4	5

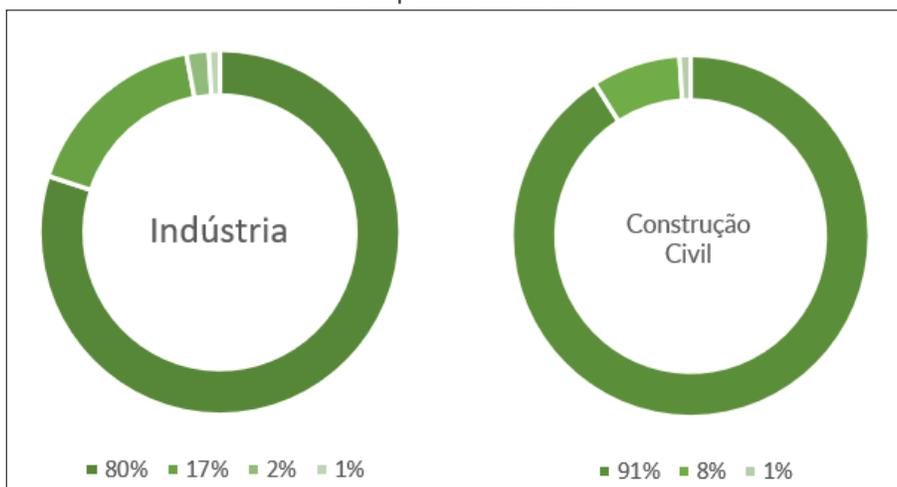


São Domingos Do Azeitão	2	3	5
Aldeias Altas	3	1	4
Anajatuba	2	2	4
Arari	1	3	4
Matões	2	2	4
Parnarama	2	2	4
Sambaíba	3	1	4
Santo Antônio dos Lopes	2	2	4
São Félix De Balsas	-	4	4
Axixá	1	2	3
Cantanhede	1	2	3
Passagem Franca	3	-	3
São João Do Sóter	-	3	3
Capinzal Do Norte	1	1	2
Lima Campos	1	1	2
Mirador	1	1	2
Pirapemas	-	2	2
Timbiras	-	2	2
Formosa Da Serra Negra	-	1	1
Graça Aranha	-	1	1
Loreto	-	1	1
São Luís Gonzaga Do Maranhão	-	1	1
Sucupira Do Norte	-	1	1
TOTAL	451	351	802

Fonte: RAIS/MTE

Quanto ao porte dos estabelecimentos industriais, constata-se participação majoritária de empresas de menor porte (Gráfico 7). No caso da indústria em geral, 80% dos estabelecimentos são enquadrados como microempresas e 17% como empresas de pequeno porte. Na construção civil, temos 91% de microempresas, empregando até 19 pessoas e 8% de pequenas empresas, com até 99 empregados.

Gráfico 7 - Porte dos Estabelecimentos da Indústria e da Construção Civil na Bacia do Itapecuru em 2016



Fonte: RAIS/MTE

Nota-se pela caracterização geral das atividades econômicas existentes ao longo da Bacia do Itapecuru, a preponderância de estabelecimentos formais pequenos e concentrados no comércio e serviços. Na indústria, na qual se tem potencialmente a maior demanda por água, os estabelecimentos são na sua quase totalidade de pequeno porte, nas atividades de produção de alimentos e construção civil.

## Abastecimento de Água

Dos 62 municípios inseridos na Bacia do Itapecuru, a CAEMA – Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – atende com água tratada 45 deles. (CAEMA, 2017). Dos 17 municípios que não são atendidos pela CAEMA, 6 são atendidos por SAAEs (Serviços Autônomos de Água e Esgoto) e 5 são atendidos por prefeituras municipais. 6 municípios não apresentam informações sobre abastecimento de água, o que levanta a hipótese de que suas demandas por água são atendidas via poços artesianos ou através de caminhões pipa.

Os 54 municípios que contam com abastecimento de água (via CAEMA, SAAEs ou Prefeituras) somam um total de 271.472 ligações domiciliares (SNIS, 2015), o que representa 32% do total de ligações domiciliares no interior e na capital do Estado.<sup>1</sup>

Uma análise comparativa do abastecimento de água e da população urbana<sup>2</sup> residente nos municípios permite concluir que, dos 62 municípios da Bacia, 45 deles possuem mais de 50% da população com acesso a água encanada, conforme observa-se nos Mapas 3 e 4.

Ainda sob esta análise, os municípios que apresentam menos de 30% da população com acesso aos serviços de abastecimento de água – e, consequentemente, maior carência por serviços de abastecimento, são Fortaleza dos No-

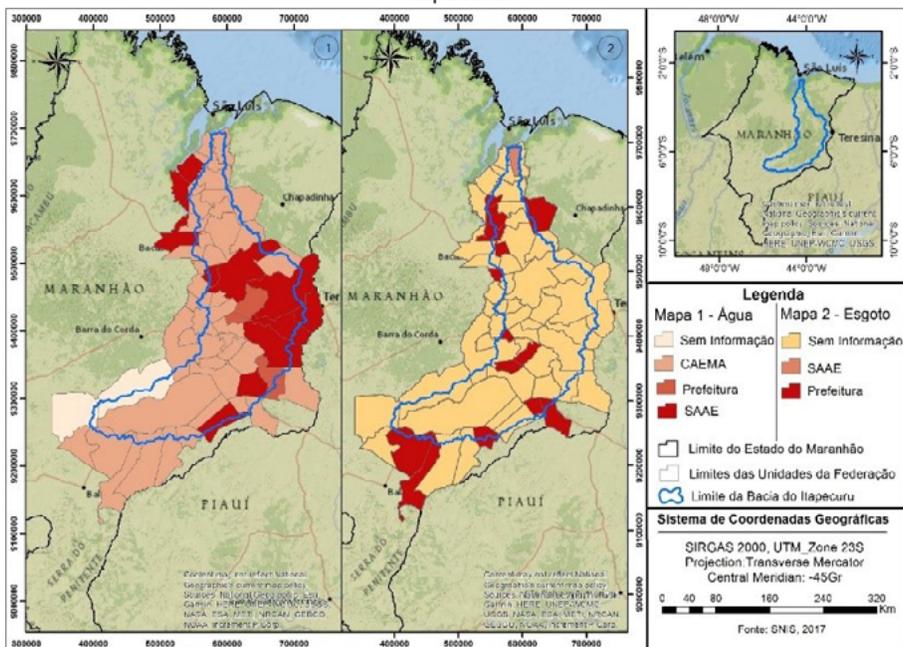
<sup>1</sup> A coleta de dados pelo SNIS (2015) demonstra que o número de ligações ativas de água no Estado (feitas pela CAEMA, por SAAEs ou por prefeituras) é de 848.071.

<sup>2</sup> Esta análise foi feita tomando como base o Índice de Atendimento Urbano de Água calculado pelo SNIS, que faz um cálculo percentual da população urbana efetivamente atendida com abastecimento de água por prestadora de serviços.

gueiras (28,8%) e Miranda do Norte (24,2%).

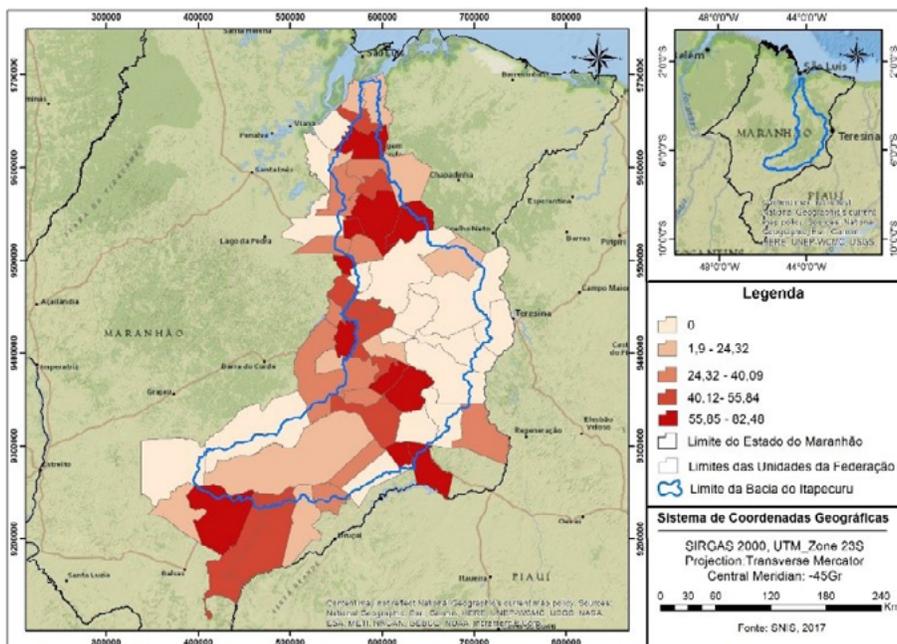
De acordo com os dados do SNIS (2015), a CAEMA, os SAAEs e as prefeituras atendem juntos 902.907 habitantes com serviços de água encanada nos municípios da Bacia do Itapecuru, totalizando 49%<sup>3</sup> da população com acesso a estes serviços.

Mapa 3 – Prestadores de serviços de abastecimento - municípios da Bacia do Itapecuru



<sup>3</sup> População total dos municípios da Bacia do Itapecuru: 1.819.773 habitantes. (Fonte: IBGE; SNIS, 2015)

Mapa 4 - Índice de Atendimento Urbano de Água - municípios da Bacia do Itapecuru



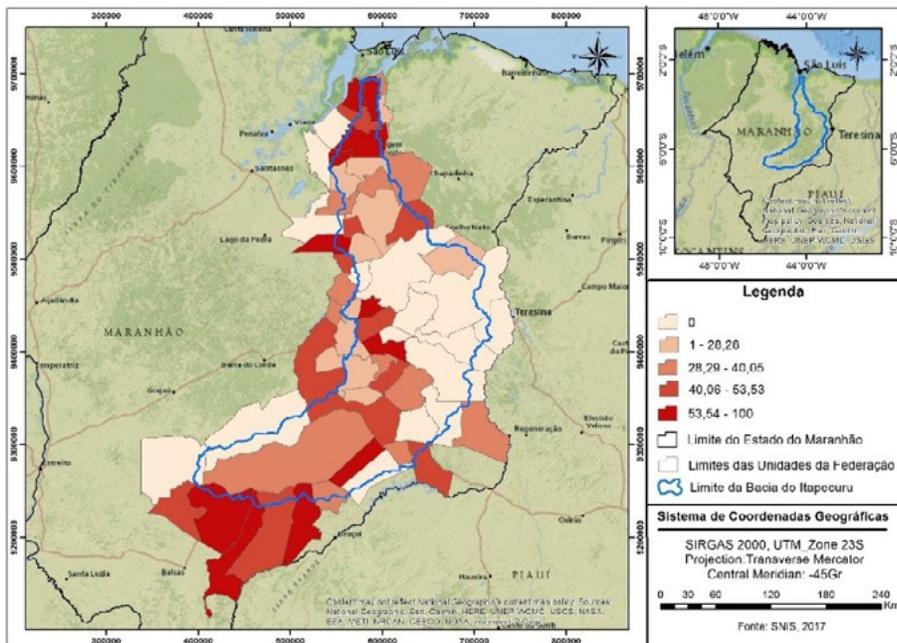
## Perdas de Água por Distribuição

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), a previsão é de que até 2050, a demanda por água no mundo aumente em 55%. Diante deste cenário, é necessário haver uma mobilização mais enérgica por parte das gestões estaduais e municipais, do setor privado e da sociedade civil contra o desperdício de água, seja no cotidiano, ou durante o próprio processo de distribuição.

Os dados disponibilizados pelo SNIS sobre os índices de perda de água<sup>4</sup> permitem perceber a discrepância entre o volume de água disponibilizado para distribuição e o volume consumido. Dos 62 municípios que compõem a Bacia do Itapecuru, apenas 47 apresentam dados no SNIS quanto ao índice, dos quais 18 possuem valores de perda inferiores a 50%. Os municípios com maior índice de perda de água na distribuição são Axixá (85%), Dom Pedro (81%), Presidente Juscelino (84%) e São Mateus do Maranhão (85%) (Mapa 5).

Fatores que podem ajudar a explicar o alto índice de perda de distribuição de água são: falhas na detecção de vazamentos, redes de distribuição funcionando com pressões muito altas; problemas na qualidade da operação dos sistemas; dificuldade no controle das ligações clandestinas e na aferição/calibração dos hidrômetros; ausência de programa de monitoramento de perdas; dentre outras hipóteses (SECID, 2014).

Mapa 5 - Desperdício por perda na distribuição de água encanada



4 O Índice de perdas na distribuição é calculado pelo SNIS levando em conta as variáveis: volume de água produzido, volume de água consumido, volume de água tratada e o volume de serviço (SNIS, 2015).

## Demandas da População Local

Um estudo de projeção realizado pela CAEMA permite visualizar as demandas por abastecimento da população dos municípios da Bacia do Itapecuru. Os municípios que apresentam maior demanda por água são os de maior população, sendo na ordem, Bacabal (vazão 179,97 L/s); Caxias (vazão 274,13 L/s); Codó (vazão 187,38 L/s) e Timon (vazão 312,42 L/s). O mesmo estudo também aponta que, num horizonte de 30 anos, a vazão de água necessária para atender às demandas da população dos municípios da Bacia é de 3.930,36 L/s, um aumento de 56% em relação a 2017.

## Demandas de Grandes Projetos

Além das demandas da população local nos municípios da Bacia, há também as demandas previstas em decorrência de grandes empreendimentos, como o Complexo Siderúrgico Chinês, a Refinaria de Petróleo e o Polo Petroquímico, todos a serem implantados em Bacabeira. De acordo com a CAEMA (2017), o atendimento destas demandas será proveniente do Rio Itapecuru. Os três empreendimentos somados apresentam uma demanda por abastecimento de água de 7.100 L/s de vazão, e estão especificados abaixo.

### Complexo Siderúrgico Chinês

Conduzido pelo grupo chinês CBSteel, a construção de um Complexo Siderúrgico Chinês possui investimento anunciado de até US\$ 8 bilhões, para produção de cerca de 10 milhões de toneladas de aços longos. Sua construção

tem previsão de início em 2018, projetando-se entrada em operação até 2022 e geração de 3 a 5 mil empregos no estado. O estudo de demanda de água calculado pela CAEMA (2017) estima que o Complexo Siderúrgico necessitará de uma vazão de 100 L/s para seu funcionamento.<sup>5</sup>

### Refinaria de Petróleo

Fruto de uma proposta de parceria público-privada entre o banco indiano Exim Bank, o governo do Irã e o Brasil, a estimativa é que a refinaria produzirá 650 mil barris por dia, e gerará 15 mil empregos, porém não há previsão certa para início das obras. A previsão de demanda por abastecimento de água no empreendimento é de 6.000 L/s. Para o polo petroquímico, a demanda estimada por água é de 1.000 L/s.

### Esgotamento Sanitário

Dados da ONU expõem que mais de 80% do esgoto produzido pelas pessoas em escala mundial volta à natureza sem ser tratado. Cerca de 1,8 bilhão de pessoas no mundo usam fontes de água contaminadas por fezes para beber, e, a cada ano, 842 mil mortes são relacionadas à falta de saneamento e higiene, bem como ao consumo de água imprópria. (ONU, 2017). De fato, os poucos municípios que apresentam rede coletora de esgoto também se encontram em faixa superior na dimensão longevidade do IDH-m.

Os dados do SNIS apontam que apenas 3 municípios inseridos na Bacia do Itapecuru apresentam rede coletora de esgoto: Bacabal, Caxias e Codó; e ainda assim, estes municípios apresentam um baixo índice de atendimento urbano de esgoto, conforme se observa no Quadro 5 a seguir.

<sup>5</sup> Os valores estimados pela CAEMA contemplam apenas a demanda de água requerida pelos empreendimentos em questão; a prestadora afirma que "não foi considerado o incremento populacional na área de influência do complexo industrial de Bacabeira e municípios do entorno, por não termos a definição dos cenários futuros." (CAEMA, 2017).

Quadro 5 - Índice de atendimento urbano de esgoto – municípios da Bacia do Itapecuru

Município	População total do município (Fonte: IBGE)	População urbana atendida com esgotamento sanitário (Habitantes)	Índice de atendimento urbano de esgoto
Bacabal	102.656	7.641	9,56
Caxias	161.137	9.044	7,35
Codó	120.265	9.630	11,66

Fonte: SNIS (2015)

### Resíduos Sólidos

De acordo com o Artigo 3º da Lei nº12.305/10, a disposição final de resíduos sólidos urbanos só pode ser ambientalmente adequada se contemplar uma disposição ordenada dos rejeitos em aterros sanitários, sob normas específicas.

O Quadro 6 apresenta os dados coletados pelo SNIS quanto ao descarte de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para disposição em solo, considerando apenas lixão, aterro controlado e aterro sanitário. Apenas 23 municípios possuem lixões e aterros controlados inseridos no SNIS; os demais municípios da Bacia do Itapecuru não dispõem de informações sobre a presença de lixões ou aterros. Na ausência de um local específico para o descarte, estes municípios encaminham seus resíduos a outras cidades, ou os depositam de forma inadequada em terrenos baldios, rios, lagos, ou os eliminam através da queima (SECID, 2014).

## Quadro 6 – Unidades coletoras de resíduos existentes nos Municípios da Bacia do Itapecuru

Município	Total de resíduos recebidos na unidade de processamento (tonelada/ano)	Tipo de unidade
ARARI	13000	Lixão
AXIXÁ	9	Lixão
BACABAL	75	Lixão
CAXIAS	22000	Lixão
CODÓ	32418	Lixão
GOVERNADOR ARCHER	22500	Lixão
GOVERNADOR LUIZ ROCHA	1460	Lixão
GRAÇA ARANHA	720	Lixão
ITAPECURU MIRIM	1100	Lixão
JATOBÁ	25000	Lixão
LAGOA DO MATO	420	Lixão
LIMA CAMPOS	3321	Lixão
MATÕES DO NORTE	2421	Lixão
PARAIBANO	14301	Lixão
PASSAGEM FRANCA	12000	Lixão
PASTOS BONS	6000	Lixão
SAMBAÍBA	1468	Lixão
SANTA FILOMENA DO MARANHÃO	15	Lixão
SANTO ANTÔNIO DOS LOPES	2210	Lixão
SÃO JOÃO DO SOTER	3545	Lixão
SÃO JOÃO DOS PATOS	24000	Lixão
SÃO RAIMUNDO DAS MANGA-BEIRAS	8002	Aterro controlado

Fonte: SNIS (2015)

## Considerações Finais

Os municípios pertencentes à Bacia Hidrográfica do Itapecuru necessitam diretamente da qualidade ambiental do rio principal, dado o processo populacional e socioeconômico sob o qual estão inseridos. Tal necessidade perpassa a utilização domiciliar, agropecuária, comercial e industrial.

Há uma grande carência por serviços de esgotamento sanitário nos municípios da região, refletida no fato de apenas 3 municípios da Bacia apresentarem rede de esgoto. Conclui-se que, provavelmente, a maioria dos resíduos dos municípios não atendidos pelo serviço ainda é lançada in natura no Rio Itapecuru, contribuindo para sua degradação ambiental. O grande desperdício de água potável por distribuição também é um fator crítico a ser considerado, que compromete a capacidade do Rio de atender às demandas da população e de futuros empreendimentos de impacto.

Ao avaliar qualidade dos serviços públicos prestados como saneamento básico e destino de resíduos sólidos, é necessário compreender também a situação econômica da região, a qual tem forte impacto na arrecadação de verbas a serem utilizadas para prover tais serviços. A região detém grande potencial econômico, tanto pela oferta perene de água, quanto pela abundância de recursos energéticos, especificamente o gás natural. Tal potencial trouxe e continua atraindo investimentos na região, capazes de, quando bem geridos, trazer desenvolvimento econômico com inclusão social. É recomendável que se guiem tais investimentos para o adensamento das cadeias produtivas locais, com utilização da oferta energética na produção local. Vale destacar que inversões na região da Bacia devem aumentar a pressão sobre os recursos hídricos, devendo, portanto, serem realizadas de forma responsável, priorizando a sustentabilidade ambiental.



Esta pesquisa busca analisar sob quais aspectos socioeconômicos os municípios da Bacia do Itapecuru estão inseridos; leva-se em conta o processo histórico de ocupação, o grau de urbanização, as principais atividades econômicas desenvolvidas, Índices de Desenvolvimento Humano Municipais, e aspectos da infraestrutura regional concernentes ao abastecimento de água, de oferta de serviços de esgotamento sanitário e de resíduos sólidos nos municípios, no intuito de identificar potencialidades e desafios que precisam ser superados.

## REFERÊNCIAS

CAEMA - Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão. **Demanda de Água para consumo das cidades da Bacia do Itapecuru**. 2017.

FEITOSA, A. C.; TROVÃO, J. R. Elementos naturais da paisagem, In: FEITOSA, A. C.; TROVÃO, J. R. (Eds). **Atlas Escolar do Maranhão: Espaço Geo-Histórico e Cultural**. João Pessoa, Ed. Grafset, p. 61-88, 2006. 207 p.

MEIRELLES, J. G. **A Gazeta do Rio de Janeiro: imprensa e poder na corte joanina**. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 2008.

LACROIX, M. L. L. **A fundação francesa de São Luís e seus mitos**. 2. ed. São Luís: Lithograf, 2002.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Até 2030 planeta pode enfrentar déficit de água de até 40%**. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/ate-2030-planeta-pode-enfrentar-deficit-de-agua-de-ate-40-alerta-relatorio--da-onu/>>. Acesso em: 04 dez. 2017.

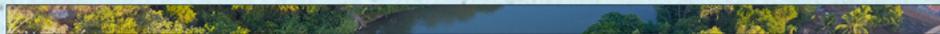
PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Ranking IDH Municípios**, 2010. Disponível em: <<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-municipios2010.html>>. Acesso em 19 out. 2018

SECID - Secretaria de Estado das Cidades e Desenvolvimento Urbano. **Plano Diretor da Bacia do Mearim: Diagnóstico (Volume 2)**. 2014. Disponível em: <<http://www.secid.ma.gov.br/files/2014/10/RESUMODIAGNOSTICO-MEARM-AP-v2.pdf>>. Acesso em 04 dez. 2017.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Série Histórica (Água, Esgotos, Resíduos Sólidos)**, 2015. Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/municipio/index>>. Acesso em: 06 dez. 2017.

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Censo 2010: população urbana nos municípios, 2010. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>>. Acesso em 19 out. 2018.

TROVÃO, J. R. O processo de ocupação do território maranhense. **Cadernos do IMESC**, n. 5. São Luís: IMESC, 2008.



# Análise Espacial da Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra da Bacia Hidrográfica do Itapecuru



Yata Anderson Gonzaga Masullo  
Leonardo Silva Soares

# Análise Espacial da Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra da Bacia Hidrográfica do Itapecuru, MA

Yata Anderson Gonzaga Masullo

Leonardo Silva Soares

Entre as questões mais relevantes no âmbito do planejamento em nível de bacia hidrográfica, destaca-se a necessidade de se ampliar os instrumentos de ordenamento institucional e territorial. Essa perspectiva apresenta diversas questões que se colocam em escala supra municipal, exigindo uma abordagem mais abrangente, no que tange a gestão integrada dos recursos hídricos e sua relevância para efetivação de políticas públicas.

Notadamente a esfera administrativa do município é a mais próxima da realidade social, entretanto sua escala de atuação não permite uma visão sistêmica do território no qual está inserida. Corroborando com essa perspectiva Castro Júnior et al. (2009) demonstram que é na escala local, que ocorrem as relações socioespaciais e o exercício do poder, a partir dos fluxos de material/informação, das ações de coerção e de ordenamento territorial, bem como as múltiplas territorialidades da realidade multifacetada brasileira.

Nesta realidade complexa, encontra-se a bacia hidrográfica do rio Itapecuru. Sua área abrange cerca de 56 municípios do Maranhão, entre esses 39 possuem a sede localizada na bacia e 11 destas são localizadas as margens do rio, sendo: Mirador, Colinas, Caxias, Codó, Timbiras, Coroatá, Pirapemas, Cantanhêde, Itapecuru-Mirim, Santa Rita e Rosário. Nesta bacia, contabiliza-se mais de 1,2 milhões de habitantes, o que representa 17,5% da população do Estado (IBGE, 2018).

Ao longo da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, observa-se a ampliação das atividades econômicas. O crescimento desta dinâmica impulsiona o avanço da urbanização das cidades as margens do rio Itapecuru, que sem o devido planejamento para o ordenamento territorial e hídrico, ocasionam a supressão das áreas verdes, redução da biodiversidade, processos erosivos, a ocorrência de inundações e o assoreamento do rio e seus afluentes, além da deterioração da qualidade da água e a ampliação das áreas de risco. Tal cenário, reflete diretamente na qualidade de vida das pessoas, especialmente aquelas de menor poder aquisitivo e que vivem da subsistência dos recursos naturais.

Originário desse contexto, o presente estudo desenvolve-se com a finalidade de mapear e analisar a dinâmica espaço-temporal de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do rio Itapecuru. Para tanto, este capítulo estrutura-se a partir da caracterização das formas de uso e importância do rio Itapecuru, posteriormente descreve-se os procedimentos metodológicos que direcionaram a avaliação do nível de fragmentação da paisagem, a partir das dimensões de índices de forma, densidade, tamanho e diversidade, com o intuito de propor ações estratégicas que visem a recuperação e conservação da bacia hidrográfica do rio Itapecuru.

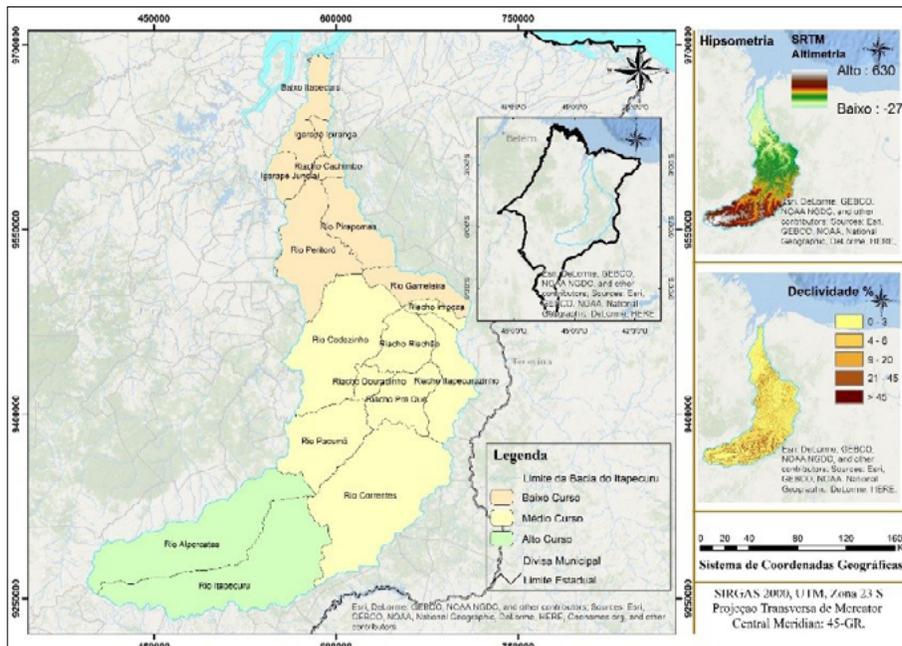
## Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru

A bacia hidrográfica do rio Itapecuru possui uma área de 53.216,84 km<sup>2</sup>, correspondendo a 16% da área do Estado (Mapa 1). O Itapecuru nasce no sul do Maranhão no sistema formado pelas Serras da Croeira, Itapecuru e Alpercatas, em altitude de aproximadamente 530 m, desaguando na baía do Arraial, a sudeste da Ilha do Maranhão, depois de percorrer cerca de 1.050 km. Os principais afluentes pela margem direita são os rios Correntes, Pirapemas, Itapecuruzinho, e os riachos Seco, do Ouro, Gameleira, Cachimbo e Guariba. Pela margem esquerda destacam-se e os rios Alpercatas, Peritoró, Pacumã, Baixão do Vigia, Baixão da Bandeira, Douradinho, Olho D' água, Codozinho, dos Porcos, e Igarapé Grande, além dos riachos, São Felinha, da Prata e dos Cocos (NUGEO, 2009).

Através do sistema de abastecimento ITALUÍS, aproximadamente 2,00 m<sup>3</sup>/s da água do rio Itapecuru é captada para o fornecimento de mais de 1 milhão de pessoas da Região Metropolitana da Grande São Luís (IBGE, 2016). Convém ressaltar a existência de populações tradicionais na região da Bacia do Itapecuru como Terras Indígenas - TI, quilombolas, ribeirinhos e assentamentos na região de abrangência da BH do rio Itapecuru, além de contar com o Parque Estadual do Mirador criado em 1980, com o intuito de proteger as nascentes dos rios Alpercatas e Itapecuru.

Entre as TIs nota-se a presença das tribos Kanela, Porquinhos dos Canela-Apanjekra, Kanela-Buriti Velho no alto curso do rio, situadas nos municípios de Barra do Corda e Fernando Falcão. Frisa-se que 4.200 km<sup>2</sup> da BH do Itapecuru são ocupados por cerca de 130 assentamentos rurais e áreas quilombolas, localizadas com maior predominância entre o baixo e médio curso.

Mapa 1 - Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Itapecuru



## Metodologia e Procedimentos Técnicos

O presente estudo desenvolveu-se sob uma abordagem sistêmica, alicerçada em técnicas ligadas ao Sistema de Informação Geográfica – SIG. A partir dos procedimentos empregados, tornou-se possível a mensuração e validação de variáveis associadas aos fenômenos em estudo, para posterior reprodução e comparação.

Com o propósito de alcançar os objetivos da pesquisa, os procedimentos técnicos se estruturaram a partir da adaptação das metodologias consolidadas por Mcgarigal e Marks (1995); Rossi et al. (2008); Walz (2011); Batista (2014); Meyer (2015) e Masullo et al. (2018).

## **A: Delimitação e Setorização da Bacia Hidrográfica do Itapecuru**

A setorização da bacia hidrográfica foi sistematizada em baixo, médio e alto curso. Essa delimitação ocorreu a partir da geração do perfil longitudinal da BH, com o objetivo de representar a declividade da área, através dos estudos entre altimetria e comprimento do curso d'água. Tais análises foram desenvolvidas da nascente até a foz, também foram levados em consideração as confluências com os rios afluentes.

Para obtenção do perfil longitudinal da área de estudo utilizou-se informações coletadas pela *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), cedidas pelo *United States Geological Survey* (USGS) com resolução espacial de 30m. A partir da extração e análise dos dados das imagens de radar SRTM, foram gerados os cálculos das variáveis topográficas (Modelo Digital de Elevação - MDE), curvas de nível e o posterior cruzamento das informações altimétricas e declividade.

A representação do MDE, possibilitou a interpolação das curvas de nível, e pontos cotados adquiridos através da geração de malhas numéricas. Primeiramente utilizou-se o método de triangulação Delaunay. Por meio de interpolador linear gerou-se a grade retangular, bem como a matriz, contendo os valores interpolados para cada pixel onde há ausência de dados.

Após esse processo os limites das sub-bacias, foram delimitados pela análise dos topos das curvas de nível. Como resultado desse processo, foram elabo-

rados os mapas hipsométrico declividade e rede de drenagem, que se constituíram como informações de base para a caracterização morfométrica das sub-bacias do rio Itapecuru.

Para tornar possível a comparação entre as diversas fontes de dados traçou-se o perfil topográfico, de acordo com a morfologia do terreno, de modo que fosse representado os diferentes compartimentos: topo do morro, encosta e fundo do vale, uma vez que a avaliação deve abranger diferentes morfologias do terreno (MARION et al., 2011).

## **B: Processamento de Dados de Uso e Cobertura da Terra**

Em relação aos dados de uso e cobertura da terra, estes foram analisadas por setor da bacia hidrográfica (baixo, médio e alto curso). Essas informações foram obtidas através de processamento de imagens e aplicação das métricas de paisagem, com o intuito de identificar os padrões de uso e cobertura da terra, correlacionado as classes de uso adaptadas do projeto TerraClass.

Esses dados foram obtidos através do processamento digital de imagens dos satélites LANDSAT 5 e LANDSAT 8, com 30 metros de resolução espacial, cedidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. As variáveis processadas tiveram série histórica entre os anos de 1990, 2000 e 2016.

Como parte do processo foram utilizados os seguintes procedimentos:

- 1) as imagens foram mosaicadas com auxílio de ferramentas digitais de balanceamento de cores, alteração dos efeitos de background e suavização das bordas considerando o contraste e a correção geométrica e atmosférica de cada uma das bandas multiespectrais. Em seguida, realizou-se uma combinação de bandas para elucidação dos alvos em estudo, de acordo com a especificidade de uso e cobertura da terra da BH do Itapecuru: área urbana e mosaico de ocupações, floresta, vegetação aberta, corpos hídricos, área não – observada, sedimentos arenosos (Quadro 1).

Quadro 1 - Classes de Uso e Cobertura da Terra

Classe	Descrição	Imagens
Área Urbana	Manchas urbanas decorrentes da concentração populacional formadora de lugarejos, vilas ou cidades que apresentam infraestrutura diferenciada da área rural apresentando adensamento de arruamentos, casas, prédios e outros equipamentos públicos.	
Mosaico de Ocupações	Áreas representadas por uma associação de diversas modalidades de uso da terra, formado principalmente por povoados, distritos rurais e solo exposto.	
Floresta	Áreas com vegetação florestal, com predominância de vegetação arbustiva e/ou arbórea.	
Vegetação Aberta	Áreas com predominância de vegetação herbácea.	
Corpos Hídricos	Área sobrepostas por cursos d'água (mar, rios, riachos e açudes)	
Área não - observada	Áreas que tiveram sua interpretação impossibilitada pela presença de nuvens ou sombra de nuvens, no momento de passagem para aquisição das imagens de satélite.	
Área Agro-pastoril	Área com predominância de atividades agrícolas e agropecuárias	

Fonte: Adaptado TERRACCLASS (2013)

2) o processamento e classificação supervisionada foram executadas a partir de um sistema de amostragem por regiões, onde utilizou-se a informação espectral de cada "pixel", atrelado aos dados espaciais que envolvem a relação com seus vizinhos, neste processo foi utilizado o classificador Máxima Verossimilhança (MaxVer). Esse modelo considera a ponderação das distâncias entre as médias dos valores dos pixels das classes, utilizando parâmetros estatísticos (NASCIMENTO et al., 2016).

3) criação de chave de interpretação para cada uma das classes contendo: forma, cor, contexto, textura, tamanho e utilização de técnicas agrupamento e agregação para construção de banco de dados em formato shapefile e geodatabase com base compatibilizada e servidor integrado, originando um conjunto de dados vetoriais e matriciais para publicação via web, potencializando o entendimento e a utilização de seus conteúdos geográficos;

4) coleta de dados in loco para dirimir dúvidas da fotointerpretação; fazer registros fotográficos com o uso de drone (DJI Phantom 4) e GPS etrex 30, além de realizar entrevistas junto à comunidade local e gestores municipais;

5) sobreposição de Layers (camadas), para realização de testes estatísticos e apuração da eficácia das técnicas metodológicas empregadas no processamento dos dados, resultando na confecção dos layouts finais dos mapas temáticos.

6) o processamento e classificação supervisionada foram executadas a partir de um sistema de amostragem por regiões, onde utilizou-se a informação espectral de cada "pixel", atrelado aos dados espaciais que envolvem a relação com seus vizinhos, neste processo foi utilizado o classificador Máxima Verossimilhança (MaxVer). Este modelo considera a ponderação das distâncias entre as médias dos valores dos pixels das classes, utilizando parâmetros estatísticos (NASCIMENTO et al., 2016).

7) criação de chave de interpretação para cada uma das classes contendo: forma, cor, contexto, textura, tamanho e utilização de técnicas agrupamento e agregação para construção de banco de dados em formato shapefile e geodatabase com base compatibilizada e servidor integrado, originando um conjunto de dados vetoriais e matriciais para publicação via web, potencializando o entendimento e a utilização de seus conteúdos geográficos;

8) coleta de dados in loco para dirimir dúvidas da fotointerpretação; fazer registros fotográficos com o uso de drone (DJI Phantom 4) e GPS etrex 30, além de realizar entrevistas junto à comunidade local e gestores municipais; e

9) sobreposição de Layers (camadas), para realização de testes estatísticos e apuração da eficácia das técnicas metodológicas empregadas no processamento dos dados, resultando na confecção dos layouts finais dos mapas temáticos.

### C: Pós-processamento e Validação dos Dados

Após o processamento das imagens realizou-se primeiramente a etapa de correção e tratamento das informações por meio da construção de uma matriz de confusão para avaliação da precisão do processamento. Essa técnica representa a distribuição de porcentagens de pixels classificados de forma correta ou erroneamente (FANTINEL et al., 2012). A utilização da técnica do coeficiente Kappa foi estruturado através do software QGIS 2.18 com o intuito de demonstrar os elementos de maior e menor concordância a partir da matriz de confusão. Após o processo, as imagens foram selecionadas, classificadas e validadas com desempenho acima de 70% de confiança, com recorte do plano de informação utilizando o limite da BH do Itapecuru.

## D: Cálculo de métricas e fragmentos da paisagem

Para o cálculo das métricas de paisagem, agregou-se as classes anteriormente divididas, através da extensão Patch Analyst do software Arc Gis 10.6. Como condição para sua aplicação, a imagem classificada em formato matricial (Raster) foi convertida para o formato vetorial (Shapefile), e em seguida realizou-se o cálculo de índices referentes à área, tamanho, forma e diversidade.

No Quadro 2, a seguir estão relacionadas as métricas analisadas:

Quadro 2 - Métricas utilizadas para caracterização da paisagem na bacia do rio Itapecuru, Maranhão

GRUPO	SIGLA	MÉTRICA	UNIDADE	CÁLCULO	DESCRIÇÃO
Área	CA	Área da Classe	Km <sup>2</sup>	$CA = \sum_{i=1}^n ci$	Somatório das áreas de todas as manchas ou de fragmentos florestais presentes na área.
Densidade e Tamanho	MPS	Tamanho médio da classe	Km <sup>2</sup>	$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n aij}{ni}$	Soma do tamanho das manchas dividido pelo número de manchas.
	NUMP	Número do fragmento	Km <sup>2</sup>	$NUMP = \sum_{i=1}^n ni$	Número total de manchas na paisagem/classe.
Forma	MSI	Índice de forma médio	Adimensional	$MSI = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{0,25pij}{\sqrt{aij}}}{ni}$	O índice é igual ao perímetro (m) do fragmento dividido pela raiz quadrada de sua área (m <sup>2</sup> ).
Diversidade	SHDI	Índice de Diversidade Shannon	Adimensional	$H' = - \sum_{i=1}^s pi \ln pi$	Onde Pi= proporção da área da paisagem ocupada pela classe i

Fonte: MCGARIGAL; MARKS (1995); WALZ (2011); VOROVENCII (2015); MELO (2016)

Referente ao cálculo da área das classes (CA), o mesmo foi procedido com a finalidade quantificar o percentual da área Urbanizada/Mosaico de Ocupações, Floresta, Vegetação Aberta e a Área Natural não vegetado. Com objetivo de demonstrar o grau de alteração na paisagem, estes foram analisados o percentual da área onde está mantida a cobertura vegetal e a dinâmica natural de áreas não vegetadas como praias fluviais, afloramentos rochosos.

Relativo ao grupo densidade e tamanho foram selecionadas as métricas MPS (Tamanho Médio da Classe) e NUMP (Número do Fragmento), por repassarem informações correlatas ao grau de fragmentação e heterogeneidade dos fragmentos, possibilitando a análise abrangente da configuração da paisagem, a partir da caracterização dos fragmentos da área de estudo (MELO, 2016).

A métrica MSI (índice de Forma Médio) demonstra o grau de alteração da região analisada, a partir da forma dos fragmentos da paisagem, mensurando a complexidade da forma comparada a um círculo (características naturais) ou a um quadrado (características antropizadas). Essa técnica, permite a análise do nível de resiliência e conseqüentemente a suscetibilidade ambiental da BH do Itapecuru (WALZ, 2011).

Em referência as métricas de diversidade, estas são influenciadas pela riqueza de classes e uniformidade. O índice de diversidade Shannon - SHDI, é um indicador sintético que procura fornecer a quantidade de informações por fragmento da paisagem, o mesmo é usado como um índice relativo para comparar paisagens diferentes ou a mesma paisagem em momentos diferentes (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

## Dinâmica Espacial de Uso e Ocupação da Bacia do Rio Itapecuru

Para se desenvolver uma análise da dinâmica da paisagem, faz-se necessário uma visão sistemática. A análise sistêmica se baseia na relação entre a natureza, economia, sociedade e a cultura, em um contexto amplificado, onde inúmeras variáveis representam a relação da natureza como um sistema e dela com o homem (RODRIGUEZ et al., 2007). De forma inclusiva, a abordagem sistêmica considera indissociável a dinâmica humana, dos sistemas sociais, políticos e econômicos, abrangendo dessa forma valores intrínsecos, instrumentais e relacionais (D'IAZ et al., 2015).

As unidades da paisagem são caracterizadas pela homogeneidade, formada pela interação dos elementos que a compõem. Contudo está dita uniformidade, delimita-se a partir da escala de análise e conseqüentemente nível de interação. Assim pode-se visualizar os elementos e suas relações, em escalas locais ou regionais, avaliando suas especificidades e complexidades a partir da ação conjunta dos fatores, componentes e processos no tempo e no espaço, construindo dessa forma a dinâmica da paisagem (BERTRAND, 2004; LAMBIN; MEYFROIDT, 2010; LEITE, 2015).

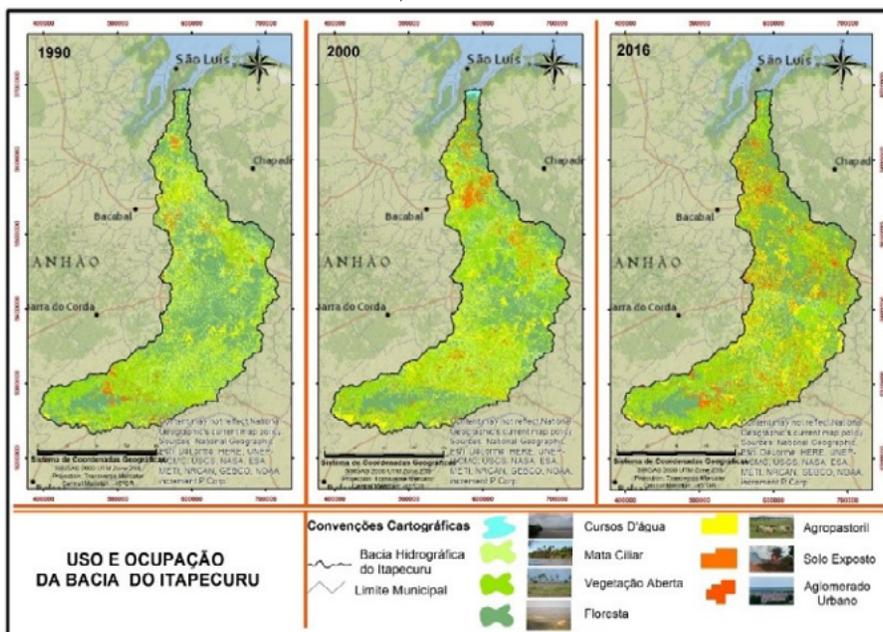
Diante deste contexto, entende-se que a não efetivação das normas de ordenamento dos usos múltiplos, ocasionam pressões em diferentes escalas, seja em relação a qualidade de vida da população ou quanto ao uso sustentável dos recursos naturais.

Desse modo, analisa-se a paisagem através de três características fundamentais: composição, estrutura e função. Composição descreve a individualidade e variedade de elementos, tais como unidades de uso da terra ou espécies dentro de uma região. Estrutura, refere-se ao arranjo ou a construção de unidades,

a distribuição de elementos e sua relação uns com os outros. Função, abrange todos os processos, tais como tendências demográficas, ciclos de material ou distúrbios (LIPP, 2009).

A partir do processamento das imagens de satélite, identifica-se alterações na dinâmica da paisagem na BH do Itapecuru, decorrentes da ocupação desordenada do alto ao baixo curso, que se configuram em diferentes modelos (Mapa 2). Ressalta-se que a fragmentação e destruição de áreas de florestas, decorrentes do aumento de áreas de pastagens, de cultivos agrícolas (principalmente monoculturas) e da expansão urbana influenciaram diretamente a perda de habitat e, conseqüentemente, o isolamento e diminuição da oferta de recursos.

Mapa 2 - Mapa de uso e ocupação da Bacia do rio Itapecuru  
1990, 2000 e 2016



Fonte: Elaborado pelos autores

A partir de 1990, passa-se a identificar ampliação das mudanças socioeconômicas em diversas regiões do Maranhão, como resultado da instalação de grandes empresas como VALE, ALUMAR e SUZANO Papel e Celulose, além da ampliação do agronegócio (soja, eucalipto e criação de bovinos). Com a consolidação desse cenário, nos anos 2000 houve maior dispersão da ocupação principalmente na região entre o baixo e médio curso, com destaque para a faixa entre o município de Itapecuru-Mirim e Coroatá, além de Codó e Caxias. Esse panorama resultou do crescimento da fragmentação da paisagem em escala local e regional, com destaque para ampliação das demandas industriais e do agronegócio, bem como para elevação dos conflitos fundiários e para o abastecimento das cidades. Desse modo, no período analisado entre 1990 e 2016, foi possível notar o largo crescimento da urbanização, mas sobretudo das áreas destinadas as atividades do agronegócio, consolidando a tendência para transição gradual do estrato arbóreo (floresta) para arbustivo e herbáceo (vegetação aberta).

Esse cenário é compatível com o crescimento vertiginoso da produção de grãos e bovinos, fato que projeta amazônica como a principal frente de expansão das atividades agropecuárias brasileiras, associando-se diretamente a intensificação do desflorestamento da região como identificado pelo Ipea (2013).

Com base nas propriedades espaço-temporais dos complexos territoriais, observa-se essa realidade como resultado de ações temporais e espaciais, pois sempre resultam da observação e das ações das pessoas sobre o ambiente ao longo do tempo (RODRIGUEZ et al., 2007). A ampliação da fragmentação da paisagem, é um processo através do qual uma matriz de paisagem é dividida em vários componentes menores e isolados (BATISTELLA et al., 2003). Para

avaliar esse processo, as métricas selecionadas tem por base o conceito de que grandes áreas, devem possuir maior variação ambiental e consequentemente maior biodiversidade (METZGER, 1999).

Infere-se as métricas empregadas para análise, conceitos interdependentes que permitem correlações independente dos fragmentos. Isso possibilita analisar a estrutura da paisagem através da quantificação e qualificação de padrões determinados pelo tipo de uso, mas também pela sua estrutura, ou seja, o tamanho, forma, disposição e distribuição de elementos das paisagens (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparativo percentual de tipos de uso e cobertura da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, 1990 a 2016

Feição	1990 (%)	2000 (%)	2016 (%)
Mata ciliar	21,9	17,3	16,5
Agropastoril	10,7	12,9	14,2
Vegetação aberta	21,9	33,5	45
Floresta	41,1	27,9	17
Solo exposto	3	4,8	1,4
Área edificada	0,7	2,2	5,7

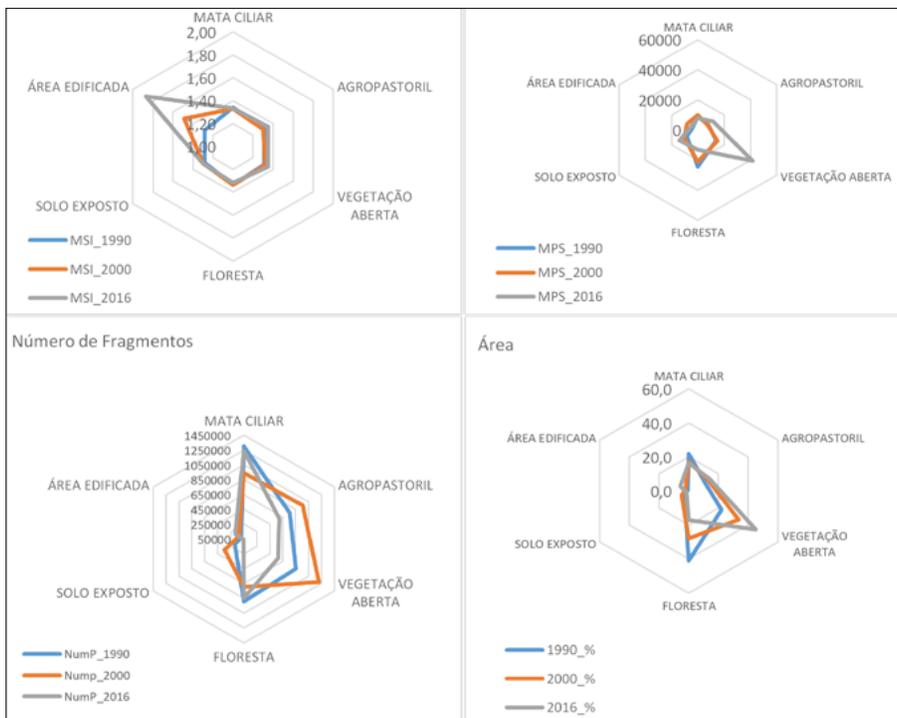
Fonte: Elaborado pelos autores

Destaca-se o crescimento da área coberta por vegetação aberta e por atividades agrícolas e pecuária de aproximadamente 26,6 p.p<sup>1</sup>. Isso significa que por ano cerca de 535 km<sup>2</sup> ou 53,5 mil hectares em média, são convertidas em pastagem ou áreas destinadas a agricultura na BH do rio Itapecuru. Ao mesmo nota-se no período analisado, elevação de 5 p.p de área edificada, enquanto identifica-se redução de 29,5 p.p na área coberta por vegetação arbórea e mata ciliar.

<sup>1</sup> Pontos Percentuais (PPC) é a diferença, em valores, entre duas porcentagens.

A Figura 1 demonstra as alterações nos elementos da paisagem na BH hidrográfica do Itapecuru, comparativamente entre período de 1990 a 2016. No que tange a forma dos fragmentos, observa-se o grau de alteração da região, através da quantificação e mensuração do nível de regularidade/irregularidade dos fragmentos. O índice de forma (MSI) representa a relação perímetro/área do fragmento florestal, está métrica mostra o índice igual a 1 (um) quando todas as manchas forem circulares e aumenta com a crescente irregularidade da forma da mancha. Assim, quanto menor o valor de relação maior será a área do fragmento florestal ou seja, quanto mais recortado e com menos área, maior o valor deste índice (MCGARIGAL; MARKS, 1995; JUVANHOL et al., 2011).

Figura 1 - Métricas da Paisagem da bacia do Itapecuru



Fonte: Elaborado pelos autores

Segundo Vorovencii (2015), está técnica pode ser utilizada para analisar os dados de uso e cobertura da terra em diferentes perspectivas, por ser um indicador sensível da biodiversidade, além de representar a complexidade geométrica da paisagem, especialmente em paisagens transformadas pela agricultura e agropecuária. A partir dos dados processados, observa-se que em geral, tendências à ampliação de fragmentos irregulares, com exceção da cobertura florestal que registrou em 1990 índice de forma de 1,34 e em 2016 de 1,32. Enquanto que o MSI da área edificada se amplia com a expansão da urbanização, ampliando de 1,28 em 1990 para 1,87 em 2016.

Em relação ao MPS (tamanho médio do fragmento), essa métrica resulta da soma do tamanho das manchas dividido pelo número de manchas, enquanto que o NUMP (número de fragmentos) apresenta o número total de manchas na paisagem/classe (JUVANHOL et al., 2011). A correlação destas métricas apresenta uma maior/menor fragmentação ao nível da paisagem, indicando tendências para alterações da cobertura da terra e padrões espaciais que afetam a diversidade ecossistêmica, determinadas principalmente pela fragmentação de pastagens e monoculturas, bem como avanços da urbanização (KNAPP, 2008).

Conforme McGarigal e Marks (1995) paisagens que apresentam menores valores para o tamanho médio de fragmentos, devem ser consideradas como mais fragmentadas. Ressalta-se que quando o MPS aumenta, observa-se uma convergência a homogeneização e quando este diminui há uma maior fragmentação, o que pode ser confirmado com a utilização do NUMP. Ou seja, se há elevação do MPS, existe uma tendência a redução do NUMP.

A partir desse entendimento, quando se analisa especificamente o MPS e NUMP da BH hidrográfica do Itapecuru, observa-se aumento significativo do MPS da vegetação aberta. Ao passo que se registra redução em mesma pro-

porção do tamanho médio dos fragmentos da cobertura florestal e da mata ciliar. Isso demonstra ampliação do isolamento das formações e populações remanescentes, alterações nos fluxos gênicos, intensificação das competições intra e interespecíficas, alterações da estrutura e qualidade de habitats, extinções de espécies e perda de biodiversidade (PRIMACK; RODRIGUES, 2001; PRESSEY et al. 2015).

### **Análise Espaço-Temporal Setorizada da Bacia Hidrográfica do Itapecuru**

As bacias hidrográficas são consideradas como unidades de análise e planejamento ambiental, sendo possível avaliar as ações humanas sobre o ambiente de forma integrada (BOTELHO; SILVA, 2004). No entanto, ressalta-se que atualmente os limites naturais tornam-se dinâmicos e flexíveis e as bacia hidrográficas, passam a constituir um território de vivência, de conflitos e de organização de novas relações sociais (PINHEIRO et al., 2009).

As alterações visualizadas na dinâmica da paisagem da bacia do Itapecuru, demonstram a necessidade de se planejar o ordenamento territorial, bem como otimizar os mecanismos e instrumentos de gestão para a conservação e proteção do ambiente natural e sociocultural. Desse modo, segue-se a análise, seguindo o alto, médio e baixo curso da BH do rio Itapecuru de forma sistêmica.

### **Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Itapecuru**

Conforme Leinz e Amaral (1990), o alto curso das bacias hidrográficas se caracterizam pela sua proximidade as nascentes, sendo mais influenciado pela

velocidade do fluxo das águas do que por seu volume. Nestas áreas, predomina-se atividades erosivas e, portanto, de produção e transporte de sedimentos. A região do alto curso da BH do rio Itapecuru, abrange aproximadamente 14,925 km<sup>2</sup>, representando cerca de 28,1% da bacia hidrográfica. Dividida em 2 sub-bacias (Alpercatas e Alto Itapecuru), abrange área em 14 municípios (Quadro 3). O alto curso, é a região com o menor quantitativo populacional da BH Itapecuru, contabilizando aproximadamente 75 mil habitantes segundo dados do IBGE.

Quadro 3 - Relação de municípios e percentual de abrangência na região do Alto Curso da bacia hidrográfica do Itapecuru

MUNICÍPIOS	%
Colinas	3,2
Fernando falcão	13,4
Formosa da Serra Negra	1,9
Jatobá	0,5
Loreto	3,4
Mirador	55,9
Pastos bons	2,9
Sambaíba	0,7
São Domingos do Azeitão	3,7
São Domingos do Maranhão	0,01
São Félix de Balsas	2,0
São Raimundo das Mangabeiras	2,9
Sucupira do Norte	6,5
Tuntum	3,1

Fonte: Elaborado pelos autores

Esse reduzido contingente populacional no alto curso, ocorre em função da presença de áreas protegidas como o Parque Estadual do Mirador, que ocupa aproximadamente 1/3 do alto curso da bacia do Itapecuru. O presente estudo, identificou relativa contenção dos avanços do agronegócio, com registro de crescimento de área agrícolas de 4,4 p.p, enquanto foi possível identificar decréscimo da cobertura florestal equivalente a 2,4 p.p, entre 1990 e 2016 (Quadro 4).

Quadro 4 - Comparativo percentual de tipos de uso e cobertura da terra no alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, 1990 a 2016

FEIÇÃO	1990 (%)	2000 (%)	2016 (%)
Mata ciliar	17,5	27,2	9,3
Agropastoril	7,9	17,8	12,3
Vegetação aberta	40,9	35,2	41
Floresta	26,7	6,9	24,3
Solo exposto	5,8	0,5	11,8
Área edificada	0,1	0,5	0,7

Fonte: Elaborado pelos autores

Ressalta-se que nos últimos anos vem se acentuando o crescimento do solo exposto de 6 p.p, as margens do rio Alpercatas e Itapecuru, resultando na diminuição de 8,2 p.p da mata ciliar no período analisado. Isso é originário da abertura de áreas para construção de moradias e áreas lazer (bares), as margens do rio (Figura 2).

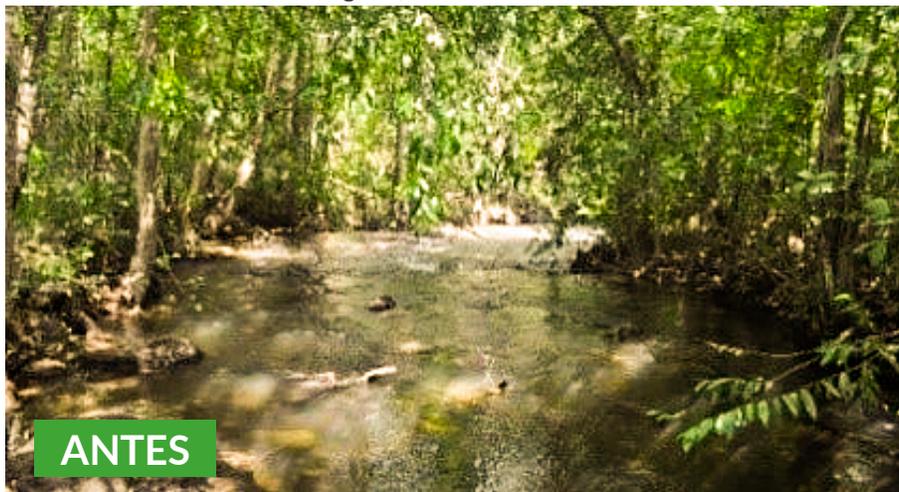
Figura 2 - Bares as margens do rio Alpercatas, Mirador – MA



Fonte: IMESC (2017)

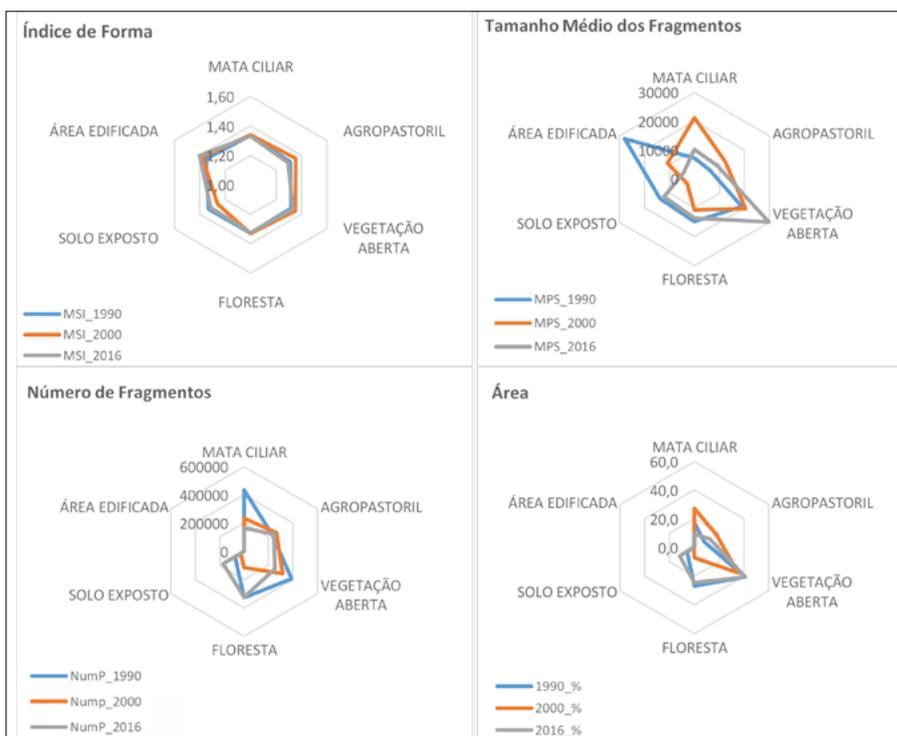
Outro aspecto que possibilita essa redução da mata ciliar, é o avanço de áreas destinadas a criação de bovinos, o que compromete consideravelmente a qualidade hídrica local. Abaixo na Figura 3, apresenta-se o estado do leito rio Itapecuru, antes e depois da utilização das águas do rio pelo gado das fazendas locais.

Figura 3 - Alteração da turbidez do leito do rio Itapecuru, ocasionado pelo gado, Mirador - MA



A partir dos dados processados, observa-se que o MSI demonstra redução dos fragmentos irregulares, com exceção dos fragmentos de área edificada, registrando em 1990, índice de forma de 1,35 e em 2016 de 1,40, o menor MSI deste tipo de feição identificado ao longo da BH (Figura 4).

Figura 4 - Gráfico de Métricas da Paisagem do alto curso da Bacia do Itapecuru, 1990, 2000 e 2016



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Referente ao tamanho médio e número dos fragmentos, observa-se redução significativo do MPS e aumento do número de fragmentos da cobertura florestal, demonstrando que mesmo com a conservação da área com a presença de florestas, a região vem passando por transformações constantes. Outro aspecto a destacar é o significativo aumento do MPS e do NUMP dos fragmentos com área edificada e vegetação aberta, resultado do avanço das áreas destinadas a agricultura extensiva e da consolidação de povoados as margens do rio Alpercatas e Itapecuru (Figura 5).

Figura 5 - Plantação de Cana no alto curso do Itapecuru, São Raimundo das Mangabeiras - MA



Fonte: IMESC (2017)

Assim como Santos e Martins (2018), constata-se que a difusão da agricultura extensiva e monoculturas as margens de grandes rios, se justifica devido à possibilidade de mecanização das lavouras e o acesso às fontes hídricas. Atualmente, extensas áreas dos interflúvios são utilizadas para agricultura comercial, para atender a demanda internacional atualmente, complexificando a preservação dos patrimônios biológicos do cerrado nas áreas de bacias.

Destaca-se que o PE do Mirador, se tornou uma fronteira agrícola para fazendeiros e empresários, tendo em vista que a região centro sul do Estado, possui solo favorável ao desenvolvimento das atividades ligadas ao agronegócio. Na região, identifica-se formação geológica Mosquito, esse tipo de formação, possui composição formada por basalto que resulta em solo argiloso e eutrófico com argila 2 para 1. Essa composição possibilita alta rentabilidade para agricultura de soja, cana, milho e eucalipto.

É importante frisar que o nível de restrições de uso do Parque Estadual do Mirador, possibilitou a contenção dos avanços das atividades do agronegócio na região, o que amplia a resiliência e conservou as práticas socioculturais da comunidade local.

### Médio Curso da Bacia Hidrográfica do Itapecuru

O médio curso de uma bacia hidrográfica se caracteriza por menor declividade em relação ao alto curso, o que implica na diminuição da velocidade do fluxo das águas, ocasionando a maior deposição de fragmentos e consequentemente alteração da configuração do vale, decorrente do processo de deposição e erosão (LEINZ; AMARAL, 1990). A região do médio curso da BH do rio Itapecuru, abrange aproximadamente 26,110 km<sup>2</sup>, representando cerca de 49,2% da bacia hidrográfica. Dividida em 8 sub-bacias (Rio Corrente, Rio Pacumã, Itapecuruzinho, Riacho Pra Que, Riacho Douradinho, Rio Limpeza, Riacho Riachão e Rio Codozinho), abrangendo área em 29 municípios (Quadro 5).

Quadro 5 - Relação de municípios e percentual de abrangência na região do médio curso da bacia hidrográfica do Itapecuru

MUNICÍPIOS	%
Aldeias Altas	1
Buriti Bravo	6,1
Capinzal do Norte	1,7
Caxias	13
Codó	12
Colinas	5,8
Coroatá	0,2
Dom Pedro	1,2
Fortuna	2,7
Gonçalves Dias	3,3
Governador Archer	1,7
Governador Eugênio Barros	3,1
Governador Luiz Rocha	1,4
Graça Aranha	1
Jatobá	2,3
Lagoa do Mato	4
Matões	5,4
Mirador	0,4
Paraibano	2
Parnarama	11
Passagem Franca	5,2
Pastos Bons	2,4
Peritoró	0,2
Santo Antônio dos Lopes	0,2
São Domingos do Maranhão	4,4
São Francisco do Maranhão	0,2
São João do Soter	5,5
São João dos Patos	1
Senador Alexandre Costa	1,6

Fonte: Elaborado pelos autores

A região do médio curso, possui o maior quantitativo populacional do Itapecuru, contabilizando, aproximadamente, 690 mil habitantes segundo dados do IBGE.

No médio curso do rio Itapecuru, grande parcela da população residente na bacia, localiza-se nos municípios de Caxias, Codó e Coroatá, com sedes localizadas as margens do rio. Essa realidade é influenciada pela dinâmica do agronegócio e implantação de grandes empresas industriais, que acabam por resultar no crescimento da vegetação aberta e áreas urbanizadas de, aproximadamente, 32,3 p.p. Enquanto identifica-se no período analisado, redução de 36,2 ppc da cobertura florestal e mata ciliar ao longo do médio curso (Quadro 6).

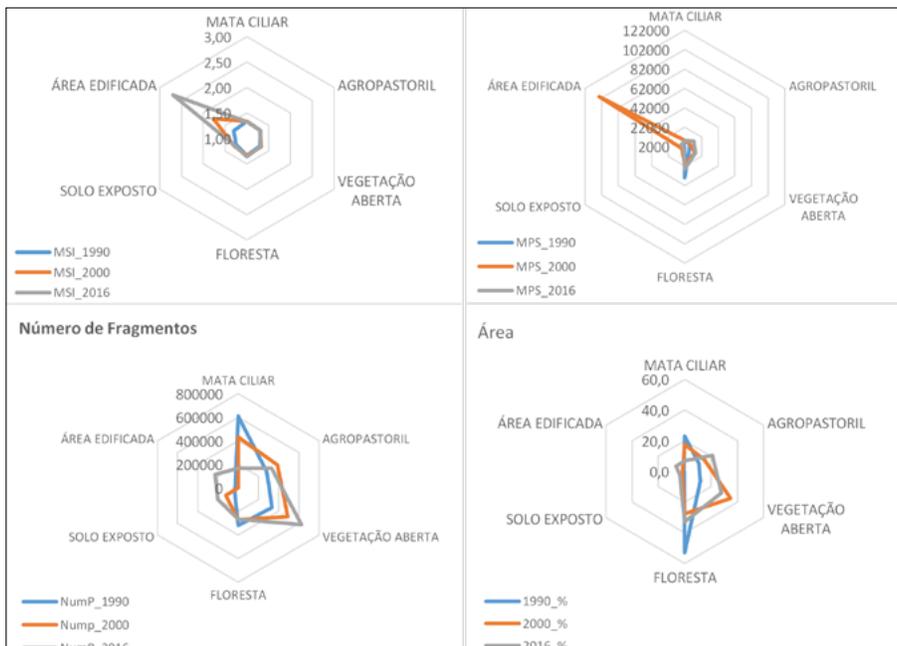
Quadro 6 - Comparativo percentual de tipos de uso e cobertura da terra no médio curso da bacia hidrográfica do Rio Itapecuru, 1990 a 2016

FEIÇÃO	1990 (%)	2000 (%)	2016 (%)
MATA CILIAR	23	17,6	6,9
AGROPASTORIL	10,8	14,9	21,1
VEGETAÇÃO ABERTA	12	34,8	27,9
FLORESTA	52,9	27,6	32,8
SOLO EXPOSTO	0,4	1,9	3,8
ÁREA EDIFICADA	0,6	1,6	6,7

Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 6 a seguir, apresenta as alterações nos elementos da paisagem no médio curso do Itapecuru, entre o período de 1990 a 2016. A partir dos dados processados, observa-se que o MSI demonstra avanços de fragmentos irregulares, com destaque para área urbanizada que registrou em 1990 índice de forma de 1,30 e em 2016 de 2,70. No mesmo período, também foi identificado elevação do MSI da cobertura florestal de 1990 com 1,34, para 1,36 em 2016.

Figura 6 - Métricas da Paisagem do médio curso da Bacia do Itapecuru, 1990, 2000 e 2016



Fonte: Elaborado pelos autores

No que tange ao tamanho médio e número dos fragmentos, observa-se redução significativa do MPS e aumento do número de fragmentos da cobertura florestal, demonstrando aumento da fragmentação de áreas com vegetação de menor porte, em decorrência do avanço das áreas destinadas a pastagem, principalmente as margens dos afluentes do Itapecuru, o que amplia o assoreamento do leito e diminui a vazão do rio. Destaca-se também o aumento do tamanho médio dos fragmentos com área edificada, demonstrando avanços da urbanização as margens do curso principal e afluentes (Figura 7 e 8).

Figura 7 - Ocupações as margens do rio Itapecuru, Caxias - MA



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 8 - Indústria e queimada as margens do rio Itapecuru, Caxias – MA



Fonte: IMESC/UFMA (2017)

## Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Itapecuru

O baixo curso é a parcela do sistema fluvial onde há a coexistência de processos fluviais e marinhos, situação esta que pode gerar um ambiente estuarino. Observa-se grandes variações espaciais devido à oscilação das marés e da descarga de água doce. O princípio básico que rege a dinâmica de circulação em um estuário, é a diferença de densidade entre as águas (originária da salinidade) e os gradientes de pressão criados pela maré (CAMPO, 2002).

O baixo curso da bacia do rio Itapecuru, abrange aproximadamente 12,090 km<sup>2</sup>, representando cerca de 22,7% da bacia hidrográfica. Dividida em 7 sub-bacias (Baixo Itapecuru; rio Peritoró; Igarapé Ipiranga; Igarapé Jundiá; rio Cachimbo; rio Gamaleira e rio Pirapemas), abrangendo área em 26 municípios e contabilizando aproximadamente 500 mil habitantes segundo dados do IBGE (Quadro 7).

Quadro 7 - Relação de municípios e percentual de abrangência na região do baixo curso da bacia hidrográfica do Itapecuru

MUNICÍPIOS	%
Aldeias Altas	9,6
Alto Alegre do Maranhão	3,2
Bacabal	0,5
Bacabeira	0,8
Cantanhede	6,4
Capinzal do Norte	2,3
Caxias	1,3
Codó	6,3
Coroatá	18,2
Itapecuru Mirim	9,2
Lima Campos	0,1
Matões do Norte	5,5
Miranda do Norte	2
Peritoró	6,3
Pirapemas	5,7
Rosário	5,2
Santa Rita	3,6
São Luís Gonzaga do Maranhão	2
São Mateus	2,3
Timbiras	8,1
Vargem Grande	1,4

Fonte: Elaborado pelos autores

O baixo curso do rio Itapecuru, por abranger grande parcela da Região Metropolitana da Grande São Luís (Lei Complementar Estadual N° 174/2015), vem notadamente passando por grandes transformações, principalmente nos últimos 20 anos. Ressalta-se que a previsão é de ampliação dessas alterações, com a presença e a possibilidade de instalação de grandes projetos industriais (Complexo Siderúrgico, Refinaria de Petróleo e Complexo Industrial).

A partir dos dados processados, observa-se o crescimento da área coberta por vegetação aberta e áreas urbanizadas de, aproximadamente, 28,3 p.p. Ao passo que nota-se no período analisado, redução de 24,9 p.p na área coberta por vegetação arbórea e mata ciliar (Quadro 8).

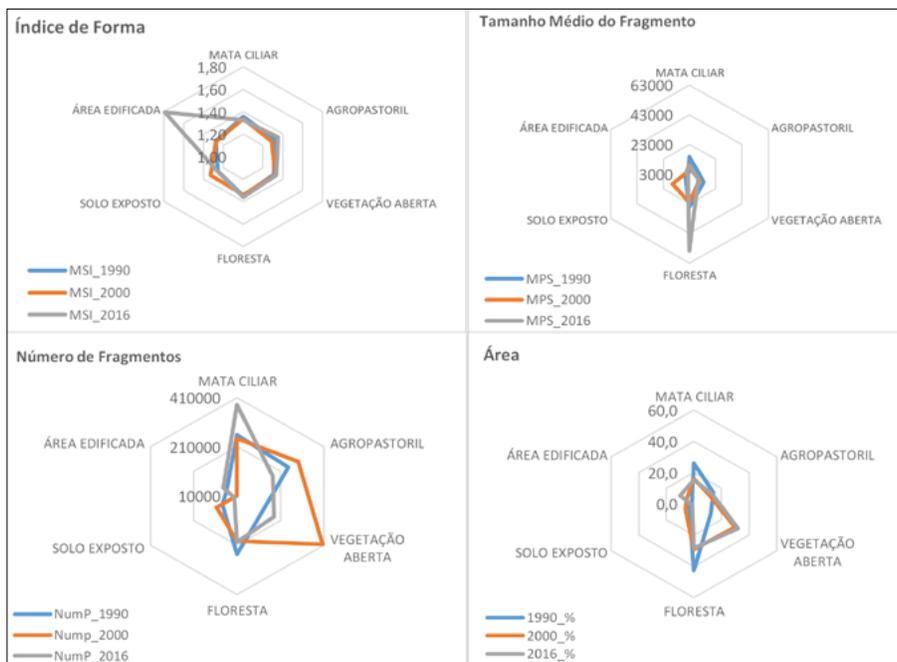
Quadro 8 - Relação de Municípios e Percentual de Abrangência na Região do Baixo Curso na Bacia Hidrográfica do Itapecuru

FEIÇÃO	1990 (%)	2000 (%)	2016 (%)
MATA CILIAR	26,0	16,2	15,3
AGROPASTORIL	14,2	11,1	13
VEGETAÇÃO ABERTA	12,2	29,7	31,7
FLORESTA	42,4	29,1	28,2
SOLO EXPOSTO	3,2	6,4	1
ÁREA EDIFICADA	1,5	5,4	10,3

Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 9 ilustra as alterações nos elementos da paisagem no baixo curso do Itapecuru, entre o período de 1990 a 2016. A partir dos dados processados, o MSI demonstra tendências à ampliação de fragmentos irregulares, com exceção da área preenchida por mata ciliar que registrou em 1990 índice de forma de 1,36 e em 2016 de 1,33. Enquanto que o MSI da área edificada se amplia com a expansão da urbanização, elevando de 1,28 em 1990 para 1,79 em 2016. Esse padrão também foi identificado nos fragmentos de áreas agrícolas e reconhecidos como vegetação aberta, que passaram a registrar em 2016, MSI de 1,35 e 1,33, respectivamente.

Figura 9 - Métricas da Paisagem do Baixo curso da Bacia do Itapecuru nos anos de 1990, 2000 e 2016



Fonte: Elaborado pelos autores

Relativo ao tamanho médio e quantitativo dos fragmentos. Observa-se redução significativo do MPS e aumento do numero de fragmentos da vegetação aberta, demonstrando aumento da fragmentação de áreas com vegetação de menor porte, em decorrência do aumento da área destinada a plantações e pasto. Destaca-se também o aumento do tamanho médio dos fragmentos florestais e redução do números de fragmentados. Isso demonstra ampliação da homogeneização da vegetação arbórea, mesmo com a considerável redução da sua área de abrangência. O mesmo não ocorre com a mata ciliar no baixo curso do Itapecuru, nota-se tanto a sucessiva redução da área de abrangência e do MPS, quanto o aumento significativo dos fragmentos desta feição.

A consolidação desse sistema de causa e efeito conforme WALZ (2011), está interligada ao tipo de uso da terra, padrão, nível de isolamento e fragmentação da paisagem. Esses fatores são cruciais para a conservação da diversidade biológica, haja vista que o aumento do grau de urbanização (ampliação de proporções e tamanhos de assentamentos, além de fluxo de pessoas e veículos) correlaciona-se, diretamente com a supressão da vegetação das margens, aumento do assoreamento e diminuição da balneabilidade dos rios (Figura 10).

Figura 10 - Ocupação as margens do Rio Itapecuru, município de Itapecuru – Mirim/MA



Fonte: IMESC/UFMA (2017)

De acordo com Meyer et al. (2015), essas mudanças no uso da terra, causadas pela demanda de terras para especulação imobiliária e grandes projetos habitacionais e agroindustriais, são atualmente vistas como uma das principais causas da perda contínua de diversidade biológica em todo o mundo.

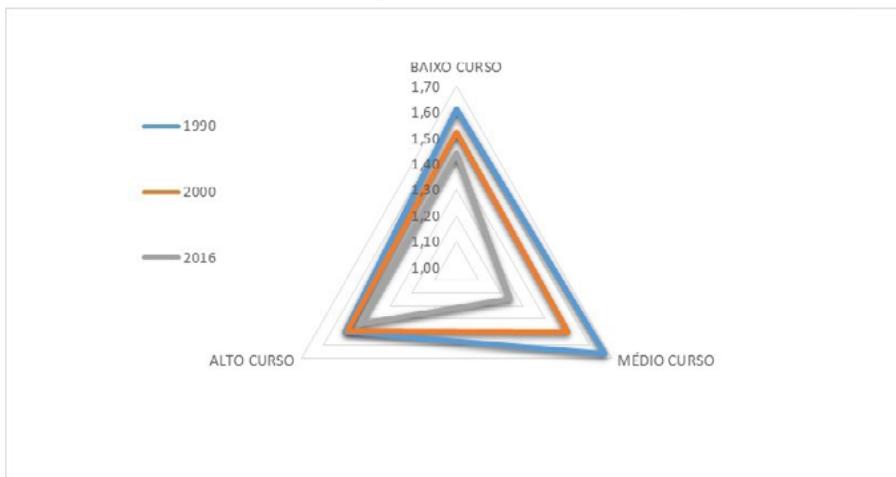
## Índice de Diversidade Shannon

Como visualizamos no desenvolvimento do estudo a dinâmica territorial vigente no Maranhão, transforma as áreas em habitats fragmentados, o que representa grande ameaça para a biodiversidade do Estado. Entre as métricas utilizadas para mensurar essas transformações, utilizou-se no presente estudo o Índice de Diversidade Shannon - SHDI. Esta métrica representa o número de diferentes classes na paisagem, sendo que o valor do índice é igual a 0, quando se tem apenas um fragmento na paisagem e aumenta de acordo com o número de classes e fragmentos na paisagem e a sua distribuição, quanto maior o valor deste índice, maior a diversidade de formas e classes na paisagem (ROSSI et al., 2008).

Dessa forma o SHDI mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um fragmento escolhido, ao acaso, de uma amostra com S espécies e N fragmento. Quanto menor o valor do índice, menor o grau de incerteza e, portanto, a diversidade da amostra é baixa. Esse índice é calculado por meio da fórmula onde  $p_i$ : frequência de cada espécie, para  $i$  variando de 1 a S (Riqueza) (URAMOTO, 2005; GORENSTEIN, 2009).

Essa métrica quantifica a composição da paisagem. Estas medidas de diversidade são influenciadas por 2 componentes - riqueza e uniformidade. Riqueza refere-se ao número de tipos de fragmentos presentes; Uniformidade refere-se à distribuição de área entre os diferentes tipos. Riqueza e regularidade são geralmente referidos como componentes composicionais e estruturais da diversidade, respectivamente (MCGARIGAL; MARKS, 1995). A Figura 11 representa as alterações no nível de diversidade do baixo, médio e alto curso do Itapecuru, entre o período de 1990 a 2016.

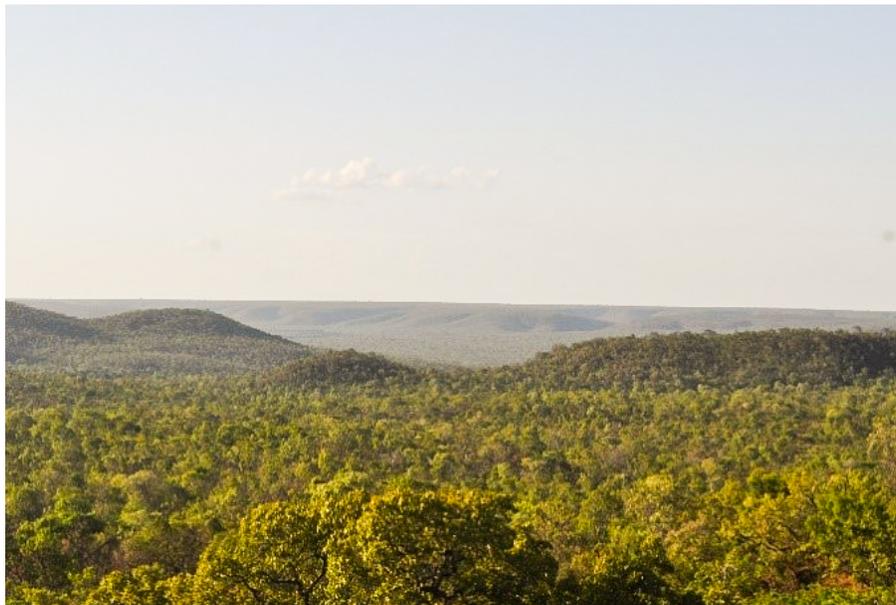
Figura 11 - Índice de Diversidade Shannon por curso da Bacia Hidrográfica do Itapecuru



Fonte: Elaborado pelos autores

A série temporal analisada, apresenta um cenário de redução da diversidade do alto ao baixo curso da bacia hidrográfica do Itapecuru. Referente ao alto curso, identifica-se menor alteração do SHDI. Em 1990, registra-se índice Shannon de 1,50, enquanto em 2016 o SHDI reduziu para 1,44. A maior preservação da diversidade local, ocorre pela influência do Parque Estadual do Mirador, que apesar de não possuir instrumentos planejamento e gestão como plano de manejo e conselho gestor (o que impede a ampliação do nível de efetividade da unidades), a unidade de conservação possui papel fundamental na contenção dos avanços do agronegócio na região, mesmo com a presença de diversas nascentes do rio Alpercatas e Itapecuru, localizadas fora de seus limites (Figura 12).

Figura 12 - Vista parcial da cobertura florestal do Parque Estadual do Mirador



Fonte: IMESC (2017)

No médio curso, observa-se a maior redução do SHDI identificada entre os cursos da BH do rio Itapecuru. Em 1990, o índice de forma registrou 1,67, reduzindo significativamente em 2016, alcançando 1,24 de SHDI. Esse resultado, é originário da expansão de assentamentos e das atividades do agronegócio as margens dos rios na região oeste do Estado. A conversão da paisagem originária, em áreas com vegetação esparsadas para pastagem e produção agrícola em larga escala as margens de importantes afluentes do rio Itapecuru, como Codozinho, Pacumã e Correntes, influencia não só a redução da diversidade, como atinge diretamente a vazão e abastecimento de toda a bacia hidrográfica (Figura 13).

Figura 13 - Fazenda no médio curso do rio Itapecuru, Codó – MA



Fonte: IMESC/UFMA (2017)

A região do baixo curso em 1990 registrava SHDI de 1,61, já em 2016 reduziu o índice de diversidade shannon para 1,44. Essa redução da diversidade identificada no baixo curso, tem como principal vetor o avanço da urbanização que se espalha seguindo a malha viária das rodovias federais, estaduais e municipais as margens do rio Itapecuru.

O panorama supracitado, demonstra os impactos na biodiversidade decorrentes da fragmentação da paisagem ao longo da bacia, que influenciam diretamente a diminuição e até mesmo a extinção de diversas espécies. Araújo (2004) e Voronecii (2015), demonstram que tais alterações nos padrões de migração e dispersão dos organismos, levam a redução no tamanho das populações de espécies endêmicas e ampliação da intrusão de espécies exóticas.

As discontinuidades e a fragmentação florestal como identificado ao longo da bacia do rio Itapecuru, alteram a dinâmica da paisagem e aumentam a suscetibilidade ambiental destas áreas. A presente pesquisa, demonstra que esse processo se origina principalmente do avanço da urbanização, especulação imobiliária, conversão de florestas em pastagem e aumento da exploração mineral e vegetal legal e ilegal.

A partir das métricas de área, forma, densidade, tamanho e diversidade, observa-se uma tendência ao aumento da fragmentação. Os resultados referentes à fragmentação da paisagem identificados, são comparáveis com os resultados de outras áreas, onde a fragmentação está aumentando independentemente do ganho ou perda de floresta como apresentado em Bracchetti et al. (2011); Martinez del Castillo et al. (2015) e Voronecii (2015) e Masullo et al. (2018).

Neste contexto, há um consenso crescente de que o nível da paisagem é a escala mais importante para a gestão dos recursos naturais e para o maior monitoramento e controle do território. As ações ligadas ao planejamento, portanto, devem se concentrar no desenvolvimento de um mosaico funcional de habitats interligados como uma rede ecológica associada a diferentes escalas (WALZ, 2011).

## Considerações Finais

Conforme Bertrand (2004) a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados, mas sim o resultado da combinação dinâmica, dos elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Diante das inúmeras atividades que produzem e ao mesmo tempo reproduzem a paisagem, faz-se necessário refletir sobre estratégias de planejamento, gestão e conservação do patrimônio natural e cultural. Observa-se nas bacias hidrográficas, a possibilidade de construir um importante instrumento de planejamento e ordenamento territorial em um contexto regional, conforme expõe a Lei Federal N° 9.433/1997 (Lei das Águas).

Os elementos como os apresentados na presente pesquisa, devem ser desenvolvidos por instituições com interdependência, que demonstrem a interação entre os processos naturais, sociais, culturais e econômicos em diferentes escalas temporais e espaciais. Dessa forma, busca-se auxiliar na otimização do planejamento e efetivação de políticas públicas, através do fomento e emprego de técnicas e abordagens metodológicas capazes de demonstrar não só a evolução, mas apontar os mecanismos necessários para tanto.

Em suma, o estudo observa dinâmicas territoriais distintas no alto, médio e baixo curso do rio, com o avanço das tensões e alterações na dinâmica da paisagem. De acordo com os resultados dos produtos oriundos de imagens de satélite e dos levantamentos de campo, pode-se notar que, no alto curso, diferentemente do baixo e médio curso, notam-se menos atividades antrópicas, devido as restrições de uso referente ao Parque Estadual do Mirador.

O setor do médio curso, apresentou um crescente índice de ação antrópica na área, com o uso intensivo do solo. Isso ocorre em parte pela agricultura através das atividades de pecuária e monocultura, seguida pela ocupação urbana as margens dos afluentes. Por fim, o setor do baixo curso apresenta um relevo aplainado com avanço constante da urbanização, originário da grande demanda hídrica crescente, resultante do setor industrial e dos habitantes da Região Metropolitana da Grande São Luís, que demandam cada vez mais o uso dos recursos hídricos.

Para ampliar o entendimento da dinâmica da paisagem da BH do Itapecuru, é preciso desenvolvermos estratégias de manejo mais flexíveis. Nesse sentido, abaixo recomenda-se avanços necessários de cunho institucional, para que viabilize a ampliação do nível de proteção do ecossistema, sem tolher o desenvolvimento socioeconômico:

- Elaborar e implementar o Plano de Bacia Hidrográfica do rio Itapecuru;
- Criar o Comitê da Bacia Hidrográfica do Itapecuru, com grantia da representatividade de todas as sub-bacias hidrográficas;
- Implementar e/ou fortalecer os demais instrumentos da Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, tais como: o enquadramento dos corpos d'água em classes, outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos, cobrança pelo uso dos recursos hídricos e o sistema de informações sobre os recursos hídricos;
- Realizar censo para identificação e cadastro de usos e usuários dos recursos hídricos;
- Avaliar integração das demandas de recursos hídricos, considerando os planos e programas governamentais, os projetos dos setores público e privado e a capacidade de suporte e vazão ecológica do rio Itapecuru;

- Fortalecer as ações de fiscalização e monitoramento aplicadas aos empreendimento/usuários dos recursos hídricos da bacia;

Nesse contexto, recomenda-se que a gestão da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, adote as características e diretrizes do Plano Nacional de Recursos Hídricos, alcançando caráter multisetorial, transversal e multidimensional, com o intuito de abranger todo o território da bacia, com diferenciação por sub-bacia hidrográfica.

Na esfera do planejamento da BH do Itapecuru, sugere-se que o mesmo contenha as três categorias definidas por Silva et al. (2015): planejamento setorial (econômico e social), planejamento ambiental (a partir dos potenciais e limitações físico-naturais) e planejamento territorial (adequação de usos do espaço).

Por fim, acredita-se que os resultados obtidos através da metodologia desenvolvida, destaca não só as alterações no uso e cobertura da terra, como também expõe o estado atual e os problemas com os quais a gestão dos recursos hídricos no Maranhão têm de lidar, demonstrando que as medidas de ordenamento territorial, devem ser repensadas para que se otimize o planejamento e a gestão em escala regional e local.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. A. R. **Subsídios para o planejamento do sistema estadual de unidades de conservação: tamanho, representatividade e gestão de parques em Minas Gerais.** Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. Belo Horizonte, 2004. 253 p.
- BATISTA, M. T. F. **Modelação geográfica em processos de caracterização e avaliação da paisagem numa perspectiva transfronteiriça.** Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente)- Universidade de Évora, 2014.
- BATISTELLA, M.; ROBESON, S.; MORAN, E. F. Settlement design, forest fragmentation, and landscape change in Rondônia, Amazonia. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 69, n. 7, p. 805–812. 2003.
- BERTRAND; Georges. Paisagem e geografia física global: Esboço metodológico. **R. RA´E GA**. n. 8, Curitiba: Editora UFP, 2004. p. 141-152.
- BOTELHO, R. G. M.; DA SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- CAMPOS, E. V. M. **O assoreamento do baixo curso do rio de contas: uma abordagem hidráulica e sedimentológica.** Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal da Bahia Instituto de Geociências, 2002. 77 p.
- CASTRO JÚNIOR, E.; COUTINHO, B. H.; FREITAS, L. E. Gestão da Biodiversidade e áreas protegidas. In: GUERRA, A. J.; COELHO, M. C. N. (Orgs). **Unidades de Conservação: abordagens e características geográficas.** Bertrand Brasil, Rio de Janeiro. 2009. p. 25 – 66.
- D´IAZ, M. E. et al. Global Geosites: an active and partially achieved geoh heritage inventory initiative, waiting to regain official recognition. In: CORN´EE, A. et al. (Eds.). **Actes du Congres International.** Les Inventaires du G´eopatri moine. M´emoire hors-s´erie de la Soci´et´e geologique de France, Toulouse, 2015. p. 103-108.

FANTINEL, R. A. et al. Técnicas de Sensoriamento Remoto Aplicadas ao Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra no Arroio Capão, São Gabriel – RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 5, n. 5, p. 917 - 925, 2012.

GORENSTEIN, M. R. **Diversidade de espécies em comunidades arbóreas: aplicação de índices de distinção taxonômica em três formações florestais do Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009. 146 p.

IPEA. **Texto para discussão**: a agropecuária na região norte: oportunidades e limitações ao desenvolvimento, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

JUVANHOL, R. S. et al. Análise Espacial de Fragmentos Florestais: caso dos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul. Estado do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**. v. 18., n. 4. p. 353-36. 2011.

KNAPP, S. et.al. Do protected areas in urban and rural landscapes differ in species diversity? **Biodivers Conservation**. 2008. p. 1595–1612.

LAMBIN, E. F.; MEYFROIDT, P. Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change. **Land Use Policy**. n. 27. 2010. p. 108–118.

LEITE, V. R. A. **Análise da efetividade de unidades de conservação para proteção de ecossistemas localizados em paisagens fragmentadas e sob intensa pressão antrópica no bioma da Mata Atlântica**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2015. 155 p.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. **Geologia Geral**. 11. ed. São Paulo: Editora Nacional, 1990. 399p.

MACROZEE. **Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão**. Embrapa Monitoramento de Satélite, São Luís, 2013.

MARION, F. A. et al. Análise de modelos digitais de elevação para modelagem do relevo no município de Francisco Beltrão – PR. **Rev. Geogr. Acadêmica**, v.9, n. 2, 2015.

MARTINEZ DEL CASTILLO, E. et. al. Evaluation of forest cover change using remote sensing techniques and landscape metrics in Moncayo Natural Park (Spain). **Applied Geography**, n. 62, p. 247–255. 2015.

MASULLO, Y. A. M. et al. O passado e o presente das unidades de conservação do Maranhão, Brasil. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 19, n. 66. 2018. p. 250-268.

MINAYO, M. C. S. et al. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 16 ed. Ed. Vozes. Petrópolis. 2000.

MCGARIGAL, K.; MARKS. B. J. **Fragstats Spatial Pattern Analysis Program For Quantifying Landscape Structure**. Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis. 1995.

MELLO; K.; TOPPA, R. H.; LEITE, E. C. **Priority Areas For Forest Conservation In An Urban Landscape At The Transition Between Atlantic Forest And Cerrado**. CERNE, 2016.

MEYER, S. R. et al. An analysis of spatio-temporal landscape patterns for protected areas in northern New England: 1900–2010. **Landscape Ecol**, v. 30, p. 1291–1305. 2015.

MARION, F. A.; SANTOS, E. B.; HENDGES, E. R. Análise de modelos digitais de elevação para modelagem do relevo no município de Francisco Beltrão – PR. **Rev. Geogr. Acadêmica**, v.9, n.2. 2015.



METZGER, J. P. Estrutura da Paisagem e Fragmentação: Análise Bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 71, p. 445-462, 1999.

NASCIMENTO, I. S. et. al. Avaliação da exatidão dos classificadores Maxver e Iso Cluster do software Arc Gis for Desktop, Com Uso de Imagem Landsat 8 do Município de Cáceres/MT. **Revista Continentes**, ano 5, n. 8, p. 48-62, 2016.

PINHEIRO, M. R. C. et al. Geoprocessamento aplicado à gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Macaé-RJ. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. INPE. Natal, RN. 2009. p. 25 – 30.

PRESSEY, R. L.; VISCONTI, P.; FERRARO, P.; J. Making parks make a difference: poor alignment of policy, planning and management with protected-area impact, and ways forward. **Phil. Trans. R. Soc**, v. 370, n. 1681, p.1-19, 2015.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: Editora Planta, 2001. 327 p.

ROSSI, P. et al. Coupling indicators of ecological value and ecological sensitivity with indicators of demographic pressure in the demarcation of new areas to be protected: The case of the Oltrep`o Pavese and the Ligurian-Emilian Apennine area (Italy). **Landscape and Urban Planning**, v. 85, n. 1 p. 12–26, 2008.

RODRIGUEZ, J. M. M. et al. **Geocologia da paisagem: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: EDUFC, 2007. 222 p.

SAITO, N. S. et. al. Geotecnologia e Ecologia da Paisagem no Monitoramento da Fragmentação Florestal. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 2, p. 201-210, 2016.

SANTOS, D. A. R.; MORAIS, F. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Lago Verde como subsídio à compartimentação do relevo da região de Lagoa da Confusão – TO. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 4, p. 617-629, 2012.



SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M.; CABO, A. R. Educação ambiental aplicada ao planejamento e gestão de bacias hidrográficas. **Revista Geo-Amazônia**, Belém, v. 3, n. 6, p. 110 - 120, 2015.

URAMOTO, K. et. al. Análise Quantitativa e Distribuição de Populações de Espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. **Revista Neotropical Entomology**, v.34, n.1, p. 033-039. 2005.

VOROVENCII, I. **Quantifying landscape pattern and assessing the land cover changes in Piatra Craiului National Park and Bucegi Natural Park, Romania, using satellite imagery and landscape metrics**. Springer International Publishing. Switzerland, 2015.

WALZ, U. Landscape Structure, Landscape Metrics and Biodiversity. **Living Rev. Landscape Res.**, v. 5, n. 3, p. 5-35, 2011.

# Avaliação Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Itapecuru

Leonardo Silva Soares

Bruno Neves Martins

Yáta Anderson Gonzaga Masullo

Arkley Marques Bandeira

Antonio Carlos Leal de Castro

Edson Vicente da Silva



# Avaliação Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Itapecuru, MA

Leonardo Silva Soares

Bruno Neves Martins

Yata Anderson Gonzaga Masullo

Arkley Marques Bandeira

Antonio Carlos Leal de Castro

Edson Vicente da Silva

Na literatura existem diferentes perspectivas conceituais que definem o termo “bacia hidrográfica”. A abordagem geomorfológica, predominante nas primeiras concepções, associa tal definição em função das características quantitativas e morfométricas. Por exemplo, para Christofolletti (1980), a bacia hidrográfica constitui uma área drenada por um conjunto de rios de ordem secundária convergindo para o rio principal, sendo delimitada pelo divisor de água, que é representado pelos pontos mais elevados do relevo que separam as bacias adjacentes.

Em relação aos parâmetros morfométricos para a análise de bacias hidrográficas, Christofolletti (1980) afirma que estes são divididos em três classes, sendo: linear, zonal e hipsiométrica. Os indicadores da classe linear estão associados à rede de drenagem e ao seu arranjo espacial dentro da bacia. Os zonais indicam as relações entre a rede de drenagem e sua combinação na bacia e na maioria das vezes, representados em relação à área da bacia. Por fim, os hipsométricos que demonstram a tridimensionalidade da bacia, ao incluir a variação altimétrica. Os principais índices morfométricos descritos na literatura estão apresentados a seguir no Quadro 1.

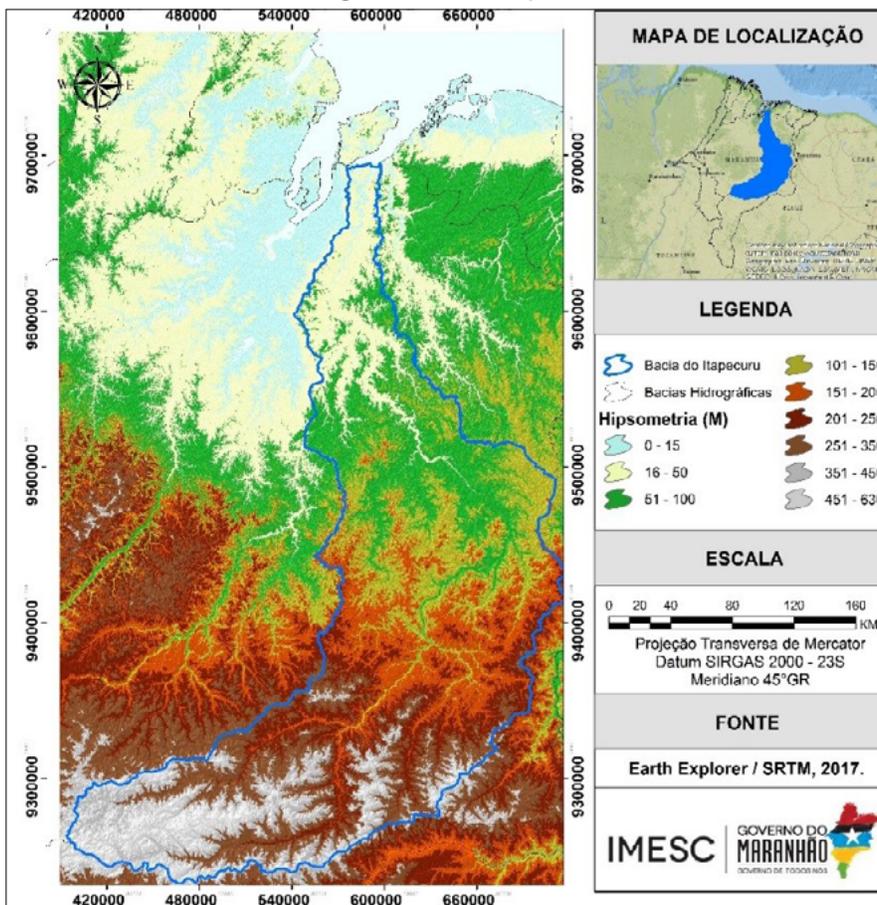
Quadro 1 - Principais índices morfométricos descritos na literatura para caracterização morfométrica de bacias hidrográficas

Parâmetros morfométricos	Definição
Hierarquia fluvial	Índices que expressam a classificação da ordenação dos canais fluviais dentro de uma bacia hidrográfica.
Relação de bifurcação	Razão entre o número total de canais de certa ordem e o número total de canais de ordem imediatamente superior, cujos valores, dentro de uma mesma bacia, devem ser constantes e jamais inferior a 2.
Relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem	Relaciona o comprimento médio dos canais de determinada ordem com o comprimento médio dos canais de ordem imediatamente inferior.
Comprimento do canal principal	Apresenta o comprimento total do maior canal fluvial de uma bacia hidrográfica.
Relação entre os gradientes dos canais	Relacionando a declividade média dos canais de cada ordem com a declividade dos canais de ordem imediatamente superior.
Sinuosidade do canal principal	Define a relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial entre os pontos extremos do canal.
Índice de circularidade	Relaciona a área da bacia com área de um círculo que tenha o perímetro idêntico ao da bacia considerada.
Densidade hidrográfica	Estabelece a relação entre o número de cursos d'água e a área de uma dada bacia.
Densidade de drenagem	Descreve a relação entre o comprimento total ou ordem hierárquica dos canais de drenagem e a área de drenagem.
Relação entre as áreas das bacias	Estabelece a relação do tamanho médio das bacias para cada um dos canais de uma determinada ordem e as bacias de ordem sucessivamente inferior.
Coefficiente de manutenção	Razão inversa da densidade de drenagem da bacia.
Curva hipsométrica	Curva resultante do cruzamento entre faixas altimétricas de uma unidade geomorfológica e sua área acumulada em porcentagem.
Índice de rugosidade	Representa a relação entre amplitude altimétrica e a densidade de drenagem.
Declividade média	Expressa a energia e a intensidade de atuação dos processos morfogenéticos, incluindo a dinâmica dos escoamentos superficiais concentrados e difusos (laminar) nas vertentes.

No entanto, sugere-se que a interpretação sobre as propriedades morfométricas apresentadas no Quadro 1 sejam inter-relacionadas com outros componentes estruturais e funcionais do sistema hidrográfico em análise. A avaliação deve transcender a abordagem física (Mapa 1) e considerar as características dos elementos socioeconômicos, culturais, biológicos e ecossistêmicos da bacia hidrográfica. A compreensão destas interações é fundamental para definir estratégias de planejamento e gestão territorial e ambiental.

A bacia hidrográfica do rio Itapecuru, abrange sistemas de extrema complexidade ambiental e que vem sofrendo crescente pressão de atividades econômicas. O primeiro passo para gestão, perpassa pela necessidade da realização de diagnóstico da dinâmica ambiental de suas sub-bacias hidrográficas, em que, pautados no planejamento ambiental integrado, os tomadores de decisão devem estabelecer e implementar estratégias voltadas para a organização do espaço e utilização racional dos recursos naturais. Segundo Tan et al. (2016), quando as bacias estão em áreas submetidas a um rápido processo de crescimento econômico, os tomadores de decisão sofrem dupla pressão, uma relacionada a necessidade de proteger o ambiente e outra referente ao desenvolvimento de ações para estimular as economias.

Mapa 1 - Mapa de localização contendo a representação física da bacia hidrográfica do rio Itapecuru



Fonte: IMESC/UFMA (2017)

O grande desafio para uma gestão da interface ambiente-economia-território-sociedade é garantir que as características socioambientais e culturais, de uma área de intervenção estejam inseridas como componente obrigatório das estratégias de fomento do desenvolvimento econômico. Para tanto, a capacidade de suporte dos sistemas naturais deve ser quantificada e compreendida, pois, a partir da análise integrada de suas características, será possível elaborar planos, programas e projetos que busquem conciliar tal interface.

O crescimento das cidades e das atividades econômicas, quando ocorrem de maneira desordenada, potencializam a supressão das áreas verdes, os processos erosivos, a deterioração da qualidade da água e a ampliação das áreas de risco. Tal cenário reflete diretamente na qualidade de vida das pessoas, especialmente aquelas de menor poder aquisitivo e que vivem de subsistência dos recursos naturais. A ausência de ações socioambientais pautadas no planejamento ambiental integrado nas sub-bacias hidrográficas, associado ao crescimento demográfico e a ampliação das atividades econômicas, geram riscos aos recursos naturais e podem degradar os ecossistemas locais, ampliando a possibilidade de surgimento de áreas de vulnerabilidade e de conflitos socioambientais (SOARES, 2016).

Estudos que buscam caracterizar indicadores morfométricos de bacias hidrográficas, são amplamente utilizados em abordagens geomorfológicas. Porém, há uma tendência da utilização das informações geradas no processo de planejamento integrado. As características morfométricas podem indicar áreas de maior susceptibilidade ambiental, no caso de avaliadas conjuntamente com os cenários de uso e cobertura do solo, qualidade de água, potencial erosivo, exploração de recursos ambientais e dinâmica socioeconômica de uma determinada área, subsidiam a compreensão sistêmica e integrada do ambiente em

análise como um todo, gerando bases para o planejamento integrado.

Em nível da gestão dos recursos hídricos, os estudos de quantificação morfométrica da bacia hidrográfica, podem gerar informações de base, que são úteis para contribuir com a indicação de estratégias de gestão socioambiental e territorial. Como exemplo dessas aplicações, destacam-se:

- Diferenciar sub-bacias hidrográficas aparentemente homogêneas;
- Identificar áreas propensas a eventos de inundação, enchentes, enxurradas e alagamentos<sup>1</sup>;
- Quantificar alterações sobre a rede de drenagem das bacias hidrográficas;
- Indicar áreas prioritárias de proteção ambiental;
- Propor medidas de conservação do solo e dos recursos hídricos;
- Subsidiar o zoneamento e ordenamento territorial;
- Gerar informações para fundamentar as discussões nas diversas esferas de governança na bacia.

Na bacia hidrográfica do rio Itapecuru, esse tipo de abordagem é fundamental, trata-se de uma bacia estratégica para o desenvolvimento do Maranhão, onde várias atividades econômicas estão implantadas e dependem diretamente de seus recursos hídricos. Nesse contexto este capítulo, tem como objetivo, caracterizar as propriedades morfométricas da bacia hidrográfica do rio Itapecuru. Os resultados podem gerar subsídios para o planejamento e gestão da bacia, além de auxiliar na formulação de políticas públicas aplicadas ao gerenciamento dos seus recursos hídricos.

---

<sup>1</sup> Segundo Tominaga, Santoro e Amaral (2009):

Inundação: transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acumulação de água por drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas;

Enchente: elevação do nível de água de um rio, acima de sua vazão normal, sendo normalmente utilizada como sinônimo de inundação;

Enxurrada: caracterizada por um volume de água que escoou na superfície do terreno, com grande velocidade, resultante de fortes chuvas.

Alagamento: resultante do acúmulo de água no leito das ruas e no perímetro urbano, causado por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes.

Com relação aos fenômenos críticos de seca e estiagem, definem-se:

Seca: período de tempo seco, suficientemente prolongado, para que a ausência, a deficiência acentuada ou a fraca distribuição de precipitação provoquem grave desequilíbrio hidrológico.

## Material e Métodos

A primeira etapa da pesquisa iniciou-se com a aquisição dos dados cartográficos (formato digital) obtidos no Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC) e no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As bases de dados e procedimentos realizados para caracterização morfométrica das sub-bacias hidrográficas do rio Itapecuru foram:

- Elaboração do Modelo Digital de Elevação (MDE) a partir das curvas de nível com resolução espacial de 10 metros, utilizando-se a ferramenta Topo to Raster do programa ArcGIS 10.6, que emprega método de interpolação especificamente projetado para criar modelos digitais do terreno hidrologicamente corretos. Foram utilizados os dados do projeto TOPODATA para geração do MDE (INPE, 2008);
- Cartas Planialtimétricas na escala 1:100.000, referentes a bacia hidrográfica do rio Itapecuru<sup>2</sup> (DSG-SUDENE, 1980);
- Os limites das sub-bacias hidrográficas foram delimitados pela análise dos topos das curvas de nível. Obtiveram-se, ainda, resultados de altitude, declividade e rede de drenagem, que se constituíram como informações de base para a caracterização morfométrica das sub-bacias do rio Itapecuru.

Todas as informações cartográficas foram preparadas em ambiente de geoprocessamento, com geração de um banco de dados digital no SIG Quantum GIS Desktop 2.18, na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 23S e Datum SIRGAS 2000, com implementação de produtos de sensoriamento remoto e mapas temáticos produzidos.

---

<sup>2</sup> Cartas disponíveis em: <http://www.zee.ma.gov.br/subsidio/html/cart1.html>

## Morfometria da Bacia do Rio Itapecuru

As características morfométricas foram mensuradas com base nos estudos de Horton (1932, 1945), Smith (1950), Muller (1953), Schumm (1956), Strahler (1957) e Christofolletti (1980). A seguir, apresenta-se uma breve caracterização de cada um dos indicadores.

### a) Características dimensionais

#### - Área (A)

Compreende a superfície total da bacia, medida em  $\text{km}^2$  (HORTON, 1945).

#### - Perímetro (P)

Corresponde a medida do comprimento da linha do divisor de águas da bacia, que delimita a área da mesma, medido em km (SMITH, 1950).

#### - Comprimento do canal principal (L)

Distância que se estende ao longo do curso de água desde a desembocadura até determinada nascente do canal de ordem mais elevada, sendo medido em km (CHRISTOFOLLETTI, 1980).

#### - Comprimento da rede de drenagem (Cr)

Corresponde ao comprimento total do segmento de rio que forma a rede de drenagem da bacia hidrográfica, sendo medido em km (HORTON, 1945).

#### - Comprimento do eixo da bacia

Representa a linha reta que une a foz até o ponto extremo sobre a linha do

divisor de águas, seguindo a direção aproximada do vale principal, sendo medido em km (SCHUMM, 1956).

- *Número de cursos d'água*

Quantidade de canais fluviais existentes na área de drenagem da bacia hidrográfica (CHRISTOFOLETTI, 1980).

b) Características de relevo

- *Amplitude altimétrica ( $\Delta A$ )*

Proposto por Strahler (1952), expressa a diferença de altitudes entre o ponto mais baixo da bacia (foz) e o ponto de maior altitude.

- *Declividade média*

A declividade é obtida em função da variação de altitude entre dois pontos do terreno e a distância horizontal que os separa.

- *Relação de relevo ( $R_r$ )*

O parâmetro estabelece a relação entre a diferença entre a altitude máxima e a mínima na bacia com o comprimento total do canal principal Schumm (1956).

$$R_r = \frac{\Delta a}{L}$$

Em que:  $R_r$  a Relação de relevo (adimensional),  $\Delta a$  - amplitude altimétrica (km) e  $L$  o comprimento do canal principal (km).

- *Razão de relevo relativo (Rrl)*

Relação entre a amplitude altimétrica e o perímetro da bacia. Segundo Strahler (1952) pode ser mensurada pela equação descrita abaixo:

$$Rrl = \frac{\Delta a}{P}$$

Onde: Rrl a razão de relevo relativo (adimensional),  $\Delta a$  a amplitude altimétrica (km) e P o perímetro da bacia (km).

- *Índice de rugosidade (HD)*

Segundo Strahler (1957), trata-se do produto entre a amplitude altimétrica e a densidade de drenagem da bacia hidrográfica. É calculado por meio da seguinte expressão:

$$HD = \Delta a \times Dd$$

Onde: HD o índice de rugosidade (adimensional),  $\Delta a$  a amplitude altimétrica (km) e Dd a densidade de drenagem (km/km<sup>2</sup>).

c) Forma da bacia

- *Coefficiente de Compacidade (Kc)*

Relaciona a forma da bacia com a de um círculo, constituindo a relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de área igual ao da bacia (CARDOSO et al., 2006). Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo igual à unidade, corresponderá a uma bacia circular e, para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a 1. Uma bacia será mais suscetível a enchentes mais acentuadas quando seu Kc for mais próximo da unidade.

$$Kc = \frac{0,2821 \times P}{\sqrt{A}}$$

Onde: Kc o coeficiente de compacidade (adimensional); P o perímetro da bacia (km); A é a área de drenagem (km<sup>2</sup>).

#### - Fator de forma (Kf)

Relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão). O Kf constitui um índice que indica maior ou menor tendência para ocorrência de enchentes. Uma bacia com fator de forma baixo é menos sujeita as enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma (HORTON, 1945). O Kf é obtido pela aplicação da equação apresentada abaixo:

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

Em que: Kf o fator de forma da bacia (adimensional); A representa a área da bacia (km<sup>2</sup>); e L o comprimento do canal principal (km);

#### - Índice de circularidade (Ic)

O índice de circularidade (Ic) tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma torna alongada. Para determinação do Ic utilizou-se a seguinte equação que foi apresentada por Christofolletti (1980):

$$Ic = \frac{12,57xA}{P^2}$$

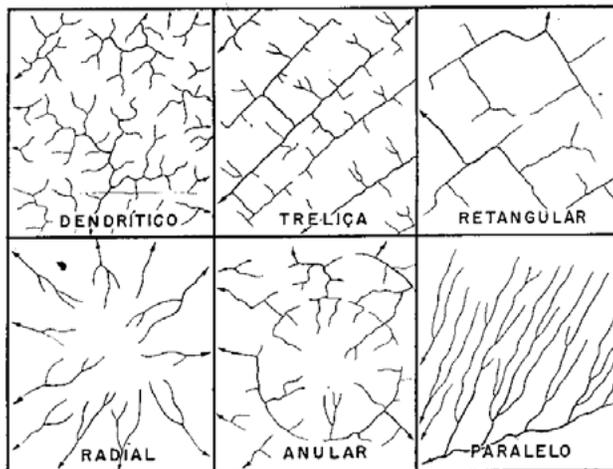
Onde: Ic o índice de circularidade (adimensional); A é a área de drenagem (km<sup>2</sup>); e P o perímetro (km).

#### d) Padrão de drenagem

##### - Tipo de drenagem

O padrão de drenagem de uma bacia hidrográfica corresponde à disposição dos cursos d'água. Segundo Christofolletti (1980), as principais tipologias são dendrítico, treliça, regular, paralelo, radial e anular (Figura 1).

Figura 1 - Principais padrões de drenagens de bacias hidrográficas



Fonte: Christofoletti (1980)

#### - Densidade de drenagem (Dd)

Relação entre o comprimento da rede de drenagem e a área da bacia (HORTON, 1945). A densidade de drenagem (Dd) indica o nível de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia hidrográfica, fornecendo indicação da sua eficiência (OLIVEIRA et al., 2010). De acordo com classificação proposta por Villela e Mattos (1975), a Dd tende a variar entre 0,5 a 3,5 km/km<sup>2</sup>, sendo que, quanto menor for o valor, mais pobre é a drenagem da bacia, e quanto maior, mais drenadas ela será.

A densidade de drenagem é calculada de acordo com a seguinte equação:

$$Dd = \frac{L_t}{A^{0,5}}$$

Onde: Dd a densidade de drenagem (km/km<sup>2</sup>), L<sub>t</sub> o comprimento total dos canais (km) e A é a área total da bacia (km<sup>2</sup>).

### - Densidade hidrográfica (Dh)

Expressa o número de canais existentes em cada quilômetro quadrado da bacia hidrográfica, indicando o potencial hídrico da região (HORTON, 1945). Calculado pela seguinte equação:

$$Dh = \frac{n}{A}$$

Onde: Dh (canais/km<sup>2</sup>) corresponde a densidade hidrográfica; n o número de canais; e A área total da bacia (km<sup>2</sup>).

### - Razão de textura (T)

Relação entre o número de segmentos de rios e o perímetro da bacia. Permite classificar as bacias como grosseira (T < 2,5); média (T entre 2,5 a 6,2); e fina (T > 6,2) (SMITH, 1950; FRANÇA, 1968).

$$T = \frac{Nt}{P}$$

Onde: T corresponde a razão de textura (Nt/km); Nt o número de segmentos de rios; e P o perímetro da bacia (km).

### - Índice de sinuosidade (Is)

O índice de sinuosidade é a razão encontrada do comprimento real do canal principal da bacia, calculado por uma medida longitudinal com a medida em linha reta da distância da nascente à foz (SANTOS e MORAIS, 2012). De acordo com Lanna (2001), canais retilíneos apresentam valores na ordem de 1 e valores maiores que 2 sugerem canais tortuosos. Sua mensuração é obtida pela expressão abaixo:

$$Is = \frac{L}{dv}$$

Onde:  $I_s$  o índice de sinuosidade (adimensional),  $L$  o comprimento do canal principal (km) e  $d_v$  a distância vetorial entre os pontos extremos do canal principal (km).

- *Coefficiente de manutenção ( $C_m$ )*

Fornece a área mínima necessária para a manutenção de 1 metro de canal de escoamento (SCHUMM, 1956). Calculado pela equação descrita abaixo:

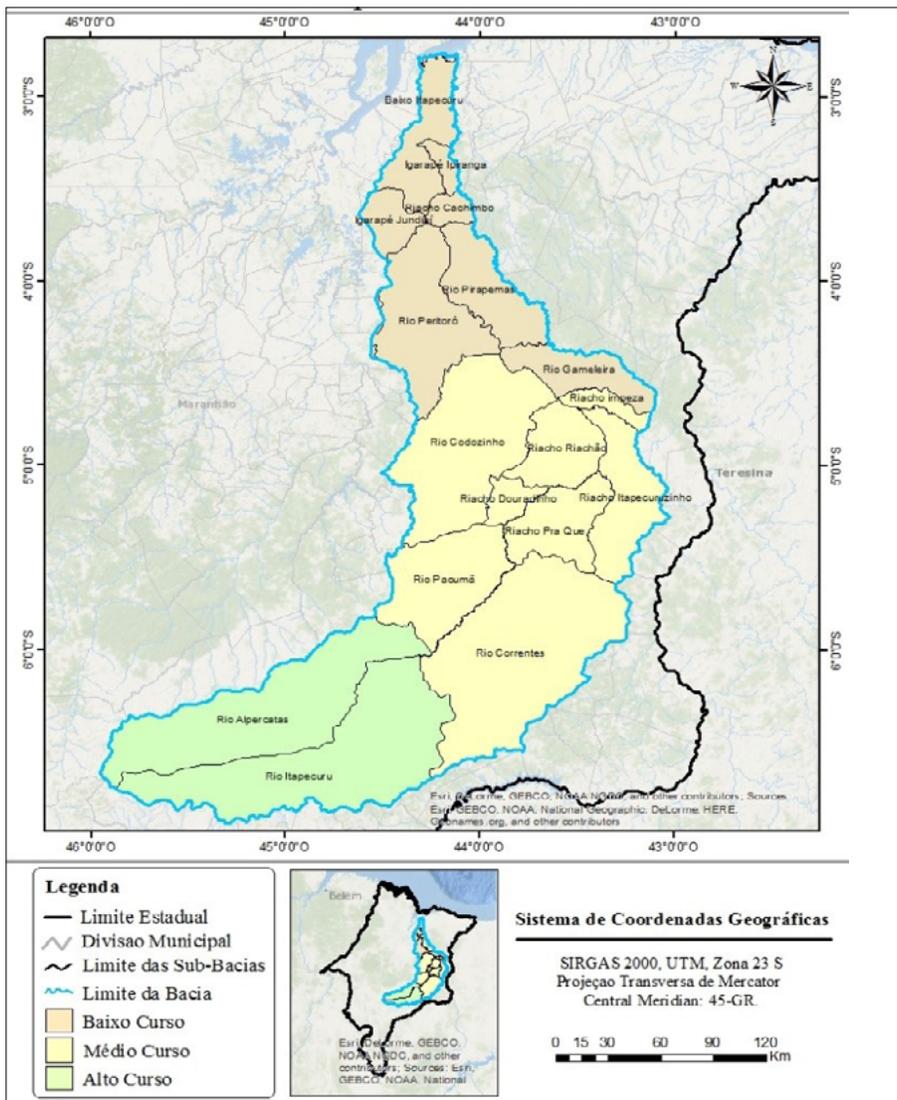
$$C_m = \frac{1}{D_d} \times 1000$$

Onde:  $C_m$  o coeficiente de manutenção ( $\text{km}^2$ ); e  $D_d$  a densidade de drenagem ( $\text{km}/\text{km}^2$ ).

## Resultados e Discussão

A bacia do rio Itapecuru possui dezessete sub-bacias hidrográficas, sendo duas no alto curso, oito no médio curso e sete no baixo curso.

Mapa 2 - Sub-bacias hidrográficas do rio Itapecuru



Fonte: Elaborado pelos autores

## Área de drenagem e Perímetro

Quanto a área de drenagem e perímetro, as maiores sub-bacias são as do rio Correntes (8661 km<sup>2</sup> e 508,9 km) no médio curso e do rio Itapecurizinho (7834 km<sup>2</sup> e 567 km) no alto curso. Por sua vez, as duas menores sub-bacias estão situadas no baixo curso, sendo as do Ipiranga (343 km<sup>2</sup> 104,8 km) e Cachimbo (441,8 km<sup>2</sup> e 98,8 km).

## Padrão e rede de drenagem

A análise da hidrografia, com base na classificação proposta por Christofoletti (1980), permitiu reconhecer que as sub-bacias hidrográficas são compatíveis com a tipologia dendrítica. A rede de drenagem das dezessete sub-bacias totalizou 15.970 canais. As sub-bacias com maior número de canais são as duas do alto curso, sendo 2.732 na sub-bacias do rio Alpercatas e 2.201 canais na do Itapecurizinho. No médio curso, as maiores contribuições foram no Codozinho (2.004 canais) e Correntes (1.814 canais). No baixo curso, destacam-se as sub-bacias do Peritoró e do Baixo Itapecuru, com 1.113 e 698 canais, respectivamente.

O rio Itapecuru (canal principal) da nascente a foz, possui 1.050 km de extensão, no entanto, quando somado todos os seguimentos fluviais, considerando as 17 sub-bacias hidrográficas, a rede de drenagem do rio Itapecuru possui 34.572 km. As sub-bacias com maior rede de drenagem são dos rios Alpercatas e Itapecurizinho, totalizando 9.804 km. No médio curso, as maiores contribuições são das sub-bacias do rio Correntes (4.697,29) e do rio Codozinho (4.526,3 km). Por sua vez, no baixo curso, as sub-bacias mais representativas foram as do Peritoró (1.113 km), Gameleira (549 km) e Pirapemas (540 km).

As características físicas e morfométricas identificadas para as sub-bacias estão apresentadas na Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3.

Tabela 1 - Características morfométricas das sub-bacias hidrográficas do alto curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru

Parâmetros	Alpercatas	Itapecuruzinho
Área de drenagem - A (km <sup>2</sup> )	7090,38	7834,98
Perímetro - P (km)	524,24	567,01
Número de cursos d'água	2731	2201
Comprimento do curso d'água principal (km)	256,64	284,20
Comprimento total da drenagem (km)	4776,97	4625,13
Altitude máxima (m)	623,00	611,00
Altitude mínima (m)	129,00	133,00
Altitude média (m)	372,26	372,24
Comprimento do eixo da bacia (km)	256,64	284,2
Altitude máxima do canal (m)	598,00	601,00
Altitude mínima do canal (m)	146,00	141,00
Distância vetorial do canal principal (km)	198,25	185,07
Relação de relevo - Rr	1,925	1,682
Relação de relevo relativo - Rrl	0,9423	0,8430
Índice de rugosidade - Ir	332,820	282,172
Coefficiente de compacidade - Kc	1,76	1,81
Fator de forma - Kf	0,19	0,22
Índice de circularidade - Ic	0,32	0,31
Densidade de drenagem - Dd (km/km <sup>2</sup> )	0,67	0,59
Densidade hidrográfica - Dh (canais/km <sup>2</sup> )	0,385	0,281
Textura da drenagem - T	5,209	3,882
Índice de sinuosidade - Is	1,29	1,54
Coefficiente de manutenção - Cm (m/m <sup>2</sup> )	1484,3	1694,0

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 2 - Características morfométricas das sub-bacias hidrográficas do alto curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru

Parâmetros	Pacumã	Douradinho	Correntes	Pra Que	Limpeza	Itapecuruzinho	Riachão	Codozinho
Área de drenagem - A (km <sup>2</sup> )	3491,84	625,48	8661,15	2165,98	539,31	2663,05	1956,58	6007,27
Perímetro - P (km)	322,96	139,09	508,94	256,52	142,89	322,28	202,35	430,62
Número de cursos d'água	754	222	1814	812	182	1023	879	2004
Comprimento do curso d'água principal (km)	149,22	32,75	196,31	86,15	57,41	158,56	73,06	201,82
Comprimento total da drenagem (km)	2086,66	438,63	4697,29	1521,78	363,39	1933,68	1510,57	4526,32
Altitude máxima (m)	412,00	256,00	502,00	262,00	168,00	320,00	263,00	249,00
Altitude mínima (m)	76,00	71,00	90,00	60,00	45,00	50,00	47,00	32,00
Altitude média (m)	243,97	162,23	296,10	158,12	106,50	180,76	146,58	140,50
Comprimento do eixo da bacia (km)	84,32	26,43	135,57	71,82	42,68	79	59	125,80
Altitude máxima do canal (m)	394,00	174,00	406,00	171,00	131,00	232,00	166,00	218,00
Altitude mínima do canal (m)	83,00	83,00	95,00	68,00	55,00	65,00	56,00	39,00
Distância vetorial do canal principal (km)	81,57	25,82	132,09	59,70	42,02	107,46	56,74	122,08
Relação de relevo - Rr	2,252	5,649	2,099	2,345	2,142	1,703	2,956	1,075
Relação de relevo relativo - Rrl	1,0404	1,3301	0,8095	0,7874	0,8608	0,8378	1,0674	0,5039

Índice de rugosidade - Ir	200,787	129,735	223,444	141,922	82,878	196,051	166,762	163,504
Coefficiente de compacidade - Kc	1,54	1,57	1,54	1,55	1,74	1,76	1,29	1,57
Fator de forma - Kf	0,49	0,90	0,47	0,42	0,30	0,43	0,56	0,38
Índice de circularidade - Ic	0,42	0,41	0,42	0,41	0,33	0,32	0,60	0,41
Densidade de drenagem - Dd (km/km <sup>2</sup> )	0,60	0,70	0,54	0,70	0,67	0,73	0,77	0,75
Densidade hidrográfica - Dh (canais/km <sup>2</sup> )	0,216	0,355	0,209	0,375	0,337	0,384	0,449	0,334
Textura da drenagem - T	2,335	1,596	3,564	3,165	1,274	3,174	4,344	4,654
Índice de sinuosidade - Is	1,83	1,27	1,49	1,44	1,37	1,48	1,29	1,65
Coefficiente de manutenção - Cm (m/m <sup>2</sup> )	1673,4	1426,0	1843,9	1423,3	1484,1	1377,2	1295,3	1327,2

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 3 - Características morfométricas das sub-bacias hidrográficas do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru

Parâmetros	Baixo Itapecuru	Peritoró	Jundiá	Gameleira	Pirapemas	Cachimbo	Ipiranga
Área de drenagem - A (km <sup>2</sup> )	2121,46	4114,7	919,68	1785,83	2363,38	441,87	343,51
Perímetro - P (km)	365,65	378,97	139,73	257,14	289,93	98,88	104,79
Número de cursos d'água	698	1113	208	549	540	69	131
Comprimento do curso d'água principal (km)	127,38	157,24	52,57	110,41	114,05	40,61	46,08
Comprimento total dos cursos d'água (km)	1538,62	2833,34	544,44	1117,04	1518,97	246,78	293,14
Altitude máxima (m)	5,00	13,00	11,00	32,00	15,00	11,00	5,00
Altitude mínima (m)	55,00	97,00	57,00	99,00	88,01	62,97	54,49
Altitude média (m)	104,00	168,00	100,00	134,00	147,00	101,00	98,00
Comprimento do eixo da bacia (km)	85,70	118,09	40,79	74,97	91	29	35
Altitude máxima do canal (m)	73,00	165,00	52,00	129,00	150,00	101,00	89,00
Altitude mínima do canal (m)	7,00	19,00	16,00	44,00	19,00	22,00	18,00
Distância vectorial do canal principal (km)	84,48	116,29	40,90	93,86	90,23	28,39	31,88
Relação de relevo - Rr	0,816	1,068	1,902	1,214	1,289	2,487	2,127
Relação de relevo relativo - Rrl	0,2844	0,4433	0,7156	0,5211	0,5070	1,0214	0,935
Índice de rugosidade - Ir	75,428	115,682	59,2	83,817	94,479	56,407	83,629

Coefficiente de compacidade - Kc	2,24	1,67	1,30	1,72	1,68	1,33	1,60
Fator de forma - Kf	0,29	0,30	0,55	0,32	0,28	0,54	0,27
Índice de circularidade - Ic	0,20	0,36	0,59	0,34	0,35	0,57	0,39
Densidade de drenagem - Dd (km/km <sup>2</sup> )	0,73	0,69	0,59	0,63	0,64	0,56	0,85
Densidade hidrográfica - Dh (canais/km <sup>2</sup> )	0,329	0,270	0,226	0,307	0,228	0,156	0,381
Textura da drenagem - T	1,909	2,937	1,489	2,135	1,863	0,698	1,250
Índice de sinuosidade - Is	1,51	1,35	1,29	1,18	1,26	1,43	1,45
Coefficiente de manutenção - Cm (m/m <sup>2</sup> )	1378,8	1452,3	1689,2	1598,7	1555,9	1790,6	1171,8

Fonte: Elaborado pelos autores

## Cotas e Amplitude altimétrica

Com relação ao relevo, as maiores cotas altimétrica estão localizadas no alto curso, nas sub-bacias do Alpercatas e Itapecuruzinho, com 623 e 611 metros, respectivamente. No médio curso, as maiores altitudes foram identificadas nas sub-bacias do Correntes (502 m) e Pacumã (320 m). No baixo curso, as maiores cotas ocorrem nas sub-bacias do Peritoró (181 m) e Pirapemas (162 m).

Os altos valores de amplitude altimétrica, como os observados nas sub-bacias do alto e médio curso influenciam no escoamento, onde as maiores velocidades da água ocorreram naquelas sub-bacias com maior amplitude altimétrica, relevo montanhoso, fortemente ondulado e ondulado. A análise dos indicadores morfométricos gradiente de canais e relação de relevo pode reforçar a análise do comportamento hidrológico esperado para cada sub-bacia.

## Razão de Relevo e Relação de Relevo Relativo

Segundo Schumm (1956), quanto maior o valor de Relação de Relevo (Rr), maior será o desnível entre a cabeceira e o exutório, conseqüentemente maior será a declividade média da bacia. Os resultados permitem inferir que as sub-bacias com maiores declividades estão localizadas no médio curso, pertencentes as drenagens dos rios Douradinho, Correntes e Riachão.

No alto curso, os valores foram de 1,92 e 0,94 para o rio Alpercatas e de 1,68 e 0,84 para o Itapecuruzinho. No baixo curso, Rr variou de 0,81 na sub-bacia do Baixo Itapecuru até 2,48 no rio Cachimbo. Quanto a Relação de relevo relativa (Rrl), os maiores valores ocorreram no médio curso, respectivamente nas sub-bacias Pacumã, Douradinho e Riachão. No baixo curso, foram observadas as menores relações, especificamente nas sub-bacias do Baixo Itapecuru, Peritoró e Pirapemas. Nessas sub-bacias o padrão da declividade foi menor, com relevo predominantemente plano e suave.

A análise destes indicadores permite inferir que as zonas com maior propensão de desencadeamento de processo erosivos, considerando a topografia, estão localizadas no médio e alto curso da bacia do rio Itapecuru, principalmente nas sub-bacias Douradinho, Correntes, Riachão, Alpercatas e Itapecuruzinho. No baixo curso, atenção especial deve ser dada a sub-bacia do rio Cachimbo.

## Índice de Rugosidade

Este indicador morfométrico combina as variáveis físicas declividade e comprimento das vertentes, com a densidade de drenagem. Espera-se maiores valores do índice de rugosidade (Ir) naquelas bacias com relevo de colinas e

dissecado (ondulado), com maiores declividades e canais entalhados. Os valores mais acentuados foram encontrados para as sub-bacias do alto curso, este padrão seria esperado para este indicador, uma vez que os maiores valores de amplitude altimétrica ocorrerem no alto curso, nas sub-bacias do Alto Itapecuru e Alpercatas.

No médio curso, o indicador sugere que as sub-bacias mais declivosas são as dos rios Corrente, Pacumã e Itapecuruzinho. A que apresentou o menor valor foi a sub-bacia Limpeza, estando numa zona com declividade mais suave. No baixo curso, foram identificados menores valores de IR, com variações entre 59,2 na sub-bacia do Jundiá até 115,68 do rio Peritoró. Este padrão era esperado para a bacia do Itapecuru, uma vez que o baixo curso é uma zona de menor energia no escoamento superficial.

Segundo Cherem (2008), as bacias com Ir elevado têm maior potencial para ocorrência de cheias, visto que são bacias de alta energia (dada a elevada amplitude altimétrica) e/ou são bacias com alta transmissividade hidráulica, já que todos os pontos da bacia estão mais próximos da rede de drenagem, convertendo o fluxo de vertente em fluxo fluvial em menor tempo. Este efeito pode ser observado principalmente nas sub-bacias do Alto Itapecuru, Alpercatas, Corrente, Pacumã e Itapecuruzinho.

### **Coefficiente de Compacidade**

Em relação ao coeficiente de compacidade ( $K_c$ ), foram constatados resultados afastados da unidade (1), variando entre 1,29 (Riachão) até 2,24 (Baixo Itapecuru). Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo igual à unidade correspondera a uma bacia

circular e, para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a 1. Logo, as sub-bacias mais alongadas são as do Baixo Itapecuru, Alto Itapecuru, Alpercatas, Itapecuruzinho, Limpeza, Gameleira e Pirapemas, respectivamente.

### Fator de Forma

A configuração geométrica da superfície de uma bacia hidrográfica é importante para determinação do tempo de concentração, ou seja, o tempo necessário para que ocorra todo o escoamento superficial na secção de saída após evento de precipitação (TONELLO et al., 2006). A bacia com fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma.

As sub-bacias que são menos sujeitas as enchentes apresentam menores valores de fator de forma, são elas: Alpercatas (0,19) e Alto Itapecuru (0,22) no alto curso; Limpeza (0,30) no médio curso; e Ipiranga (0,27), Pirapemas (0,28) e Baixo Itapecuru (0,29) no baixo curso. Estas bacias tendem a ter uma configuração geométrica mais elípticas, logo, nestas sub-bacias a probabilidade de ocorrerem enchentes tendem a ser menores.

As sub-bacias que apresentam tendência mediana para ocorrência de eventos de enchentes são Riachão (0,56), Jundiá (0,54), Cachimbo (0,54), Pacumã (0,49) e Correntes (0,47). Nestas sub-bacias a configuração geométrica tende a ser circular/arredondada.

### Índice de circularidade

Segundo Schumm (1956), quando o resultado do índice de circularidade é abaixo de 0,51 a bacia apresenta características mais alongadas, favorecendo

o escoamento. Valores maiores que 0,51 representam bacias circulares com escoamento reduzido e alta probabilidade de cheias. Para Andrade et al. (2008, p. 244) “em bacias com forma circular, há maiores possibilidades de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão, concentrando grande volume de água no tributário principal (cheias rápidas), o que não ocorre em bacias alongadas”.

No Itapecuru, as sub-bacias com tendências circulares, com maior propensão a eventos de inundação em condições iguais de precipitação, são as do Riachão no médio curso, Jundiá e Cachimbo no baixo curso. As sub-bacias com características alongadas, com menor riscos de ocorrência de cheias, são as do Alto Itapecuru e Alpercatas no alto curso, Limpeza e Itapecurizinho no médio curso e Baixo Itapecuru e Gameleira no baixo curso.

### Densidade de Drenagem (km/km<sup>2</sup>)

Os resultados para Densidade de Drenagem (Dd) variaram de 0,54 km/km<sup>2</sup> (sub-bacia Correntes) a 0,85 km/km<sup>2</sup> (sub-bacia Ipiranga). Utilizando-se a classificação proposta por Villela e Mattos (1975), as dezessete sub-bacias são enquadradas como de baixa capacidade de drenagem.

As sub-bacias que apresentam baixa Dd possuem menor capacidade de escoamento das águas de precipitações, logo, as bacias que apresentaram formato circular (Riachão, Jundiá e Cachimbo), podem ter maior probabilidade da ocorrência de cheias em condições naturais, uma vez que os valores de Dd foram inferiores a 0,77 km/km<sup>2</sup>. Nas sub-bacias do baixo curso, que apresentam menores valores de declividade (relevo plano e suave), pode ocorrer maior infiltração da água subterrânea, reduzindo os picos de vazão dos canais

fluviais e reduzindo as probabilidades das cheias. No entanto, é importante a manutenção das áreas florestadas e do controle nas diferentes formas de uso e ocupação da terra.

### Densidade Hidrográfica (canais/km<sup>2</sup>)

A densidade hidrográfica ou densidade de rios tem como finalidade comparar a frequência ou a quantidade de cursos de água existente em uma área de tamanho padrão como, por exemplo km<sup>2</sup> (LIRA et al., 2012). Quanto menor o valor encontrado, menor será a capacidade da bacia hidrográfica de gerar novos cursos da água.

A densidade hidrográfica (Dh) das dezessete sub-bacias variou entre 0,156 canais/km<sup>2</sup> (Cachimbo) e 0,44 canais/km<sup>2</sup> (Riachão), os valores indicam que as sub-bacias apresentam baixa densidade hidrográfica. Este mesmo padrão foi calculado por Soares et al. (2016) para dez micro bacias localizadas no baixo curso do rio Itapecuru, onde os valores de Dh variaram entre 0,092 canais/km<sup>2</sup> e 1,093 canais/km<sup>2</sup>.

### Razão de Textura da Drenagem

A razão de textura (T) busca expressar o espaçamento entre os canais de drenagem. De acordo com a classificação de França (1968) as 17 sub-bacias do Itapecuru foram classificadas como textura média (T entre 2,5 a 6,2 rios/km) e grosseira (T < 2,5 rios/km), pois as variações ocorreram entre 0,69 rios/km na sub-bacia do Cachimbo até 5,2 rios/km no Alpercatas. Além da sub-bacia do Cachimbo, foram classificadas com textura da drenagem grosseira as sub-ba-

cias do Pacumã, Douradinho, Limpeza e Baixo Itapecuru. Os demais sistemas hidrológicos caracterizados foram classificados com textura de drenagem de nível médio.

### Índice de Sinuosidade

Com relação ao índice de sinuosidade ( $I_s$ ), os canais apresentam formas transicionais entre as tipologias retilíneas (valores próximos a 1,0) e meandantes (valores superiores a 2), as variações encontradas no rio Itapecuru foram entre 1,18 na sub-bacia Gameleira até 1,83 na sub-bacia Pacumã.

Apresentaram tendências retilíneas os rios Gameleira, Douradinho, Alpercatas, Riachão, Pirapemas e Jundiá. Os canais com características transicionais foram: Limpeza, Correntes, Alto Itapecuru, Peritoró, Baixo Itapecuru, Cachimbo, Ipiranga, Pra Que e Itapecuruzinho. Com características sinuosas, enquadraram-se os rios Codozinho e Pacumã.

As sub-bacias com canais retilíneos e que estão associadas as zonas de maior declividade, apresentam maior velocidade de escoamento fluvial e maior potencial para o transporte de sedimentos.

### Coefficiente de Manutenção ( $m^2/m$ )

Quanto ao coeficiente de manutenção ( $C_m$ ), as SBHs necessitam de área mínima e máxima equivalente a  $1.171,8 m^2/m$  (Ipiranga) até  $1.843,9 m^2/m$  (Correntes), para a manutenção de um metro do canal de escoamento, sugerindo que os corpos hídricos de primeira e segunda ordem das SBHs do Itapecuru são propensos a apresentar características de intermitência.

Estudo realizado por Soares (2016) em dez micro bacias no baixo do rio Itapecuru identificou variações entre 962,4 até 2.689 m<sup>2</sup>/m para o Cm. Os resultados em estudos com maior escala de detalhe podem identificar de forma detalhada as variações dos índices morfométricos.

## Considerações Finais

Este capítulo foi fundamentado teoricamente com base em métodos clássicos e consolidados na área da geografia física. Estudos morfométricos de bacias hidrográficas são desenvolvidos deste a década de 1940, sendo estes fundamentais para o entendimento do comportamento hidrológico desta unidade de planejamento e análise.

Por outro lado, destaca-se que esta pesquisa é pioneira para a Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental, a qual insere-se a bacia hidrográfica do rio Itapecuru. Os resultados apresentados são inéditos e configuram-se como linha de base para o entendimento da morfometria e dinâmica hidrológica das sub-bacias que integram o Itapecuru.

As sub-bacias hidrográficas do rio Itapecuru, podem ser consideradas como de média ou grande dimensão, sendo compostas por várias micro bacias. Apresentam-se bem drenadas e abrangem vários rios de primeira e segunda ordem. Em seus territórios são desenvolvidas diversas atividades que dependem dos rios de menor ordenamento hidrológico para terem sustentabilidade. Devido à importância dessas sub-bacias hidrográficas, recomenda-se que estudos detalhados, como o “*Plano da Bacia Hidrográfica do rio Itapecuru*”, sejam realizados em escala local, com maior nível de detalhamento, pois somente este tipo de abordagem poderá identificar os conflitos com maior propriedade.

Além do conhecimento sobre a morfometria da bacia e sub-bacias, importante se torna o controle das diferentes formas de uso e ocupação do solo. Registra-se como ação relevante a garantia da manutenção da vegetação das áreas protegidas que estão previstas em distintos instrumentos legais, como: Código Florestal (Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal), Unidades de Conservação, Reservas Indígenas, Territórios Quilombolas e Planos Diretores Municipais.

Além da morfometria, é necessário avançar nos estudos referentes a bacia hidrográfica do rio Itapecuru, incluindo ações de monitoramento contínuo dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, agregando avaliações relativas a vazão, disponibilidade hídrica e qualidade da água dos principais rios, afluentes, lençóis freáticos e aquíferos. Estas informações são fundamentais para avaliação dos impactos ambientais e da capacidade de suporte dos sistemas hidrológicos, e devem ser, obrigatoriamente, avaliadas de forma integrada e sistêmica com as peculiaridades socioeconômicas e culturais, no processo de elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do rio Itapecuru.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, N. L. R. et al. Caracterização morfométrica e pluviométrica da Bacia do Rio Manso – MT. **Geociências**, v. 27, n. 2, p. 237-248, 2008.
- CARDOSO, C. A. et al. Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.
- CHEREM, L. F. S. **Análise Morfométrica da Bacia do Alto Rio das Velhas – MG**. 2008. 111 p. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais). Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 183 p.
- DSG-SUDENE. Divisão do Serviço Geográfico do Exército Nacional-Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Cartas Planialtimétricas na escala 1:100.000**. Escala: 1:100.000. DSG/SUDENE, 1980. Disponível em: <<http://www.zee.ma.gov.br/subsidio/html/cart1.html>>. Acesso em: 15 dez. 2017.
- FRANÇA, G. V. de. **Interpretação fotográfica de bacias e de redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba**. 1968. 151 p. Tese (Doutorado em Agricultura), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, 1968.
- HORTON, R. E. Drainage basin characteristics. Trans. Transactions. **American Geophysical Union**, v. 13, n.1 p. 350-361, 1932.
- \_\_\_\_\_. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrological approach to quantitative morphology. **Bulletin of the Geological Society of America**, v. 56, n. 3, p. 275– 370, 1945.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **TOPODATA: Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**, 2008. Disponível em: <[www.dsr.inpe.br/topodata](http://www.dsr.inpe.br/topodata)>. Acesso em: 10 dez. 2017.
- LANNA, A. E. L. Sistemas de gestão de recursos hídricos: análise de alguns arranjos institucionais. **Ciência e Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 21-56, 2001.
- LIRA, E. M.; NASCIMENTO, F. I. C.; ALMEIDA, G. O. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Igarapé Amaro, Acre-Brasil. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v. 3, n. 4, p. 606-616, 2012.

MÜLLER, V. C. A quantitative geomorphology study of drainage basin characteristic in the Clinch Mountain Area. New York: Virginia and Tennessee. **Dept. of Geology**. n. 3, 1953. 30 p.

OLIVEIRA, P. T. S. et al. Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 8, p. 819-825, 2010.

SANTOS, D. A. R.; MORAIS, F. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Lago Verde como subsídio à compartimentação do relevo da região de Lagoa da Confusão – TO. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 4, p. 617-629, 2012.

SCHUMM S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**, v. 67, n. 5, p. 597-646, 1956.

SMITH, K. G. Standards for grading textures of erosional topography. **American Journal of Science**, v. 248, p. 655-668, 1950.

SOARES, L. S. **Planejamento ambiental integrado**: subsídios para o desenvolvimento sustentável das sub-bacias hidrográficas do Baixo Curso do Rio Itapecuru, Maranhão. 2016. 204 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Piauí, 2016.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transaction of American Geophysical Union**, v. 38, p. 913-20, 1957.

TAN, Q. et al. A non-probabilistic programming approach enabling risk-aversion analysis for supporting sustainable watershed development. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 4771-4788, 2016.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TONELLO, K. C. et al. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.



# Aplicação de um Modelo para Aferição do Risco ao Patrimônio Arqueológico na Bacia do Itapecuru - MA:

## Conhecimento e Zoneamento

Arkley Marques Bandeira  
Cláudio Eduardo de Castro  
Elison André Leal Pinheiro  
Flávia Martins Silva

# Aplicação de um Modelo para Aferição do Risco ao Patrimônio Arqueológico na Bacia do Itapecuru - MA: Conhecimento e Zoneamento

Arkley Marques Bandeira

Cláudio Eduardo de Castro

Elison André Leal Pinheiro

Flávia Martins Silva

O interesse em contribuir com esse livro se justificou por dois aspectos principais: a ausência de uma síntese sobre a arqueologia da bacia do Itapecuru<sup>1</sup>, uma das mais importantes para o Maranhão e a retomada dos investimentos em infraestrutura na região, a exemplo da construção de um distrito siderúrgico entre Bacabeira e Rosário e a implantação de uma refinaria de petróleo. Soma-se a isso, a fragilidade ambiental dessa bacia, sobretudo, por vir dela quase toda a água consumida em São Luís.

Neste sentido, ressaltar a potencialidade do rio Itapecuru para futuras pesquisas arqueológicas, descrever o que já se conhece sobre a arqueologia da região e propor um modelo preditivo para o zoneamento do componente arqueológico com base no universo empírico já estudado serão temas abordados ao longo deste texto.

---

<sup>1</sup> Pelo fato de muitos capítulos já abordarem a importância da bacia do Itapecuru em seus aspectos abióticos, bióticos e antrópicos para o Maranhão, não serão enfocadas as características fisiográficas da mesma.

Outro aspecto que chamamos a atenção é o caráter finito do registro arqueológico, ou seja, sítios e artefatos correm riscos de destruição diários quando atividades que envolvem o revolvimento do solo, ou seja, que possam impactar um dos principais componentes da matriz arqueológica são realizados sem o devido acompanhamento da pesquisa arqueológica preventiva. A construção de estradas, dutos, diques, linhas de transmissão, açudes aterros, terraplenagens, além de atividades agropecuárias e florestais extensivas podem levar a destruição de assentamentos e de outros vestígios materiais das antigas populações que ocuparam por milênios às margens do Itapecuru e seus tributários.

Pelo exposto, apresentaremos um modelo para aferição do grau de risco dos sítios arqueológicos na bacia do Itapecuru – MA, com ênfase nos municípios de Rosário e Bacabeira, onde o conhecimento arqueológico encontra-se mais consolidado. Tal método é denominado de *Índice de Exposição ao Risco do Patrimônio Arqueológico (IRPA)*, que foi desenvolvido como um instrumento para a tomada de decisão sobre os bens arqueológicos, considerando o quanto um sítio arqueológico está ou não exposto a perdas deliberadas de informação, considerando distintos fatores que poderão ser aferidos e utilizados como parâmetros para predição de outros compartimentos da bacia do Itapecuru.

## Arqueologia da Bacia do Itapecuru

O conhecimento arqueológico da bacia do Itapecuru, conforme será demonstrado ao longo desse capítulo, é fragmentado e cheio de hiatos. Extensas áreas são desconhecidas da pesquisa científica e o pouco que se sabe está concentrado em algumas regiões, especialmente no baixo Itapecuru e na área estuarina dos municípios de Rosário e Bacabeira.

Tais lacunas são decorrentes de uma problemática maior da arqueologia maranhense já abordada na tese de Bandeira (2013), que constatou que cerca de 95% das portarias do IPHAN que autorizaram pesquisas estão relacionadas com a arqueologia preventiva aplicada ao licenciamento ambiental de empreendimentos passíveis de causar impactos ao meio ambiente, ou seja, as pesquisas estão focadas em áreas onde serão implantados os empreendimentos, com poucos projetos abordando perspectivas regionais.

Logo, a compreensão sobre o passado arqueológico da bacia do Itapecuru vem sendo construída pelo viés da arqueologia preventiva, ou seja, por meio de estudos pontuais em áreas específicas onde serão implantados empreendimentos que necessitam de licença ambiental. Neste contexto, podemos citar alguns exemplos em que um dos autores participou como coordenador, a exemplo do Diagnóstico do Potencial Arqueológico para Instrução do Processo de Tombamento Federal do Forte de Vera Cruz – ou do Calvário – no município de Rosário – MA (BANDEIRA, 2010a); o Programa Básico Ambiental de Arqueologia Refinaria Premium I – Bacabeira – MA (BANDEIRA, 2010b; 2011a; 2011b); o Projeto Básico Ambiental de Arqueologia - CTR Rosário (BANDEIRA, 2012) e o Programa Básico Ambiental de Arqueologia da Faixa de dutos de petróleo e derivados que atenderão à Refinaria Premium I, Bacabeira – MA (BANDEIRA, 2014).

No âmbito acadêmico, poucos trabalhos se debruçaram para compreender a arqueologia dessa região, sendo importante citar os trabalhos de Olavo Correia Lima com as cavidades com registro rupestre no alto Itapecuru e as pesquisas de Arkley Bandeira nos municípios de São Domingos do Maranhão, Colinas e Mirador (LIMA; 1985; LIMA; AROSO, 1989; BANDEIRA, 2003). Somam-se a isso, duas campanhas de campo realizadas para fins de construção desse livro, envolvendo municípios banhados pelo rio Itapecuru.

É com esse conjunto de informações que a primeira síntese sobre a arqueologia da bacia do Itapecuru deve se debruçar, sendo importante ressaltar que tais evidências advêm de uma produção científica incipiente, com poucos projetos de pesquisas com orçamento e cronograma que envolvam todas as fases do fazer arqueológico, a exemplo das pesquisas na Refinaria Premium, no CTR e no Forte do Calvário, ao mesmo tempo em que muitos dados foram gerados em atividades prospectivas e exploratórias apenas para identificação dos sítios arqueológicos.

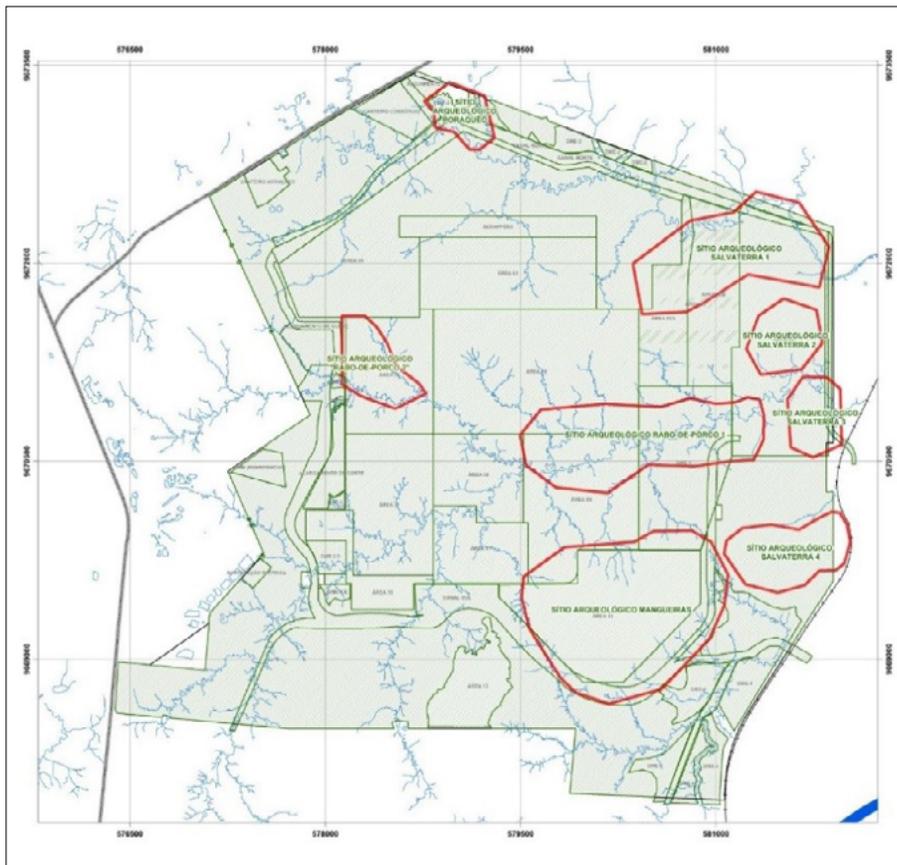
Do ponto de vista da narrativa, optamos por abordar as ocupações humanas na área de análise, considerando os compartimentos da bacia do Itapecuru (baixo, médio e alto curso) mais pesquisados pela arqueologia, correlacionando essas informações com a temporalidade dos sítios que remete a um período que cobre 10 mil anos de uma história de longa duração. Esse período abarca desde os grupos caçadores-coletores, considerados os primeiros povoadores da região, perpassando por grupos agricultores e ceramistas e povos indígenas do momento do contato com o europeu, finalizando com o período histórico e a constituição das identidades regionais de grupos indígenas, quilombolas e populações ribeirinhas.

Apesar da região estuarina do rio Itapecuru, situada na baía de São José ter apresentado importantes sítios arqueológicos, a exemplo dos sambaquis e camboas de pesca em pedra pesquisados por Bandeira (2013, 2015), que resultaram em idades em torno de 5.800 anos atrás, a grande quantidade de sítios identificados contrasta com a baixa densidade de sítios pesquisados e a alta densidade de sítios destruídos, cenário que dificulta a aplicação do método proposto nesse capítulo.

Por esse motivo, optou-se por apresentar o contexto arqueológico do baixo curso, onde a cunha salina é menos intensa e o ecossistema de mangue dá lugar a florestas ciliares e matas de cocais. Nos municípios de Bacabeira e Rosário, o conhecimento arqueológico vem sendo construído por meio de muitos projetos de licenciamento ambiental, conforme já demonstrado anteriormente. Trata-se da região com o maior número de sítios arqueológicos escavados estratigraficamente de toda a bacia.

A esse respeito, no âmbito do Programa Básico Ambiental de Arqueologia da Refinaria Premium I, em Bacabeira, foram identificados e escavados oito sítios, denominados de Salvaterra 1, Salvaterra 2, Salvaterra 3, Salvaterra 4, Rabo de Porco 1, Rabo de Porco 2, Poraquê e Mangueiras, conforme ilustrado no mapa a seguir (BANDEIRA, 2010b; 2011a; 2011b; BANDEIRA et al., 2013).

Mapa 1 – Sítios arqueológicos pesquisados na área que seria implantada a Refinaria Premium em Bacabeira-MA



Ao passo que na área do CTR, em Rosário, foram identificados e escavados três sítios, denominados de Mãe Benta 1, Mãe Benta 2 e Mãe Benta 3. Somam-se a isso, as escavações realizadas no Forte do Calvário ou de Vera Cruz e a identificação e delimitação de outros sítios na região, a exemplo do Pequi, Engenho Periz de Cima, São Miguel, Comunidade Pirangi dos Pretos, Forno de Pedra, Estreito dos Mosquitos, Sítio AOA007, Sítio AOA008, Sítio AOA009, Sítio AOA010, São Simão, Sítio Casa do Forte do Calvário e Cemitério do Forte do Calvário.

Figura 1 – Escavação do sítio arqueológico Rabo de Porco 1



Fonte: Bandeira, 2011.

Figura 2 – Evidenciação de instrumentos líticos no sítio Rabo de Porco 1



Fonte: Bandeira, 2011.

Figura 3 – Escavação do sítio arqueológico Mangueiras



Fonte: Bandeira, 2011.

Figura 4 – Evidenciação de fragmentos cerâmicos no sítio Mangueiras



Fonte: Bandeira, 2011.

Figura 5 – Escavação nas ruínas do Forte do Calvário, em Rosário – MA



Fonte: Bandeira, 2011.

Figura 6 – Evidenciação de um sepultamento humano no interior do Forte do Calvário, em Rosário – MA



Fonte: Bandeira, 2011.

As pesquisas nesses sítios possibilitaram construir o primeiro cenário para as ocupações humanas no baixo Itapecuru, com os vestígios mais antigos desta presença sendo datados entre 9690 a 9540 anos antes do presente, se estendendo até o período histórico, nos Seiscentos (BANDEIRA, 2011a; 2011b; BANDEIRA et al., 2013). Neste contexto, as camadas mais antigas que foram datadas do período do Holoceno inicial foram identificadas nos sítios Rabo de Porco 1 e Salvaterra 3. Ambos foram considerados sítios multicomponenciais a céu aberto, com ocupações contínuas que se estenderam até o período histórico.

Figura 7 - Vista geral do sítio Rabo de Porco 1, no terraço fluvial do igarapé de mesmo nome



Fonte: Bandeira, 2011.

Figura 8 – Material lítico depositado na superfície do sítio Salvaterra 3



Fonte: Bandeira, 2011.

Esses sítios se espalharam por grandes áreas, com os vestígios arqueológicos ocorrendo tanto em profundidade, como em superfície, sendo que os vestígios aflorantes vêm sofrendo com as constantes inundações dos cursos d'água perenes e intermitentes que formam a bacia do Itapecuru.

O sítio Salvaterra 3 foi delimitado em 24ha, onde foi escavada uma área de 25m<sup>2</sup> e coletados 2.799 vestígios arqueológicos. A cronologia foi baseada em duas datações: a mais antiga girou em torno de 9690 a 9540 anos antes do presente, do início do Holoceno e uma data bem mais recente, em torno de 815 anos antes do presente, que corresponde a um horizonte agricultor ceramista. O período mais antigo do sítio associou-se aos primeiros povoadores do baixo Itapecuru, quando viveram grupos de caçadores-coletores nômades, que se organizavam em pequenos contingentes que exploravam os recursos dos muitos cursos d'água da região (BANDEIRA et al., 2013).

Os vestígios materiais desse período são raros, tanto pela antiguidade, como pela baixa densidade, com destaque para os materiais líticos constituídos por resquícios de produção de artefatos lascados, a exemplo de lascas, estilhas, micro lascas, fragmentos térmicos e seixos fragmentados em sílex, quartzo, quartzito, calcedônia, arenito silicificado e rochas básicas, algumas delas apresentando evidentes sinais de queima. Artefatos formais como pequenos raspadores, lascas com sinais de utilização e núcleos foram detectados em menor número. A grande quantidade de estilhas e micro lascas em detrimento do baixo índice de artefatos indica que a área do sítio Salvaterra 3 seria utilizada para atividades específicas como acampamentos esporádicos de caça, pesca ou coleta.

O sítio Rabo de Porco 1 foi estimado em cerca de 95ha, onde foram escavados 67m<sup>2</sup>, com um total de 15.295 vestígios arqueológicos coletados. A importância desse sítio decorre de que toda a cronologia do baixo Itapecuru para o Holoceno Inicial e Médio, foi baseada nas escavações realizadas nesse assentamento e nas 12 datações obtidas. A data mais recuada no sítio foi de 9200 anos antes do presente para uma ocupação relacionada a grupos de caçadores-coletores, associada à produção de artefatos líticos lascados, grande quantidade de estilhas, lascas corticais, raspadores e choppers, utilizando-se como matérias-primas o arenito silicificado, sílex, calcedônia e quartzo. Outras duas datas para esse período foram mais recentes, oscilando entre 8320 a 7310 anos antes do presente (BANDEIRA, 2011a; 2011b).

Figura 9 – Chopper em lítico lascado encontrado no Rabo de Porco 1, associado ao período de ocupação mais antigo



Fonte: Bandeira, 2011.

Figura 10 – Raspador lítico lascado encontrado no Rabo de Porco 1, em nível datado de 9.200 anos antes do presente



Fonte: Bandeira, 2011.

Em outra área do Sítio Rabo de Porco I, foram evidenciadas estilhas e lascas associadas a carvão, entre 2,10m e 2,20m de profundidade, que resultou na idade de 8.320 a 8.190 anos antes do presente. Ao que tudo indica, as ocupações mais antigas de caçadores coletores na bacia do Itapecuru, em seu baixo

curso, tenham durado até o Holoceno Médio, com datas entre 6370 a 4870 anos atrás, quando aparecem as primeiras ocupações de novos povos com características bastantes distintas dos anteriores, visto que em torno 4.870 anos atrás o material lítico lascado começou a ocorrer associado com fragmentos de objetos cerâmicos dando início ao Horizonte Lítico Lascado – Cerâmico.

Esses grupos foram os primeiros agricultores e ceramistas da região, que apresentaram um padrão de assentamento sedentário, com a constituição das primeiras aldeias e a elaboração de um aparato material associado a essa nova economia de subsistência. Tais aspectos caracterizaram padrões socioculturais distintos dos primeiros povoadores da região, iniciando uma nova fase cultural.

Tomando como exemplo o sítio Mangueiras que apresentou todas as ocupações relacionadas com os quatro horizontes cerâmicos citados: Lítico Lascado – Cerâmico, Lítico Polido – Cerâmico, Agricultor – Ceramista e Cerâmico de Contato, ele foi um dos maiores da região, com 150ha de área, onde foi realizada escavação em amplas superfícies em 45m<sup>2</sup>, que resultou na coleta de 14.525 vestígios (BANDEIRA, 2011a; 2011b).

Figura 11 – Vista geral do sítio Mangueiras, com um grande pomar característico da região



Fonte: Bandeira, 2011.

Figura 12 – Vista da superfície do sítio Mangueiras, com densa cobertura de folhas que dificulta a visualização da superfície



Fonte: Bandeira, 2011.

A cronologia do sítio Mangueiras foi construída com base em quatro datações absolutas que possibilitaram datar os horizontes culturais, conforme se segue:

O Horizonte Lítico Lascado – Cerâmico foi estabelecido inicialmente, entre 4.870 anos A. P. (FATEC amostra 3003) e 4.410 anos A. P. (CAL BP BETA amostra 03), sendo associado ao nível 0,90 m a 1,00 m de profundidade, com material arqueológico representado por refugos de atividades de lascamento, associado a grande quantidade de fragmentos cerâmicos. Esse período se estendeu até 1.850 anos A. P. (FATEC amostra 3002), com datação intermediária de uma fogueira em 3.430 anos A.P (FATEC amostra 3006), situada entre o nível 0,40m a 0,50m de profundidade. O Horizonte Lítico Polido – Cerâmico inicia-se em torno do ano 720 (FATEC amostra 3001), portanto século VIII e se estendeu até o ano de 1410 (CAL BP BETA amostra 01), portanto século XV. Esse período associou-se a manufatura e uso de machados polidos, mão-de-pilão, almofarizes, raladores e trituradores em rochas granitoides, além de grande concentração de fragmentos cerâmicos. Essa ocupação é associada a um modo de vida agricultor, correspondendo ao nível 0,40m a 0,20m de profundidade. O último período de ocupação pré-histórica corresponde ao Horizonte Cerâmico de Contato, caracterizado por cerâmicas da Tradição Policroma e filiadas a outros grupos não classificados pelas tradições ceramistas existentes para arqueologia brasileira. A temporalidade desse período inicia-se a partir do século XVII, quando das primeiras entradas dos colonizadores pelo rio Itapecuru, a partir da Ilha de São Luís e Baía de São José chegam à região e se estendeu até o ano 153 (CAL BP BETA amostra 2), entre o século XIX e XX, correspondendo ao nível 0,20m a superfície do sítio (BANDEIRA, 2013, p.194).

Camadas associadas aos povos ceramistas também foram encontradas em outros assentamentos da região, a exemplo dos sítios do complexo Salvaterra e Mãe Benta. A esse respeito, houve uma ampla dispersão temporal dos povos ceramistas, com as ocupações iniciais em torno de 4870 e 4410 anos antes do presente, com uma intensificação desse modo de vida entre 720 anos AD até meados de 1410 AD. Desse período abundam grande quantidade de implementos manufaturados para o cultivo e processamento de vegetais, a exemplo de lâminas de machado em rocha polida, almofarizes, bigornas, raladores, mão de pilão, conforme ilustrada nas figuras a seguir.

Figura 13 - Almofariz e bigorna em rocha para triturar grãos associado ao Horizonte Lítico Polido - Cerâmico



Fonte: Bandeira, 2011.

Figura 14 - Instrumento utilizado para triturar associado ao Horizonte Lítico Polido - Cerâmico



Fonte: Bandeira, 2011.

Figura 15 - Lâmina de machado para sulcar a terra associado ao Horizonte Lítico Polido - Cerâmico



Fonte: Bandeira, 2011.

Figura 16 - Mão-de-pilão associada ao Horizonte Lítico Polido - Cerâmico



Fonte: Bandeira, 2011.

Figura 17 - Lâmina de machado polida filiada ao Horizonte Lítico Polido - Cerâmico.



Fonte: Bandeira, 2011.

Figura 18 - Lâminas de machados de pedra polida filiadas ao Horizonte Lítico Polido - Cerâmico.



Fonte: Bandeira, 2011.

Esse momento corresponde a última fase de ocupação pré-colonial do baixo Itapecuru, que é conhecida pela arqueologia como período de contato com o colonizador europeu, correspondendo ao início do século XVII, quando são registradas as primeiras entradas pelo rio Itapecuru, a partir de São José de Ribamar. Essa fase é caracterizada pela ocorrência de conjuntos cerâmicos variados, que denotam a diversificação étnica dos grupos humanos que ocupavam o baixo Itapecuru no momento da chegada dos primeiros colonos.

A cerâmica era empregada no preparo, consumo e estocagem de alimento e água, conforme as figuras que se seguem e os conjuntos apresentaram traços comuns e diferenciados que denotam diversidade nos modos de produção associada aos diferentes grupos étnicos que ocuparam a região. Destaque para fragmentos que apresentaram tratamento de superfície ponteados repuxados, incisões geométricas e com apliques zoomorfos.

Figura 19 - Fragmento cerâmico com tratamento de superfície ponteados repuxado.



Fonte: Bandeira, 2011.

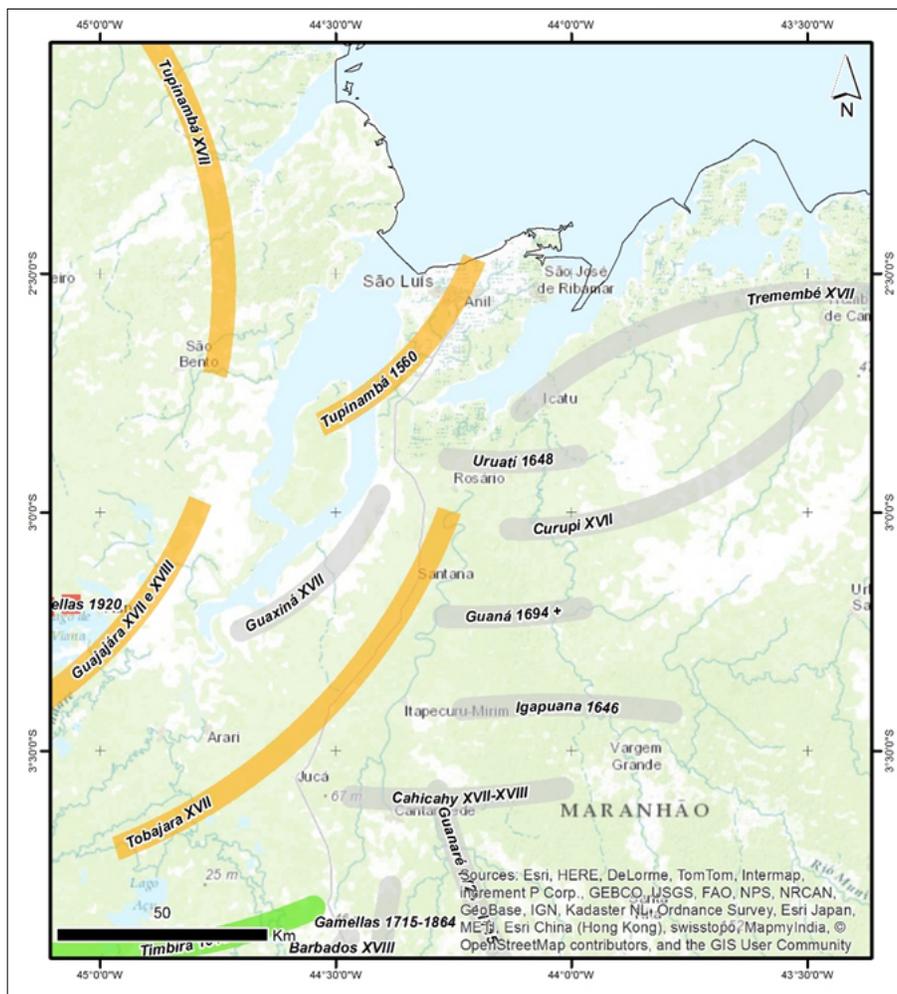
Figura 20 - Fragmento cerâmico com tratamento de superfície ponteados repuxado.



Fonte: Bandeira, 2011.

A variabilidade étnica da bacia do Itapecuru também é atestada nos relatos etnohistóricos, a exemplo do Mapa Etnohistórico de Curt Nimuendajú (1944) (Mapa 2), que descreve muitos povos na região, a exemplo dos Tupinambá (1560), Guaxina (séc. XVII), Tobajara (séc. XVII), Barbados (séc. XVIII), Cahicahi (sécs. XVII-XVIII), Guaná (1694), Igaruana (1648), Uruati ((1648), Coroatá (séc. XVII), Cururi (séc. XVIII), Aranhí (1716-1734), Guanaré (1726) e Gamelas (1715-1854).

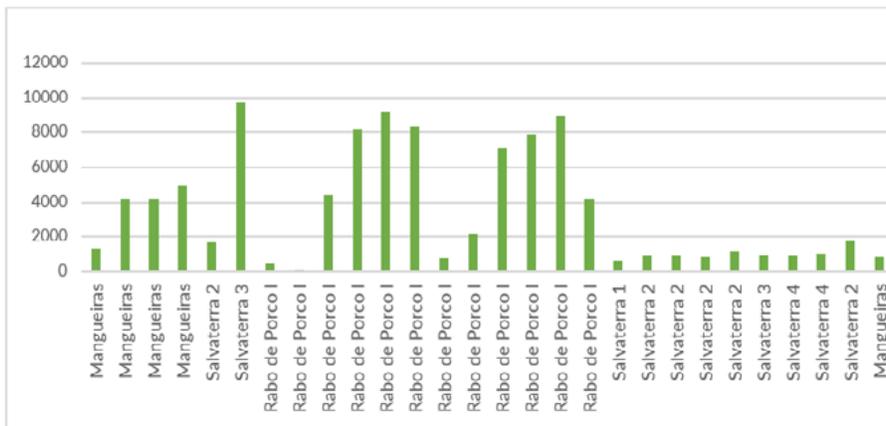
Mapa 2 – Mapa Etnohistórico de Curt Nimuendajú com a indicação de algumas etnias que ocuparam a bacia do Itapecuru



Fonte: IBGE, 2002

Em síntese, a cronologia das ocupações humanas do baixo Itapecuru é ilustrada no gráfico a seguir.

Gráfico 1 - Cronologia das Ocupações Humanas do Baixo Itapecuru Distribuída por Sítio Arqueológico



Para o período de contato com o europeu, além da evidência arqueológica, são comuns os relatos etnohistóricos que auxiliam na compreensão dos períodos mais recentes de ocupação do baixo Itapecuru. Além dos sítios arqueológicos identificados na área da Refinaria Premium I, novos assentamentos estão sendo identificados às margens do rio, principalmente sítios históricos, oriundos dos primeiros momentos da colonização europeia na região, a exemplo de fortificações e fazendas, que atestam uma ocupação paulatina de holandeses e portugueses nessa região, desde o século XVII, a exemplo do Forte do Calvário, que foi recentemente pesquisado para fins de elaboração do laudo de tombamento federal e os sítios históricos Mãe Benta 1, Mãe Benta 2 e Mãe Benta 3 (BANDEIRA, 2010a; 2012).

Nesse âmbito, a presença europeia em tempos históricos nessa região está intimamente ligada ao processo de fixação dos colonos na Ilha de São Luís – MA e a posterior expansão em direção aos vales dos rios Itapecuru e Mearim em busca de terras para implantação dos primeiros engenhos e fazendas e para a exploração dos recursos naturais, em uma economia voltada para exploração da colônia, com a extração de produtos da floresta, escravização dos índios, implantação de pequenas lavouras e construção de engenhos para beneficiamento da cana-de-açúcar.

A rota do Itapecuru já se configurava nos seiscentos como um dos principais acessos da Ilha em direção ao continente. Sendo que a fixação de colonos nessa região era constantemente ameaçada pelo ataque indígena, que tomavam as lavouras. Do ponto de vista arqueológico, o principal marco de povoamento e fixação dos portugueses na foz do Itapecuru foi a construção do forte do Calvário, situado na Cachoeira do Itapecuru. A criação desse forte resultou em muitos conflitos entre os colonos e os indígenas que já habitavam essa região ancestralmente.

Figuras 21 e 22 - Vista geral do Forte Calvário, em Rosário – MA



Fonte: Bandeira (2009)



## Sobre este aspecto o levantamento etnohistórico elaborado para fins do Relatório de Impacto Ambiental da Refinaria Premium I, aborda:

Uma das mais antigas e principais rotas de penetração e ocupação do território maranhense, o rio Itapecuru tinha suas margens densamente ocupadas por populações indígenas. Desde o início da colonização despertou o interesse de agricultores que gradativamente foram se estabelecendo ao longo das suas margens a partir da segunda metade do séc. XVII. Em 1620 já existia o Forte de Vera Cruz ou Calvário, de pau a pique, que servia de apoio às plantações já existentes na região, contra os ataques dos índios ou as chamadas guerras justas e de aprisionamento. Os plantadores de cana e os engenhos de açúcar, que tiveram papel de destaque na época da invasão holandesa, além dos moradores da freguesia de Nossa Senhora do Rosário, tinham sua mão de obra exclusivamente oriunda do aprisionamento dos índios da região, apesar da legislação colonial portuguesa proibir em diversas ocasiões tal prática. Os Jesuítas desenvolveram missões volantes pelo Itapecuru desde o início da colonização das margens pelos primeiros europeus, entretanto: “A princípio não se aventuravam muito longe, que eram paragens pouco seguras, e mal afamadas os índios de corso do Rio Itapecuru”. (Leite, 1943). Tinham mandado açoitar uma índia escrava por seus desmandos, ela fugiu e voltou com os seus que se vingaram quando os jesuítas padre Francisco Pires, Manoel Moniz e o “irmão velho” encontravam-se num engenho juntamente com 14 portugueses na casa de purgar açúcar, quando foram cercados e os jesuítas trucidados pelos Tapuias Uruatis em 28 de agosto de 1649. As atividades catequéticas só retornaram no tempo do padre Antônio Vieira, que tentou organizar uma missão até os Ubirajaras ou Barbados. A aldeia de São Miguel foi o centro de catequese de onde partiu o padre João Vilar e comitiva a pedido dos Guaianases, que juntamente com os Barbados emboscaram e assassinaram o religioso em 1719 (SOUSANDRADE, 2009, p. 138).

Simão Estácio da Silveira foi um dos primeiros cronistas a relatar sobre as riquezas do Maranhão, também descrevendo aspectos naturais, como os rios e baías que cercam a ilha:

Por detrás destas ilhas deságuam nesta baía cinco rios caudalosos, e todos navegáveis, que são o Monim, o Itapecuru, pelo qual, acima vinte léguas, temos uma fortaleza com quarenta soldados e alguns moradores, e uma aldeia ou duas com a gente do Bento Maciel Parente (SILVEIRA, 2001, p. 38).

A região também foi representada em cartografias histórica, a exemplo do mapa de João Teixeira Albarnaz I, o Velho, que produziu muitos mapas sobre o Brasil, incluindo a região do baixo Itapecuru. Em uma de suas peças, o Forte do Calvário foi representado, com a indicação de outras vilas e cursos d'água, conforme ilustrado na Figura 23.

Figura 23 – Mapa de João Teixeira Albarnaz, cosmógrafo português, que mapeou no séc.XVII a Ilha de São e adjacências, indicando o vale do Itapecuru e o Forte do Calvário



Com o domínio dos povos indígenas, a colonização portuguesa começou a crescer nos vales do Itapecuru, sendo que em 1620 já existiam relatos sobre algumas fazendas e engenhos na região, além do Forte do Calvário, provavelmente edificado de barro, madeira e palha. Após a pacificação dos indígenas chegaram às primeiras missões religiosas à região. As atividades catequéticas se iniciaram com o padre Antônio Vieira, que tentou organizar uma missão até os Ubirajaras ou Barbados.

Aldeias inteiras foram destruídas e seus habitantes foram escravizados nas chamadas “guerras punitivas ou justas”, nas quais as famílias eram separadas e muitos homens eram enviados para trabalhar nas recém-criadas fazendas, lavouras ou engenhos. A história relata que muitos indígenas no Itapecuru foram levados como escravos até a Ilha de Joanes, no Pará. Os que permaneceram foram subjugados e reduzidos nas chamadas “Aldeias de Paz”, a exemplo dos “Guaianases e Barbados (1726), Aldeia Nova dos Barbados (1730), Aldeia Grande dos Barbados e Aldeia Pequena (1753) e Aldeias Altas e Trizidela em 1757, local onde se fixara a cidade de Caxias. A aldeia de São Miguel, no atual povoado de São Miguel, foi o centro de catequese de onde partiu o padre João Vilar e comitiva a pedido dos Guaianases, que juntamente com os Barbados emboscaram e assassinaram o religioso em 1719.

Ainda na segunda metade do século XVII, o governo português aboliu a escravidão indígena do estado do Maranhão. E, em 1686 Promulgou o Regimento das Missões autorizando o trabalho junto aos colonos e religiosos, desde que fossem pagos. A partir da implantação das reformas pombalinas, com a expulsão dos jesuítas é estabelecido o Diretório dos Índios em 1757, declarado que todos os índios estavam livres de qualquer tipo de escravidão, elevando os aldeamentos indígenas à categoria de vilas e lugares conforme o tamanho que

tivessem, estimulava o casamento entre índios e brancos e a aprendizagem da língua portuguesa. É nesse contexto, que surgem os povoados que vão dar origem as cidades conhecidas atualmente.

Navegando em direção aos médio e alto cursos da bacia do Itapecuru, o conhecimento arqueológico ainda é muito incipiente em decorrência das poucas pesquisas na região. Não obstante, estudos de caráter exploratório permitem afirmar que as porções mais ao sul do rio também foram povoadas por muitos grupos indígenas no período pré-colonial com assentamentos diferenciados e a ocupação histórica mais tardia, com os primeiros engenhos e fazendas surgindo entre os séculos XVIII e XIX, principalmente nos ciclos do gado e algodão.

Além disso, a transição da planície para regiões com elevações maiores e com formações geológicas e geomorfológicas diferenciadas, que possibilitaram o surgimento de cavidades favoreceu outros tipos de ocupações e construções de assentamentos diferenciados em relação ao baixo curso do rio, a exemplo dos abrigos rupestres ou sítios com a presença de registros rupestres.

Mesmo com a existência de muitos sítios lítico de caçadores-coletores e assentamentos litocerâmicos semelhantes aos observados no baixo curso, daremos ênfase para o médio e alto curso aos sítios com padrões de ocupação do território diferenciados, que envolvem a ocupação de áreas abrigadas e a produção de instrumentos em rocha e produção de registros rupestres, sejam eles pinturas ou gravuras elaboradas em suportes rochosos.

Nesta porção da bacia do Itapecuru, os sítios com registros rupestres estão situados nos seguintes municípios: Lajeado do Escrivão, em São João Soter; Pedra da Letra, em Gonçalves Dias; Caverna Élide/Sítio Pedra Escrita, Traqueira/Olímpio Fialho e Casa de Pedra, em São Domingos do Maranhão; Casa dos Índios/Caboclos, em Colinas e Pedra Marcada, em Loreto. Ao que tudo indica,

o potencial para descoberta de mais sítios rupestres é muito grande, visto que o conhecimento sobre as cavidades na bacia do Itapecuru também é muito restrito<sup>2</sup>.

## Proposta de Modelo Preditivo para Aferição do Grau de Proteção dos Sítios Arqueológicos na Bacia do Itapecuru

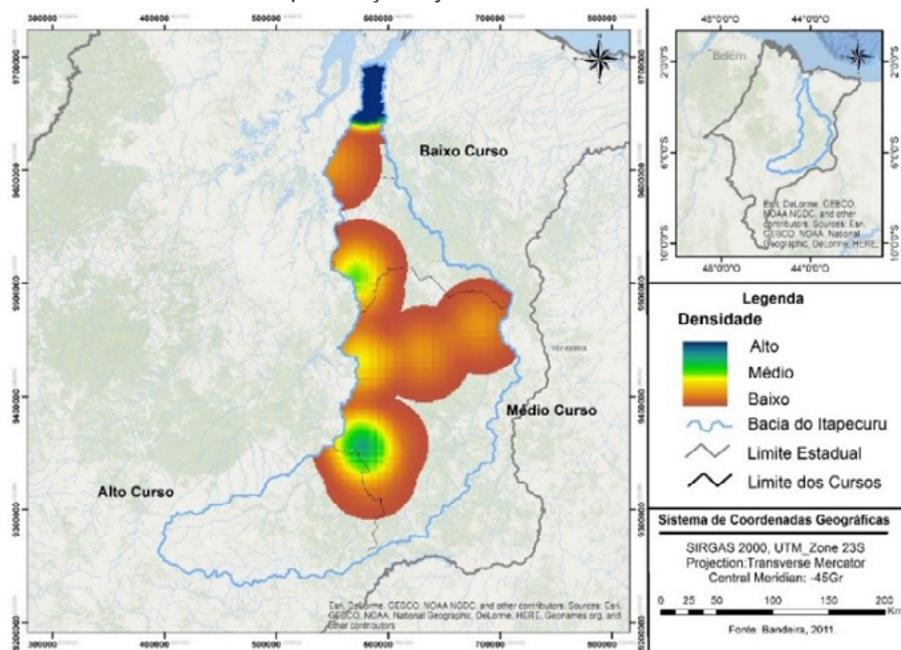
O modelo preditivo para aferição do grau de proteção dos sítios arqueológicos na bacia do Itapecuru tomará como base a porção baixa da bacia, com o foco nos sítios arqueológicos situados nos municípios de Bacabeira e Rosário, que conforme já abordado, apresentam o conhecimento arqueológico mais sistemático para aferições e predições sobre a existência de sítios arqueológicos, com base na evidência empírica. Além disso, a profundidade das pesquisas já nos permite conhecer a temporalidade e espacialidade dos assentamentos ao longo dos milênios.

Essa assertiva fica evidente quando apresentamos a distribuição dos sítios arqueológicos ao longo da bacia do Itapecuru. Evidentemente, que a maior ocorrência deles se concentra na região estuarina e no baixo curso do rio, em detrimento da existência de muitos vazios arqueológicos ao longo dos médio e alto cursos. Tal situação, conforme já abordada, se deve ao desconhecimento arqueológico de grande parte da bacia, conforme ilustrado no mapa de densidade (Mapa 3).

---

<sup>2</sup> O Maranhão contava com 13 cavernas no Cadastro Nacional de Cavidades-CNC, da Sociedade Brasileira de Espeleologia-SBE, em 2013. Atualmente, constam nesse cadastro 65 e mais 107 no Cadastro Nacional do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas-CECAV, porém, neste segundo, muitas delas foram apenas notificadas em sua localização, por terem sido objeto de atividades prospectivas regionais, como no caso da construção da UHE Estreito e o conjunto de Tasso Fragoso, notificadas pelo Grupo Espeleológico de Marabá-GEM. Essas carecem de maiores detalhes, como topografia, geologia, espeleogênese, endocarse, desenvolvimento horizontal, presença de fauna ou outro atributo que possam suscitar alguma inferência de sua relevância.

Mapa 3 – Mapa de densidade dos sítios arqueológicos da bacia do Itapecuru, com a presença majoritária no baixo curso



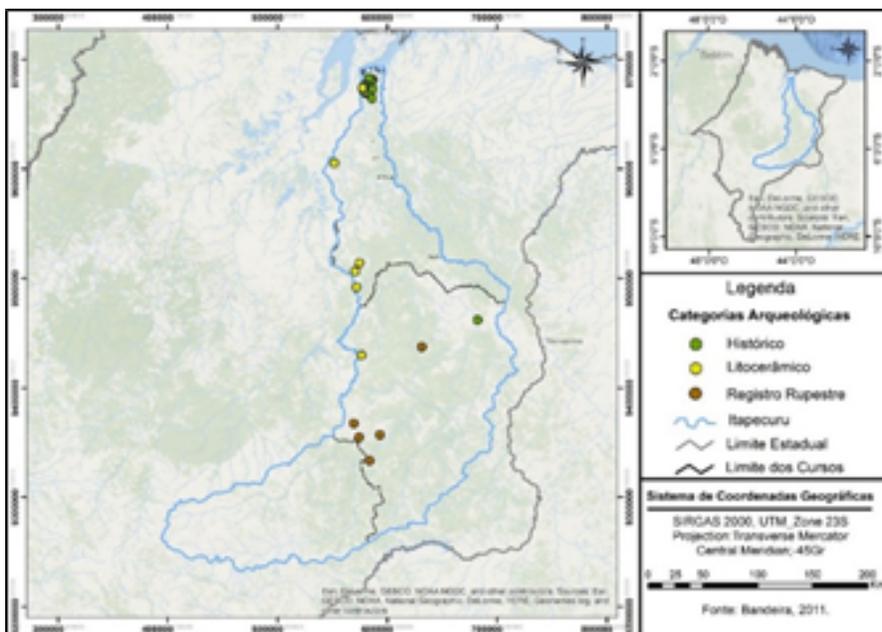
Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Nele, percebe-se que a maior parte da ocorrência se situa na área mais ao norte da bacia hidrográfica, nos limites com a região estuarina que divide o continente da Grande São Luís. Ao passo, que na porção central da bacia existe o maior vazio arqueológico da região, com uma evidência maior na área onde ocorrem as cavidades, ao sul da bacia.

Em relação a tipologia de sítios, o mapa de distribuição de assentamentos também demonstra uma distribuição desequilibrada dos tipos de assentamentos, sendo que os sítios que mais ocorrem na bacia foram os lito-cerâmicos

com 38 ocorrências situados, principalmente, nos baixo e médio cursos da baía; seguido das estruturas indígenas, também denominadas de camboas de pesca feitas em pedra, concentradas na região estuarina da baía de São José; que totalizam 18 ocorrências; em terceiro lugar foram contabilizados os sítios históricos, que estão distribuídos irregularmente ao longo de todo o rio, somando-se 13 ocorrências; a quarta categoria ocorre substancialmente entre os médio e alto cursos, são os sítios rupestres totalizando 7 ocorrências. Por fim, os sítios com menores representações são os sambaquis, na área praias da baía, com 5 exemplares e um sítio de contato, totalizando 82 sítios arqueológicos atualmente conhecidos para a baía do Itapecuru, conforme representado no mapa a seguir.

Mapa 4 – Mapa com a categorização dos sítios arqueológicos por compartimento da Baía do Itapecuru



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Tal cenário é extremamente negativo quando se pensa em conhecimento e zoneamento arqueológicos da bacia do Itapecuru, sobretudo, ao percebermos o potencial econômico da bacia para implantação de empreendimentos, em virtude do desconhecimento e os consequentes custos com o licenciamento ambiental, aliado ao risco de perda e destruição do patrimônio arqueológico pelo desconhecimento.

Para se fazer frente a esse panorama criamos um método para tomada de decisão que serve também para auxiliar a gestão do patrimônio arqueológico da bacia do Itapecuru, uma vez que os dados oficiais relacionados a existência de sítios arqueológicos na região não correspondem à realidade, sendo que pelas informações oficiais do IPHAN não existem sítios arqueológicos para a área apresentada nesse capítulo<sup>3</sup>.

Propomos, portanto, o método denominado de Índice de Exposição ao Risco do Patrimônio Arqueológico (IRPA), desenvolvido por Arkley Bandeira e Rafael Brandi (BANDEIRA, 2014), como um instrumento para a tomada de decisão sobre os bens arqueológicos, considerando o quanto um sítio arqueológico está ou não exposto a perdas deliberadas de informação, levando-se em conta distintos fatores. Para tanto, o caminho a ser trilhado consiste em analisar esse risco, com base em dados já conhecidos sobre um sítio ou determinada localidade, cujos resultados podem ser extrapolados para outras regiões com características ambientais semelhantes por meio de parâmetros preditivos e inferências<sup>4</sup>.

---

3 Dos 82 sítios arqueológicos reconhecidos na literatura para a bacia do Itapecuru, apenas 14 estão registrados na base de dados do Cadastro Nacional dos Sítios Arqueológicos, do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – CNSA – IPHAN, órgão do Governo Federal responsável pela gestão e proteção do patrimônio arqueológico. A ausência de registros é um problema muito sério, pois o principal instrumento de acatamento do patrimônio arqueológico brasileiro é o registro. Logo, o que não está registrado na base de dados do CNSA – IPHAN não é oficialmente reconhecido, portanto, não se protege aquilo que não se conhece.

4 Essa metodologia se baseia no Analytic Hierarchy Process – AHP (Processo Analítico Hierárquico) (FOREMAN; SELLY, 2003), que consiste em medir o impacto relativo de vários fatores sobre suas possíveis consequências. Ele supera o problema de atribuição de pesos de forma apenas numérica, estabelecendo julgamentos por meio de comparações (não necessitando de escalas numéricas rígidas) das alternativas possíveis, fazendo o uso de recursos matemáticos capazes de inferir as melhores alternativas (princípios de autovalores e auto vetores).

O primeiro passo consistiu na decomposição hierárquica do problema (SAATY, 1980), buscando caracterizar uma série de possibilidades e atributos para posterior decomposição e ordenamento dos mesmos, com vistas a alcançar alternativas em grupos nos quais sejam mais bem analisáveis (FOREMAN e SELLY, 2003). No campo arqueológico, será considerado um "*objetivo-problema*" a se resolver, a probabilidade que um sítio arqueológico tem de perder o seu potencial informativo, ou seja, de ser destruído. A decomposição do "*objetivo-problema*" passa pela estipulação de metas, isto é, quais são as situações que expõe um sítio arqueológico ao risco de perder suas informações. A variação dentro das metas são as *sub-metas*, onde as "*alternativas*" são relativas aos sítios arqueológicos, conforme as seguintes categorias de averiguação:

- I. Instrumentos de acautelamento do patrimônio arqueológico:
  - i. Tombamento Federal (Decreto-lei nº25/1937);
  - ii. Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA/IPHAN);
  - iii. Inventário - de nível Estadual;
  - iv. Inventário - de nível Municipal;
  - v. Levantamento Bibliográfico.
- II. Localização de um sítio arqueológico:
  - i. Precisa;
  - ii. Estimada;
  - iii. Inexistente.
- III. Delimitação de um sítio arqueológico:
  - i. Delimitado;
  - ii. Não delimitado.
- IV. Escavação de um sítio arqueológico:

- i. Sítio escavado;
- ii. Sítio não escavado.
- V. Possibilidade de retorno a um sítio arqueológico:
  - i. Acessível;
  - ii. Não acessível;
  - iii. Dados insuficiente.
- VI. Coleção de material e dados de um sítio arqueológico:
  - i. Física e dados;
  - ii. Física;
  - iii. Dados;
  - iv. Sem informações/ sem coleção.

Os pesos das metas e das *sub-metas* também são atribuídos por meio de comparação par-a-par, desenvolvidos com o auxílio de programas especializados on-line (BPMSG<sup>5</sup>). O processo de comparação estipulado é o verbal, no qual não há a necessidade de números exatos a serem comparados, já que ele usa escalas nominais a seguir: Igual (1,0); Moderado (3,0); Forte (5,0); Muito Forte (7,0); Extremo (9,0), sendo que há valores intermediários a cada classe, estes com possibilidades de serem positivos ou negativos.

O resultado da aplicação do método de AHP estabelece qual é o peso de cada uma das *sub-metas* em relação ao objetivo, isto é, o quanto um sítio arqueológico está com risco de perder seu potencial informativo. Todavia, os valores percentuais apresentados dizem respeito a representatividade que cada uma das *sub-metas*, conforme ilustrado no Quadro 1.

---

<sup>5</sup> Business Performance Management Singapore (BPMSG) disponibiliza não só a bibliografia necessária como também a possibilidade de executar a Análise Hierarquia de Processo (APH) por meio e sistema on-line (<http://bpmsg.com/>, acessado em 24 de junho de 2014).

Quadro 1 - pesos das submetas em relação ao objetivo obtidos pelos cálculos de autovalor e auto vetor após a comparação par-a-par

OBJETIVO	META	SUB-META	Peso Global (%)
Análise de Risco	Instrumento de gestão o qual um sítio arqueológico está submetido	Tombamento federal (Decreto-lei nº 25/ 1937)	1,4
		Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA/IPHAN)	0,8
		Inventário- ou tombamento- de nível Estadual	3,6
		Inventário- ou tombamento- de nível Municipal	6,2
		Levantamento Bibliográfico	0,5
	Localização de um sítio arqueológico	Precisa	9,3
		Estimada	3,4
		Inexistente	0,9
	Delimitação de um sítio arqueológico	Delimitado	8,6
		Não delimitado	1
	Escavação de um sítio arqueológico	Escavado	25,5
		Não escavado	5,1
	Possibilidade de retorno a um sítio arqueológico	Acessível	9,1
		Não acessível	0,9
		Dados Insuficientes	1,7
Coleção de material e dados de um sítio arqueológico	Coleção Física	5,2	
	Coleção de dados brutos	1,7	

Conforme relatado e para fins de ilustração desse capítulo, o Índice de Exposição ao Risco do Patrimônio Arqueológico (IRPA) foi aplicado em dois municípios da bacia: Bacabeira e Rosário, por apresentar o quadro arqueológico mais conhecido de toda a bacia e pelo fato dos sítios dessa região não estarem registrados na base de dados do CNSA – IPHAN. De acordo com o método, o primeiro passo consistiu em identificar os sítios existentes nos dois municípios e caracterizar os instrumentos de acautelamento incidentes, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 – Instrumentos de acautelamento incidentes nos sítios arqueológicos

Município	UF	Total	Instrumentos de Acautelamento				
			Tombamento	CNSA	Inv. Estadual	Inv. Municipal	Bibliografia
Rosário	MA	6	0	0	0	0	4
Bacabeira	MA	13	0	0	0	0	13
Total		19	0	0	0	0	17

Como demonstrado no Quadro 3, os sítios arqueológicos de Bacabeira e Rosário só são conhecidos graças as pesquisas arqueológicas já realizadas, pois oficialmente, eles não existem, pelo fato de nenhum instrumento de acautelamento incidir sobre os mesmos. Essa situação é muito problemática, pois a maioria dos sítios pesquisados foi no âmbito do licenciamento ambiental, ou seja, desapareceu para dar lugar a empreendimentos na região.

Quadro 3 – Níveis de conhecimento dos sítios arqueológicos

Município		Localização			Delimitação		Escavação do Sítio	
		Precisa	Estimada	Inexistente	Delimitado	N/Delimitado	Escavado	N/Escavado
Rosário	6	5	0	1	3	3	4	2
Bacabeira	13	13	0	0	9	4	8	5
Total	19	18	0	1	12	7	12	7

O Quadro 4 aborda informações diretamente associadas ao grau de conhecimento do sítio, a exemplo dos diferentes graus de localização, delimitação e escavação, conforme abordado a seguir.

Quadro 4 – Possibilidade de retorno a um sítio arqueológico

Município	Total	Possibilidade de retorno a um sítio arqueológico		
		Acessível	Não acessível	Dados insuficientes
Rosário	6	1	3	2
Bacabeira	13	5	8	0
	19	6	11	2

Pelo exposto, a maioria dos sítios apresenta localização precisa, delimitação por métodos interventivos e foram objetos de escavações arqueológicas, resultando em um quadro muito positivo se considerarmos o universo total de sítios conhecidos nesses municípios. Isso prova, que existe produção de conhecimento arqueológico nessa porção da bacia e cumprimento da lei, sobretudo, quando relacionados ao licenciamento ambiental do patrimônio arqueológico.

Outra categoria averiguada foi a possibilidade de retorno ao sítio arqueológico, no intuito de se retomarem pesquisas, testar novas hipóteses ou para ações de fiscalização. Do universo amostrado, conforme o Quadro 4, 11 não estão mais acessíveis pelo fato de terem sido resgatados integralmente e a área está liberada para implantação de empreendimentos, 6 permanecem acessíveis e 2 apresentam algum entrave para acesso por falta de coordenadas geográficas.

Dentre os sítios pesquisados no baixo Itapecuru, muitos geraram acervo arqueológico que está depositado em museus ou universidades. Dos 19 exemplares avaliados, de acordo com o Quadro 5, 16 possuem coleções e dados brutos (cadernos de campo, mapas, iconografias e croquis) demonstrando que os mesmos foram objetos de trabalhos sistemáticos e os dados podem ser acessados por outros pesquisadores; 2 possuem apenas dados brutos, sem acervos e apenas um não apresenta qualquer tipo de informação.

### Quadro 5 – Existência de coleções arqueológicas de documentação de pesquisa

Município	Total	Coleção de material e dados de sítio arqueológico			
		Coleção física e de dados brutos	Coleção física	Coleção de dados brutos	Sem Informações
Rosário	6	4	0	1	1
Bacabeira	13	12	0	1	0
Total	19	16	0	2	1

Comparando os atributos analisados nos sítios arqueológicos entre os municípios de Bacabeira e Rosário, alcançamos a seguinte correção numérica, apresentando nos gráficos que se seguem.

Gráfico 2 – Correlação das medidas de acautelamento dos sítios arqueológicos

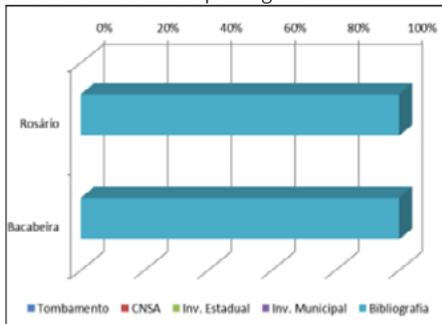


Gráfico 3 – Correlação das categorias de localização sítios arqueológicos

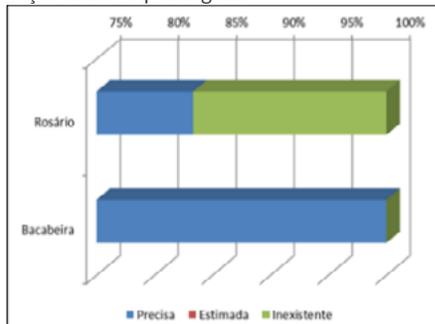


Gráfico 4 – Correlação das categorias de delimitação dos sítios arqueológicos.

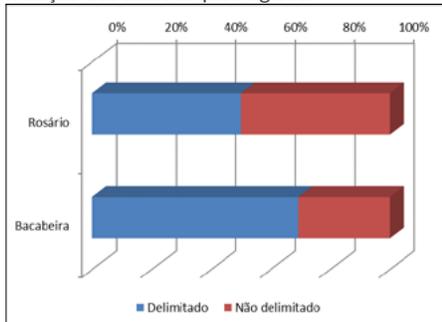


Gráfico 5 – Correlação das categorias de escavação dos sítios arqueológicos.

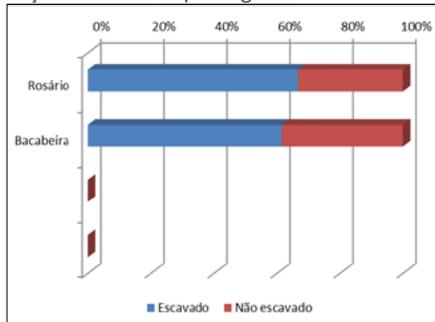


Gráfico 6 – Correlação das categorias de novo acesso aos sítios arqueológicos

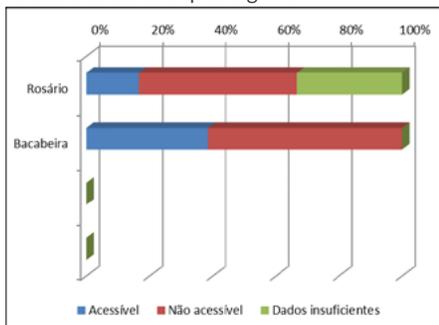
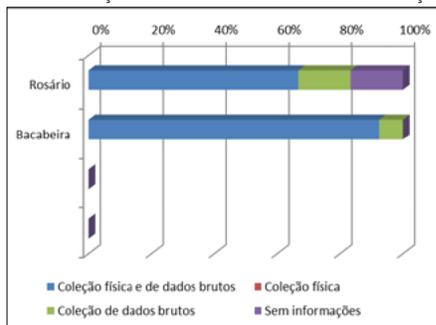


Gráfico 7 – Correlação das categorias de existência de coleções e acesso aos dados da escavação



Após a elaboração da matriz de atributos, foi possível aplicar o Índice de Exposição ao Risco do Patrimônio Arqueológico (IRPA) aos sítios analisados, considerando os seguintes parâmetros de análise: Igual (1,0); Moderado (3,0); Forte (5,0); Muito Forte (7,0) e Extremo (9,0), conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 - Índice de Exposição ao Risco do Patrimônio Arqueológico (IRPA) aplicado aos sítios analisados

Sítio	IRPA
Mãe Benta 1	2,31
Mãe Benta 2	2,31
Mãe Benta 3	2,31
Itapiracó	7,51
Porto Ana Jansen	8,95
Forte do Calvário (ou Forte de Vera Cruz)	2,09
Rabo-de-Porco 1	2,31
Mangueiras 1	2,31
Poraquêo	2,31
Rabo-de-Porco 2	2,31
Salvaterra 01	2,31
Salvaterra 02	2,31
Salvaterra 03	2,31
Salvaterra 04	2,31
Pequi	4,64
Engenho Periz de Cima	4,64
Comunidade São Miguel	4,64
Comunidade Pirangi dos Pretos	4,64
Forno de Pedra	5,69

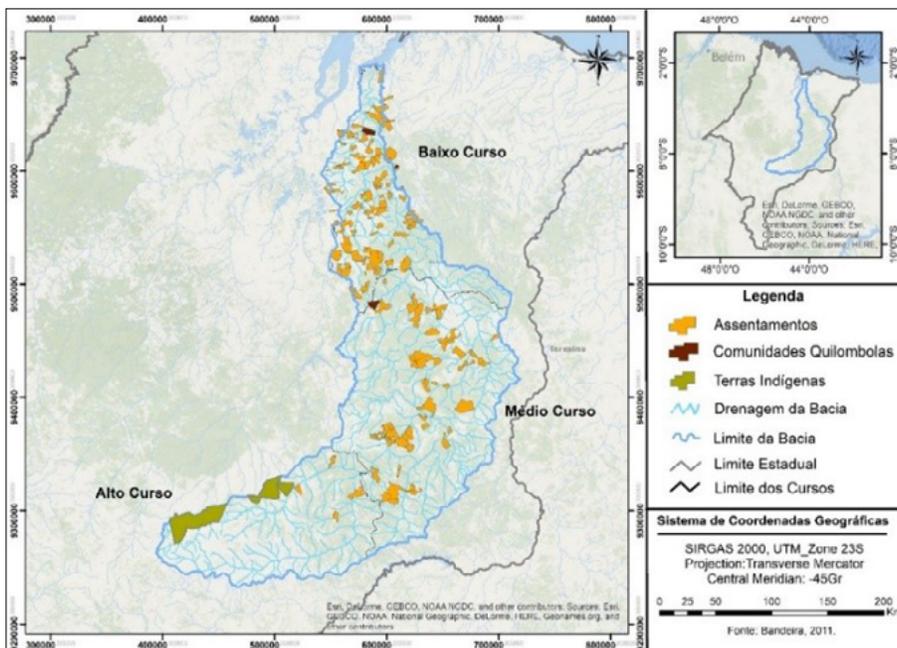
Conforme exposto, a aplicação do Índice de Exposição ao Risco do Patrimônio Arqueológico (IRPA) aos 19 sítios no baixo Itapecuru possibilitou construir importantes parâmetros de análises que servem como modelo de projeção para outros compartimentos na referida bacia. A esse respeito, apenas o sítio Forte do Calvário apresentou o nível de risco mais baixo do moderado, por se tratar de ruína em vias de tombamento e um marco histórico da presença europeia na região. Outros sítios com índices moderados foram o Mãe Benta 1, Mãe Benta 2, Mãe Benta 3, Rabo-de-Porco 1, Poraquê, Rabo-de-Porco 2, Mangueiras, Salvaterra 01, Salvaterra 02, Salvaterra 03 e Salvaterra 04, não obstante, esses ficaram com um nível menor, visto que eles foram pesquisados e não mais existem, pois, a sua área foi utilizada para implantação de empreendimentos.

Os sítios Pequi, Engenho Periz de Cima, Comunidade São Miguel, Comunidade Pirangi dos Pretos e Forno de Pedra têm forte probabilidade de serem destruídos, caso medidas de fiscalização e controle não sejam efetivas. Neste contexto, relembremos o agravante que tais sítios não se encontram na base de dados do CNSA – IPHAN, logo, oficialmente eles não existem. O mesmo ocorre com os sítios Itapiracó e Porto Ana Jansen, com risco muito forte e extremo, respectivamente, de destruição, com o agravante do segundo não ter a sua localização exata.

Diante do exposto, a ideia de um zoneamento arqueológico futuro para a bacia do Itapecuru torna-se extremamente importante, especialmente por se tratar de uma categoria presente no meio ambiente de caráter extremamente frágil e finito. Neste contexto, o presente capítulo torna-se uma ferramenta importante para aferição do potencial arqueológico, bem como para se projetar os riscos aos bens arqueológicos, a partir dos municípios de Bacabeira e Rosário.

Um elemento que poderá ser incorporado em análises futuras é a presença de áreas com populações tradicionais ocupando os locais de antigos sítios arqueológicos, demonstrando a persistência e resiliência no uso e ocupação do espaço ao longo do rio Itapecuru, a exemplo das comunidades de São Miguel, São Simão e Pirangi dos Pretos. A esse respeito, levantamentos recentes demonstram grande quantidade de comunidades tradicionais e, em menor quantidade de Terras Indígenas e Áreas Quilombolas, que também podem ser considerados sítios arqueológicos, conforme ilustrado no Mapa 5.

Mapa 5 - Mapa com as comunidades tradicionais, inclusive territórios quilombolas e terras indígenas



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

## Considerações Finais

Conforme exposto ao longo do texto, a compilação de dados e o seu processamento para composição desse capítulo já nos permitem construir algumas assertivas. A primeira delas é uma das mais relevantes é a constatação do alto potencial arqueológico da bacia do Itapecuru para compreensão da história de longa duração das ocupações humanas que ocorreram ao longo desse rio e de seus tributários. Apesar de existirem muitos vazios arqueológicos nos diferentes compartimentos da bacia, isso se deve muito mais ao desconhecimento e a ausência de pesquisas, do que a falta de condições ambientais para a presença humana.

Logo, trabalhamos com a hipótese da bacia do Itapecuru ser um local persistente, no que concebeu Schlanger (1992)<sup>6</sup>, visto que os ambientes ribeirinhos apresentam alto potencial para captação de recursos, propiciando estabilidade territorial, sem contar com as condições ideais para deslocamento, comércio, trocas, dentre outros aspectos, ou seja, todos os elementos positivos para ocupação e existência humana. A esse respeito, tomando por base o baixo Itapecuru, os dados arqueológicos vêm corroborando para a compreensão dessa bacia como um lugar persistente, que vem sendo sistematicamente ocupada por grupos humanos, há pelo menos, 10 mil anos, chegando até o período de contato, no séc. XVII, conforme já demonstrado.

Associa-se a profundidade temporal dos sítios arqueológicos a diversidade nas formas de ocupação do território, de acordo com os diferentes compartimentos da bacia do Itapecuru. Logo, a medida em que novas pesquisas forem

---

<sup>6</sup> Schlanger definiu um lugar persistente como "a place that is used repeatedly during the long-term occupation of region" (SCHLANGER, 1992), ou seja, uma região onde as características naturais e culturais o tornam propícios a ocupação e reocupação humana ao longo dos milênios, sendo marcado por ciclos de abandonos e reocupações.

ocorrendo em outras regiões, a projeção é que muitos sítios arqueológicos sejam descobertos, sobretudo, nos terraços fluviais do curso principal, nas microbacias e nas margens dos rios de primeira e segunda ordem; como também nas confluências desses cursos d'água e em áreas mais úmidas das nascentes.

Nas áreas estuarinas, a projeção é que se intensifique a descoberta de sambaquis, sítios costeiros, marítimos e estuarinos, cuja base do registro arqueológico é o acúmulo intencional de conchas, formando montículos, além das camboas de pesca feitas em pedra e outros sítios lito-cerâmicos. No baixo curso, os sítios que mais ocorrem são os assentamentos de caçadores-coletores a céu aberto, os sítios lito-cerâmicos de grupos indígenas agricultores e sítios históricos e de contato. Ao passo que entre o médio e alto curso, novas categorias de sítios são observadas para além dos citados, a exemplo dos assentamentos em cavidades com a presença de registros rupestres e sítios de lascamento de rocha.

Outro aspecto que deve ser considerado é a ocorrência simultânea de sítios arqueológicos com APPs e territórios ocupados por povos tradicionais. Nesses casos, a identificação desses locais pode contar com o auxílio da própria comunidade, com um aspecto positivo de se sobreponem medidas protetivas. Nesses casos, apesar do risco de impacto com atividades cotidianas, como queimadas, cultivos e pecuária, os riscos de destruição são diminutos, se comparados com a implantação de grandes empreendimentos.

Por fim, a aplicação do Índice de Exposição ao Risco do Patrimônio Arqueológico (IRPA) aos 19 sítios analisados nos municípios de Bacabeira e Rosário se reverte de um instrumento valioso para tomada decisões mais assertivas no que tange o conhecimento, zoneamento e a gestão do patrimônio arqueológico da bacia do Itapecuru.

## REFERÊNCIAS

ARANHA, L. G. et al. Origem e evolução das bacias de Bragança-Viseu, São Luís e Ilha Nova. In: GABAGLIA, G. P. R.; MILANI, E. J. (Ed.). **Origem e Evolução de Bacias Sedimentares**. Rio de Janeiro: Petrobrás, 1990. p. 221-233.

BANDEIRA, A. M. **Um panorama sobre os registros rupestres no Estado do Maranhão**. 2003. Monografia (Licenciatura plena em História). Universidade Estadual do Maranhão. São Luís, 2003.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico do Potencial Arqueológico para Instrução do Processo de Tombamento Federal Forte de Vera Cruz – ou do Calvário – no município de Rosário-MA**. Brasília: TERRAGRAPH; São Luís: IPHAN-MA, 2010a.

\_\_\_\_\_. **1º Relatório de prospecção arqueológica – 1ª etapa – poligonal da Refinaria Premium I**. Setores Área 6, Área do Canteiro Avançado da Petrobrás, Área 13- Empréstimo, Área de Bota Fora e Área do Canteiro do Consórcio para Terraplanagem. PBA de Arqueologia da Refinaria Premium I. Bacabeira – MA, 2010b.

\_\_\_\_\_. **Refinaria Premium I: descobrindo a história do Maranhão**. Cartilha de Educação Patrimonial. PBA de Arqueologia Refinaria Premium I. Bacabeira – MA, 2011a.

\_\_\_\_\_. **1º Relatório final de resgate arqueológico dos Sítios Rabo de Porco I e Mangueiras**. PBA de Arqueologia Refinaria Premium I. Bacabeira – MA, 2011b.

\_\_\_\_\_. **Relatório final de resgate arqueológico dos Sítios Mãe Benta 1, Mãe Benta 2 e Mãe Benta 3**. Projeto CTR – Rosário – MA. Rosário, 2012.

\_\_\_\_\_. **Ocupações humanas pré-coloniais na Ilha de São Luís – MA: inserção dos sítios arqueológicos na paisagem, cronologia e cultura material cerâmica**. 2013. Tese (Doutorado). Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

\_\_\_\_\_. **Relatório de prospecção arqueológica da faixa de dutos de petróleo e derivados que atenderão à Refinaria Premium I, município de Bacabeira – MA e Terminal Aquaviário do Itaqui, a ser implantado no Distrito Industrial de São Luís, Maranhão**. Refinaria Premium I. Bacabeira – MA, 2014.



\_\_\_\_\_. Os sambaquis na Ilha de São Luís – MA: processo de formação, cultura material cerâmica e cronologia. **Revista Memorare**, Tubarão. v. 2, n. 1/2/3, p. 1-25 mai./jun, 2015 (no prelo).

\_\_\_\_\_ et al. Sistemas de assentamentos no Sítio Salvaterra 2, Baixo Rio Itapecuru, Bacabeira – Maranhão. **Revista Tarairiú**. Campina Grande-PB, ano IV, v. 1, n. 6, 2013.

SOUSÂNDRADE - Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da UFMA. **Estudo de Impacto Ambiental da Refinaria Premium I, Bacabeira-MA**. Bacabeira, 2009.

CASTRO, D. F. **Registro de dinossauros na região da cidade de Coroatá, EO/ Mesoalbio da bacia de São Luís-Grajaú, estado do Maranhão**. Dissertação (Mestrado em Geociências) Área de Concentração em Geologia Regional, Rio Claro: Unesp, 2006.

FIALHO, O. **Casa de Pedra**. **Revista do Instituto Histórico e geográfico do Maranhão**. São Luís, ano VII, n. 6, p. 47-51, 1956.

FOREMAN, E.; SELLY, M. A. **Decision by objectives**. How to convince other that you are right. World Scientific Publishing Co Pte Ltd. 2002.

LIMA, O. C. Província Espeleológica do Maranhão. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Maranhão**, Ano LIX, n 10, São Luís, p. 62-70, 1985.

\_\_\_\_\_. AROSO, O. C. L. **Pré-História Maranhense**. São Luís - MA: SIOGE, 1989.

NIMUENDAJU, C. **Cartas do Sertão de Curt Nimuendaju para Carlos Estevão de Oliveira**. Apresentação e notas: HARTMANN, Lisboa: Assírio & Alvim, 2000.

\_\_\_\_\_. **Mapa etno-histórico de Curt Nimeundaju**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

RÖSSETTI, D. F. B.; TRUCKENBRODT, W. Revisão estratigráfica para os depósitos do Albiano Terciário Inferior (?) na Bacia de São Luís (MA), Norte do Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Série Ciências da Terra, Belém, v.9, p. 29-41, 1997.

RODRIGUES, T. L. D. N.; LOVATO, O. G.; CAYE, B. R. Contribuição à Estratigrafia da Folha São Luís (SA. 23-Z-A) /MA. In: **Anais Congresso Brasileiro de Geologia**, v. 5, 1990, Natal. Natal. Sociedade Brasileira de Geologia, 1990. v. 36, n. 1, p. 124-135.



SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. New York, McGraw-Hill, 1980.

SCHLANGER, S. H. Recognizing persistent places in Anasazi settlement systems. In: J. Rossignol & L. Wandsnider (eds), **Space, time and archaeological landscapes**, New York, 1992.

SILVEIRA, S. E. da. **Relação sumária das cousas do Maranhão dirigida aos pobres deste Reino de Portugal**. São Paulo: Siciliano, 2001b.



**OS SÍTIOS COM  
REGISTROS RUPESTRES  
NA BACIA DO  
ITAPECURU:**

Interfaces entre a  
Espeleologia e a  
Arqueologia

Cláudio Eduardo de Castro  
Arkley Marques Bandeira  
Elison André Leal Pinheiro  
Flávia Martins Silva

# Os Sítios com Registros Rupestres na Bacia do Itapecuru: Interfaces entre a Espeleologia e a Arqueologia

Cláudio Eduardo de Castro

Arkley Marques Bandeira

Elison André Leal Pinheiro

Flávia Martins Silva

O presente capítulo objetiva sistematizar o conjunto de informações relacionadas com os sítios arqueológicos com a presença de registros rupestres na bacia do Itapecuru, sobretudo, àqueles existentes em suportes rochosos de cavidades, cavernas, abrigos, paredões, dentre outros compartimentos. Tais evidências são popularmente conhecidas como sítios de arte rupestre.

Na área foco desta publicação, os sítios com registros rupestres se situam, sobretudo nas porções do médio e alto curso do rio Itapecuru, onde são observadas formações geológicas e geomorfológicas favoráveis a existência de assentamentos humanos abrigados, principalmente em províncias rochosas que serviram de moradias, áreas de descanso, de sepultamentos ou marcadores na paisagem para as populações pregressas.

Conforme já abordado em outro capítulo deste mesmo livro, o conhecimento arqueológico para a bacia do Itapecuru é fragmentado e cheio de hiatos. E quando se trata dos sítios com registros rupestres as evidências são ainda mais raras, quase desconhecidas e ainda passíveis de estudos mínimos para o mapeamento das ocorrências. Além disso, o pouco que se sabe até o momento

está concentrado em algumas regiões, especialmente no baixo Itapecuru e na área estuarina dos municípios de Rosário e Bacabeira, onde os sítios com registros rupestres inexistem, com exceções de alguns amoladores e polidores de lâminas de machado polida descobertos em algumas formações rochosas nas cachoeiras do rio Munim no município de Morros.

Em um contexto de desconhecimento, a arqueologia dos registros rupestres da bacia do Itapecuru deve criar pontes interdisciplinares ao realizar prospecções para descobertas de sítios rupestres, a exemplo da área de espeleologia. A interface entre esses dois campos do saber pode possibilitar a construção de ferramentas metodológicas para identificação de áreas potenciais para ocorrência de sítios com registros rupestres ou mesmo no auxílio na descrição técnica dos suportes rochosos.

Neste capítulo abordaremos as potencialidades da espeleologia e da arqueologia da bacia do Itapecuru, com ênfase nos estudos já realizados em cavernas com registros rupestres na região de São Domingos do Maranhão e Colinas, porção central do Estado.

## Espeleologia e o Estudo das Cavernas

Preceptivamente, cavernas<sup>1</sup> são entendidas, segundo a Lei federal Nº 6.640/2008 (PLANALTO, 2013) como sendo todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, cujas denominações podem variar segundo a localidade como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna ou buraco, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a

---

<sup>1</sup> A Lei define o termo como: cavidade natural subterrânea.

fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem, tal cavidade deve ter sido formada por processos naturais. Esta normatização culminou com a garantia constitucional, em 1988, (PLANALTO, 2015) que em seu inciso X, declara as cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional são consideradas patrimônio brasileiro.

Essa Lei declara que para se considerar uma caverna como tal, independem “de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante”, portanto, a despeito da controvérsia existente quanto à existência ou não de carste em rochas pouco solúveis, como o arenito (SELF, MULLAN, 1997; YONGER, STUNEL, 1995; HARDT, 2003; HARDT; RODETII; PINTOI, WILLEMS, 2009; KLIMCHOUK, FORD, 2000) assegura-se, por força das normas legais, sua existência, independente de que processos lhes deram forma, desde que naturais.

Uma das principais justificativas para o conhecimento antecipado do potencial espeleológico de qualquer bacia hidrográfica, assenta-se na legislação que desde 1980 vem normatizando a proteção, estudo e manejo das cavidades.

O Decreto Federal nº 6.640/2008, em seu Artigo 1º determina e define que:

Artigo 1º - As cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional deverão ser protegidas, de modo a permitir estudos e pesquisas de ordem técnico-científica, bem como atividades de cunho espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo (PLANALTO, 2013).

O interesse do poder público na proteção e conservação de cavernas manifestou-se inicialmente na década de 1980, quando o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou sua Resolução nº 009/86 (BRASIL, 2012), criando uma Comissão Especial para tratar de assuntos relativos à preservação do Patrimônio Espeleológico. Os trabalhos dessa Comissão estabeleceram, por meio da Resolução CONAMA nº 005/87, o “Programa Nacional de Proteção

ao Patrimônio Espeleológico”, obrigando, através do item 3º “que seja incluída na Resolução CONAMA N° 001/86 (EIA-RIMA, grifo nosso), a obrigatoriedade de elaboração de Estudo de Impacto Ambiental nos casos de empreendimento potencialmente lesivos ao Patrimônio Espeleológico Nacional” (CONAMA, 2014).

No ano de 1990, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) através da Portaria n° 887/90 (D.O.U. 1990), estabeleceu as principais normas para a gestão das cavernas brasileiras, com destaque para o Art. 3º, que limitou o uso das cavidades naturais subterrâneas apenas a estudos de ordem técnico-científica, bem como atividades de cunho espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo. No mesmo ano publicou-se o Decreto Federal n° 99.556/90 (ICMBIO, 2012) que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, com destaque para o texto original do Art. 1º, que posteriormente foi alterado Artigo 1º do Decreto Federal n° 6.640/08 já citado, o qual normatiza as definições espeleológicas.

A Resolução CONAMA n° 347/04 (BRASIL, 2012) trouxe pela primeira vez o conceito de cavidade natural subterrânea relevante, que até então não tinha sido considerada na legislação. Pelo inciso II, do art. 2º, são relevantes as cavidades naturais subterrâneas que apresentem significativos atributos ecológicos, ambientais, cênicos, científicos, culturais ou socioeconômicos, no contexto local ou regional.

A atribuição de relevância de uma cavidade deve seguir o que estabelece o Decreto Federal n° 6.640/08 (PLANALTO, 2013), que prevê a classificação das cavernas segundo quatro graus de relevância: máximo, alto, médio e baixo. As de relevância máxima não podem ser objeto de impactos negativos irreversí-

veis, e as cavernas classificadas com grau de relevância alto, médio ou baixo poderão ser objeto de impactos negativos irreversíveis, mediante licenciamento ambiental e à proposição de medidas compensatórias.

A metodologia e atributos (parâmetros) para classificação do grau de relevância das cavernas, foram estabelecidos na Instrução Normativa nº 02/09 do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2012) completando a legislação que obriga, para empreendimentos de grande impacto, como hidrelétrica; áreas contínuas de atividades degradantes, como agricultura tecnificada; exploração mineral; geração de energia elétrica por represamento de cursos d'água, termoeletricas; construção de rodovias; e outras que gerem grandes impactos, conforme CONAMA nº 001/86 (BRASIL, 2012), o estudos espeleológico e, se necessário, o de relevância.

Como a Bacia do Itapecuru, objeto desta obra, é um dos principais eixos de modernização do Maranhão, e no qual atividades atuais e futuras podem suscitar estudos espeleológicos e arqueológicos, neste momento cabe-nos apresentar o que se tem e o que poderá gerar em curto e médio tempo, de conhecimento nesse recorte hidrográfico do Maranhão.

## **A Ocorrência de Cavernas no Maranhão e o Contexto da Bacia do Itapecuru**

O Maranhão contava com 13 cavernas no Cadastro Nacional de Cavidades-CNC, da Sociedade Brasileira de Espeleologia-SBE, em 2013. Atualmente, constam nesse cadastro 65 e mais 107 no Cadastro Nacional do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas-CECAV<sup>2</sup>, porém, neste segundo,

---

<sup>2</sup> Pesquisa podem ser acessadas em: [http://www.icmbio.gov.br/cecav/index.php?option=com\\_icmbio\\_canie&controller=pesquisa&ItemSeq=true](http://www.icmbio.gov.br/cecav/index.php?option=com_icmbio_canie&controller=pesquisa&ItemSeq=true).

muitas delas foram apenas notificadas em sua localização, por terem sido objeto de prospecção de EIA-RIMA da hidrelétrica de Estreito, e as de Tasso Fragoso, encontradas por ocasião de pesquisa do Grupo Espeleológico de Marabá-GEM. Todas essas carecem de maiores detalhes, como topografia, geologia, espeleogênese, endocarste, desenvolvimento horizontal, presença de fauna, ocorrência de sítios arqueológicos ou outro atributo que possam suscitar alguma inferência de sua relevância.

Os primeiros estudos realizados no Maranhão foram feitos por Olavo Correia Lima (LIMA; AROSO, 1989) que, ao pesquisar a pré-história maranhense reservou um capítulo para retratar as cavernas de São Domingos do Maranhão, Pastos Bons e São João dos Patos. Ele tratou seus estudos como do Alto Sertão do Estado<sup>3</sup> com interesse na arqueologia e na antropologia.

Pesquisadores da Universidade Estadual do Maranhão, vinculados ao programa de Pós-graduação em Geografia e aos grupos de pesquisa em Unidades de Conservação-GEUC e de Mapeamento Geomorfológico-GEOMAP, inventariaram mais de 130 cavernas em Tasso Fragoso, Alto Parnaíba, Carolina, Riachão e na margem direita do rio Parnaíba, em Santa Filomena, no Piauí (MORAIS; CASTRO, 2017). As cavernas foram topografadas e estão em análise de cadastro junto à SBE, 38 delas estão já entre as 65 publicadas no CNC<sup>4</sup>. Convém destacar os trabalhos de Fernandes (2009, 2013), nos municípios de São Domingos do Maranhão, Tuntum e Colinas e sobre a Toca do Inferno, em Grajaú.

As pesquisas até o momento puderam indicar a predominância das ocorrências na porção Sul, área bastante visitada pela peculiaridade geomorfológica,

<sup>3</sup> Alto do Sertão - Corresponde à áreas Centro-Sul do Estado, definindo áreas altas com topos planos com morros testemunhos. Segundo o IBGE (1988) individualiza estas áreas como Chapadões, Chapadas e "Cuestas", Formas Tabulares e Formas Dissecadas, Superfícies Maranhense com Morros Testemunhos.

<sup>4</sup> Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/cnc/>.

devido aos processos do modelado que esculpturaram o relevo, criando declividades acentuadas nas bordas das superfícies tabulares pediplanadas, festonadas e dissecadas em mesas, mesetas e vertentes muito encaixadas (IBGE, 1998). Estas mesas e os paredões que sobem as chapadas apresentam certa potencialidade para a ocorrência de cavidades naturais, a depender da característica das rochas, consubstanciada com a existência de sítios arqueológicos.

Jansen et al. (2012) propuseram estabelecer potencialidade de ocorrência de cavernas segundo a tipologia da rocha, utilizando a escala de 1:2.500.000. Assim, criaram padrões muito alto, para as rochas calcária, dolomitos, itabiritos; alto, para os mármore, margas, concreto e metacalcários; médio para os arenitos, conglomerado, filito, siltito, rocha calci-silicática; baixo, para rochas mais densas e magmáticas, como o diabásio, granito, gnaiss, laterita, migmatito e; improvável, nas formações quaternárias, como areia, argila, aluviões e turfa.

A espeleogênese nos arenitos, rochas sedimentares de alta porosidade, é facilitada pela infiltração e percolação da água, possibilitando a dissolução da Sílica e pela remoção mecânica, ou *Pipping*<sup>5</sup>, fenômeno proposto neste caso por Szczerban, Urbani (1974), Martini (2000). Spoladore e Cottas (2005) especificam 4 fases evolutivas para cavernas em arenito: 1ª. fase: dissolução inicial da sílica; 2ª. fase: implantação da drenagem; 3ª. fase: abatimento de blocos; 4ª. fase: inversão da drenagem.

A geologia da bacia do Itapecuru é genericamente constituída por arenitos os mais variados (VASCONCELLOS et al., 2004) (ver Figura 1, legenda do mapa geológico, apresentado em outra seção deste livro), possibilitando médio potencial de ocorrências de cavernas uma vez que, somado à geomorfo-

---

<sup>5</sup> Pipping: designação do processo de formação de dutos e canais abertos na superfície ou no interior das rochas.

logia (IBGE, 1998) encontram-se, a partir do Sul, altos pediplanos dissecados e, à medida que se ruma ao Norte, os dissecamentos são coordenados pelos afluentes que nascem nos planaltos divisores da bacia.

A formação das cavidades é uma expressão geomorfológica endocárstica, desenvolvendo-se ao longo de linhas de maior fraqueza, sendo as diáclases e os planos de estratificação determinantes da sua geometria e orientação (BIGARELLA et al., 1994).

Figura 1 - Formações Geológica da Bacia do Itapecuru



Fonte: Elaborado pelos autores

Nos arenitos, as diferenciações estratigráficas são preponderantes na coordenação da espeleogênese, secundariamente, as diáclases no interior do corpo geológico. A partir da esculturação geomorfológica, que aprofunda as vertentes, podem abrirem-se e passam a ser consideradas cavernas.

A própria evolução da geomorfologia de entalhamento dos vales contribui para a gênese das cavernas, uma vez que, nas bordas dos vales, a energia do fluxo hidráulico, somada às características estratigráficas, erode os paredões, iniciando o processo que se consolidará se as condições associadas o permitirem. Nesta condição espeleogenética, as cavernas encontram-se nos diferentes níveis dos paredões areníticos, servindo como testemunho à evolução geomorfológica. A Figura 2 mostra as diferenciações estratigráficas da caverna do Jabuti, em Tasso Fragoso, no alto Parnaíba, demonstrando como fator indicativo de sua formação pelos fatores mencionados.

Figura 2 – Caverna do Jabuti. Notar a estratificação horizontal na porção superior, na parede da caverna acima do braço do homem na foto, e a inclinada na rocha abaixo

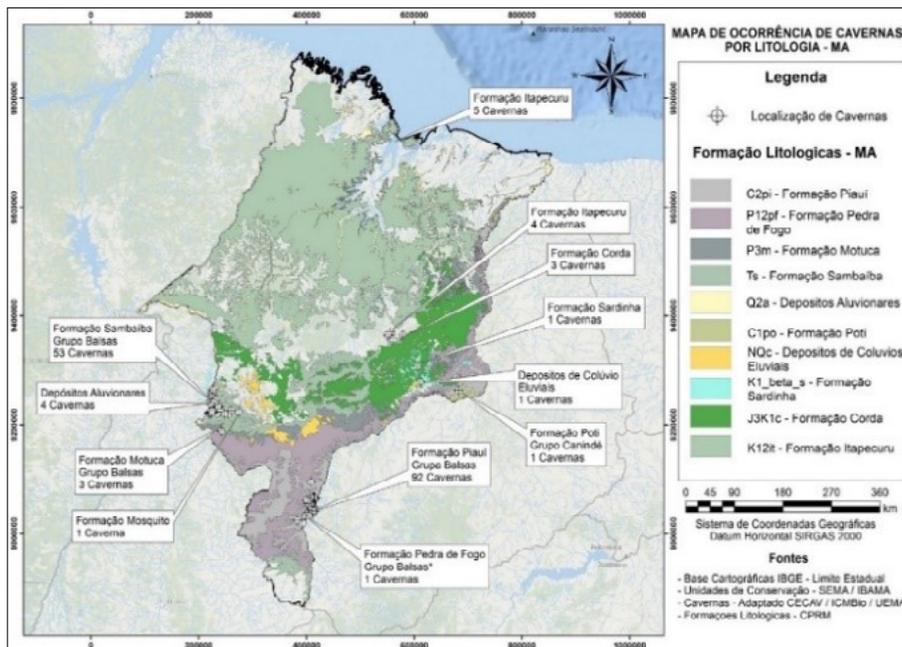


Fonte: Elaborado pelos autores

Os estudos espeleológicos e as notificações de ocorrências de cavernas até o momento indicam que os arenitos são as rochas nas quais os processos formadores de cavernas ocorrem com a máxima frequência no Maranhão, apesar das formações apresentarem calcários, estes não apresentam espeleogênese. O Mapa 1 chama a atenção para a localização e a rocha encaixante (Formações geológicas) das ocorrências de cavernas até o momento notificadas para o estado.

O que se constata é que em todas elas ocorrem em formações areníticas de variadas texturas, porém, há predominância das texturas medianas as finas, mais friáveis, com diferenciações estratigráficas, presentes no grupo Balsas, principalmente nas formações Sambaíba e formação Piauí. As demais apresentam diferenciações, com porções menos evidentes desse tipo de rocha, não expressando número tão grande. É mister lembrar que não houve trabalhos de prospecção sistemáticos, como os realizados na área de Tasso Fragoso e Carolina, nas quais, como já o dissemos, O GEM e o mestrado em Geografia da UEMA realizaram campanhas.

Mapa 1 - Formações Geológicas da Bacia do Itapecuru



Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

No intuito de se estabelecer parâmetros para a bacia hidrográfica do Itapecuru, especificamente, a partir das informações até o momento disponíveis, podemos afirmar que as formações Corda e o grupo Itapecuru<sup>6</sup> demonstraram aptidão à ocorrência. Os arenitos do grupo Balsas, que apresentam inúmeras cavidades já notificadas estão presentes na porção Sul, nas nascentes que alimentam o início do rio que nomeia a bacia, que não foram até o momento prospectadas. Apresenta-se no Quadro 1 as cavidades notificadas restritamente à bacia do Itapecuru e no Mapa 2, mapa de localização.

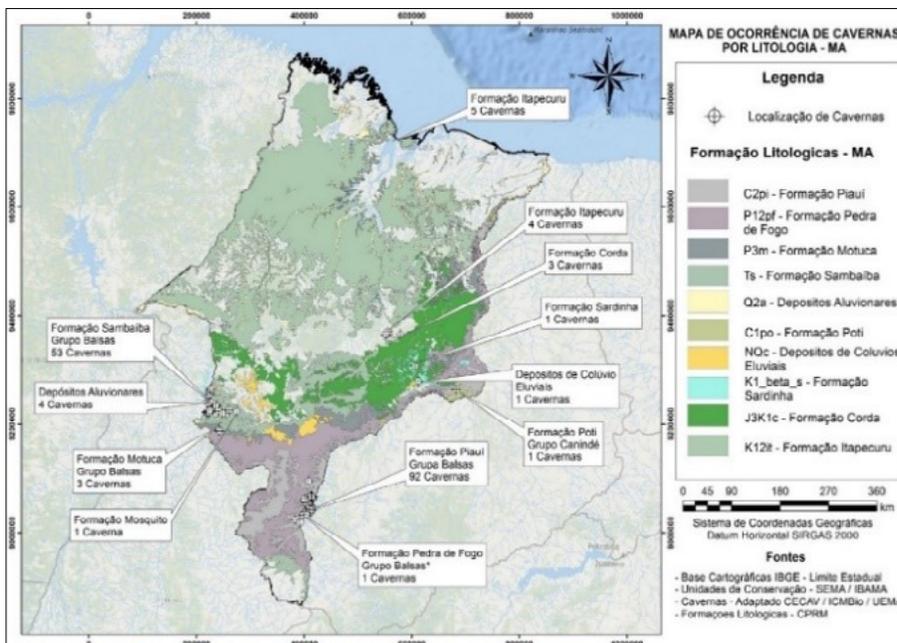
<sup>6</sup> O termo Formação Itapecuru passou a ser aplicado por Campbell et al. (1949, apud CASTRO, 2006) ao conjunto de sedimentos essencialmente arenosos, situados entre a Formação Codó e as formações terciárias Pirabas e Barreiras. Depois de ter sido subdividida em membros Inferior e Alcântara (RODRIGUES et al., 1990), Araújo et al. (1990), com base em características observadas em perfis elétricos, seções sísmicas e análise litológica, compartimentou-a em quatro sub-unidades, chamadas ITA I, II, III e IV. Em uma reavaliação realizada por Rossetti & Trukenbrodt (1997), as divisões ITA I, II e III foram consideradas como Unidade Indiferenciada, a IV foi dissociada em duas sucessões "Inferior" e "Superior", a primeira assumida como Alcântara e segunda como Cojupe, constituindo um Grupo.

Quadro 1 - Cavernas Notificadas para a Bacia Hidrográfica do Itapecuru

MUNICÍPIO	CAVERNAS
São Domingos do Maranhão	Casa de Pedra 1 Casa de Pedra 2 Casa de Pedra3
Jatobá	Traqueira
Colinas	Casa de Pedra do Zoador
Tuntum	Asa de Pedra Pedra Escrivida Toca do Morcego
Benedito Leite	Toca do Retiro
Pastos Bons	Casa de Pedra Gapara

Fonte: CANIE-CECAV (2017)

Mapa 2 – Cavernas notificadas na Bacia do Itapecuru



Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Os cadastros dessas cavernas não permitem avaliação mais acurada, uma vez que consta apenas com as coordenadas geográficas, mesmo assim, apresentando erros de mais de 12 metros, indicando a precariedade das informações, uma vez que as expedições de exploração foram feitas há algum tempo e se dedicaram mais a estudos arqueológicos e paleontológicos, como se pode ver no item sobre a arqueologia, no qual se apresentam a descrição dos registros rupestres nelas existentes.

Pelo exposto, exige-se que se façam esforços no sentido de prospectar, identificar, topografar, cadastrar e estudar as cavernas da bacia do Itapecuru, visando assegurar-se um arcabouço suficiente que permita cumprir as exigências legais de proteção, e, sobretudo, para o estabelecimento de gestão desta bacia hidrográfica que necessariamente abrigará atividades humanas geradoras de renda e qualidade de vida. Tal conhecimento é necessário para se balizar as medidas mitigadoras e o grau de significância do patrimônio espeleológico do Itapecuru.

Nesse sentido, uma expedição integrada multidisciplinarmente permitiu avaliar a potencialidade da bacia, para que se possam empreender novos esforços para o conhecimento mais preciso de suas possibilidades espeleológicas. Assim, pode-se constatar no alto curso a existência de arenitos do da formação Corda, majoritariamente, entremeados por outros do grupo Balsas, da formação Sambaíba, que deverão ser estudadas. Neste caso, há a presença, em altimetrias maiores, da formação Mosquito, a qual apresenta relevo plano, solos profundos, eutróficos, tão procurados pela agricultura moderna, mas que não demonstra aptidão à ocorrência de cavernas (Figura 3 e 4).

Figura 3 – Formação Corda/  
Sambaíba



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Figura 4 – Agricultura sobre  
solos da Formação Mosquito



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Na porção média da bacia, cujas notificações existentes, mas se manifestam, pode-se constatar em Presidente Dutra 4 cavernas contíguas e com desenvolvimento ainda não relatado para o Estado. Essas cavernas estão menos de 500 metros além do divisor da bacia e pertencem ao grupo Itapecuru, de arenitos e siltitos avermelhados, subordinados a arenitos esbranquiçados em zona de contato com a formação Codó, de folhelhos cinza-escuro a pretos, intercalados por siltitos, calcários e gipsita (IBGE, 2011).

Figura 5 – Caverna Furnas IV



Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

As cavernas, nomeadas por Furna I, II, III e VI, pelos moradores do distrito de Crioli do Joviniano no qual elas se situam, têm formação em material siltítico, evoluídas a partir da lixiviação interna descendente. As paredes apresentam sinais de fixação de óxido de ferro que capeiam o silte encaixante (Figura 5).

Apesar de estarem poucos metros além do divisor da bacia do Itapecuru, toda esta área de contato entre o Itapecuru e o Codó, a paisagem apresenta a mesma feição por quilômetros, indicando poder haver mais ocorrências tanto nesta bacia quanto na do Mearim.

### **Algumas Referências sobre os Sítios Rupestres e as Cavernas no Maranhão**

Excetuando alguns relatos dispersos de viajantes, cronistas e religiosos nos períodos colonial e imperial, a maioria das informações relacionadas aos sítios rupestres maranhenses data de meados do século passado em diante. Outro aspecto interessante é que essas indicações foram feitas por entusiastas não vinculados à arqueologia e as principais fontes de informação foram a revista do Instituto Histórico e Geográfico do Maranhão (IHGM) e o Boletim da Comissão Maranhense de Folclore (CMF).

Uma primeira referência foi publicada na edição de 1956 da revista do IHGM, pelo geógrafo Olímpio Fialho. Denominado de “A Casa de Pedra”, o artigo relatou a descoberta, em 1934, do sítio rupestre Casa de Pedra, no povoado de Sabonete, entre as cidades de Colinas e São Domingos do Maranhão:

Ao entrar, os sertanejos chamaram-me a atenção para sinais inscritos na parede interna, à esquerda. Esguardando esses sinais, notei que além de sinais desconhecidos havia uns, como letras, legíveis, do alfabeto ocidental, formando até raízes... Fora disso, o que se vê, são sinais inteiramente estranhos e dispersos ao léu, como me parece (FIALHO, 1956, p. 50).

Naquele período, o Geógrafo já chamava a atenção para antiguidade de tais sinais desconhecidos, filiando-os também a um período pré-histórico de uma América remota e destacava, ainda, o estado de destruição das cavernas devido à depredação humana (FIALHO, 1956). Em 1974, baseado nos relatos de Olímpio Fialho, o pesquisador Olavo Correia Lima também identificou outros sítios rupestres na região central do Maranhão, além de ter visitado o sítio Casa de Pedra:

As cavernas maranhenses são geralmente pequenas e não têm o esplendor espeleotêmico das irmãs sulinas. Contudo, nelas tenho encontrado inscrições rupestres, que para o antropólogo, compensam aquela pobreza (LIMA, 1985, p. 64).

Além da Casa da Pedra, foram identificadas e mapeadas mais três cavidades, levando Correia Lima a chamar a região central do Maranhão de Distrito Espeleológico de São Domingos, formado pela Caverna Élide, localizada no Centro do Cardosos; Caverna Correia Lima, descoberta no Cocal dos Pioizeiros, no povoado Bacupari e a Caverna Olímpio Fialho, situada na região da Lagoa da Serra, no povoado de Sabonete, conforme relatado pelo pesquisador:

As cavernas de São Domingos ficam nos contrafortes mais setentrionais da Serra das Alpercatas, a qual se bifurca em dois ramos principais: a Serra da Boa Vista mais a Nordeste, e da Inhuma, para noroeste. Seu epicentro fica na localidade de Sabonete, no extremo sul de São Domingos e na vizinhança de Tuntum (LIMA, 1985, p.64).

Localizadas nas encostas não muito altas de afloramentos rochosos, as cavernas de São Domingos do Maranhão destacam-se por conter registros rupestres, principalmente gravuras e pinturas no interior das cavidades. Das quatro cavernas descritas por Correia Lima (1985, 1986), três apresentaram

em seu interior pinturas ou gravuras rupestres. A caverna Olímpio Fialho caracterizava-se pela presença de gravuras em formas de riscos, pés-de-galinha; a caverna Élide, oculta na floresta densa, possuía em seu interior cerca de vinte figuras, entre pinturas figurativas (répteis) e geométricas (riscos) e por fim, a caverna Casa de Pedra, que foi descrita com duas pinturas reproduzindo um veado e uma série de círculos concêntricos (BANDEIRA, 2003).

Correia Lima (1986) filiou os registros rupestres de São Domingos do Maranhão aos povos Jê, da família Crans, precisamente os Timbira, baseado em informações etnográficas e na ausência de artefatos cerâmicos em escavações realizadas no local. Contudo, tais informações precisam ser vistas com cautela, pois não foram feitas datações arqueométricas nos achados, impossibilitando a temporalização dos sítios e a sua correlação com grupos étnicos. Na década de 1990, em outra região do Estado, foram descobertos novos sítios rupestres em pesquisas realizadas por Leite Filho:

Em 1990, através de contatos mantidos entre a Prefeitura Municipal de Carolina e o Departamento do Patrimônio Histórico e Artístico e Paisagístico do Maranhão, efetuou-se um levantamento preliminar na região do Rio Farinha onde foram localizados os sítios Morro das Figuras, caracterizado pela existência de gravuras com motivos antropomorfos e representações de pegadas e pontilhados e o sítio Morro das Araras, com painéis geométricos, ambos inseridos na região de flora e fauna típicas do cerrado em suportes areníticos (LEITE FILHO, 1991, p. 8).

O rio Farinha compõe a bacia do rio Tocantins e os sítios rupestres estão na zona rural do município de Carolina. Esta região, conforme apresentado no capítulo anterior, é caracterizada por extensas faixas de cerrado ainda preservadas e uma formação geomorfológica bastante peculiar e favorável à existência de sítios rupestres, devido à presença de cavidades e abrigos nos chapadões e mesas.

Segundo Leite Filho (1991), foram utilizadas a pressão e a fricção para elaborar as gravuras, compondo figuras ou sinais em baixo relevo, com motivos antropomorfos, pegadas humanas e pontilhados gravados na rocha, além de elementos geométricos.

Em 2003, Bandeira defendeu monografia focada na identificação de sítios rupestres no município de São Domingos do Maranhão, na região central do Estado, onde existe um abrigo sob rocha em que foram identificadas pinturas rupestres, possivelmente associadas à Tradição Agreste (BANDEIRA, 2003).

Com relação às pinturas rupestres, todas as composições eram pintadas em vermelho, com tonalidades diferenciadas resultante dos diferentes níveis de antropização do abrigo. Além disso, muitas sobreposições foram observadas, inclusive, com pinturas que apresentam fortes indicações de terem sido feitas em diferentes momentos gráficos. Dentre os motivos pintados, haviam zoomorfos representados por aves e lagartos e a representação de um inseto. Além disso, foram identificados antropomorfos e figuras geométricas, a exemplo de traços, linhas e pontos (BANDEIRA, 2003).

Além dessas referências, muitas informações dispersas indicam a existência de sítios rupestres em outras regiões da bacia do Itapecuru ou em rios próximos, a exemplo de São João Sóter, onde foi localizado o sítio Lajeado do Escrivão; em Gonçalves Dias, onde se localiza o sítio Pedra da Letra; em Grajaú, onde existem os sítios Talhado da Pedra Grande, Talhado de São Rafael também denominado Casa de Pedra, Caverna do Barboz, Anfiteatro e Caverna dos Catitús (BRAGA, 2011, 2014; BANDEIRA, 2003, 2017; LEITE FILHO, 1991; LIMA, ARRUDA, REIS, 2012).

## Pinceladas Sobre a Arqueologia Regional

Para área de pesquisa pouquíssimas referências sobre sítios arqueológicos e cavidades foram encontradas, denotando um desconhecimento quase total da bacia do Itapecuru em seu médio e alto curso, corroborando com a ausência de informações oficiais junto ao órgão de preservação do patrimônio arqueológico brasileiro. Não obstante, pesquisas com interface entre a espeleologia e arqueologia estão bem mais estruturadas para o alto curso da bacia do Parnaíba, na altura dos municípios de Tasso Fragoso e Alto Parnaíba, na margem maranhense (BANDEIRA, 2017; CAINO et al., 2014).

Dentre as informações coletadas, algumas foram registradas ainda no século passado, principalmente nos boletins das associações científicas, como os institutos históricos e geográficos, além de algumas notícias dispersas que foram publicadas em blogs e jornais que informam sobre a presença de sítios com registros rupestres na região estudada.

Uma das referências mais antigas foi publicada pelo geógrafo Olímpio Fialho, em 1956. Denominado de “A Casa de Pedra”, o artigo relatou as atividades de engenharia realizadas pelo autor em 1934, na antiga cidade de Picos, atualmente, Colinas. Naquele momento, ele é informado pelos moradores sobre a existência de muitas formações rochosas e cavernas desconhecidas da literatura da época. Em uma dessas cavidades situada no povoado de Sabonete, pertencente atualmente ao município de São Domingos do Maranhão, ele visitou o sítio arqueológico Casa de Pedra, conforme citado a seguir:

Era uma caverna que, lá ainda hoje se deve encontrar como a vi nêsse tempo. Chegamos pela frente da grande abertura, em forma de arcada, cuja base medí 14 metros, por sete de altura, a qual dá entrada so vão maior que, por seu turno se comunica com dois outros vão menores e mais próximos ao tecto (FIALHO, 1956, p. 49).

Após descrever, medir e desenhar a face externa da Casa de Pedra, o autor descreveu:

Ao entrar, os sertanejos chamaram-me a atenção para sinais inscritos na parede interna, à esquerda. Esguardando êsses sinais, notei que além de sinais desconhecidos havia uns, como letras, legíveis, do alfabeto ocidental, formando até raízes... Fora disso, o que se vê, são sinais inteiramente estranhos e dispersos ao léo, como me parece (FIALHO, 1956, p. 50).

Fialho chamou a atenção para a antiguidade daqueles sinais desconhecidos filiando-os a um período pré-histórico remoto e apontou o processo de destruição dessa caverna:

É com propósito de trazer ao conhecimento do Instituto Histórico e Geográfico do Maranhão, a existência de uma autêntica caverna com estalagmites e estalactites e ainda com inscrições de sinais desconhecidos nas paredes internas; em terras maranhenses (FIALHO, 1956, p. 48).

Em 1974, baseado nos relatos pioneiros de Olímpio Fialho, o professor Olavo Correia Lima realizou pesquisas na região de São Domingos do Maranhão, revisitando o sítio Casa de Pedra e descobrindo outras cavernas no município:

As cavernas maranhenses são geralmente pequenas e não têm o esplendor espeleotêmico das irmãs sulinas. Contudo, nelas tenho encontrado inscrições rupestres, que para o antropólogo, compensam aquela pobreza (CORREIA LIMA, 1985, p. 64).

Para além da Casa de Pedra foram identificadas mais quatro cavernas, levando Correia Lima a batizar a região de Distrito Espeleológico de São Domingos:

As cavernas de São Domingos ficam nos contrafortes mais setentrionais da Serra das Alpercatas, a qual se bifurca em dois ramos principais: a Serra da Boa Vista mais a Nordeste, e da Inhuma, para noroeste. Seu epicentro fica na localidade de Sabonete, no extremo sul de São Domingos e na vizinhança de Tuntum (CORREIA LIMA, 1955, p.64).

Correia Lima batizou seus novos achados de Caverna Élide, situada no Centro do Cardosos e Caverna Correia Lima, descoberta no Cocal dos Piozeiros, ambas localizadas no povoado de Bacupari e, por fim, a Caverna Olímpio Fialho referenciada na região da Lagoa da Serra, no povoado de Sabonete (LIMA, 1986).

Para além da importância espeleológica, as cavernas de São Domingos do Maranhão destacam-se por apresentar muitas evidências arqueológicas, a exemplo de registros rupestres, que testemunham a ocupação humana antiquíssima nessa região. Neste sentido, das quatro cavernas descritas por Correia Lima (1986), três apresentaram pinturas ou gravuras rupestres. A caverna Olímpio Fialho caracteriza-se pela presença de gravuras em formas de riscos, pés-de-galinha; a caverna Élide, oculta na floresta densa, possui em seu interior cerca de vinte figuras, entre pinturas figurativas (répteis) e geométricas (riscos) e a caverna Casa de Pedra, descrita com duas pinturas reproduzindo um veado e uma série de círculos concêntricos.

Sobre os executores dos vestígios rupestres, Correia Lima (1985) afirma que aquela região, banhada pelo rio Itapecuru “[...] foi um dos habitats preferidos pelos lácidas maranhenses. São os Crans de Von Martius vistos por ele em passagem por Caxias” (LIMA, 1985, p. 69).

Entretanto, apesar do referido professor tentar filiar os registros rupestres de São Domingos do Maranhão aos índios Jê, mais precisamente os Timbira, baseado apenas em analogias etnográficas e na ausência de artefatos cerâmicos em escavações realizadas por ele no local, acreditamos que os dados coletados não são suficientes para estabelecer uma associação segura entre esses registros rupestres e os povos indígenas citados, pois a inexistência de pesquisas arqueológicas sistemáticas e de datações para os registros rupestres dessa região dificultam a interpretação da evidência rupestre.

Dentre as poucas referências de caráter científico, destacamos um artigo de Leite Filho e Leite (1998, p. 6) onde consta a indicação de alguns sítios rupestres, conforme citado:

Em outubro de 1998, através de parceria mantida junto a professores e alunos do Curso de História da Universidade Estadual do Maranhão em Caxias, visitou-se no município de São João Sóter, o sítio Lageado do Escrivão, que se estende por um abrigo de 30 metros de comprimento por 3 m de altura, com ocorrência de manchas de gravuras com motivos geométricos e antropomorfos. No município de Gonçalves Dias, encontrou-se também o sítio Pedra da Letra, com pinturas e gravuras com motivos geométricos e figuras antropomorfas. Ambos os sítios estão seriamente ameaçados pela ação das águas que gradativamente acentuam o desgaste da matriz rochosa em que os grafismos foram confeccionados, ocasionando a perda de testemunhos importantes contendo informações valiosas sobre o universo do imaginário pré-histórico maranhense. Temos informações da existência de muitos outros sítios rupestres no Estado, especificamente, nos municípios de Imperatriz, Colinas e Mirador.

Neste esforço de síntese, citamos ainda a matéria Manifestações rupestres em cavernas do Maranhão, publicada pelo jornalista Paulo Melo Sousa no Jornal Pequeno, em 14 de agosto de 2008. Nela, são relatadas as atividades prospectivas em alguns municípios maranhenses, a exemplo de São Domingos do Maranhão, Tuntum e Colinas, inclusive com a identificação de sítios arqueológicos ainda desconhecidos na literatura arqueológica.

A esse respeito, o jornalista comentou:

Pertencente à propriedade de seu José, a 300 metros da casa da fazenda, encontra-se a Casa dos Cabocos ou Casa dos Índios, abrigo de pedra até então não registrado, com 40 metros de largura, e que apresenta, segundo Deusdedit Filho, um painel bastante complexo, com linhas entrecruzadas, tridígitos, e uma série de pontos, furos na pedra que formam uma sequência geométrica muito interessante. Boa parte da área central do painel desabou, mas ainda existem nas laterais do abrigo dois pequenos nichos com representação desses grupos. Afora os lugares que visitamos nesta viagem, existem diversas outras localidades do Maranhão com manifestações rupestres; nesta região, existe um grande potencial arqueológico, ainda à espera de prospeções na área, revelando a presença de grupos pré-históricos nesses locais (SOUSA, 2008, p. 5).

Outra nota coligida na literatura foi publicada no Blog do Sabá, pelo jornalista Claudio Sabá, em 26 de maio de 2013, sob o título Inscrições rupestres próximas a Caxias. Na matéria é registrada a existência de um sítio arqueológico no município de São João do Sóter, com várias inscrições rupestres. Trata-se do Lajeiro do Escrivão (Figura 7), nome dado ao abrigo de pedra que mede 32,5m de comprimento, e atinge até 3 metros de altura, segundo Sabá (2013).

Para o jornalista, “o Lajeiro do Escrivão é ainda o único sítio do Maranhão até agora conhecido que apresenta vestígios de pintura nos sulcos das gravuras tornando a importância de sua preservação uma necessidade dos poderes públicos municipal, estadual e federal” (SABÁ, 2013, p. 2).

Figura 6 – Paredão que forma o sítio Lajeiro do Escrivão, em São João do Sóter



Fonte: Claudio Sabá, 2013.

Figura 7 - Composições gravadas do sítio Lajeiro do Escrivão, em São João do Sóter



Fonte: Claudio Sabá, 2013.

Convém também destacar a matéria Um passado a ser desvendado em Gonçalves Dias, publicada no blog Gonçalves Dias sob o domínio Clio, em 15 de janeiro de 2013, de autoria do jornalista Relve Marcos, que indica várias localidades que poderiam ser ocupadas por populações indígenas, sobretudo, falantes de línguas do Tronco Macro Jê, a exemplo dos povoados de Coitezinho, Centro do Zé Antônio, Olho D’água Seco, Centro do Carolinda, Cruz, Patioba,

Centro dos Correias, Reserva. Dentre os principais vestígios arqueológicos já identificados no município, o autor cita as inscrições rupestres situadas às margens do rio Codozinho, no povoado Coitezinho, no sítio chamado de “Pedra de Letras” (Figuras 8 e 9) (MARCOS, 2013).

Figura 8 – Gravura rupestre na base do paredão do Sítio Pedra de Letras, em Gonçalves Dias



Fonte: Relve Marcos, 2013.

Figura 9 – Cúpulas rupestres no Sítio Pedra de Letras, em Gonçalves Dias



Fonte: Relve Marcos, 2013.

Sobre este sítio, o jornalista comentou:

Apesar dos séculos que se passaram os vestígios da presença humana antes do século XX, chegaram até a contemporaneidade, como as marcações rupestres no paredão de arenito, localizado no povoado Coitezinho, há naquele lugar, vastas marcações em pedra, que foram encontradas pelos “primeiros” moradores locais no decorrer das décadas de 1930 e 1940, este local ficou conhecido como “Pedra de Letras”, tida como encantada pelos moradores locais, onde segundo eles, aquelas chegam até a cantar (MARCOS, 2013, p. 3).

Contudo, as atividades de pesquisa mais sistemáticas realizadas nessa região ocorreram entre os municípios de São Domingos do Maranhão e Colinas, com a pesquisa monográfica de Bandeira (2003), que registrou a evidência rupestre

tre nas cavernas desses municípios. Sobre a Caverna Traqueira, ela situa-se no Baixão da Lagoa, no povoado Traqueira, localizada em terras pertencentes ao Senhor Waldemiro Lopes de Oliveira com o acesso pela rodovia que liga São Domingos do Maranhão ao município de Colinas (Figura 10).

Figura 10 - Entrada da Caverna Traqueira, São Domingos do Maranhão



Fonte: Bandeira (2003)

Trata-se de um abrigo com três entradas distintas, parcialmente destruídas pelo desmoronamento de alguns blocos do teto, a ação de abelhas e cupins, além da atuação depredatória por inúmeros riscos e assinaturas nas paredes, inclusive uma assinatura datada de 1700. A caverna apresentou dois compar-

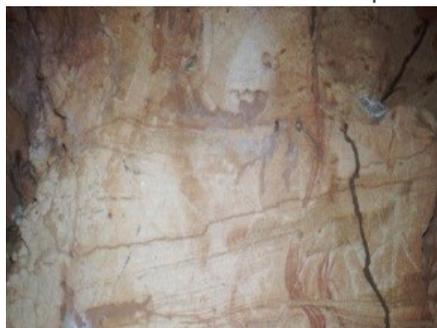
timentos: o primeiro foi o único possível de realizar pesquisa dada a luminosidade natural; já o segundo, os enormes blocos caídos inviabilizavam o acesso ao seu interior. Com relação aos registros rupestres foram registradas apenas gravuras com motivos geométricos (Figuras 11 e 12), espalhadas em blocos caídos logo na entrada do abrigo e em algumas partes do teto e da parede. Visualizaram-se cinco conjuntos de gravuras, entre bastonetes, sinais e traços geométricos (BANDEIRA, 2003).

Figura 11 - Gravuras ameaçadas de destruição por ação de cupim



Fonte: Bandeira, 2003.

Figura 12 - Gravuras geométricas encontradas no interior da Traqueira



Fonte: Bandeira, 2003.

A Caverna Élida situa-se no povoado de Bacupari, pertencente ao município de São Domingos do Maranhão. De lá ainda se percorreu cerca de sete quilômetros até o acesso à caverna Élida, conhecida pelos moradores locais de “Casa escrita”. Da entrada avista-se um imenso paredão com uma pequena cavidade em seu interior (Figura 13).

Figura 13 - Vista panorâmica da entrada da Caverna Élida – São Domingos do Maranhão



Fonte: Bandeira (2003)

No interior da caverna existe muitas pinturas rupestres nas paredes do fundo e no teto mais baixo. Notou-se que o estado de conservação da própria estrutura do abrigo estava em melhores condições que a Traqueira, porém já existem muitas pinturas em estado lastimável de conservação.

Com relação aos registros rupestres, observou-se uma sequência de pinturas com vários tons de vermelho constituindo um grande painel. As tonalidades de vermelho foram alcançadas, provavelmente, pela utilização de pigmentos minerais como o óxido de ferro associado a outros elementos minerais ou naturais, o que levou, inclusive, alguns moradores da região a pensar que tais pintu-

ras teriam sido feitas com sangue. Dentre os motivos pictóricos, destacam-se três tipos de representações rupestres: as pinturas antropomorfas, zoomorfas e geométricas, não sendo localizado registros gravados (BANDEIRA, 2003).

Figura 14 - Vista panorâmica da entrada da Caverna Élida – São Domingos do Maranhão



Fonte: Bandeira (2003)

Com relação ao motivo antropomorfo encontrado na Caverna Élida (Figura 14), destaca-se apenas uma figura humana em um conjunto numérico bastante superior de zoomorfos e geométricos. O próprio Correia Lima, após inúmeras incursões a esta caverna, não descreveu em suas publicações a ocorrência de antropomorfos. Sobre as pinturas deste sítio rupestres escreveu o pesquisa-

dor: “na subcaverna encontra-se as melhores inscrições rupestres do Distrito. São em número de 20 desenhos que podem ser classificados em dois tipos: petropinturas (répteis), petrogrifos (riscos)” (LIMA, 1985, p. 67).

Sobre os zoomorfos (Figuras 15 e 16), estes representam quase a totalidade dos registros encontrados, sendo notável a presença de répteis como lagartos, teiús e camaleões, sendo que além destes elementos, identificou-se, provavelmente, a representação de uma ave, que poderia ser um papagaio ou arara. Observou-se também uma representação semelhante a uma libélula, além de composições incompletas ou sobrepostas de répteis. Destaca-se por fim, a composição de uma pintura rupestre semelhante a um primata (BANDEIRA, 2003).

O tamanho dessas pinturas varia entre 5 a 30 centímetros de comprimento. Entretanto, a descamação natural e a salinização do suporte rochoso não permitiram a visualização das pinturas em sua totalidade.

Figura 15 - Zoomorfos representando répteis e algumas pegadas – Caverna Élidea



Fonte: Bandeira (2003)

Entre os motivos geométricos, encontrou-se a representação de retas, pontilhados e riscos dispersos no imenso painel, aparecendo por vezes isolado, ou por vezes sobrepostos as pinturas. As formas complexas desses registros não permitiram uma descrição mais pormenorizada de sua composição, o que não significa que tais representações não tenham significado na totalidade ou nas partes que compõem o painel da caverna Élida (BANDEIRA, 2003).

Sobre a filiação dos registros da caverna Élida, não se tem dados etno-históricos e arqueológicos suficientes para conjeturar-se sobre as populações que executaram tais pinturas, pois apesar de Correia Lima (1985) ter efetuado uma série de observações a respeito das populações indígenas que habitaram aquela região e sua suposta correlação com tais registros, o resultado de suas reflexões, por demais descritivos não permite concluir com segurança sobre a etnicidade de seus executores (BANDEIRA, 2003).

Figura 16 - Zoomorfos variados – Caverna Élida



Fonte: Bandeira (2003)

Sobre a estrutura deste abrigo, o grande terreno que o circunda possibilita atividades de escavação, sendo necessárias medidas de fiscalização e controle do acesso. Alerta-se para o estado lastimável de conservação da caverna Élide, principalmente no que tange à ação antrópica depredatória. A parte externa do grande paredão encontra-se totalmente tomada por rabiscos, nomes e pichações sendo que se observaram novamente datas antigas, a exemplo de uma de 1937.

Por fim, visitou-se a Caverna Casa de Pedra (Figura 17), a mais conhecida da região, pois foi a primeira a ser referenciada na literatura sobre a região. Ela localiza-se no povoado de Sabonete, pertencente ao município de São Domingo do Maranhão, distante seis quilômetros de Bacupari, em terras de propriedade do Sr. Francisco Pereira dos Santos.

A caverna se divide em dois compartimentos internos e situa-se em uma porção bem mais elevada do terreno. No entorno da caverna notou-se grande quantidade de pedras roladas de seu interior, tanto que logo na entrada grandes blocos soltos do teto dificultavam a observação dos registros rupestres daquele sítio.

Desde 1985, Correia Lima já alertava para a destruição daquele abrigo, pois na primeira vez que visitou a Casa de Pedra, ela “[...] estava entulhada quase totalmente por desabamentos interioranos, que segundo nosso guia, Sr. Joaquim Lopes, eram recentes” (LIMA, 1985, p. 68).

Figura 17 - Interior da caverna Casa de Pedra – São Domingos do Maranhão



Fonte: Bandeira (2003)

Atualmente, a degradação natural deste abrigo está bem superior às indicações feitas por Correia Lima (Figura 18). Tanto que não se observou nem nos blocos desprendidos do teto e nem nas paredes os registros rupestres apontados por este professor: duas gravuras, uma com motivo geométrico, representando círculos concêntricos e a outra com motivo zoomorfo, representando um veado.

Acredita-se que, atualmente, tais registros encontram-se nos blocos rolados pelo chão, sendo que o suporte em que a gravura se fixava provavelmente deve estar voltado para o solo. O segundo salão não nos permitiu a visitação devido à ausência de luz em seu interior (BANDEIRA, 2003).

Figura 18 - Blocos rolados que se desprenderam do teto da Caverna Casa de Pedra



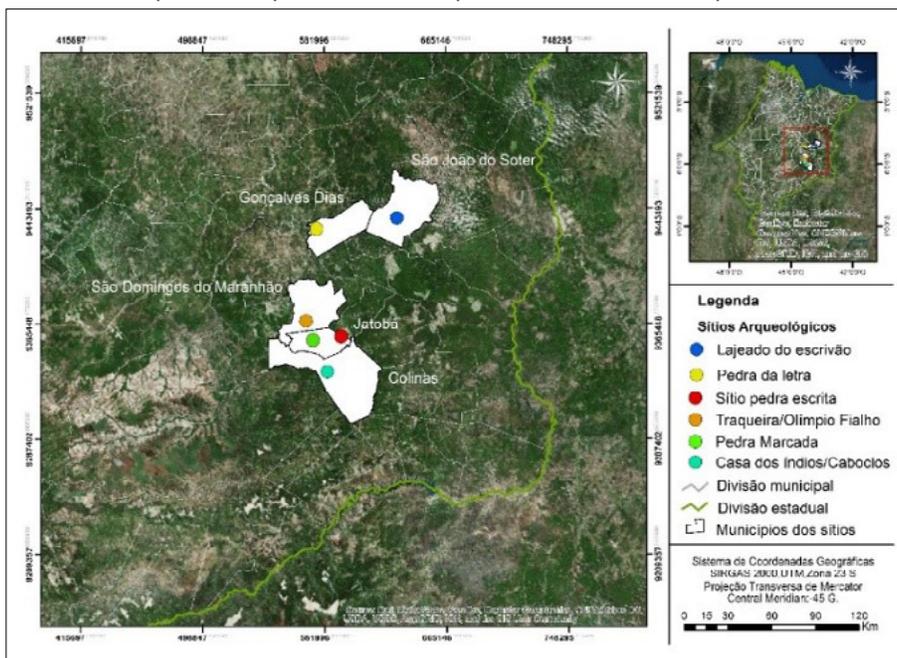
Fonte: Bandeira (2003)

Diante dos levantamentos de campo nas cavernas da bacia do Itapecuru no inteiro de se descobrir registros rupestres esboça-se concordância com as afirmações do professor Correia Lima (1986):

A Cultura Rupestre Maranhense acompanha exclusivamente os incidentes espeleológicos, talvez à mingua de rochas magmáticas superficiais. O Maranhão é constituído fundamental e superficialmente por terreno sedimentar, plano, pobre de formações rochosas, coisa que somente acontece para o sul onde, mesmo assim, revelam-se mais ferruginosas ou calcárias (CORREIA LIMA, 1986, p. 9).

Diante do exposto, a partir da síntese de conhecimento apresentada neste capítulo foi possível construir um mapa preliminar com a identificação dos sítios com registros rupestres na bacia do médio e alto Itapecuru, conforme ilustrado no mapa (Mapa 3).

Mapa 3 – Mapa com sítios rupestres na bacia do Itapecuru



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

## Considerações Finais

Como pudemos inferir, a partir dos conhecimentos existentes acerca das cavernas da Bacia do Itapecuru nos cadastros nacionais de cavidades, da sua geologia e geomorfologia, subsidiados pela expedição de reconhecimento e prospecção de mais 4 cavernas em seu divisor com o Munim, pode-se considerar que a existência de cavernas tem um potencial ainda maior do que se tem notícia, bem como novas pesquisas podem trazer ao conhecimento outros elementos que construam um rico e diversificado arquivo de conhecimento espeleológico. No campo da arqueologia esse potencial espeleológico tem uma relevância ainda maior, visto que muitos povos do passado buscaram abrigo e proteção no interior das cavidades, deixando nelas inúmeros testemunhos de sua presença.

Tanto na espeleologia, como na arqueologia as pesquisas científicas na bacia do Itapecuru não se realizaram de forma sistemática, como ocorreu na porção mais ao Sul, na bacia do Parnaíba, exigindo esforços nesse sentido, justificados pela notificação esparsa existente, mas que se consideradas as geologia, geomorfologia e a arqueologia. Neste contexto, a perspectiva é que o número de cavidades certamente crescerá rapidamente, a exemplo dos sítios arqueológicos com registros rupestres.

Apesar do conhecimento ainda fragmentado, algumas considerações já podem ser construídas, a exemplo das porções do médio e alto curso do rio Itapecuru se tornarem potenciais para a ocorrência de sítios com registros rupestres, a partir da região centro-sul do Estado, onde o relevo tem características de planalto, com variações bem mais altas em relação ao nível do mar, apresentando condições fisiográficas necessárias a este tipo de evidência do passado.

Além disso, dois tipos de registros rupestres estão sendo evidenciados nessa região, podendo delimitar duas áreas de fronteiras culturais ou de contato interétnico: as pinturas rupestres sendo executadas em suportes rochosos calcários e mais abrigados e as gravuras rupestres em paredões e abrigos abertos, em suporte arenítico.

Diante do exposto, é de suma importância a interface entre a espeleologia e a arqueologia para identificação de sítios abrigados. Neste contexto, o Maranhão desponta como uma área ecologicamente estratégica para se compreender os modos de vida do passado, sobretudo nos limites entre Cerrado e Floresta Amazônica, entre as bacias do Itapecuru, Mearim, Parnaíba e Tocantins. Tais pesquisas não podem tardar, pois muitos testemunhos da ocupação humana em um período bastante anterior a chegada dos colonizadores europeus no Maranhão está desaparecendo em ritmo bastante acelerado devido a fatores naturais e antrópicos.

## REFERÊNCIAS

ARANHA, L. G. et al. Origem e evolução das bacias de Bragança-Viseu, São Luís e Ilha Nova. In: GABAGLIA, G. P. R.; MILANI, E. J. (Ed.). **Origem e Evolução de Bacias Sedimentares**. Rio de Janeiro: Petrobrás, 1990. p. 221-233.

BANDEIRA, A. M. **Um panorama sobre os registros rupestres no Estado do Maranhão**. 2003. Monografia (Licenciatura plena em História). – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2003.

\_\_\_\_\_. **Tasso Fragoso: uma nova fronteira para a pesquisa arqueológica no Maranhão**. Cadernos do LEPAARQ, v. XIV, n. 28, p. 59-90, 2017.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais: fundamentos geológicos-geográficos, alteração química e física das rochas e relevo cárstico e dômico**. Santa Catarina: Ed. da UFSC, 1994.

BRAGA, A. **Sítio Arqueológico Testa Branca II, Contributo a Arqueologia Rupestre no Brasil**. Estreito, Maranhão – Brasil. Mestrado (Dissertação em Arqueologia Pré-Histórica e Arte Rupestre) – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douros, Vila Real. 2011.

\_\_\_\_\_. Arte Rupestre no Maranhão, o caso Testa Branca II. In: BANDEIRA, A. M.; BRANDI, R. A (Org.). **Nova luz sobre a arqueologia do Maranhão**. São Luís: Brandi & Bandeira Consultoria Cultural Ltda., p. 239-267, 2014.

BRASIL. **Resoluções do Conama: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012**. Brasília: MMA, 2012.

\_\_\_\_\_. **Decreto Nº 6.640, DE 7 de novembro de 2008**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/decreto/d6640.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6640.htm). Acesso em: 25 set. 2013.

\_\_\_\_\_. **Constituição Federativa do Brasil**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso: 05 mar 2015.

CAINO, J. S. et al. Perspectivas da arqueologia sul maranhense. In: BANDEI-

RA, A. M; BRANDI, R. A (Org.). **Nova luz sobre a arqueologia do Maranhão.** São Luís: Brandi & Bandeira Consultoria Cultural Ltda., p. 215-238, 2014.

CASTRO, D. F. **Registro de dinossauros na região da cidade de Coroatá, EO/ Mesoalbio da bacia de São Luís-Grajaú, estado do Maranhão.** Dissertação de Mestrado elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Geociências - Área de Concentração em Geologia Regional, Rio Claro: Unesp, 2006.

CONAMA. **Resolução 005/1987.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res87/res0587.html>>. Acesso em: 12 maio 2014. D.O.U. (Diário Oficial da União). Portaria N° 887, de 15 de junho de 1990. Publicado no Diário Oficial n° 117, de 20.06.90, Seção I, Pág. 11844.

FERNANDES, B. S. **Levantamento e Análise Espeleológica dos municípios de São Domingos do Maranhão, Tuntum e Colinas - Maranhão.** Monografia. UEMA. São Luís, 2009.

\_\_\_\_\_. **A cavidade natural subterrânea “Toca do Inferno”, Barão de Grajaú - MA, e sua importância para a sustentabilidade do cerrado na região.** Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas. São Luís: UFMA, 2013.

FIALHO, O. Casa de Pedra. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Maranhão.** São Luís, ano VII, n. 6, p. 47-51, 1956.

HARDT, R.; RODETII J.; PINTOI, S. DOS A. F.; WILLEMS, L. Exemplos brasileiros de carste em arenito: Chapada dos Guimarães (MT) e Serra de Itaqueri (SP). In: **Espeleotema**, v. 20, n. 1/2, p. São Paulo: SBE, 2009. p.7-23.

IBGE. **Mapa Geoambiental do Maranhão.** Rio de Janeiro: FIBGE, 1988.

\_\_\_\_\_. **Mapa de Geologia do Maranhão, 1:400.000.** Rio de Janeiro: FIBGE, 2011.

ICMBio. **Decreto nº 6.640, 7 de novembro de 2008 – Comentado.** Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/Decreto\\_6640](http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/Decreto_6640)>. Acesso em: 31 dez. 2012.

JANSÉN, D. C.; CAVALCANTI, L. F.; LAMBLÉM, H. S. Mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala de 1: 2.500.000. **Revista Brasileira de Espeleologia**, v. 1, n. 2, p. 42-57, 2012.

KLIMCHOUK, B. A.; FORD, D. C. Types of Karst and Evolution of Hydrogeologic Settings. In: KLIMCHOUK, B. A.; FORD, D. C.; PALMER, A. N.; DREYBRODT, W. (editors) **Speleogenesis - Evolution of Karst Aquifers**. Huntsville (USA), National Speleological Society: 2000.

LEITE FILHO, D. C. Gravuras Rupestres no município de Carolina - MA. **CANTARIA-Boletim Informativo do Departamento de Patrimônio Histórico, Artístico e Paisagístico do Maranhão**, São Luís, ano IV, N.11, p. 2, 1991.

LEITE FILHO, D. C.; LEITE, E. G. Grafismos Rupestres. **Boletim [da] Comissão Maranhense de Folclore**, São Luís, n. 12, p. 8, dez. 1998.

LIMA, O. C.; AROSO, O. C. L. **Pré-História Maranhense**. São Luís: Editora da Gráfica Escolar, 1989.

LIMA, O. C. Província Espeleológica do Maranhão. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Maranhão**, São Luís, ano LXI, N. 10, out. 1985.

\_\_\_\_\_. Cultura Rupestre Maranhense. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Maranhão**, São Luís: SIOGE, N.11, p.7-12, mar. 1986.

LIMA, L. N.; ARRUDA 1 R. S. O. N.; REIS, A. J. C. Um estudo sobre o Sítio Arqueológico do município de Grajaú-MA. **Anais... Resumo**. São Luís: UFMA, 2012. Disponível em: <<http://www.sbcnet.org.br/livro/64ra/resumos/resumos/5358.htm>>.

MARCOS, R. **Um passado a ser desvendado em Gonçalves Dias**. Blog Gonçalves Dias sob o domínio Clio. Caxias, 15 de janeiro de 2013. Disponível em: <<https://gdclio.wordpress.com/2013/01/15/um-passado-a-ser-desvendado--em-goncalves-dias/>>.

MARTINI, J. E. J. Dissolution of Quartz and Silicate Minerals. In: KLIMCHOUK, B. A.; FORD, D. C.; PALMER, A. N.; DREYBRODT, W. (editors) **Speleogenesis- Evolution of Karst Aquifers**. Huntsville (USA). National Speleological Society, 2000. p.171-174).

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Instrução Normativa MMA N° - 2, 20 de agosto de 2009 – comentada (abril-2012)**. Disponível em: <[http://sbpbrazil.org/assets/uploads/files/IN\\_02\\_MMA](http://sbpbrazil.org/assets/uploads/files/IN_02_MMA)>. Acesso em: 10 nov. 2012.

MORAIS, A. R. C.; CASTRO, C. E de. Cavernas de Tasso Fragoso – MA: mapeamento e registro das ocorrências espeleológicas como subsídio à preservação da Geodiversidade. **Espeleo-Tema**, v.28, n.1. Campinas: SBE, 2017.

PINHEIRO, E. A. L. et al. Prospecção de cavernas no sul do Maranhão, o potencial paleontológico e arqueológico a ser preservado nas cavernas de Tasso Fragoso – MA. **IXVI Simpósio brasileiro do Geografia Física**. Teresina: UFPI, 2015. p.3597-3604.



RODRIGUES, T. L. D. N.; LOVATO, O. G.; CAYE, B. R. Contribuição à Estratigrafia da Folha São Luís (AS.23-Z-A)/MA. In: **Anais Congresso Brasileiro de Geologia**, 5., 1990, Natal. Natal. Sociedade Brasileira de Geologia, 1990. v.36, n.1, p. 124-135.

ROSSETTI, D. F. B.; TRUCKENBRODT, W. Revisão estratigráfica para os depósitos do AlbianoTerciário Inferior (?) na Bacia de São Luís (MA), Norte do Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Série Ciências da Terra**, Belém, v.9, p. 29-41, 1997.

SABÁ, C. **Inscrições rupestres próximas a Caxias**. Blog do Sabá. Caxias, 26 de maio de 2013. Disponível em: <<http://www.blogdosaba.com.br/2013/05/exclusivo-inscricoes-rupestres-proximas.html>>.

SOUSA, P. M. **Manifestações rupestres em cavernas do Maranhão**. Jornal Pequeno. São Luís, 14 de agosto de 2008. Disponível em: <<https://edicao.jornalpequeno.com.br/impresso/2008/11/14/manifestacoes-rupestres-em-cavernas-do-maranhao>>.

SELF, C.; MULLAN G. Karst and Pseudokarst In: CHAMBERT, C.; WILLIANS P. **Atlas des Cavités non Calcaires du Monde**. UIS, 1997.

SPOLADORE, A.; COTTAS, L. R. A gruta do Portão de Cima e a gruta do Portão de Baixo: duas cavernas areníticas no município de Sengés – PR. **Geografia**, v. 14, n. 2, jul./dez., p.71-83, 2005.

SZCERBAN, E.; URBANI, F. Carsos de Venezuela, Parte 4: Formas Cársicas em Areniscas Precambrianas del Territorio Federal Amazonas y Estado Bolivar. **Bol. Soc. Venez. Epeleolgia**, 5 (1), p.27-54, 1974.

VASCONCELOS, A. M. et al. L. Folhas SA23/SB23/SC23. In: SCHOBHENHAUS, C. et al. (eds.). **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas**. Programa Geologia do Brasil. CPRM, Brasília: CPRM, 2004. CD-ROM

YONGER, P. L.; STUNEL, J. M. Karst and Pseudokarst: na artificial distinction?. In: BROWN, A. G. (editor) **Geomorfology and Groundeater**. John Wiley and Sons LTD, 1995. p.121-242.



**UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO  
MARANHÃO**

**IMESC**  
INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS  
SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS

**SEPE**  
SECRETARIA DE ESTADO DE  
PROGRAMAS ESTRATÉGICOS

