



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**WESLEY ALVES DOS SANTOS**

**A BARRAGEM DE XINGÓ E OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NO  
BAIXO SÃO FRANCISCO SERGIPANO**

Cidade Universitária, Prof. José Aloísio de Campos - UFS  
São Cristóvão – SE, Março de 2019.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**WESLEY ALVES DOS SANTOS**

**A BARRAGEM DE XINGÓ E OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NO  
BAIXO SÃO FRANCISCO SERGIPANO**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe - PPGeo como requisito final para a obtenção do título de Doutor em Geografia.

**Orientador:** Prof. Dr. Hélio Mário de Araújo

Cidade Universitária, Prof. José Aloísio de Campos - UFS  
São Cristóvão – SE, Março de 2019.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Santos, Wesley Alves dos

S237b A barragem de Xingó e os impactos socioambientais no baixo São Francisco sergipano / Wesley Alves dos Santos; orientador Hélio Mário de Araújo. – São Cristóvão, SE, 2019.

251 f. : il.

Tese (doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe, 2019.

1. Geografia. 2. Usina Hidrelétrica de Xingó. 3. Impacto ambiental – Aspectos sociais. 4. Geomorfologia ambiental. 5. Sustentabilidade – Sergipe. I. Araújo, Hélio Mário de, orient. II. Título.

CDU 911.3:552.51(285)(813.7)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**A BARRAGEM DE XINGÓ E OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NO  
BAIXO SÃO FRANCISCO SERGIPANO**

Tese submetida à apreciação da Banca Examinadora em 28 de março de 2019, constituída pelos membros:

---

Prof. Dr. Hélio Mário de Araújo (Orientador)

Universidade Federal de Sergipe – UFS

---

Profa. Dra. Cátia dos Santos Fontes (Examinador Externo a UFS)

---

Prof. Dr. Genésio José dos Santos (Examinador Externo ao Programa)

Universidade Federal de Sergipe – UFS

---

Profa. Dra. Núbia Dias dos Santos (Examinador Externo ao Programa)

Universidade Federal de Sergipe – UFS

---

Prof. Dr. Christian Jean-Marie Boudou (Examinador Externo ao Programa)

Universidade Federal de Sergipe - UFS

Ao meu DEUS, minha família, meus filhos Vítor Oliveira Alves, Gabriela Oliveira Alves (*in memoriam*) e minha esposa Lisandra de Oliveira Caldas Alves.

## AGRADECIMENTOS

Nesses pouco mais de cinco anos de elaboração da Tese de Doutorado encontramos toda sorte de obstáculos, adversidades, caminhos, descaminhos, idas e vindas ao processo de pesquisa, na confecção do texto. Mas, o importante é que, também, nos deparamos com facilidades, possibilidades, caminhadas que, se não foram as melhores, foram suficientemente ao ponto de chegarmos ao final com um sorriso de conquista laboriosa e gratificante, o que não tem preço. Nesse sentido, desejo expressar os meus sinceros agradecimentos. Aos meus pais, José dos Santos e Jenecilde Alves dos Santos, que contribuíram diretamente dando-me forças e apoiando na busca desse tão sonhado momento, que foi a busca pelo conhecimento e conseqüentemente ao título de Doutor em Geografia. À minha esposa, Lisandra de Oliveira Caldas Alves, aos meus filhos Gabriela Oliveira Santos (*In memoriam*) e Vitor Oliveira Alves. Especial agradecimento ao professor e amigo Dr. Hélio Mário de Araújo, meu orientador, pela competência científica e acompanhamento desde o mestrado, pela disponibilidade e generosidade reveladas ao longo destes anos de trabalho, inclusive o mestrado, assim como pelas críticas, correções e sugestões relevantes feitas durante a orientação, dando-me as condições para a conclusão desta Tese. Agradeço sinceramente a professor e amigo Prof. Dr. Genésio José Dos Santos, que desde o mestrado tem contribuído muito com o meu crescimento científico, ao Prof. Dr. Christian Jean Marie-Boudou, pelas contribuições, e a Profa. Dra. Neise Mare, que disponibilizou parte do seu tempo para contribuir com a qualificação do projeto que resultou nessa tese de doutorado, aos Professores membros da banca examinadora que contribuíram nos ajustes a amadurecimento quanto ao aprofundamento da pesquisa, aos amigos Profa. Alizete dos Santos e Prof. Heleno dos Santos Macedo (grandes amigos, irmãos), que nos momentos difíceis sempre se fizeram presentes. Ao Prof. Ivo Mathias que contribuiu na construção da base cartográfica da tese. Agradeço intensamente aos meus amigos, hoje Doutores da turma 2014, professores e pesquisadores que tanto contribuíram e têm contribuído com a ciência, principalmente a geográfica, nas mais diferentes áreas de atuação, aos meus alunos que acompanharam até esse momento especial. A CAPES e à Universidade Federal de Sergipe por meio do PPGeo/UFS por possibilitar a realização deste intento. A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## ABSTRACT

The construction of Xingó dam reservoir in the lower course of São Francisco River basin has lasted part of the main course, altering the natural dynamics of the river system in the whole of the environmental system and the socioeconomic aspects of towns that are located downstream from its banks. Since the construction, the people who live in the Lower São Francisco region, have many problems ranging from changes in the physical environment, to the socioeconomic aspects, promoted by the government itself, responsible for the execution of river dam project for financial purposes. electric power generation to serve the country's economic sector. The methodological bases for supporting the thesis were based on the General Systems Theory. In order to investigate the object of research, it was prioritized as a general objective to check the Xingó dam and the socioenvironmental impacts resulting from this great engineering work in the Lower São Francisco Sergipano. In order to fulfill this and other specific objectives, different methodological procedures were used, prioritizing bibliographic, cartographic and fieldwork surveys. It was found, among other results, that the action of man directly interfered in the natural environment and reflected in socioeconomic and environmental relations. The situation considered as the most critical was that of riverside dwellers and aquatic fauna and flora, which showed significant changes (losses) over the past two decades, showing in many cases, to be irreversible to the impacts suffered. On the other hand, even with such hydrological, microclimate, geomorphological and biotic impacts, it was also found that many economic development projects were implemented after the construction of the Xingó dam, which besides providing income generation and direct and indirect jobs, the intense use of pesticides compromised the quality of water and soil, and consequently the entire natural environment of low São Francisco. The referred dam caused an increase of conflicts, which were accentuated by the dispute over water and soil resources, interfering in social practices, in the way of using the territory and available natural resources. Thus, for conclusive reasons, there is a need for effective practices that use the sustainable use of available natural resources in accordance with current environmental laws, since sediment retention and the São Francisco River dam have committed fauna and flora to downstream of Xingó leading to the imbalance of several species. In addition, the Xingó dam is among those in Brazil considered to be of high risk, without, however, an emergency plan as required by law to date.

**Key Words:** Xingó Hydroelectric Plant; Socio-Environmental Impacts and Geomorphological / Hydrosedimentological Processes.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01:</b> Baixo São Francisco Sergipano – Divisão Político – Administrativa	20
<b>Figura 02:</b> Erosão fluvial as margens do município de Gararu, SE	23
<b>Figura 03:</b> Alteração na vazão e impactos nas lagoas marginais, município de Amparo de São Francisco, SE.	24
<b>Figura 04:</b> Localização geográfica das Usinas Hidrelétricas na Bacia do São Francisco	33
<b>Figura 05:</b> Esquema ilustrativo da barragem de Xingó	34
<b>Figura 06:</b> Vista aérea da Barragem de Xingó – SE	35
<b>Figura 07:</b> Arranjo geral do empreendimento (UHE Xingó)	35
<b>Figura 08:</b> Canindé de São Francisco, 1956	36
<b>Figura 09:</b> Lago da Barragem de Xingó, Canindé de São Francisco, 2018	37
<b>Figura 10:</b> Cidade de Canindé de São Francisco	37
<b>Figura 11:</b> Túneis escavados na ombreira direita para passagem da água desviada, Cidade de Canindé de São Francisco	38
<b>Figura 12:</b> Hidrelétrica de Xingó, entre as cidades de Canindé de São Francisco - SE e Piranhas – AL	39
<b>Figura 13:</b> Túneis de passagem da água para os geradores (turbinas) da Barragem de Xingó, Canindé de São Francisco	40
<b>Figura 14:</b> Paredão da barragem construído com pedras e revestido com argila	41
<b>Figura 15:</b> Modelo de um sistema geral (E: elementos do sistema)	44
<b>Figura 16:</b> Forma de interpretar e representar o Geossistema	45
<b>Figura 17:</b> Representação do Sistema Tripolar proposto por Bertrand, 1997. Apud TORRES, 2003, p. 44.	52
<b>Figura 18:</b> Esquema do Sistema GTP	53
<b>Figura 19:</b> Esquema ilustrativo da dinâmica da paisagem	56
<b>Figura 20:</b> Estrutura e funcionamento de uma bacia hidrográfica e unidade Biogeofísica	58
<b>Figura 21:</b> Estrutura Funcional dos Geossistemas	60
<b>Figura 22:</b> Distribuição de reservatórios de UHEs e PCHs no Brasil	68
<b>Figura 23:</b> Impactos hidrológicos potenciais no Baixo São Francisco	76
<b>Figura 24:</b> Baixo São Francisco Sergipano - Precipitação Média Mensal, 1980-2010.	78
<b>Figura 25:</b> Canindé de São Francisco Sergipano – Precipitação Pluviométrica	

Mensal, 1980-2010.	79
<b>Figura 26:</b> Poço Redondo - Precipitação Pluviométrica Mensal, 1980-2010.	82
<b>Figura 27:</b> Porto da Folha - Precipitação Pluviométrica Mensal, 1980-2010	84
<b>Figura 28:</b> Gararu - Precipitação Pluviométrica Mensal, 1980-2010	86
<b>Figura 29:</b> Propriá - Precipitação Pluviométrica Mensal, 1980-2010	87
<b>Figura 30:</b> Neópolis - Precipitação Pluviométrica Mensal, 1980-2010	89
<b>Figura 31:</b> Temperatura do solo no entorno da barragem de Xingó, Canindé de São Francisco – SE	91
<b>Figura 32:</b> Recursos Minerais - Baixo São Francisco Sergipano	92
<b>Figura 33:</b> Geologia - Baixo Curso do Rio São Francisco Sergipano	96
<b>Figura 34:</b> Aquíferos - Baixo Curso do Rio São Francisco Sergipano	98
<b>Figura 35:</b> Impactos hidrológicos potenciais no Baixo São Francisco	101
<b>Figura 36:</b> Efeitos remontantes da barragem de Xingó em período de cheias	102
<b>Figura 37:</b> Carga Sólida depositada no fundo do lago da barragem de Xingó, Município de Canindé de São Francisco - SE	104
<b>Figura 38:</b> Alterações no regime hidrológico pelo controle de vazão da barragem, Município de Gararu – SE	104
<b>Figura 39:</b> Alteração no regime hidrológico pelo controle de vazão diário, Município de Amparo de São Francisco - SE	108
<b>Figura 40:</b> Direção da corrente uniforme a jusante da Barragem de Xingó, Município de Canindé de São Francisco - SE	108
<b>Figura 41:</b> Altimetria – Baixo São Francisco Sergipano	112
<b>Figura 42:</b> Carga sólida retida no barramento - rio e água sem carga sedimentológicas a jusante do barramento, Canindé de São Francisco	116
<b>Figura 43:</b> Entalhamento da água na rocha a jusante da barragem de Xingó, e alargamento limite entre os municípios de Propriá - SE (lado direito) e Porto Real do Colégio - AL (lado esquerdo) do Rio São Francisco	118
<b>Figura 44:</b> Foz do Rio São Francisco/Estuário entre os municípios de Brejo Grande (Sergipe) e Piaçabuçu (Alagoas), ambos afetados pelas alterações na Vazão após a construção da barragem de Xingó.	120
<b>Figura 45:</b> Geomorfologia - Baixo São Francisco Sergipano	125
<b>Figura 46:</b> Solos - Baixo São Francisco Sergipano	128
<b>Figura 47:</b> Uso do Solo	129
<b>Figura 48:</b> Uso do solo e cobertura Vegetal - Baixo São Francisco Sergipano	131

<b>Figura 49:-</b> Barramento do rio para formação do lago de Xingó e alteração no transporte de sedimentos devido o controle da vazão.	139
<b>Figura 50:</b> Redução da carga de material particulado em suspensão e de nutrientes	140
<b>Figura 51:</b> Pressão urbana sobre o rio, Município de Neópolis – SE	141
<b>Figura 52:</b> Pressão urbana sobre o rio no Baixo São Francisco Sergipano, município de Propriá – SE	142
<b>Figura 53:</b> Assoreamento do rio e depósito de sedimentos devido a pouca energia rio provocada pela baixa vazão devido o barramento da Usina de Xingó, município de Gararu – SE	143
<b>Figura 54:</b> Erosão provocada pelas sucessivas alterações na vazão, município de Ilha das Flores - SE.	148
<b>Figura 55:</b> Erosão marginal nas proximidades da foz do Baixo São Francisco Sergipano, povoado Cabeço, Município de Brejo Grande – SE	149
<b>Figura 56:</b> Utilização da Terra – Baixo São Francisco Sergipano, 2006	162
<b>Figura 57:</b> Utilização da Terra – Baixo São Francisco Sergipano, 2017	164
<b>Figura 58:</b> Grupo de área (ha) – Baixo São Francisco Sergipano	164
<b>Figura 59:</b> Perímetro do Projeto de irrigação Jacaré – Curituba, situado entre os Municípios de Poço Redondo e Canindé de São Francisco	172
<b>Figura 60:</b> Planta do Perímetro Irrigado Califórnia, Município de Canindé de São Francisco – SE – Baixo São Francisco Sergipano	174
<b>Figura 61:</b> Solo exposto e compactado no perímetro do Projeto de irrigação Califórnia, imediações do município de Canindé de São Francisco – SE.	180
<b>Figura 62:</b> Baixo São Francisco Sergipano - Produção da Lavoura Permanente, 1991 – 2013	181
<b>Figura 63:</b> Canal Hidroagrícola para abastecimento hídrico do Perímetro Irrigado Platô de Neópolis, município de Neópolis - SE.	184
<b>Figura 64:</b> Planta do Projeto do Perímetro Irrigado Platô de Neópolis – SE.	185
<b>Figura 65:</b> Área do projeto de irrigação Platô de Neópolis - SE.	186
<b>Figura 66:</b> Canal hidroagrícola, Neópolis – SE.	187
<b>Figura 67:</b> Solo do tipo Argissolo – Vermelho Eutrófico, Platô de Neópolis, município	

de Neópolis – SE.	188
<b>Figura 68:</b> Baixo São Francisco Sergipano – Produção de milho por área (ha), 1991 – 2013.	189
<b>Figura 69:</b> Baixo São Francisco Sergipano – Produção de milho por área (ha), 1991 - 2013.	190
<b>Figura 70:</b> Produção da Pecuária, 1990 - 2004.	195
<b>Figura 71:</b> Produção da Pecuária, 2010.	195
<b>Figura 72:</b> Enchente, município de Propriá, 1970.	198
<b>Figura 73:</b> Prática artesanal da Piscicultura, município de Brejo Grande - SE.	199
<b>Figura 74:</b> Projeto de incentivo aos pequenos e médios agricultores, município de Ilha das Flores, SE.	200
<b>Figura 75:</b> Prática da pesca para comercialização e formação de renda dos ribeirinhos, município de Brejo Grande – Sergipe.	202
<b>Figura 76:</b> Prática da pesca artesanal no Baixo São Francisco, Município de Canhoba – Sergipe.	204
<b>Figura 77:</b> Pesca artesanal e comercialização local do camarão por ribeirinhos, Município de Amparo do São Francisco – SE.	205
<b>Figura 78:</b> Baixo São Francisco Sergipano – Composição de espécies (%) do desembarque -2017.	209
<b>Figura 79:</b> Vista aérea da Cidade de Propriá e das áreas de rizicultura e piscicultura e carcinicultura.	211
<b>Figura 80:</b> Baixo São Francisco Sergipano – Produção de Pescado, 2013/2017.	213
<b>Figura 81:</b> Baixo São Francisco Sergipano – População 1990/2010.	216
<b>Figura 82:</b> Baixo São Francisco Sergipano – População Rural/Urba – 1991 e 2010.	218
<b>Figura 83:</b> Baixo São Francisco – Evolução IDH – 1991 e 2010.	228
<b>Figura 84:</b> Baixo São Francisco Sergipano – Indicadores de Qualidade Ambiental, 2010.	232
<b>Figura 86:</b> Baixo São Francisco Sergipano – Total de Domicílios, 2010.	233

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01:</b> Produção hidrelétrica mundial	67
<b>Tabela 02:</b> Precipitação Pluviométrica	77
<b>Tabela 03:</b> Canindé de São Francisco – Precipitação pluviométrica mensal – 1980/2010.	81
<b>Tabela 04:</b> Poço Redondo – Precipitação pluviométrica mensal – 1980/2010.	83
<b>Tabela 05:</b> Porto da Folha - Precipitação pluviométrica mensal, 1980 - 2010.	85
<b>Tabela 06:</b> Gararu - Precipitação Pluviométrica Mensal, 1980 - 2010.	86
<b>Tabela 07:</b> Propriá – Precipitação Pluviométrica Mensal, 1980 - 2010.	88
<b>Tabela 08:</b> Neópolis – Precipitação pluviométrica mensal – 1980/2010.	90
<b>Tabela 09:</b> Características das barragens localizadas no Rio São Francisco	105
<b>Tabela 10:</b> Uso do solo no Baixo São Francisco Sergipano.	130
<b>Tabela 11:</b> Utilização da terra 2006.	163
<b>Tabela 12:</b> Utilização da terra 2017.	165
<b>Tabela 13:</b> Estrutura Fundiária	168
<b>Tabela 14:</b> Grupos de área total segundo os municípios, 1990.	169
<b>Tabela 15:</b> Formas de ocupação atual do Perímetro Irrigado Califórnia, 2009.	177
<b>Tabela 16:</b> Produção dos principais produtos da lavoura permanente - 1991.	182
<b>Tabela 17:</b> Produção dos principais produtos da lavoura permanente - 2013.	183
<b>Tabela 18:</b> Produção dos Principais Produtos da Lavoura Temporária - 1990.	191
<b>Tabela 19:</b> Produção dos Principais Produtos da Lavoura Temporária - 2013.	192
<b>Tabela 20:</b> Produção da Pecuária – 1990/2004	193
<b>Tabela 21:</b> Produção da Pecuária 2010	194
<b>Tabela 22:</b> Situação de Domicílio - 1990/2010.	217
<b>Tabela 23:</b> Indicadores de Longevidade, Mortalidade, e Fecundidade 1990/2010.	219
<b>Tabela 24:</b> População por grupos de idade e sexo 1991.	221
<b>Tabela 25:</b> População por grupos de idade e sexo 2010	222
<b>Tabela 26:</b> Nível educacional da população adulta (25 anos ou mais) - 1991/2010.	223
<b>Tabela 27:</b> Indicadores de Renda, Pobreza e Desigualdade - 1991/2010.	224
<b>Tabela 28:</b> Dependente do rendimento nominal mensal da pessoa responsável pelo domicílio - 1991/2010.	226
<b>Tabela 29:</b> Índice de Rendimento Municipal - 1991/2010.	227
<b>Tabela 30:</b> Indicadores de Qualidade Ambiental - 1991/2010.	229

<b>Tabela 31:</b> Indicadores de Qualidade Ambiental - 2010.	230
<b>Tabela 32:</b> Condição de Ocupação do Domicílio - 2010.	234
<b>Tabela 33:</b> Acesso a bens de consumo - 1991/2010.	235

**LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 01:</b> Esboço dos Sistemas	48
<b>Quadro 02:</b> Hidrelétricas do Rio São Francisco	70
<b>Quadro 03:</b> Compartimentação e características geológicas do Baixo São Francisco Sergipano.	95
<b>Quadro 04:</b> Características hidrogeológicas dos aquíferos Baixo São Francisco Sergipano.	99
<b>Quadro 05:</b> Resoluções e prazos para redução de vazão barragem de Xingó, Baixo São Francisco.	106
<b>Quadro 06:</b> Fases de evolução de um curso d'água	115
<b>Quadro 07:</b> Compartimentos de atuação dos ajustes nos processos de erosão, transporte e deposição.	122
<b>Quadro 08:</b> Baixo São Francisco Sergipano - Características de uso da terra - 1991/2010..	160
<b>Quadro 09:</b> Região do Baixo São Francisco, projetos de irrigação no Baixo São Francisco, 2012.	171
<b>Quadro 10:</b> Artes de pesca empregadas por município.	210

## LISTAS DE SIGLAS

**AIA** – Avaliação de Impactos Ambientais

**ANA** – Agência Nacional das Águas

**ANEEL** – Agência nacional de energia elétrica

**CHESF** – Companhia Hidrelétrica do São Francisco

**CODEVASF** – Companhia de Desenvolvimento do Vale São Francisco

**COHIDRO** – Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe

**CPRM** – Serviço Geológico do Brasil

**EIA** – Estudo de Impacto Ambiental

**ELETOBRAS/ELETRONORTE** – Centrais Elétricas do Norte Do Brasil

**EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**IBAMA** – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**ICOLD** – International Commission of Large Dams

**INCRA** – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

**INMET** – Instituto Nacional de Meteorologia

**PNUD** – Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil

**PNRH** – Plano Nacional de Recursos Hídricos

**PNSB** – Plano Nacional de Segurança de Barragens

**WCD** - World Commission of Dams

**UHE** – Usinas Hidrelétricas

## RESUMO

A construção do reservatório da barragem de Xingó no baixo curso da bacia do rio São Francisco perenizou parte do curso principal, alterando a dinâmica natural do sistema fluvial no conjunto do sistema ambiental e os aspectos socioeconômicos dos municípios que estão localizados a jusante de suas margens. Desde as obras de construção, a população que vive na região do Baixo São Francisco, enfrenta graves problemas que vão desde as alterações do ambiente físico, aos aspectos socioeconômicos, promovidos pelo próprio poder público, responsável pela execução do projeto de barramento do rio para fins de geração de energia elétrica visando atender ao setor econômico do país. As bases metodológicas para fundamentação da tese foram alicerçadas na Teoria Geral dos Sistemas. Para investigação do objeto de pesquisa, priorizou-se como objetivo geral analisar a barragem de Xingó e os impactos socioambientais decorrentes dessa grande obra de engenharia no Baixo São Francisco Sergipano. Na perspectiva de cumprir esse e outros objetivos específicos, fez-se uso de procedimentos metodológicos distintos, priorizando o levantamento bibliográfico, cartográfico e o trabalho de campo. Constatou-se, entre outros resultados, que a ação do homem interferiu diretamente no meio natural e refletiu nas relações socioeconômicas e ambientais. A situação considerada como a mais crítica foi a dos ribeirinhos e da fauna e flora aquática que apresentaram significativas alterações (perdas) ao longo das duas últimas décadas, mostrando-se, em muitos casos, irreversíveis aos impactos sofridos. Por outro lado, mesmo com tamanho impactos hidrológicos, microclimáticos, geomorfológicos e bióticos, verificou-se ainda que muitos projetos de desenvolvimento econômico foram implementados após a construção da barragem de Xingó, que além de proporcionarem a geração de renda e empregos diretos e indiretos, o uso intenso de agrotóxicos comprometeu a qualidade da água e do solo, e conseqüentemente todo o ambiente natural do Baixo São Francisco. Demais disso, a referida barragem provocou o aumento dos conflitos, que se acentuaram pela disputa dos recursos água e solo interferindo nas práticas sociais, na forma de utilização do território e dos recursos naturais disponíveis. Assim, em razões conclusivas, evidencia-se a necessidade de práticas efetivas que utilizem o uso sustentável dos recursos naturais disponíveis em conformidade com as leis ambientais vigentes, visto que a retenção de sedimentos e o barramento do rio São Francisco comprometeram a fauna e flora a jusante de Xingó levando ao desequilíbrio de diversas espécies. Além disso, a barragem de Xingó está entre aquelas no Brasil consideradas de alto risco, sem, no entanto, existir até os dias atuais um plano emergencial como exigido legalmente.

**Palavras – Chave:** Usina Hidrelétrica de Xingó; Impactos socioambientais e Processos geomorfológicos/hidrosedimentológicos.

## SUMÁRIO

Agradecimentos	i
Abstract	ii
Lista de figuras	iii
Lista Tabelas	vii
Quadros	ix
Lista de Siglas	x
Resumo	xi
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>18</b>
A - Justificativa e relevância da pesquisa	21
B - Problematização e Objetivos	26
C - Procedimentos técnicos e operacionais	27
D - A política energética brasileira e as obras de engenharia da barragem de Xingó	30
<b>1. ABORDAGENS TEÓRICO-METODOLÓGICAS APLICADAS AOS ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS</b>	<b>43</b>
1.1 - A teoria Geral dos Sistemas como abordagem metodológica	43
1.2 - A paisagem como categoria de análise no contexto dos sistemas ambientais	54
1.3 - As obras de engenharia, transformações na paisagem e os estudos territoriais	64
<b>2. O AMBIENTE BIOFÍSICO NO BAIXO SÃO FRANCISCO SERGIPANO</b>	<b>75</b>
2.1 - Aspectos climáticos	75
2.2 - Aspectos geológicos e disponibilidades hídricas subterrâneas	94
2.3 - Formas de relevo e os processos geomorfológicos	113
2.3.1 - As Unidades Morfofisiográficas	126
2.3.2 - Geossistema Planície Costeira	132
2.3.3 - Geossistemas Tabuleiros Costeiros	133
2.3.4 - Geossistemas Pediplano Sergipano	134

2.4 - As unidades bióticas (fauna e flora)	135
<b>3. IMPACTOS NO AMBIENTE AQUÁTICO A JUSANTE DA BARRAGEM DE XINGÓ</b>	<b>137</b>
3.1 - Redução da carga retida e assoreamento	139
3.2 - Perda da mata ciliar e destruição dos habitats naturais	144
3.3 - Erosão marginal	146
3.4 - Alteração no regime e qualidade da água	150
3.5 - Modificações na dinâmica da foz	153
<b>4. USO DA TERRA, PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA E PESQUEIRA</b>	<b>159</b>
4.1 - Formas de utilização da terra	159
4.2 - Agricultura e Estrutura Fundiária	167
4.2.1 - Jacaré/Curituba	172
4.2.2 - Califórnia e Nova Califórnia	173
4.2.3 - Platô de Neópolis	184
4.3 - Atividades Pesqueiras	196
<b>5. DINÂMICA POPULACIONAL: EVOLUÇÃO E CONDIÇÕES DE VIDA</b>	<b>215</b>
5.1 - Aspectos evolutivos da população, estrutura ocupacional e condição de vida	215
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>237</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	

## INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades nas últimas décadas tem sido responsável pelo aumento da pressão das atividades antrópicas sobre os recursos naturais. Esse fato têm levado os governantes a repensarem a atual política de desenvolvimento econômico como também, novas políticas públicas voltadas à proteção do meio ambiente, pois, no planeta, praticamente todo ecossistema sofreu influência direta e/ou indireta do homem, como por exemplo, alteração na dinâmica climática, contaminação dos corpos hídricos, fauna e flora aquática, desmatamentos, contaminação do solo, além da diminuição da diversidade de habitats e perda da biodiversidade, realidade essa que não se distancia do atual cenário do Baixo São Francisco Sergipano após a construção da Hidrelétrica de Xingó, cujo objetivo foi atender o abastecimento energético de maior parte da região do Nordeste Brasileiro, e fazer uso múltiplo das águas, sendo inevitáveis, os impactos ambientais decorrentes.

O aproveitamento das águas fluviais, com o fechamento do rio e formação do reservatório, assim como o uso da planície de inundação, está associado à geração de uma série de alterações ambientais, em especial, na dinâmica fluvial. Esses impactos no canal fluvial são na maioria, fenômenos localizados que ocasionam efeitos em cadeia, com reações, muitas vezes, irreversíveis tanto para a natureza quanto para população que está inserida nesse território, representando perdas econômicas significativas.

Observa-se que não é de hoje que a construção desses grandes reservatórios, a exemplo da barragem de Xingó é compreendida, pelos governantes, como uma alternativa para geração de energia por meio de Usinas Hidrelétricas e suprir a necessidade da população, especialmente no caso, da Região Nordeste, influenciada pela condição de semiáridez.

Portanto, é de domínio público, o fato de que a opção pela construção de grandes reservatórios traz problemas de ordem ambiental, ao interferir no equilíbrio dinâmico, e social, especialmente pelo fato de atingir diretamente a população ribeirinha, que somam mais de 400 mil habitantes no baixo São Francisco Sergipano.

A área escolhida para o desenvolvimento desta pesquisa foi o Baixo Curso do Rio São Francisco, de modo específico, a porção sergipana (Figura 01). A tese encontra-se dividida em cinco capítulos:

A **introdução** apresenta um panorama geral sobre a temática abordada, justificando o objeto de pesquisa e ressaltando a importância científica da investigação, considerando os efeitos negativos provenientes do barramento de Xingó no Baixo São Francisco sergipano. Além disso, estão às questões norteadoras, os objetivos, os procedimentos metodológicos, bem

como uma breve apreciação da política energética brasileira e as obras de engenharia da barragem de Xingó.

No **capítulo 1**, estão as bases teórico-metodológicas aplicadas à sustentação científica da presente investigação, apoiadas, principalmente, na categoria de análise Paisagem sob o viés do discurso geográfico, além de enfatizar outros aspectos sobre as obras de engenharia, transformações na paisagem e os conflitos territoriais.

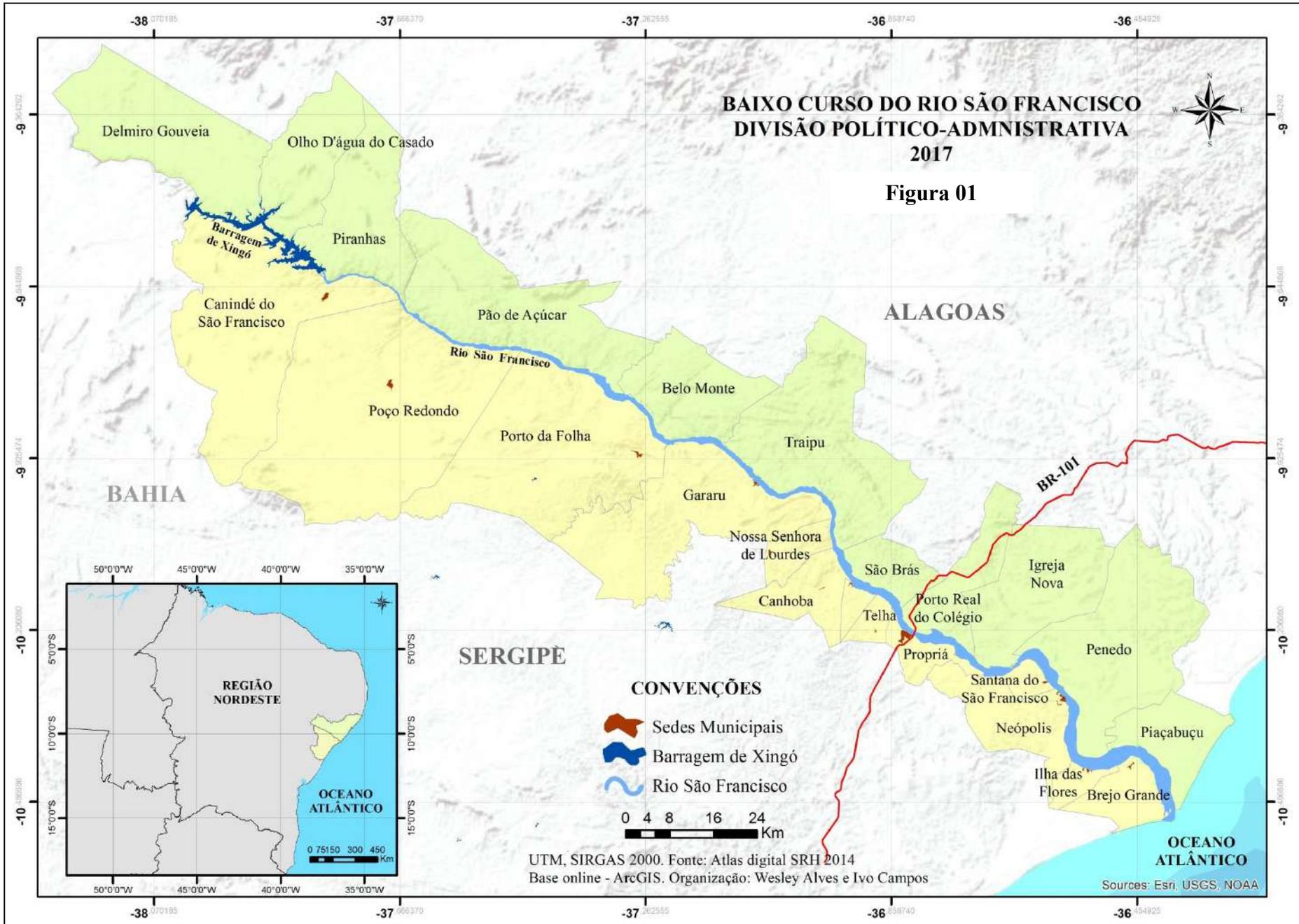
O **capítulo 2** faz uma apreciação sobre o ambiente biofísico no Baixo São Francisco Sergipano, caracterizando os aspectos climáticos, geológicos e a disponibilidade hídricas subterrâneas, as formas de relevo e os processos geomorfológicos associados as unidades morfo-siográficas, identificando e descrevendo os geossistemas: Planície Costeira, Tabuleiros Costeiros e Pediplano Sertanejo; e as unidades bióticas (fauna e flora), após a construção da Usina Hidrelétrica de Xingó – UHX, sem perder de vista os usos múltiplos da água.

No **capítulo 3** discutiu-se os impactos no ambiente aquático a jusante da barragem de Xingó, analisando a redução da carga sólida e o assoreamento, a perda da mata ciliar e a destruição dos habitats, a erosão marginal, a alteração no regime e qualidade da água, sobretudo a modificação na dinâmica da foz.

No **capítulo 4** fez-se uma análise do uso da terra, produção agropecuária e pesca, abordando as formas e utilização da terra, pastagem, a agricultura e a estrutura, os projetos de irrigação: Jacaré/Curitiba, Califórnia e Nova Califórnia, e o Platô de Neópolis, concluindo com uma síntese avaliativa das diversas atividades econômicas implementadas no baixo curso do São Francisco responsáveis por impactos negativos, principalmente no ambiente aquático que refletiu diretamente nas atividades pesqueiras.

O **capítulo 5** pautou-se na dinâmica populacional: evolução e condições de vida, observando-se os aspectos evolutivos da população, a estrutura ocupacional e condições de vida da população antes, durante e depois da construção da Barragem de Xingó.

Por fim, o último tópico apresenta as considerações finais, mostrando a necessidade de políticas públicas efetivas que viabilizem o uso sustentável dos recursos naturais em conformidade com as leis ambientais vigentes, visto que a retenção de sedimentos e o barramento do Rio São Francisco comprometeram a fauna e a flora a jusante de Xingó, levando ao desaparecimento de diversas espécies. Ademais, a barragem de Xingó está entre aquelas no Brasil consideradas de alto risco, sem, no entanto, existir até os dias atuais um plano emergencial exigido legalmente.



## **A - Justificativa e relevância da pesquisa**

As problemáticas vivenciadas pela humanidade no Século XXI, relacionadas ao meio ambiente estão entre aquelas que demandam as maiores preocupações, sobretudo, devido aos aspectos da escassez dos recursos naturais e/ou de suas limitações e à conseqüente ameaça ao futuro da humanidade. Essa abordagem, inclui, necessariamente, condicionantes mercadológicos, políticos e socioambientais, como também, vincula-se a outros aspectos ambientais que possuem características regionais e locais, de forma que necessitam, em grau de equivalência, da institucionalização de políticas e de ações, também regionalizadas.

Nessa dinâmica, a apropriação de territórios ganha destaque na medida em que novas formas de disputas e de exploração dos recursos naturais passam a ser justificadas para transformar os bens ambientais em recursos econômicos, sem que seja considerada a totalidade das conseqüências desse processo.

Partindo dessa lógica, a apropriação de territórios para construção de reservatórios/barramentos que visam à geração de energia e/ou abastecimento humano tem atingido forte dimensão por parte dos diversos segmentos sociais e econômicos, os quais passaram a exigir do poder público novos investimentos para suprir as crescentes demandas por estes recursos, sejam eles destinados ao setor energético, sejam aos recursos hídricos.

Nesse cenário, é visível que as políticas públicas direcionadas à construção dos reservatórios para usos múltiplos das águas passaram a ser entendidas de forma diferenciada, quando comparadas aos empreendimentos construídos com vistas à geração de energia. Vale lembrar que, apesar de fundamentais para garantir o desenvolvimento do país, as justificativas de se gerar energia para abastecer as atividades industriais e sustentar o desenvolvimento econômico do país, bem como para o abastecimento do setor urbano/rural com eletricidade, não representa tamanha necessidade se comparada às de reprodução humana, sejam elas vinculadas ao desenvolvimento de atividades econômicas e de subsistência, sejam para a manutenção dos habitantes que necessitam dos recursos hídricos para o consumo doméstico e humano.

Nessa visão, é importante que se busque avaliar os aspectos relativos à conservação da biodiversidade e à manutenção de populações tradicionais que necessitam de infraestrutura mínima para sua permanência principalmente em áreas como a do Baixo São Francisco Sergipano, afetadas diretamente pelas obras de construção da barragem de Xingó, que sofreu modificações ambientais, sociais e econômicas.

Quando se considera a ação do homem sobre o ambiente natural, a água adquire diversas facetas, e seu uso para atender os grupos sociais humanos, se torna múltiplo, caracterizando

esse composto orgânico, essencial para a humanidade. É neste sentido, que a bacia hidrográfica do rio São Francisco se destaca, por ser uma área de grandes investimentos financeiros, tanto do setor público como do privado, direcionados tanto para o setor elétrico, quanto na modernização da agricultura, atendendo grandes grupos empresariais.

Tais investimentos provocaram alterações nos aspectos políticos, econômicos, sociais e ambientais, como profundos impactos na paisagem, promovendo sérios conflitos territoriais. Neste caso, por se tratar de diversos empreendimentos de grande porte e complexo, a implantação da hidrelétrica de Xingó requereu a realização de estudos detalhados para a condução de análises de viabilidade, identificação de cenários negativos e positivos provocados no local e abrangência da área de influência, esta que mostrou impactos de natureza direta e indireta, sendo necessário mitigar e compensar financeiramente os danos provocados ao meio ambiente e a população das áreas afetadas, em quase 30%, percentual este estimado pela esfera pública federal.

Portanto, justifica-se aqui, que grande parte dos estudos e pesquisas na área ambiental não tem abordado de forma integrada os aspectos físicos (abióticos) e biológicos (bióticos) de um ecossistema. Embora esses aspectos sejam frequentemente explorados isoladamente, muito em função das bases filosóficas que definem ciências exatas e Biológicas de forma distintas, eles não existem isoladamente e devem sustentar uma estreita relação que pode gerar propriedades emergentes fundamentais para a evolução e funcionalidade de comunidades ecológicas.

Com isso, emerge uma preocupação, pois, a concepção da Bacia hidrográfica do rio São Francisco, como unidade de planejamento foi prevista no Artigo 29 da constituição de 1946, que definiu a importância e a quantia não inferior a 1% das rendas tributárias do país e com aplicação das verbas federais, conforme salienta Maio, Oliveira e Lopes (2013), ainda que houvesse, por assim dizer, processos de antropização anteriores, tanto tradicionais, quanto modernos.

Mas, somente, a partir desta legislação radicalizou-se ainda mais a apropriação de seus recursos que, entre outros, criou-se a Comissão do Vale do São Francisco (CVSF) pela Lei Federal nº 542, de 15 de dezembro de 1948 que no seu Art. 7º Incumbiu à Companhia do Vale do São Francisco - CVSF de organizar e submeter ao presidente da República, para aprovação do Congresso Nacional, o plano geral de seus rios, melhor distribuição de suas águas, utilização de seu potencial hidroelétrico, fomento da indústria e da agricultura, desenvolvimento da irrigação, modernização de seus transportes, incremento da imigração e da colonização, assistência à exploração de suas riquezas.

O que se percebe é que a apropriação dos recursos hídricos pelo setor elétrico, através da Hidrelétrica de Xingó, instalada no município de Canindé de São Francisco entre os estados de Sergipe e Alagoas, gerou impactos ambientais no Baixo São Francisco Sergipano, cujos reflexos alteraram as práticas sociais nos 13 municípios ribeirinhos, o uso dos territórios e dos recursos, e introduziu conflitos socioambientais na região. Com a operação da usina, a demanda da vazão de águas fora regularizada, causando impactos indesejáveis no rio, como assoreamento, erosão marginal e mudanças na hidrodinâmica fluvial, dentre outros (Figura 02).

**Figura 02:** Erosão fluvial as margens do município de Gararu, SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2018.

Associado a estes impactos seguiu-se a redução e/ou extinção das lagoas marginais que serviam de berçários para diversas espécies de peixes que utilizavam a cheia e na vazante para a prática da rizicultura, além de refletir, também, no modo de construção da realidade e das representações sociais da população ribeirinha, interferindo no modo de produção da subsistência local (Figura 03).

Esse fato corrobora com a hipótese de que a adoção progressiva de técnicas humanas ao longo da história tem revelado diversas possibilidades de se interferir no ambiente e de explorar recursos naturais que lhe trazem lucro e riqueza, não importando com consequências de determinadas ações, resultando em acelerado processo de antropização das paisagens com a

apropriação do espaço, principalmente quando este recebe grandes empreendimentos, como é o caso da Hidrelétrica de Xingó no Baixo São Francisco.

**Figura 03:** Alteração na vazão e impactos nas lagoas marginais, município de Amparo de São Francisco, SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2018.

Este estudo traz à tona o entendimento de que a preocupação dos sistemas ambientais não está isolada dos interesses dos órgãos de proteção ambiental, e na mesma medida, então, se assiste uma intensa preocupação com as bacias hidrográficas, sobretudo, porque está diretamente relacionado com os recursos energéticos do país, fator essencial ao crescimento econômico, ao mesmo tempo em que, se instituiu o de bacia hidrográfica enquanto unidade geográfica de planejamento, cabendo uma análise detalhada e integrada dos fatores socioambientais.

A tese apresenta uma visão sistêmica dos impactos ambientais e das ações decorrentes de compensações socioeconômicas relacionadas à implantação do empreendimento hidrelétrico de Xingó, localizado na região do Baixo São Francisco. Avaliam-se as relações do meio ambiente com o meio social, além de tornar permissível uma visão crítica e integrada de indicadores que possibilitem políticas públicas sustentáveis.

Como unidade sistêmica de planejamento ambiental, a bacia hidrográfica toma características interdisciplinares, posto que, as terras drenadas por determinado corpo de água principal e seus afluentes, inclui todos os componentes bióticos e abióticos do seu entorno, inclusive os sociais. A sociedade e a natureza são elementos complementares, um transforma o outro, em uma dialética simbiótica, em que, o homem através do trabalho modifica o ambiente e a paisagem, e o ambiente transforma o homem e a sociedade alterando as relações entre homem, natureza e a sociedade.

Portanto, a área escolhida para o desenvolvimento desta pesquisa corresponde ao Baixo Curso do Rio São Francisco Sergipano, sobretudo, a partir de Xingó. Em princípio, as condições topográficas e climáticas das terras no Baixo Curso do Rio São Francisco contribuíram para a construção de vários projetos, a exemplo da Hidrelétrica de Xingó, a qual se fez necessário o barramento do leito do Rio São Francisco para a construção da Usina visando à geração de eletricidade beneficiando vários Estados da Região Nordeste do Brasil.

O presente estudo reconhece que é necessário discutir a temática sob um olhar sistêmico para compreender melhor a relação que as ações antrópicas vêm estabelecendo sobre o sistema biofísico a jusante da barragem, mostrando que a busca infundável de propostas contribuirá não somente para auxiliar as ações do poder público, em suas diferentes esferas como também das populações influenciadas direta e indiretamente pela construção desse grande empreendimento, além de acompanhar o processo evolutivo da dinâmica ambiental nas áreas afetadas pela construção.

O trabalho é atual e está sintonizado com a realidade surgida a partir da nova configuração territorial que impõe em consequência novas paisagens, onde os atores envolvidos estão mais próximos das organizações populares e as decisões são mais coletivas.

Por fim, a apropriação do local para a construção de uma usina Hidrelétrica não é o problema, porém, as transformações na paisagem e a alteração no sistema Biótico e Abiótico é que tem chamado a atenção para um olhar mais específico da comunidade científica.

Nesse contexto, esta pesquisa pontuou diversos aspectos positivos e negativos provenientes da construção da Usina de Xingó e investigou as eventuais mudanças na paisagem geradas com a construção da barragem no município de Canindé de São Francisco e os demais 12 municípios ribeirinhos do baixo São Francisco, da margem direita do Rio São Francisco em Sergipe.

## **B - Problematização e Objetivos**

Admitiu-se como hipótese que a construção da Usina Hidrelétrica de Xingó gerou impactos geomorfológicos, hidrológicos, bióticos e socioeconômicos potenciais no baixo curso do São Francisco resultando, sobretudo, no desequilíbrio ambiental, interferindo nas atividades socioeconômicas do Baixo São Francisco Sergipano.

Neste sentido, na perspectiva de investigar o objeto proposto, surgiram alguns questionamentos respondidos no decorrer da pesquisa, como seguem:

- Como se apresentam os componentes físicos da natureza (climáticos, geológicos, geomorfológicos, hidrológicos), e as unidades morfofisiográficas no baixo curso do Rio São Francisco Sergipano após a construção da Usina Hidrelétrica de Xingó?
- O caráter holístico de priorização da geração de energia elétrica com os barramentos, em particular, o de Xingó inibiu o uso múltiplo da água, implicando em impactos no ambiente aquático a jusante da Barragem de Xingó, Baixo São Francisco Sergipano?
- Houve alterações na forma de utilização da terra e na produção agropecuária e pesqueira no Baixo Curso do Rio São Francisco Sergipano após a construção da barragem de Xingó?
- As alterações na dinâmica populacional refletiram na estrutura ocupacional e condição de vida da população dos municípios ribeirinhos a jusante da barragem de Xingó?

Levando-se em consideração a relevância da temática abordada, priorizou-se como objetivo geral analisar os impactos socioambientais decorrentes da construção da barragem de Xingó no baixo curso do São Francisco, sobretudo no lado sergipano. Em termos específicos, delineou-se:

- a) Analisar os componentes físicos da natureza (climáticos, geológicos, geomorfológicos, hidrológicos), bem como as unidades morfofisiográficas no baixo curso do Rio São Francisco Sergipano após a construção da Usina Hidrelétrica de Xingó.
- b) Verificar se o caráter holístico de priorização da geração de energia elétrica com os barramentos, em particular, o de Xingó, inibiu o uso múltiplo da água, implicando em

impactos no ambiente aquático a jusante da Barragem de Xingó, Baixo São Francisco Sergipano.

- c) Identificar as alterações na forma de utilização da terra e na produção agropecuária e pesqueira no Baixo Curso do Rio São Francisco Sergipano antes e após a construção da barragem de Xingó.
- d) Verificar as alterações na dinâmica populacional que refletiram na estrutura ocupacional e na condição de vida da população dos municípios ribeirinhos do Baixo São Francisco Sergipano.

### **C - Procedimentos técnicos e operacionais**

Apesar da escolha da abordagem sistêmica, para embasamento teórico-metodológico desse estudo, o importante é o caminhar do pesquisador, a coleta de dados e a realidade que se apresenta moldando a metodologia adotada, que sem dúvida, neste caso específico, permitiu compreender a interação sociedade/natureza no espaço geográfico do Baixo São Francisco, considerando-se os sistemas naturais e as intervenções sociais no meio ambiente.

Na investigação dos fatos expostos nesta pesquisa, partiu-se da aplicação do método hipotético-dedutivo, que associados a procedimentos metodológicos distintos, a saber: revisão da literatura na fase de levantamento de informações para a construção do referencial teórico (livros, artigos, dissertações, teses e pesquisas), pautando a discussão nos diversos autores como segue: Araújo (2007/2010/2012), Bertalanffy (1973), Bertrand (1977), Cunha (1992; 1995; 2001; 2002; 2003); Christofolletti (1975), Fontes (2012), Fontes (2010), Fontes (2016), Guerra (2003), Petts (1980), Santos (2011), e na produção de dados primários e coleta de dados secundários em órgãos oficiais (ANA, CHESF, CONAMA, DEHAGRO, EMBRAPA, ENDAGRO, IBAMA, IBGE, INMET, INCRA, PNEUD, SRH, SEMAH) e instituições de ensino e pesquisa (UFS, UFSC, USP, UFMG, UFAL, UNB) e realização de trabalho de campo.

A compreensão do universo heterogêneo de atores e agentes envolvidos no processo de construção da barragem de Xingó mostrou a necessidade de selecionar previamente alguns órgãos e instituições públicas que estivessem ligados diretamente e indiretamente ao Território do Baixo São Francisco.

Buscou-se, portanto, analisar a participação da iniciativa privada, as quais emitiram diversos pareceres e relatórios técnicos, sejam eles de cunho operacional, administrativo e/ou

mesmo de investimentos em parceria com o Estado, executor da obra de construção da barragem de Xingó e do complexo hidrelétrico.

Para a elaboração das cartas temáticas, utilizou-se técnicas da cartografia digital com o auxílio de ferramentas computadorizada. A carta base que ensejou a elaboração dos produtos cartográficos foi extraída do Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe, como segue:

- A Carta de Altimetria foi gerada a partir das curvas de nível equidistante 25 metros e pontos cotados na escala de 1:100.000. Esses dados possibilitaram uma observação na variação da Altimetria do relevo no trecho inferior da bacia do rio São Francisco que corresponde à barragem de Xingó, permitindo analisar os processos referentes à dinâmica do uso e ocupação da terra;
- A Carta de Geomorfologia elaborou-se na escala de 1:400.000, a qual juntamente com a Carta de Declividade, permitiu identificar a compartimentação geomorfológica nas seguintes unidades geossistêmica: Planície Costeira, Tabuleiros Costeiros e o Pediplano Sertanejo, e as sub-unidades, caracterizadas em Geofáceis: Planície Fluvio-Marinha, Planície Fluvial; Relevo Colinoso e as Serras Residuais, no baixo São Francisco Sergipano.
- A Carta de Geologia elaborou-se na escala de 1:400.000, a qual juntamente com a Carta de Recursos Minerais, permitiu identificar as 29 unidades estratigráficas e as diferentes jazidas mineralógicas no baixo São Francisco Sergipano.
- A Carta de Cobertura Vegetal, Uso do Solo e Ocupação da Terra, elaborou-se na escala de 1:25.000 apresenta as unidades espaciais distribuídas em toda a extensão do Baixo São Francisco Sergipano, detalhadas das fotografias aéreas utilizadas no mapeamento e por detalhado trabalho de campo. Essa carta permitiu identificar a ação antrópica sobre a cobertura vegetal, associadas às formas de uso. Para efeito de análise, priorizou-se a identificação das treze categorias de uso conforme verificado na carta.
- A Carta de Solos, elaborou-se na escala de 1:25.000 apresenta as unidades espaciais distribuídas em toda a extensão do Baixo São Francisco Sergipano, detalhadas das fotografias aéreas utilizadas no mapeamento e por detalhado trabalho de campo. Essa carta permitiu identificar 10 unidades de solos, sendo possível comparar a ação antrópica associada as diferentes formas de uso.

- A carta dos Aquíferos elaborou-se na escala de 1.400.000, e permitiu identificar três unidades hidrogeológicas, sendo elas: Fissural, Cárstico e Granular, e associar as formas de uso e possíveis interferências antropogênicas sobre esses reservatórios de águas subterrâneas.
- A carta de Recursos Minerais, elaborou-se na escala 1:400.00, e nela foi possível identificar 12 categorias de jazidas mineralógicas de diferentes momentos geológicos.
- A carta Pluviometria, elaborou-se na escala de 1:400.000, e por meio das Isoetas foi possível identificar as variações na distribuição pluvial que afere toda a extensão do Baixo São Francisco Sergipano, sendo possível caracterizar os três diferentes climas: semiárido, subúmido e úmido.
- O mapeamento evolutivo da temperatura do solo da área de estudo foi elaborado com auxílio do software IDRISI Selva, onde inicialmente fez-se o mapeamento evolutivo termal da área de estudo, utilizando a banda 6 das imagens de satélite LANDSAT 5 TM dos anos de 1988; 1999 e 2008. Em seguida fez-se a extração da banda termal no IDRISI começando pela importação da banda 6 da imagem de satélite para o software e posteriormente onde foi feita a conversão em arquivo .rst. Concluída esta etapa abriu-se uma caixa de diálogo nomeada de: Composer, dentro da qual se estabeleceu o número de classes de temperatura. Após a conversão do arquivo e ser estabelecida as classes de temperatura, efetuou-se a transformação do primeiro arquivo.rst em uma imagem termal, também em .rst. Concluída a etapa fora feita a transformação do arquivo termal em imagem do tipo Geotiff. A construção do mapa evolutivo fora finalizado no software ArcGis, logo após ter sido feita a correção do georreferenciamento da imagem obtida no software QuantumGis.

### **Tratamento Estatístico**

No baixo São Francisco Sergipano, a análise do baseou-se nos dados das séries históricas de pluviosidade, importante para a verificação de alguma variação significativa no volume de chuvas ao longo do período analisado, bem como se sua variação contribuiu para aumentar o problema encontrado na foz.

Após adquirir os bancos de dados das séries históricas de pluviometria, das séries dos períodos compreendidos entre 1980 e 2018, os dados foram exportados para o programa Microsoft Office Excel 2007, para procedimentos.

Os dados socioeconômicos foram obtidos por meio do Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil – PNUD/1990/2000/2010, dos Censos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE/1991/2000/2010 e da contagem 2018 do IBGE/CIDADES. Em seguida elaborou-se tabelas, retirou-se médias estatísticas simples baseadas em percentagens e incremento percentual, este último aplicado aos aspectos evolutivos da produção agrícola, pecuária, da utilização das terras e da população, além do IBGE e PNUD, outras fontes foram consideradas, tais como o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, o Departamento de Recursos Hídricos de Sergipe – DEHIDRO, Empresa de Desenvolvimento Agrário de Sergipe – DEAGRO e Companhia Hidrelétrica do São Francisco - CHESF.

### **Trabalho de Campo**

O caráter geográfico desta pesquisa fez do trabalho de campo uma atividade indispensável. Na etapa de trabalho de campo, realizou-se visitas em diversos trechos da Região do Baixo São Francisco Sergipano, entre os anos 2014 a 2019, não somente para fazer o registro fotográfico, mas também para verificar a paisagem e as condições geoambientais abrangendo o ambiente aquático, além de verificar o dia a dia das atividades da população dos 13 municípios ribeirinhos (Canindé de São Francisco, Poço Redondo, Porto da Folha, Gararu, Nossa Senhora de Lourdes, Amparo de São Francisco, Santana de São Francisco, Canhoba, Telha, Propriá, Neópolis, Ilha das Flores e Brejo Grande), estes afetados diretamente com as obras de engenharia para a construção da barragem de Xingó.

Esta fase foi auxiliada pela caderneta de campo, que possibilitou descrever sobre o acentuado grau de degradação ambiental antrópica e natural decorrentes do barramento de Xingó.

### **D - A Política Energética Brasileira e as obras de engenharia da barragem de Xingó**

Desde a descoberta do Brasil, a economia do baixo São Francisco foi explorada pelo império Português que durou mais de 300 anos, tornando o território refém de um sistema que nunca definiu uma política econômica que viabilizasse o crescimento industrial. Tanto o primeiro quanto o segundo reinado, governaram sob a chancela dos grandes produtores de café, cana de açúcar e algodão, os quais mantiveram por tantos anos como força de trabalho a mão de obra escravocrata, o que tenha sido um dos motivos de atraso nas políticas econômicas do país.

Com a proclamação da República em 1889, o país se viu na necessidade de mudar a estrutura de produção, tomando como base o modelo dos Estados Unidos da América, um exemplo de como prosperar. Apesar da resistência de alguns latifundiários que sustentavam a corte, em troca de títulos de nobreza, o apoio seria dado desde que as reformas não afetassem seus ganhos. A classe burguesa se viu diante da necessidade de adotar medidas que viabilizassem o crescimento econômico, por ora cheio de restrições quanto às mudanças.

Até os anos de 1930, o Brasil avançou muito pouco na industrialização, realidade está mudada a partir de 1938, quando o então governo de Getúlio Vargas resolveu rever as conjunturas da contribuição do país para a economia de substituição das importações pelas exportações. Entretanto, até os anos de 1950, meados do século XX, o Brasil era apenas país de grande dimensão territorial com forte potencial econômico ativo, contudo com pouca comunicação entre as regiões (norte, sul, sudeste, centro-oeste e nordeste), que só teve uma aproximação por meio das políticas de integração regional (superintendências de desenvolvimento econômico) quase a partir de 1960.

Castigada pelas frequentes secas, o desenvolvimento da região Nordeste era incipiente. As geradoras de energia elétrica na metade do Século XX eram de pequeno porte e de operação precária. Com isso, no início da década de 1940 duas correntes na política brasileira lutavam para promover um projeto que viabilizasse o desenvolvimento econômico da região Nordeste, com destaque para o Vale do São Francisco.

O primeiro pensamento foi defender uma visão literalmente social, desejando alavancar a economia pautada nos interesses locais e federativos, enquanto o segundo voltava-se basicamente para os interesses das grandes empresas que tinham como objetivo ampliar os investimentos na região Nordeste, está até então desprovida de investimentos financeiros e políticas de crescimento econômico.

Neste caso, prevaleceu o segundo interesse com o objetivo de ampliar os investimentos no setor energético, o que planejou o barramento das águas ao longo do rio São Francisco com a intenção de produzir energia elétrica, voltado para o mercado da região Nordeste, que até então estava impulsionado pelos investimentos de uma nova política econômica para atender a industrialização brasileira e os milhões de habitantes local, pois esta área concentra atualmente 10% dos municípios do país, ou seja, cerca de 521 em toda a extensão da bacia do São Francisco.

O interesse foi pautar-se no modelo de crescimento econômico remontado na Constituição de 1946, que em seu artigo 29, do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, estabeleceu o prazo de vinte anos para que o executivo planejasse e executasse um

plano de aproveitamento das viabilidades econômicas do Rio São Francisco e afluentes, surgindo aí a Lei nº 541, de 15.12.1948, deliberando a formação da Comissão do Vale do Francisco – CVSF, o qual era subordinado diretamente à Presidência da República. Com isso se deu início a implantação de grandes barragens, como: Paulo Afonso (1954), Três Marias (1959) e Sobradinho (1978) já no governo militar na fase do “milagre econômico”.

Essa iniciativa de barramento da água do São Francisco não possibilitou uma política de geração de energia elétrica, como também a retenção de grande volume de água, por conseguinte projetos hidroagrícolas, com o intuito de aproveitamento para o desenvolvimento econômico local.

Apesar dos esforços, somente a partir da década de 1971, o Brasil buscou dinamizar a infraestrutura da região Nordeste como uma das condições primordiais para o crescimento da economia brasileira, levando-se em consideração apenas as questões técnicas, e menosprezando os aspectos ambientais. Foram várias as iniciativas voltadas à produção de energia hidroelétrica, das quais se pode destacar: a construção das usinas de Sobradinho e Itaparica no Nordeste, na região Norte, Tucuruí e Balbina, no Sudeste, São Simão e Jaguará e na região Sul, Itaipu. A hidrelétrica de Xingó, que só veio a ser construída a partir de 1984, considerada a maior obra de engenharia da região Nordeste, elevando a obra da barragem para a terceira maior do Brasil.

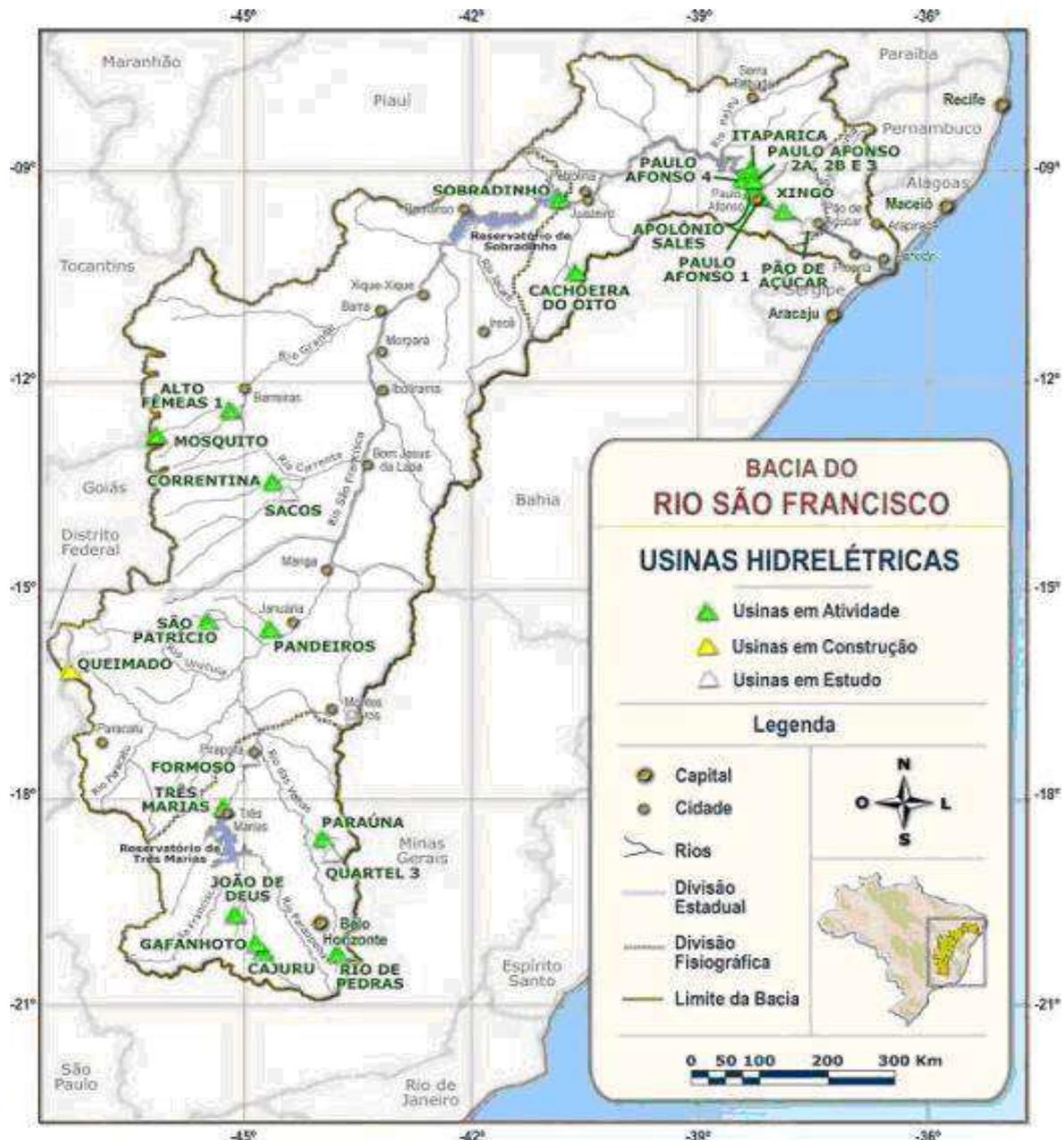
Para a produção de energia elétrica proveniente de uma fonte limpa e renovável no país, o Rio São Francisco, no Estado de Sergipe e Alagoas, configurou-se, na década de 1980, como importante agente provedor de condições no que tange à infraestrutura energética, pelas suas quedas e potencial hídrico natural (ENGE RIO, 1993).

Por meio das intervenções iniciou-se a obra de construção da Usina Hidrelétrica de Xingó com o objetivo de aumentar a oferta de energia elétrica do Sistema Interligado CHESF/ELETRONORTE, de forma a suportar o crescimento previsto da demanda de energia elétrica da região atendida pelo sistema, contribuindo deste modo para o desenvolvimento socioeconômico da Região Nordeste que até então contava com 11 usinas, além da possibilidade de construção de mais três novas.

A Usina Hidrelétrica de Xingó tem um reservatório de acumulação considerado de pequeno porte, por isso, não tem função de controlar as cheias do rio São Francisco, restringindo-se essa função aos reservatórios de Sobradinho e Luiz Gonzaga (Itaparica).

As características físico-topográficas do local escolhido para implantação do empreendimento, associadas à vazão regularizada do rio São Francisco, foram os componentes fundamentais para permitir que a Usina Hidrelétrica de Xingó dispusesse de um grande potencial energético (ENGE RIO, 1993). Figura 04.

**Figura 04:** Localização geográfica das Usinas Hidrelétricas na Bacia do São Francisco.



Fonte: Chesf, 2017.

Destaca-se também o fato de Xingó ser o último grande aproveitamento hidrelétrico do rio São Francisco, produzindo cerca de 18 bilhões de kWh, ou seja, 30% do potencial hidrelétrico do Nordeste, com um custo de produção dos mais competitivos do país.

Para que a Usina Hidrelétrica de Xingó tivesse o seu pleno potencial, fizeram-se necessárias, outras obras de engenharia que viabilizassem o uso racional do meio ambiente local. Dessa forma, segundo o relatório de Estudo Ambiental apresentado pela ENGE RIO em 1993, o aproveitamento hidrelétrico de Pão de Açúcar assumiu grande relevância em função dos seguintes aspectos: A usina possibilitou a motorização plena da UHE Xingó, que é uma das

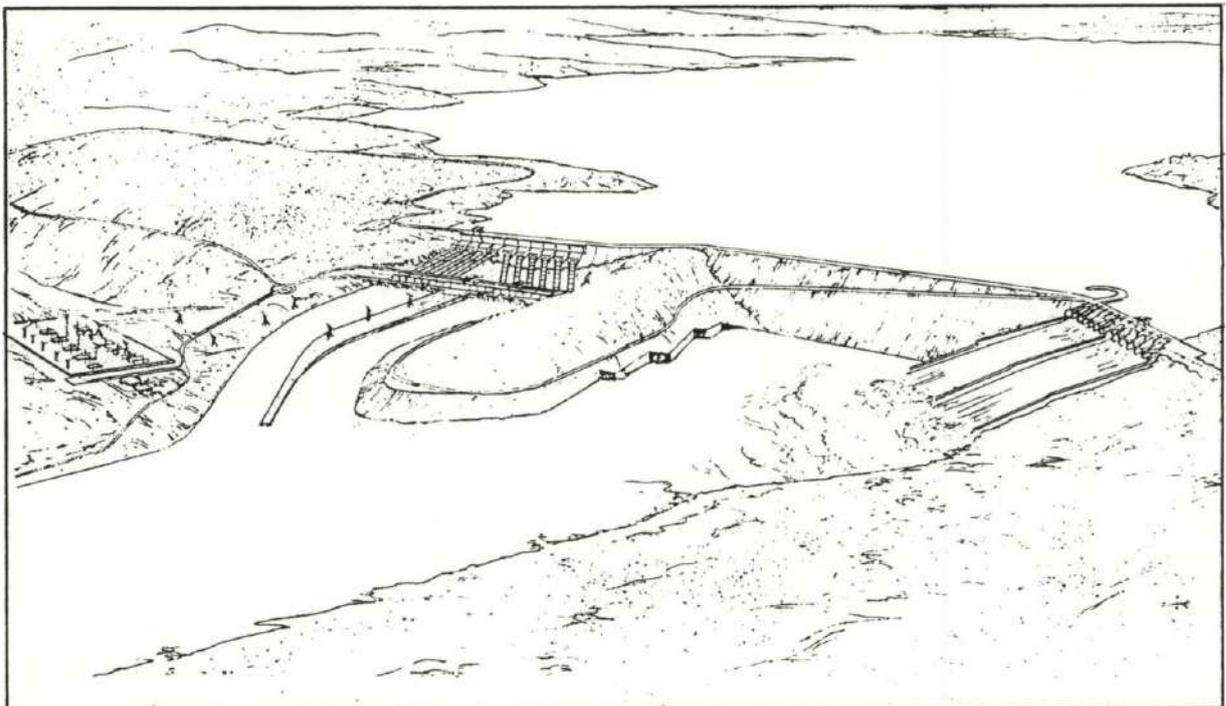
fontes energéticas necessárias ao entendimento dos requisitos de mercado da Região Nordeste, conforme fora definido em estudos mercadológicos e energéticos; Os reservatórios tiveram como finalidade propiciar a regularização das vazões diárias turbinadas pelos aproveitamentos de montante, de modo a atenuar os efeitos sobre as regiões ribeirinhas do baixo São Francisco, os quais seriam com a implantação da segunda etapa de motorização da UHE Xingó.

Quanto a sua construção, a UHE Xingó é constituída de uma barragem de enrocamento com face de concreto compactado a rolo a montante, vertedouro, tomadas d'água, condutos forçados, casa de força e subestação de 500 Kv.

A utilização de enrocamento para construção de barragens surgiu da carência de solos adequados para a construção de barragens de terra convencionais, à experiência dos mineiros na manipulação de explosivos e a grande abundância de rochas na região (BORDEAUX, 1980). Entre as barragens de enrocamento mais antigas destacam-se as barragens de English na Califórnia construída em 1856, e a também construída na Califórnia em 1903.

A partir dos anos 1950 do Século XX nos Estados Unidos, ocorreu um grande desenvolvimento na execução de barragens de enrocamento. As figuras 05 e 06 a seguir mostram esquematicamente uma visão geral do conjunto da usina de Xingó, construída por enrocamento e concreto armado.

**Figura 05:** Esquema ilustrativo da Barragem de Xingó.



Fonte: ENGE-RIO, 1993.

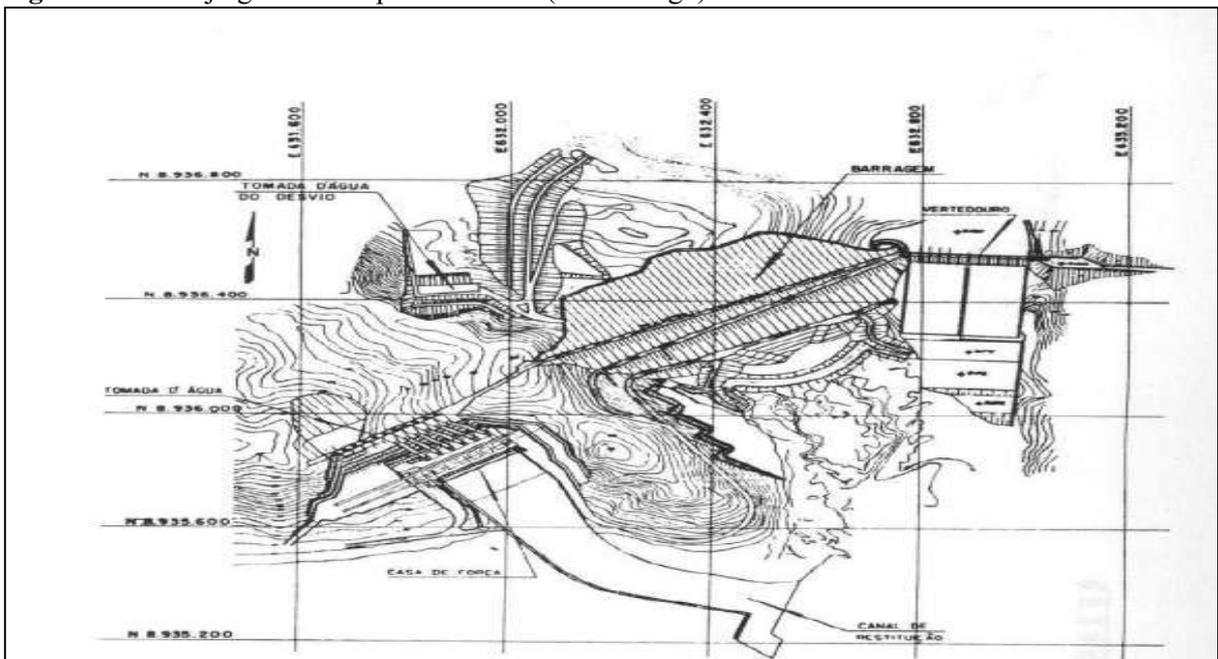
**Figura 06:** Vista aérea da Barragem de Xingó - SE.



Fonte: Chesf, 2017.

A Usina Hidrelétrica de Xingó constituída da barragem de enrocamento com face de concreto com 140m de altura máxima, vertedouro, localizado na margem esquerda com capacidade de escoar uma vazão máxima de 33.000 m<sup>3</sup>/s e na margem direita de tomadas d'água, casa de força do tipo semi abrigada onde foram instaladas 6 turbinas/geradores com potência total de 3000 MW na primeira etapa (Figura 07).

**Figura 07:** Arranjo geral do empreendimento (UHE Xingó).



Elaboração: Promon Engenharia Limitada, 1993.

A barragem possui uma altura máxima de 150 m, 850 m de extensão, um volume de cerca de 12.250.000 m<sup>3</sup> e 10 m de largura de crista. A implantação do aproveitamento Hidrelétrico de Xingó exigiu a desapropriação das áreas onde estariam localizadas as áreas de empréstimo e as estruturas do projeto (casa de força, barragem, vertedouros, canteiro de obras, acessos e instalações gerais), bem como daquelas que seriam inundadas em virtude da formação do reservatório.

Para isso, foram desapropriados terrenos não cultiváveis que integravam fazendas de porte médio nos municípios de Canindé de São Francisco (SE) e Piranhas (AL), além de um pequeno núcleo de pescadores com cerca de seis casas, chamado de Canindé Velho (Figura 08).

**Figura 08:** Canindé de São Francisco, 1956.



Fonte: Acervo municipal.

As áreas desapropriadas para a criação do reservatório não representaram grandes extensões de terra, uma vez que ficou encaixado no canyon do rio São Francisco. Entre os anos de 1982 e 1987, além dos trabalhos de engenharia de campo para apoio ao projeto, a CHESF melhorou e implantaram acessos viários, construindo instalações pioneiras, relocando a sede municipal de Canindé de São Francisco e adquiriu todas as áreas necessárias à implantação da usina, do canteiro de obra e do acampamento. Parte da antiga cidade de Canindé de São Francisco que situava-se as margens do canyon, a jusante do eixo da barragem, na margem direita do rio São Francisco foi parcialmente submersa dando lugar ao grande lago da barragem de Xingó (Figura 09).

**Figura 09:** Lago da Barragem de Xingó, Canindé de São Francisco, 2018.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2018.

No entanto, como forma de compensação, essa porção teve sua população relocada, o que totalizava aproximadamente 124 famílias, para o platô, ficando a cerca de 5 km do seu local original, próximo ao Projeto de Irrigação Califórnia (Figura 10).

**Figura 10:** Cidade de Canindé de São Francisco, 2018.



Fonte: Acervo municipal.

As obras civis foram iniciadas em março de 1987 e em decorrência de problemas financeiros permaneceram em ritmo lento até maio de 1990, mas somente em junho de 1994 teve suas obras concluídas, dando início ao enchimento do lago da barragem, o que levou a população a um alto nível de preocupação. Em junho de 1991, o rio São Francisco teve seu curso desviado através de quatro túneis escavados na ombreira direita, provocando uma diminuição brusca na vazão e afetando os ribeirinhos (Figura 11).

**Figura 11:** Túneis escavados na ombreira direita para passagem da água desviada, Cidade de Canindé de São Francisco.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2018.

Em julho de 1992, o túnel 1 (com cerca de  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ , ou seja  $140 \text{ k/h}$ ) foi fechado para que fosse construído o sistema de controle de vazão, que teve por fim possibilitar o enchimento gradual do reservatório, bem como manter o fluxo de água a jusante do empreendimento durante o período de enchimento, para minimizar eventuais impactos no baixo São Francisco, estes simulados com a parceria de diversos órgãos federais, estaduais, municipais, além de empresas privadas e associações de classes, para garantir o sucesso da operação.

Toda a operação foi acompanhada por técnicos de diversos setores dos governos, principalmente os técnicos da CHESF que instalaram milígrafos e régua que foram colocadas ao longo do rio em várias cidades a jusante da barragem e no reservatório de Xingó para o acompanhamento e controle dos níveis d'água. Para o enchimento do reservatório foram

liberados aos poucos água do complexo de Paulo Afonso de até 3 mil m<sup>3</sup>/s para o enchimento do reservatório de Xingó (Figura 12).

A Usina Hidrelétrica de Xingó ao contrário do projeto inicial foi executada em duas etapas, onde na primeira foi construída a estrutura completa do vertedouro e das tomadas d'água, as obras civis da casa de força e do canal de restituição, correspondentes a seis unidades geradoras, a área de montagem n° 01, bem como instalados seis condutos forçados e seis geradores (Gerador 01G1: 27/08/97; Gerador 01G2: 20/12/96; Gerador 01G3: 25/07/96; Gerador 01G4: 25/10/95; Gerador 01G5: 15/03/95 e Gerador 01G6: 16/12/94). Em fevereiro de 1992, os equipamentos eletromecânicos começaram a ser montados, e o gradativo enchimento do reservatório, iniciado em 7 de junho de 1994, sendo concluído no dia 16 do mesmo mês.

Durante a operação realizou-se um completo monitoramento ambiental e garantindo uma descarga suficiente para manutenção dos níveis adequados de água a jusante. O reservatório foi formado no primeiro semestre de 1994, o qual possibilitou a geração comercial da primeira máquina em agosto do mesmo ano. A sexta e última unidade geradora da primeira etapa entrou em operação em abril de 1996 (Figura 13).

**Figura 12:** Hidrelétrica de Xingó, entre as cidades de Canindé do São Francisco-SE e Piranhas – AL.



Fonte: Chesf, 2016.

**Figura 13:** Túneis de passagem da água para os geradores (turbinas) da Barragem de Xingó, Canindé de São Francisco.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Na segunda etapa de construção foram, completadas as obras civis da casa de força, da área de montagem nº 02, do canal de restituição e instalados os quatro condutos forçados e os quatro geradores restantes.

A construção da barragem de Xingó contou com a tecnologia do enrocamento com face de concreto armado a rolo a montante, justificando-se pela adaptabilidade à topografia e a geologia local e pela disponibilidade de rocha, que seria obtida nas escavações das obras de desvio e das fundações das estruturas de concreto.

A face de concreto no talude de montante permitiu construir uma barragem de menor largura, reduzindo as obras de desvio. O trecho central da barragem, de cerca de 20 m, foi construído com uma proteção a jusante, de 4 m de largura, de concreto compactado a rolo<sup>1</sup>.

Apesar de toda uma preocupação com a estrutura de concreto, grandes impactos foram provocados pela construção da usina hidrelétrica de Xingó. Foi necessário à demolição da

---

<sup>1</sup> Camadas compactadas 0,20 m e 1,0 m de espessura, como é o caso da UHE de Xingó. Para aplicação é necessário vários estudos em laboratório, cujos resultados permitirão definir os traços a serem aplicados. A dimensão das camadas tem influência no calor de hidratação do concreto, e conseqüentemente no surgimento de fissuras. Atualmente esse tipo de engenharia não é mais aplicado a construção de Barragens para geração de energia elétrica.

cidade de Canindé de São Francisco para que a hidrelétrica fosse erguida, a qual se tornaria a segunda maior do país.

Com o início dessa construção, a população ribeirinha, foi dirigida a se descolar da região em que viviam, pois essa área era considerada área de risco. Devido às explosões necessárias para a construção da hidrelétrica mudando o curso natural do rio, existindo o risco de inundações até a estabilização do projeto.

Além dos impactos ambientais, ocorreu o desaparecimento de alguns trechos do rio, por onde passava antes do seu desvio, diminuindo o nível do rio e matando animais nativos da região, na qual modificou também a flora. Mas, segundo a CHESF, o impacto ambiental com a construção foi de apenas 30% e o imenso paredão foi construído e fortificado apenas com pedra e argila (Figura 14).

Apesar dos impactos ambientais, a barragem foi construída sem provocar colapso nas estruturas sem que a obra de Xingó viesse a ser responsável pela ocorrência, a jusante, de vazões mais severas do que aquelas determinadas pela natureza, pois houve o controle da vazão por meio da barragem.

A implementação da Usina Hidrelétrica de Xingó levou a construção de um sistema habitacional constituído de duas categorias de conjuntos de habitações: Acampamento e Vila Satélite. O acampamento ficou localizado à margem direita da AL-235, próximo à cidade de Piranhas, no Estado de Alagoas, a 3,5 Km do local da obra, composto por dois setores habitacionais a Vila Permanente e Vila Temporária.

**Figura 14:** Paredão da barragem construído com pedras e revestido com argila.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2018.

A permanente foi formada por um conjunto de casas, alojamentos e edificações de uso comunitário, para atender ao pessoal de comando da obra durante as etapas de construção e montagem da usina, e continuou sendo ocupada, parcialmente, pelo pessoal da CHESF na fase de operação. No entanto, a Temporária foi formada por um conjunto de casas e equipamentos de uso comunitário que atendeu o pessoal de apoio, oficiais e mão-de-obra não qualificada ou de qualificação elementar, exclusivamente durante a implantação da obra.

Considerando-se um período de 102 meses para a conclusão da primeira etapa de construção, mobilizou-se um número médio de 3.500 homens/mês, atingindo-se no pico das obras cerca de 9.000 homens (ENGE RIO, 1993).

A área de construção da Usina de Xingó foi dividida em Área de Influência Indireta (AII) e Área de Influência Direta (AID). Como Área de Influência Direta, considerou-se a região definida pela bacia de drenagem do rio São Francisco, compreendida no trecho imediatamente a jusante do complexo hidrelétrico de Paulo Afonso até a cidade de Piranhas (AL) e o Povoado de Cajueiro (SE).

Como Área de Influência Direta, considerou-se a área de inundação do reservatório em sua cota máxima e uma faixa marginal imediata, as áreas do canteiro de obras e das infraestruturas acessórias, bem como as áreas de empréstimos, compreendidas entre a bacia de dissipação do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso e imediatamente após a cidade de Piranhas (ENGE RIO, 1993).

# 1. ABORDAGENS TEÓRICO-METODOLÓGICAS APLICADAS AOS ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS

---

## 1.1 - A Teoria Geral dos Sistemas como abordagem metodológica

A abordagem sistêmica oferece um modelo complementar às correntes de pensamento cartesiano (ALMEIDA, 2013). Para muitos, as raízes dessa nova forma de pensar tiveram origem com antigos filósofos ocidentais e orientais. Aristóteles, por exemplo, argumentava que o todo era mais do que a soma das partes. Esse pensamento já era comum a Aristóteles, Spinoza, Kant, Hegel e Marx (JACKSON, 200). Contudo, nos tempos modernos, os conceitos fundamentais do pensamento foram desenvolvidos, somente, no início do século XX em disciplinas como Biologia, Ecologia, Psicologia e Cibernética (CAPRA, 1997). A Teoria Geral dos Sistemas representa um conjunto organizado de elementos e de interações entre os elementos (Figura 15). E a sua discussão é antiga e divergente no conhecimento científico (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Toda a argumentação está, portanto, centrada na constatação de que, em situações ricas em complexidade, os elementos, quando observados exercendo um papel em um conjunto, não se comportam da mesma maneira como quando examinados individualmente, devido às diversas formas de interação que desenvolvem (BERTALANFFY, 1975).

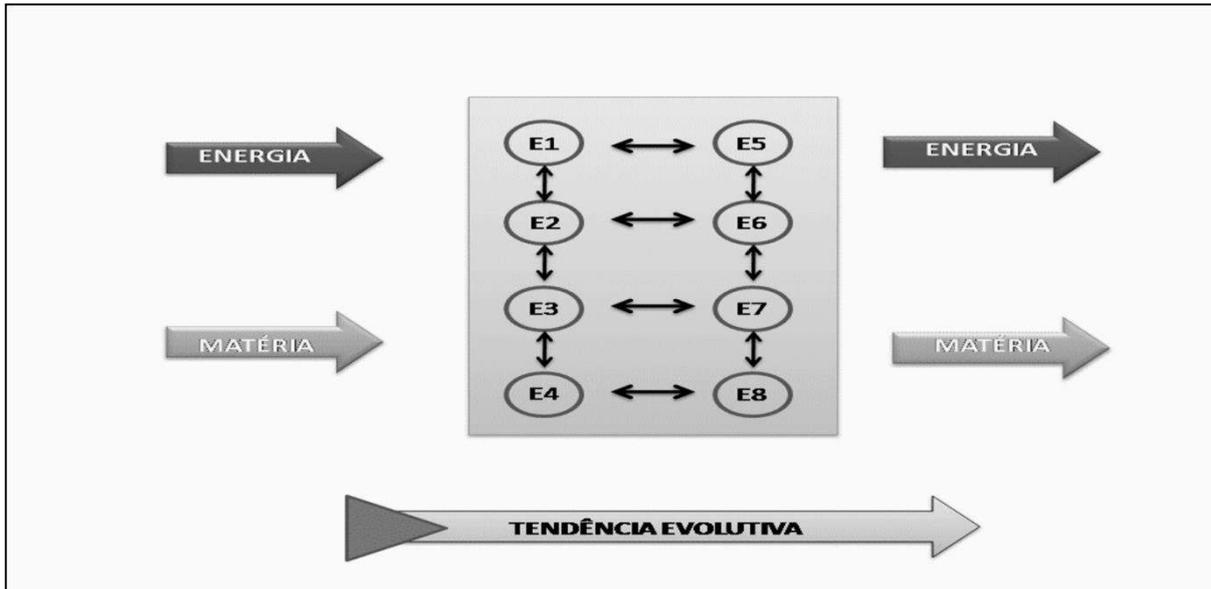
Entretanto, Bolós (1992) destaca que um sistema pode ser definido como um modelo de um conjunto de elementos consistentes que interagem entre si. Nesse viés, o pensamento sistêmico estuda o todo como resultado das conexões entre partes, e transforma uma questão focada de um aspecto singular em uma visão de múltiplas questões (Figura 16). Segundo Capra (1996), as principais características do pensamento sistêmico são: 1) O foco é deslocado das partes para o todo.

Já, Araújo (2010, p. 40), alega “que a preocupação em se realizar abordagem sistêmica conceitual e analítica rigorosa surgiu explicitamente na Biologia teórica, na década de 1930”. Mas, somente a partir da década de 1940 verificou-se um incremento do desenvolvimento tecnológico e filosófico da Teoria Geral dos Sistemas.

O termo Teoria Geral dos Sistemas, de uma forma geral, foi proposto pela primeira vez por Von Bertalanffy, em 1930, no entanto, somente por volta de 1940 e 1950 que esta forma de pensamento veio a se tornar institucionalizada (ALMEIDA, 2013). A teoria foi proposta com o intuito de tratar das propriedades e as leis que compõem os sistemas ambientais, e baseia-se na teoria estruturalista, corrente de pensamento em pleno auge na década de 1950, onde se

estabeleceu a ideia de “sistemas” como uma importante estrutura conceitual para lidar com a complexidade de fenômenos do mundo real (CHECKLAND, 1981).

**Figura 15:** Modelo de um sistema geral (E: elementos do sistema).



Elaboração: Bolós, 1992.

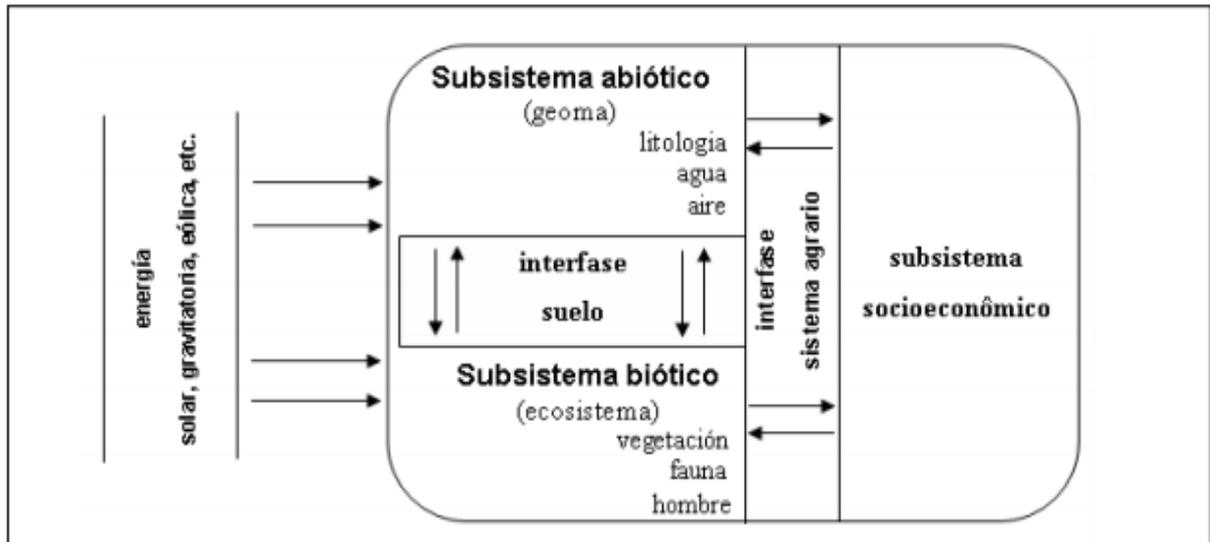
No entanto, seu desenvolvimento ocorreu, mais precisamente, em 1956 com Boulding, sendo a Teoria Geral dos Sistemas vista como aplicável a todas as disciplinas e como integrador de diferentes áreas.

A principal razão é que as propriedades sistêmicas (ou emergentes) são destruídas quando um sistema é dissecado em elementos isolados; 2) Sistemas estão aninhados dentro de outros sistemas. Sendo assim, algumas propriedades de um sistema só são visíveis, ou detectáveis, em certos níveis de sistema. Esta segunda característica descreve a propriedade da hierarquia e refletindo o nível de organização do sistema e o grau de agregação das variáveis. Ou seja, um sistema é parte de um sistema maior, enquanto, ao mesmo tempo é constituído de subsistemas, que podem ser eles próprios constituídos por subsistemas.

Na Geografia esse modelo foi aplicado do conceito sistêmico voltado para compreensão da paisagem, por entender que os sistemas abertos apresentam intercâmbio de matéria e energia com o ambiente; estes sistemas apresentam entradas, um processo de transformação, saídas e um processo de “*feedack*” ou retroalimentação, diferentemente dos sistemas considerados fechados que não apresenta intercâmbio com a matéria e energia do meio externo, não recebendo influências externas e também influenciando o exterior. “Nessa concepção, o geossistema, como o ecossistema, é uma abstração, um conceito, um modelo teórico da

paisagem, pois, é nele que encontramos todas e cada uma das características que definimos como próprias de todo o sistema” (BOLÓS, 1992, p. 36). Figura 16.

**Figura 16:** Forma de interpretar e representar o geossistema.



Elaboração: Bolós, 1992.

Somente, a partir da década de 1980 a analogia referencial relacionou-se com os sistemas dinâmicos, desenvolvidos nas ciências exatas tais como a Física e a Química. Nesse contexto, a teoria sistêmica influenciou não somente as ciências exatas, como também várias outras áreas do conhecimento científico, entre eles a Geografia Física (ARAÚJO, 2010).

O uso da abordagem sistêmica, aos estudos da Geografia, com foco nos estudos ambientais, possibilitou compreender melhor o campo de estudo desta ciência, além de propiciar oportunidade para reconsiderações críticas de muitos conceitos (CHRISTOFOLETTI, 1979).

Em meados do século XIX, o biólogo alemão Alexander Von Humbolt, por meio da escola alemã se esforçou, numa exaustiva busca para compreender a complexidade do meio e a interdependência entre os atributos componentes da paisagem, tornando-se o pioneiro na discussão da Teoria Geral dos Sistemas.

Entretanto, Bertalanffy (1973) reforça que a sensibilidade em relação ao esgotamento e às limitações dos esquemas metodológicos da ciência clássica, necessita do estudo integrado dos fenômenos em detrimento de uma óptica separativa e reducionista.

A esse respeito, o autor apresenta a seguinte justificativa:

“a necessidade resultou do fato do esquema mecanicista das séries causais isoláveis e do tratamento por partes ter se mostrado insuficiente para atender aos problemas teóricos, especialmente nas ciências biossociais, e os problemas práticos propostos pela moderna tecnologia. A viabilidade resultou

de várias novas criações – teóricas, epistemológicas, matemáticas, etc. – que, embora ainda no começo, tornaram progressivamente realizável o enfoque dos sistemas” (BERTALANFFY, 1973, p. 29).

Nessa lógica, a interpretação integrada da natureza sob a ótica reducionista exige um olhar mais abrangente, ou seja, nesse caso o todo deve ser considerado mais que a simples soma das partes, devendo assim, ser entendida como a fragmentação do objeto implicando num obscurecimento das relações de interdependência entre as partes (NETO, 2008).

Cada ramo do conhecimento científico se apoiou no conceito de sistema na delimitação de seu objeto. Na Geografia não foi diferente. Estabeleceu-se então que o geossistema é o sistema do geógrafo, o ecossistema sendo o sistema para o ecólogo e para o biólogo, o corpo humano e seus subsistemas a grandeza sistêmica dos estudiosos das ciências médicas e assim por diante (NETO, 2008).

No pensamento do autor, não basta associar inter-relação e totalidade, é preciso ligar os dois elementos por intermédio da ideia de organização, pois, é nesse contexto que se aplica a teoria sistêmica, assim dando a visão de totalidade, basicamente, destinadas a revelar as relações que caracterizam um sistema.

Essas ideias colocadas em questão faz repensar no Segundo Princípio da Termodinâmica e do conceito de entropia ( $S$ ), parâmetro que indica o grau de desordem de um sistema. Todavia, o Segundo Princípio da Termodinâmica prevê que a energia térmica (calor) só pode transferir-se livremente de uma fonte mais quente para uma mais fria, mas nunca no sentido oposto, pois, é no processo de transferência de calor que a energia é degradada, perdendo sua capacidade de realizar trabalho e aumentando a entropia do sistema (NETO, 2008).

Dentro dessa perspectiva, um sistema caminhará, da ordem para a desordem, num estado de máxima entropia. Buscando compreender melhor essa relação, entende-se que a Primeira Lei da Termodinâmica trata apenas do balanço geral de energia (conservação de energia), já a Segunda Lei trata do uso da energia, da sua capacidade em realizar trabalho e da sua tendência natural em se converter em formas degradadas e não utilizáveis, aumentando-se o grau de dispersão energética, que é medida pela entropia.

Assim, no estudo da composição do sistema ambiental, três fatores devem ser abordados, a matéria, energia e a estrutura. Sendo esta última constituída pelos elementos e suas relações, expressando-se através do arranjo de seus componentes. O elemento é a unidade básica do sistema. E um exemplo claro disso é o rio que é um elemento no sistema hidrográfico.

Nessa perspectiva, Christofolletti (1999), enfatiza que a busca dos diversos elementos integrados não implicará na perda da validade das análises setoriais aprofundadas, focalizadas

analiticamente pelas áreas da climatologia, Pedologia, Geomorfologia, Biogeografia e a Geologia, entre outras áreas do conhecimento, "tendo em vista que não se devem estudar os componentes da natureza por si mesmos, mas sim investigar a unidade resultante da interação e as conexões existentes nesse conjunto" (ARAÚJO, 2010, p. 47).

Nessa direção, Howard (1973), alega que um sistema é composto por elementos em estado instantâneo de equilíbrio e de inter-relações, deixando-o sujeito a constantes modificações através do tempo, pois no contexto geográfico, sendo a bacia hidrográfica considerada dentro de um sistema aberto, sustentando-se num equilíbrio dinâmico em função de ciclos e flutuações que são processos não lineares, a seus elementos estão diretamente interligados em função, principalmente, do elemento água desempenha papel fundamental no clima de uma dada região, como parte integrante do solo e da vegetação e, ao mesmo tempo, o responsável direto pela manutenção das atividades produtivas desenvolvidas na bacia (ARAÚJO, 2010).

A dinâmica de uma bacia hidrográfica é interpretada como um sistema aberto, pois essa conceituação advém da Teoria do Equilíbrio Dinâmico, concepção teórica essa que foi primeiramente especulada por Grove Karl Gilbert em 1877 e revivida por Hack em meados do século vinte (CHRISTOFOLETTI, 1989).

As discussões mais recentes foram efetuadas por Howard (1973), alegando que “o equilíbrio dos sistemas geomorfológicos como o ajustamento completo das variáveis internas em face às condições externas, de maneira que se equilibram as forças internas e externas são atuantes na evolução do modelado” (MARQUES NETO, 2008, p. 79).

Não obstante, a adoção da Teoria dos Sistemas pela escola anglo-americana marcou a ruptura conceitual definitiva frente ao paradigma proposto por Dave<sup>2</sup>. Neste sentido, a análise morfométrica de bacias hidrográficas e canais fluviais tomaram grande impulso na Geografia Física, despertando interesse nos estudos da dinâmica das bacias hidrográficas.

Destacam-se aqui alguns autores importantes que adotaram o método sistêmico na Geomorfologia destacando-se entre eles: Chorley (1962); Chorley; Kennedy (1971); Chorley (1971); Chorley (1972); Howard (1973); Christofolletti (1979, 1987, 1999); Chorley; Hagget (1975); Schumm (1977); Hagget (1979).

Uma possibilidade de abordagem do método sistêmico na pesquisa geomorfológica dentro da linhagem epistemológica anglo-americana se refere às proposições de Chorley &

---

<sup>2</sup> Fundamenta-se no conceito de nível de base, ou seja, sugere que o processo de denudação inicia-se a partir de uma rápida emersão da massa continental. Assim o sistema fluvial produz forte entalhamento dos talwegues, provocando os cânions.

Kennedy (1971). Não obstante, os autores apresentam uma classificação onde são distinguidos onze tipos de sistemas, quatro deles, conforme destaca Christofolletti (1999), mais relevantes para o campo de atuação da Geografia Física e dos estudos ambientais de modo geral (Quadro 01).

**Quadro 01:** Esboços dos sistemas

<b>SISTEMAS</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS</b>
<b>I</b> Sistemas morfológicos	Compostos pela associação entre as propriedades físicas dos sistemas e seus atributos constituintes. Configuram os sistemas menos complexos das estruturas naturais;
<b>II</b> Sistemas em sequência ou encadeantes	Formados por subsistemas em cadeia que estabelecem uma relação de cascata de matéria e energia, onde o output de um sistema é tomado como input pelo subsistema da sequência;
<b>III</b> Sistemas de processos-respostas	Formados através da conjugação dos dois sistemas anteriores, na qual os sistemas em sequência são indicativos dos processos e os sistemas morfológicos das respostas. Tal raciocínio implica que alterações nos fluxos de matéria e energia exercem reflexos expressos pela modificação na estrutura do sistema morfológico através do reajustamento de suas formas e da dinâmica das variáveis na busca de uma relação mais equilibrada entre processos e formas;
<b>IV</b> Sistemas Controlados	São formados mediante intervenção antrópica nos sistemas ambientais físicos, que podem alterar as formas e os fluxos de matéria e energia em diferentes intensidades.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2015.

Essa abordagem do método sistêmico “é de fácil aplicação, e foi vastamente empregada no estudo de bacias hidrográficas, demonstrando a excelência de tal unidade de análise como unidade processo-resposta, corroborando sua conveniência em ser tomada como unidade espacial para os programas de planejamento e gestão” (MARQUES NETO, 2008, p. 80).

O ajustamento das formas em face aos fluxos de matéria e energia vigentes no interior da bacia de drenagem é facilmente identificado em campo, viabilizando uma abordagem

pautada na geomorfologia ambiental mediante uma terminologia qualitativa. “Tal concepção prevê ainda a capacidade de retroalimentação dos sistemas, afirmando seu caráter caótico e não linear” (MARQUES NETO, 2008).

A propósito, Araújo (2010) enfatiza que a aplicação da teoria dos sistemas aos estudos geográficos serviu, não somente para se buscar a pretendida abordagem integrada na Geografia, como também, para incorporar a abordagem sistêmica como método, no estudo da Geografia Física, difundindo-se praticamente para todos os ramos do referido conjunto da ciência geográfica.

A Teoria Geral dos Sistemas serviu de aporte para outras novas discussões, dentre elas a abordagem geossistêmica que visava uma análise integrada da paisagem no âmbito da Geografia teórica e aplicada.

Ao expor as bases da teoria do Equilíbrio Dinâmico, Hack (1960) também se utilizou da ideia de sistemas abertos, e Chorley (1962) procurou sistematizar e esclarecer a necessidade da abordagem sistêmica aos problemas ambientais. A partir de 1960, a análise sistêmica difundiu-se por todas as áreas da Geografia Física, tendo em vista que a “análise sistêmica, finalmente, oferece a Geografia metodologia unificadora, e utilizando-a, a Geografia não mais permanecerá à margem do fluxo do progresso científico (STODDART, 1974, p. 93)”. Portanto, “um aspecto importante a ser considerado pelo pesquisador nesse nível de abordagem diz respeito à delimitação do sistema a ser considerado na análise” (ARAÚJO, 2010, p. 41).

Conforme a escala que se deseja analisar, deve-se ter em vista que cada sistema passa a ser um subsistema ou elemento quando se procura analisar o fenômeno em escala maior (ARAÚJO, 2010). Neste caso, Esclarece Christofolletti (1999) que o sistema ou um subsistema depende da sua grandeza de estruturação e nesse contexto, o elemento passa a ser uma unidade básica de um sistema. Um sistema é composto por elementos em estado instantâneo de equilíbrio e de inter-relações, estando sujeito a modificações através do tempo (ARAÚJO, 2010).

Embora os geossistemas, para Sotchava, se tratassem de sistemas naturais, o autor tinha em vista o estabelecimento de uma tipologia aplicável às manifestações geográficas que tem como premissa fundamental o reconhecimento de uma conexão real entre os elementos biofísicos e a esfera socioeconômica. Assim, o termo geossistema, na concepção de Sotchava (1978), corresponde ao termo biogeocenose, ou área homogênea elementar, cujo estabelecimento é o primeiro procedimento para a sua classificação (ARAÚJO, 2010).

Para Monteiro (2000) a transposição de um sistema escalar de uma realidade territorial para outra é assinalada por uma série de limitações. Se por um lado Sotchava formulou suas

teses percorrendo as extensas planícies da Sibéria cobertas pela taiga, Bertrand o fez confinado entre os compartimentos topográficos da cadeia dos Pirineus, cada um deles adotando grandezas compatíveis com sua base empírica (MONTEIRO, 2000).

Apesar da aplicação da abordagem sistêmica ter sido aplicada nos dois contextos distintos, há limitações por parte dos dois autores para delimitação de uma escala adequada para o geossistema. Penteado-Orellana (1985) discorda sobre isso em três pontos. O primeiro deles se apoia no fato de que as delimitações geográficas são contraditórias, sendo inviável na natureza um sistema espacial com limites próprios para cada ordem de fenômenos.

O segundo ponto se liga ao fato de que a própria delimitação de um sistema consiste num ato de abstração que está à mercê da percepção ambiental do pesquisador. Por último, retomando conclusivamente os dois pontos anteriores, a autora defende que o geossistema não pode ter dimensão previamente definida, devendo ser abstraído com base nas inter-relações e interações vigentes entre os elementos identificados como fundamentais para o seu funcionamento (MARQUES NETO, 2008). A fronteira de um sistema deve ser vista como uma característica necessária, embora artificial. Os limites dos sistemas não devem ser encarados como linhas rígidas, mas como elementos nos quais os fatores vão diminuindo seu efeito sobre o comportamento do sistema (ROUNTREE, 1977).

No qual, Almeida (2013) afirma que as diferentes metodologias e ferramentas oferecem suporte ao desenvolvimento do pensamento sistêmico. Neste contexto, elas são, basicamente, destinadas a revelar as relações que caracterizam um sistema. Entretanto, entre as ferramentas, destacam-se os mapas e os diagramas.

Os geossistema, por ser um sistema dinâmico, flexível, aberto e hierarquicamente organizado, com estágios de evolução temporal, numa mobilidade cada vez maior, sofre influência do homem (SOTCHAVA, 1977). Seguindo o pensamento do autor, o conceito espacial de geossistema se materializa sobre o terreno por um mosaico de unidades homogêneas em escalas decrescentes de categorias, denominadas de geótopo, geofácies e geossistema.

Destaca Araújo (2010, p. 48) que, “esta perspectiva conceitual engloba a abordagem tradicional inserida na literatura soviética, dedicada aos estudos dos complexos geográficos naturais”. A abordagem sistêmica dentro da Geografia mostra, conforme visto uma tendência de sobreposição conceitual entre paisagem e geossistema, sendo comumente discutidos de forma associada e por vezes consideradas a mesma categoria de análise.

Para Oliveira (2003), o geossistema representa um conjunto orgânico e dinâmico composto por elementos bióticos, abióticos e antrópicos regido por relações variáveis no tempo

e no espaço, ao passo que a paisagem seria a materialização de um estado do geossistema através de uma combinação particular e histórica de seus constituintes.

Nessa direção, “o estudo dos geossistema também deve avaliar as consequências ocasionadas pelas atividades antrópicas em seu funcionamento” (ARAÚJO, 2003, p. 97).

Assim, destaca o referido autor que,

o papel assumido pelo homem através das suas atividades socioeconômicas é altamente significativo no sistema ambiental físico, pois ao lado das condições climáticas o grupo humano ou sociedade constitui fator de importância para se compreender o ritmo e magnitude dos processos e as transformações geradas nos sistemas do meio ambiente (ARAÚJO, 2010, p. 48).

Ambas as unidades espaciais (geossistema e paisagem), que são de natureza sistêmica e da maior alçada da Geografia, se demonstraram seminais nos estudos do meio físico-territorial. Nesse contexto, estudar uma paisagem é antes de tudo apresentar um problema de método e, tomando a paisagem como unidade sistêmica, o melhor método de análise é o método sistêmico.

Diante das limitações da aplicação dos geossistema como abordagem teórica metodológica no estudo da paisagem, em 1960, o geógrafo francês Georges Bertrand discutiu o conceito de paisagem e de geossistema, até criar o sistema tripolar GTP – Geossistema, Território e Paisagem, reestruturando a abordagem geossistêmica introduzindo a discussão sobre o Território (Figura 17).

Este método de estudo possibilitou, não somente a reestruturação da antiga abordagem do geossistema, como também dá um caráter cultural à paisagem, restringindo o mapeamento ao geossistema e ao território.

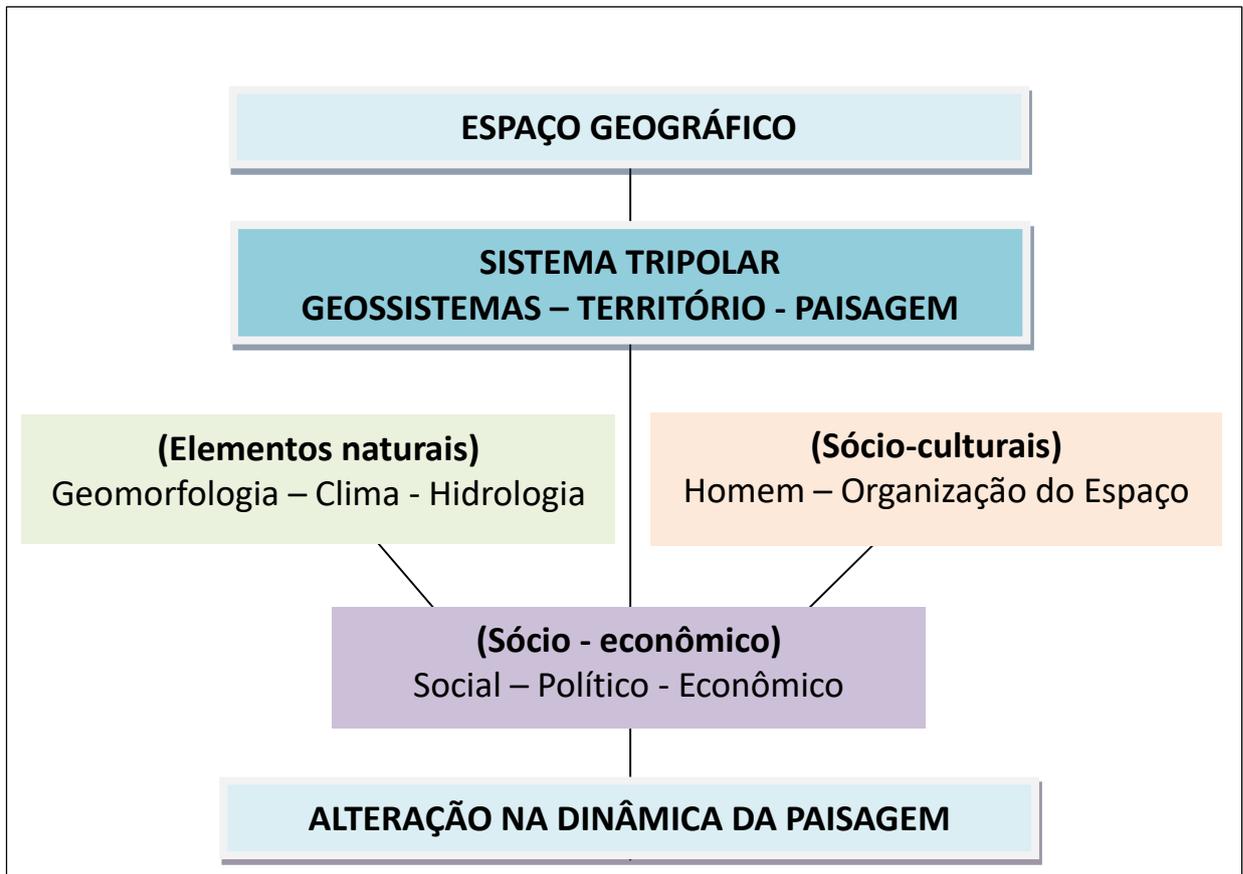
Nessa perspectiva, o geossistema anterior não contemplava a discussão sobre a categoria geográfica Território, abrangia somente os elementos geográficos e sistêmicos no qual são compostos por elementos abióticos, bióticos e antrópicos, além dos conceitos, espacial, natural e antrópico.

Na nova concepção, a introdução da categoria “Território” permitiu analisar as ações e o funcionamento da questão social e econômica no espaço, considerando o tempo para relatar o recurso, a gestão, a redistribuição, a poluição e a despoluição. Na Geografia a abordagem geossistêmica auxilia na produção do diagnóstico e na realização da análise ambiental do objeto de pesquisa, contribuindo também para o planejamento territorial e como instrumento de gestão ambiental (ROSOLÉM, 2010).

A paisagem que abrange não somente o visível, mas também a construção cultural e econômica de um espaço geográfico. Nela contém o território, sua organização espacial e seu funcionamento, e se reproduz nos elementos do geossistema. No tocante as dificuldades que o

sistema ambiental apresenta a compreensão dos seus elementos, a nova concepção de geossistemas, o sistema GTP aparece como um método aplicável e eficiente para o planejamento das ações que visam à preservação, a conservação e a recuperação dos recursos naturais ali existentes.

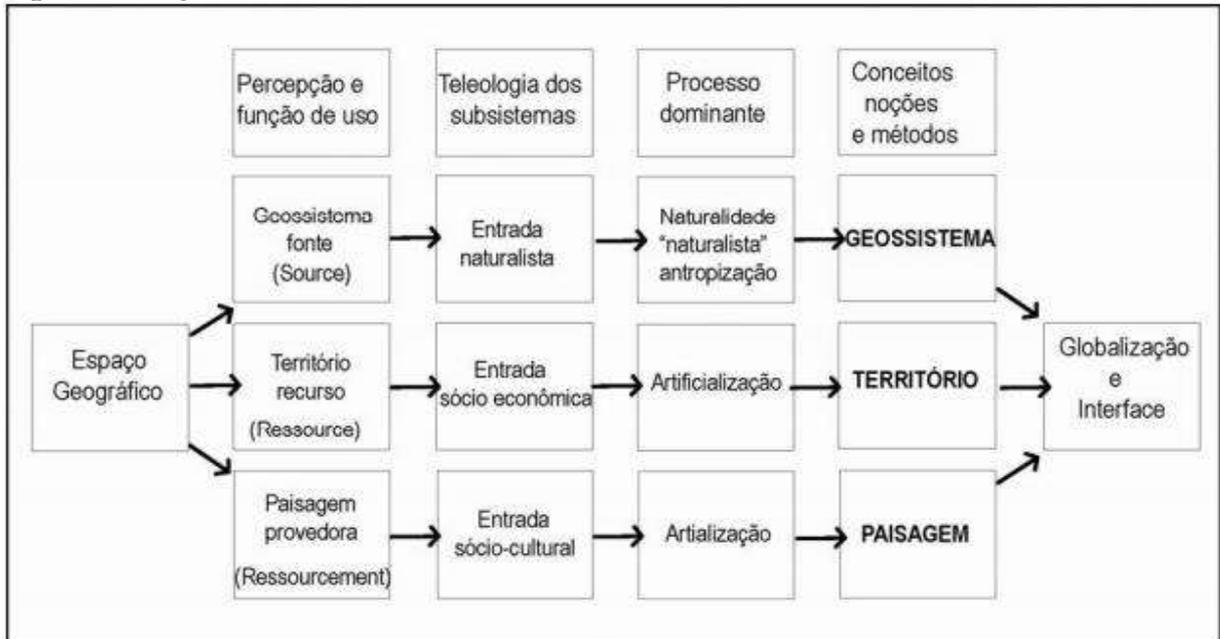
**Figura 17:** Representação do Sistema Tripolar proposto por Bertrand, 1997. Apud TORRES, 2003, p. 44.



Adaptação: Wesley Alves dos Santos, 2018.

Bertand (2007), observando a complexidade na compreensão da dinâmica da paisagem elaborou essa nova abordagem de Geossistemas para o GTP. Pois, ao apresentar essa nova proposta durante o VII Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada, realizado em Curitiba/PR. Bertrand apresentou uma forma de estudo baseada em um sistema tripolar e interativo baseado em três elementos sendo eles o Geossistema, o Território e a Paisagem o qual conceituou de GTP (PASSINATI, 2009).

Essa abordagem apresentando três entradas ou três vias metodológicas que correspondem à trilogia, sendo elas a fonte, recurso e o aprisionamento baseado em critérios de antropização, artificialização e de artialização, conforme o esquema seguinte (Figura 18).

**Figura 18:** Esquema do Sistema GTP.

Adaptado de Bertrand (2007, p. 299).

No contexto geográfico, o geossistema é caracterizado por elementos organizados de maneira sistêmica. Os elementos geográficos aponta uma combinação espacializada entre os fatores abióticos (rocha, ar e água); os bióticos (animais, vegetais e solos) e antrópicos (impactos das sociedades sobre o ambiente). Assim, como elementos sistêmicos consideram-se aqui três conceitos: espacial, natural e antrópico (PISSINATI, 2009).

O conceito natural é formado pelo conjunto dos componentes do meio geográfico. Nessa direção, a integração do conceito antrópico focado nos aspectos sociais, por sua vez, buscou compreender as atividades humanas, sem que se possa, por isso, considerá-lo como um conceito social.

O território é a entrada que “permite analisar as repercussões da organização e dos funcionamentos sociais e econômicos sobre o espaço considerado” (BERTRAND; BERTRAND, 2007, p. 294). Inclui o tempo do mercado ao tempo do desenvolvimento durável, abordando o recurso, a gestão, a redistribuição e a poluição-despoluição (BERTRAND; BERTRAND, 2007). “Retoma um conjunto de conceitos híbridos, como potencialidade, ambiente, meio, cuja manipulação exige um longo trabalho semântico e metodológico para atingir aproximações atuais” (ROSS, 2006, p. 33).

Entretanto, a paisagem, por sua vez, toma uma dimensão sociocultural do conjunto geográfico estudado, pois, ela traz consigo um sentido subjetivo, dos fatores culturais das representações, baseado no ressurgimento do simbólico (BERTRAND; BERTRAND, 2007).

Assim, o geossistema se configura como um complexo formado por meio das relações naturais existentes entre os elementos bióticos e abióticos. Nessa concepção, o território passaria então a ser a forma de uso político, social e econômico do espaço geográfico, e a paisagem a expressão cultural, manifestada através da apropriação, da utilização e do significado que é atribuído aos elementos do geossistema, pela comunidade em apreço (PISSINATI, 2009).

A meta do sistema GTP, como metodologia é reaproximar estes três conceitos para analisar como funciona um determinado espaço geográfico em sua totalidade (PISSINATI, 2009). Tratam-se então, essencialmente, de apreender as interações entre elementos constitutivos diferentes para compreender a interação entre a paisagem, o território e o geossistema.

A metodologia do sistema GTP visa analisar os elementos da paisagem e as suas relações, levando o pesquisador a compreender a sua dinâmica. Sendo assim, a metodologia do sistema GTP serve não só para a delimitação e representação cartográfica das áreas, mas principalmente para a detecção dos problemas existentes no local e o grau de responsabilidade da ação antrópica sobre os mesmos, assim como o planejamento de estratégias para conter, reverter ou amenizar os impactos já causados (PISSINATI, 2009).

Essa metodologia, baseada nessa nova abordagem, vai ao encontro da busca atual pelo manejo sustentável dos recursos naturais. A abordagem geossistêmica baseada no sistema tripolar GTP pretende conduzir as ciências por meio de uma representação que configura o funcionamento das unidades da paisagem, em sua totalidade.

## **1.2 - A paisagem como categoria de análise no contexto dos sistemas ambientais**

A paisagem como categoria de análise da Geografia, é definida como um conjunto de estruturas naturais e sociais de um determinado lugar no qual desenvolve uma intensa interatividade seja entre os elementos naturais, entre as relações humanas e desses com a natureza. A paisagem tem, portanto, um caráter dinâmico e em contínua evolução (FONTES, 2010, p. 31).

Neste entendimento, destaca-se que, a partir do estudo da paisagem é possível compreender, em parte, a realidade local num determinado momento em que está em constante mutação, além de acompanhar as constantes interferências antrópicas, seja dos processos produtivos e/ou da própria natureza.

Assim, a concepção sistêmica no estudo da paisagem é de fundamental importância, apesar de estudos com essa abordagem terem surgido somente, a partir da década de 1960, quando se difundiu amplamente o enfoque ou método sistêmico em muitas disciplinas científicas. Antes desta época, porém, algumas ideias geográficas tinham sido por essência sistêmica (CHRISTOFOLETTI, 1979). A partir da visão sistêmica, concebe-se a paisagem como um sistema integrado, no qual cada componente isolado não possui propriedades integradas (RODRIGUES, 2004).

Estas propriedades integradoras somente desenvolvem-se quando se estuda a paisagem como um sistema total.

Pois, para Bertrand (2004),

a paisagem não é uma simples adição de elementos geográficos dispartados, mas sim uma determinada porção do espaço, resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (p. 141).

Ainda dentro da visão sistêmica, a paisagem é compreendida como um complexo dos elementos que compõem e configuram um determinado lugar, além de manter uma estreita vinculação com a vida que nele se desenvolve (COIMBRA, 2002). Figura 19.

Assim, a utilização da concepção paisagística, como base territorial das condições naturais do território, permite alcançar a interconexão das informações dos diferentes componentes e elementos naturais (RODRIGUES, 2004).

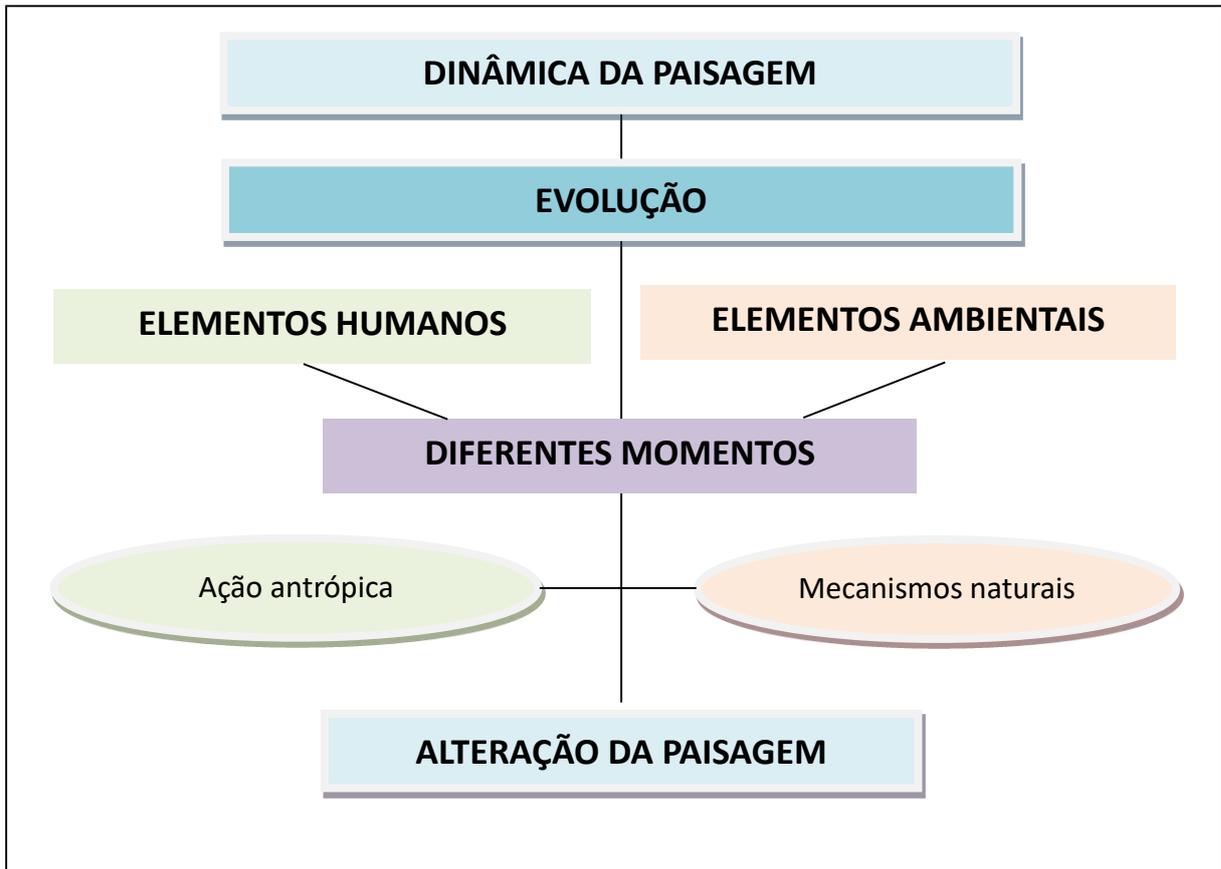
Uma primeira abordagem conduz tradicionalmente a maioria dos geógrafos para um cenário em que a paisagem está compreendida na interface da natureza e da sociedade, ou seja, de um lado, eles reconhecem sua materialidade, isto é, a existência de uma estrutura e de um funcionamento próprios aos corpos naturais que a constituem e do outro lado, afirmando que o status paisagístico destes corpos naturais é determinado pelo sistema de produção econômica e cultural, cujos efeitos diferem segundo as produções e os grupos sociais.

A dimensão social e histórica da paisagem está claramente afirmada e “a percepção está englobada no conjunto do processo social” (PASSOS, 2003, p. 53). No entanto, Tricart (1979) apresenta a paisagem como sendo uma dada porção perceptível a um observador onde se inscreve uma combinação de fatos visíveis e invisíveis e interações as quais, num dado momento, não percebeu senão o resultado global.

Em termos gerais, a paisagem é a natureza integrada e deve ser compreendida como síntese dos aspectos físicos e sociais, sendo importante seu conhecimento, no sentido de serem

desenvolvidas pesquisas aplicadas que possam levar a metodologias que colaborem com o manejo adequado e sustentável dos recursos naturais, relevantes para as sociedades como um todo (GUERRA & MARÇAL, 2006).

**Figura 19:** Esquema Ilustrativo da Dinâmica da Paisagem.



Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2017.

Não é sem razão que Christofolletti (1999) enfatiza que a paisagem constitui-se no campo de investigação da Geografia, onde se permite que o espaço seja compreendido como um sistema ambiental físico e socioeconômico, com estruturação, funcionamento e dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos.

Apesar da análise da paisagem ser muito adequada aos estudos ambientais, para Monteiro (2001), existem diversas formas de conduzir os estudos da paisagem, sendo um deles a abordagem geossistêmica, onde Maximiano (2004) apresenta a paisagem como algo resultante das relações dinâmicas de elementos físicos, biológicos e antrópicos, além de afirmar que ela não é um fato natural, mas inclui a existência humana.

A paisagem, neste contexto, é vista como objeto de estudo da Geografia, por ter uma visão de realidade integrada, onde os elementos abióticos, bióticos e antrópicos aparecem

associados de tal maneira, que os conjuntos podem ser trabalhados como um modelo de sistema e para melhor compreensão nada melhor que o estudo da dinâmica de uma bacia hidrográfica, onde a entrada e saída de energia dita o ritmo natural do seu funcionamento, este muitas vezes alterada pela ação humana (BOLÓS, 1992).

Nessa lógica, a bacia hidrográfica por ser entendida pelo estudo isolado de cada um dos seus componentes como: estrutura, funcionamento e organização são decorrentes das inter-relações destes elementos (Figura 20). Nessa perspectiva, entende-se que a unidade de paisagem é uma unidade espacial, que apresenta características singulares (tanto no meio Geobiofísico, quanto no meio socioeconômico) que a definem e a delimitam e a distinguem das outras unidades, podendo consistir, por excelência, numa unidade de planejamento/gerenciamento ambiental. “A análise da paisagem necessita de um modelo específico de investigação nos estudos geográficos, para que se possam atingir os objetivos esperados” (SANTANA, 2008, p. 26).

É a partir da visão sistêmica, que concebemos a paisagem como um sistema integrado no qual cada componente isolado não possui propriedades integradoras. Para tanto, as concepções Geossistêmicas como modelos teóricos, fornecerão elementos para o conhecimento sobre a estrutura e funcionamento da natureza, proporcionando um planejamento racional de uso e ocupação do solo, de acordo com a capacidade de cada sistema ambiental.

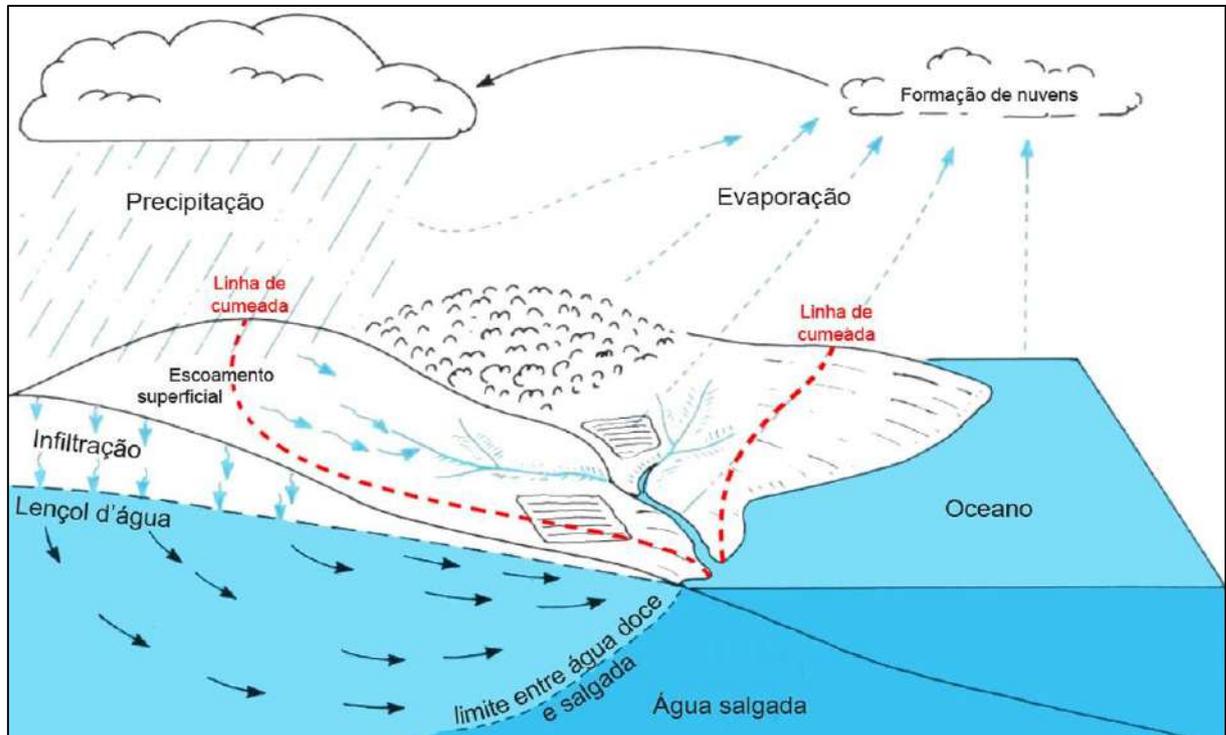
A introdução da Teoria Geral dos Sistemas (TGS) na análise da paisagem possibilitou uma nova forma de compreender como os elementos estabelecem suas relações de forma a produzir e organizar o espaço geográfico constituindo uma nova forma de abordar a problemática ambiental.

O soviético Sotchava (1976) destacou o geossistema como uma unidade dinâmica que apresenta uma organização geográfica própria, classificando os geossistemas em homogêneos ou diferenciados, hierarquizando-os em três níveis: planetário, regional e topológico, sendo qualquer um desses níveis chamado de geossistema.

Os estudos voltados às concepções sistêmicas na análise da paisagem surgiram no início da década de 1960, quando se difundiu amplamente o enfoque ou método sistêmico em muitas disciplinas científicas. “A partir dessa década o geossistema foi grande parte dos especialistas da Ciência da Paisagem” (ARAÚJO, 2010, p. 44). No entanto, antes desta época, algumas ideias geográficas já se apresentavam na sua essência como sistêmicas, as quais concebiam a paisagem como um sistema integrado, onde cada componente isolado não possui propriedades integradas.

Na concepção de Bolós (1992, p. 36) “o geossistema, como o ecossistema, é uma abstração, um conceito, um modelo teórico da paisagem”. Nele encontramos todas e cada uma das características que definimos como próprias de todo o sistema.

**Figura 20:** Estrutura e funcionamento de uma bacia hidrográfica e unidade biogeofísica.



Fonte: Commons, 2017.

Entretanto, para Bertrand (1972), o geossistema é um complexo dinâmico mesmo numa perspectiva de espaço-tempo muito breve, por exemplo, histórica. Assim, o potencial ecológico, a exploração biológica e a ocupação antrópica constituem dados instáveis com efetiva variação temporal espacial. Por sua variação interna e por sua estrutura, o geossistema não apresenta necessariamente, uma homogeneidade fisionômica.

Estas propriedades integradoras somente desenvolvem-se quando se estuda a paisagem como um sistema total, sob este enfoque a paisagem, então, é o complexo dos elementos que compõem e configuram um lugar determinado e que tem estreita vinculação com a vida que nele se desenvolve (CHRISTOFOLETTI, 1980; RODRIGUES, 2004).

A ciência da paisagem ignora a ruptura entre a Geografia Física e Geografia Humana. A paisagem é, portanto, um espaço de três dimensões: natural, social e histórica (PASSOS, 2003). Entende-se que a paisagem, é desde a origem, um produto socializado (BERTRAND, 1978; PASSOS, 2003).

Os vários processos de aperfeiçoamentos, os quais passaram os estudos sobre paisagem, acabaram por conferir-lhe um caráter polissêmico. Além disso, essas modificações permitiram o desenvolvimento do enfoque sistêmico em Geografia que, atualmente, tem dado lugar à formulação da noção espacial de geossistema (CHRISTOFOLETTI, 1999; RODRIGUES, 2004).

Na concepção de Guerra & Marçal (2006) os geossistemas por corresponder ao resultado da combinação dos fatores geomorfológicos, climáticos, hidrológicos e da cobertura vegetal, podendo influir fatores sociais e econômicos, e, por serem processos dinâmicos, podem ou não gerar unidades homogêneas e internamente, associam-se à ideia de organização do espaço com a evolução da natureza.

O geossistema é compreendido como uma unidade dimensional entre algumas centenas de quilômetros quadrados, numa escala que se situa a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que evoluem as combinações dialéticas mais interessantes para o geógrafo (BERTAND, 2004).

Bertrand (2004) utilizou essa abordagem para buscar explicar os sistemas ambientais franceses. Conforme o autor o geossistemas está, [...] situado em uma porção do espaço, sendo resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos, que fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (op. Cit. 1).

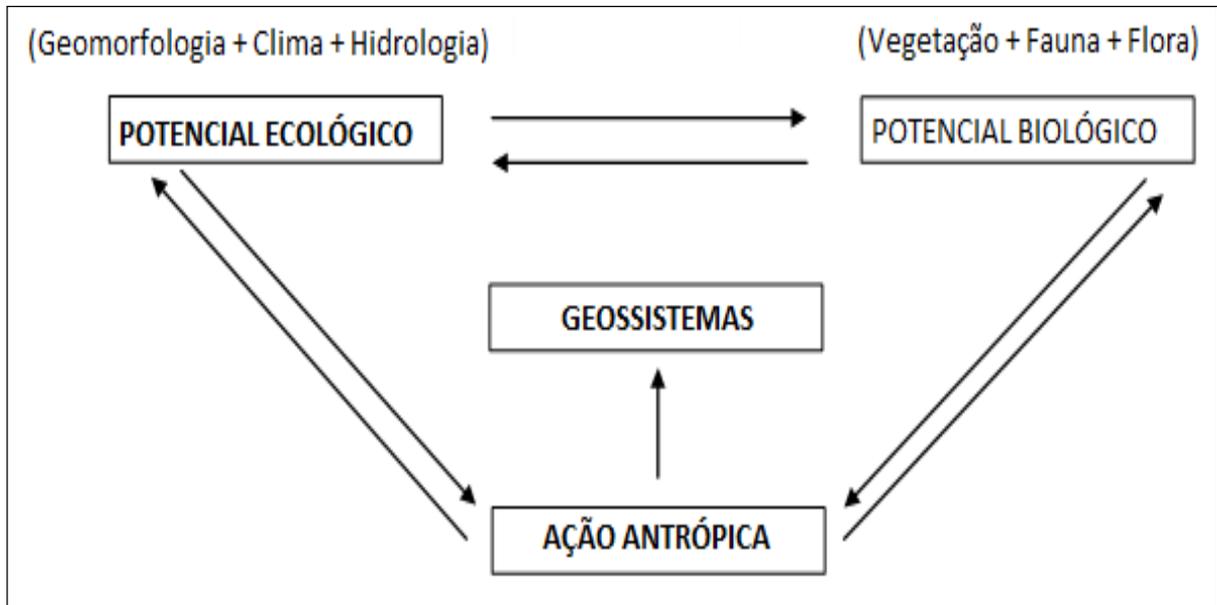
Tomando por base essa conceituação, Bertrand propõe um sistema taxonômico de hierarquização da paisagem constituído por seis níveis que levam em consideração o tempo e o espaço em ordem decrescente. Nas chamadas unidades superiores estão a zona, o domínio e a região correspondentes às grandezas de I a IV de Tricart (1979), nas quais os elementos climáticos e estruturais são mais relevantes. As grandezas de V a III da classificação de Tricart correspondem às “unidades inferiores”, em que estão o geossistema, o Geofáceis e o Geótopo, caracterizados pelos elementos biogeográficos e antrópicos.

Nesse sentido, é que Bertrand (2004) propôs a análise da paisagem a partir de três elementos essenciais: o potencial ecológico (clima, hidrologia e geomorfologia), a exploração biológica (flora, fauna e solo) e ação antrópica (Figura 21). O autor ressalva ainda que as paisagens bastante humanizadas requer métodos de análises próprios. Assim, a dinâmica da paisagem ocorre através das relações recíprocas dos seus elementos que não tem sentido se estudados isoladamente.

Entender determinado espaço sob a ótica sistêmica implica em apoiar-se em outros conceitos, entre eles o geossistema e, nesse sentido, a Geografia Física disponibiliza o conceito

de geossistema, a interface ecologia, evidencia o conceito de ecossistema; e a ciência, de uma forma geral, o conceito de sistema.

**Figura 21:** Estrutura Funcional dos Geossistemas



Fonte: Bertrand, 1971.

Com a teoria dos Geossistemas, a abordagem morfodinâmica possibilita a delimitação espacial de unidades cujos processos atuais podem ser considerados semelhantes. Nesses casos, é possível classificar as unidades quanto à sua estabilidade (formas e processos), singularidade e grau de recorrência (diversidade ambiental), fragilidade ou vulnerabilidade no que se refere às interferências antrópicas, entre outras discriminações úteis na esfera do planejamento e gestão territorial característico (RODRIGUES, 2001).

Por fim, nesse entendimento, a teoria dos Geossistemas encontra-se a serviço de estudos relacionados à degradação ambiental, pois além de permitir a análise física, possibilita a abordagem das relações existentes entre sociedade e ambiente.

Executar uma análise ambiental utilizando bacias hidrográficas como unidades territoriais, baseando-se na abordagem sistêmica, pressupõe avaliar o espaço e, conseqüentemente, o ambiente, objetos de estudo da geografia, que segundo Silva (1995, p.21), “é um Conjunto de fatores atuando em um determinado espaço e funcionando coordenadamente”. Conforme Christofolletti (1999, p. 36), o meio ambiente “é constituído pelos sistemas que interferem e condicionam as atividades sociais e econômicas, isto é, pelas organizações dos elementos físicos e biogeográficos”. Dessa forma, entende-se o “ambiente

como sistema de relações e interações múltiplas entre o sistema natural (ecológico) e um sistema antrópico (cultural ou socioeconômico) Sánchez et al. (1995).

Entretanto, Christofolletti (1999) esclarece que o termo ambiente pode ser usado tanto para questões em escala pontual, muito pequena, como em escala global. Dessa forma, fica evidenciado que uma bacia hidrográfica é um recorte espacial do ambiente, que para ser estudado necessita da compreensão de suas partes como elementos de um conjunto. Silva; Souza (1987) ressaltam que analisar um ambiente equivale a desmembrá-lo em termos de suas partes componentes e apreender as suas funções internas e externas, com a consequente criação de um conjunto integrado de informações representativo desse conhecimento adquirido.

A análise das bacias hidrográficas como sistemas ambientais permite uma compreensão melhor dos elementos geoambientais e dos aspectos socioeconômicos. Os sistemas ambientais estão sistematizados, principalmente, por critérios geomorfológicos. No entanto, os demais elementos físicos representam uma visão de funcionamento mais detalhado.

As bacias hidrográficas, enquanto parte importante do meio físico, são facilmente comprometidos, sejam no âmbito da qualidade e/ou quantidade, sejam por características como alteração de cursos d'água ou diminuição dos canais de drenagem, tornando o atual cenário de degradação e descaso preocupante (SILVA, 2003).

As bacias hidrográficas não se limitam apenas a cursos d'água que seccionam o relevo ou drenam uma determinada área, mas sim, “a um espaço topograficamente destinado a alimentar estes cursos d'água através de vários processos de movimentação da água como: escoamento superficial, sub-superficial, infiltração, entre outros” (LIMA 2008, p.28).

As diversas definições propostas para bacia hidrográfica assemelham-se ao conceito dado por Pinto (1976), sendo definido como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático.

Entretanto, na concepção de Haynes (1975); Cummins (1992); Petts (1994), as bacias hidrográficas formam unidades indissociáveis e interdependentes com os sistemas fluviais, por serem áreas do continente onde a água precipitada é drenada para uma saída comum ou ponto terminal, que para Guerra e Cunha (2003), formam-se redes que drenam água contendo material sólido e dissolvido das partes mais altas, que são os limites da bacia, para a parte mais baixa, que pode ser outro rio de hierarquia igual ou superior, lago ou oceano.

Por se tratar de um sistema aberto, na bacia hidrográfica ocorrem entrada e saída de energia, mesmo quando não perturbada, em contínua flutuação, num estado de equilíbrio

transicional ou dinâmico. Ou seja, a adição de energia (GUERRA e CUNHA, 2003; PINTO et al, 2005) e a perda de energia do próprio ecossistema encontram-se sempre em delicado balanço.

No entendimento de Araújo (2007) o consenso científico em torno do aspecto conceitual ora apresentado parte do pressuposto de que o conceito de bacias hidrográficas “obriga naturalmente a existência de cabeceiras ou nascentes, divisores d’água, cursos d’água, afluentes e subafluentes”, podendo ser “principal, secundária e terciária, quando constituída de cursos de água de menor importância, a exemplo dos subafluentes” (Guerra, 1997, p. 76). Além disso, as bacias hidrográficas interligam-se com outras em ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma bacia.

As bacias hidrográficas podem ser desmembradas em um número qualquer de sub-bacias, dependendo do ponto de saída considerado ao longo do seu eixo-tronco ou canal coletor (PINTO, 1976). Por serem compostas de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório, as bacias hidrográficas não se limitam apenas a cursos d’água que seccionam o relevo ou drenam uma determinada área, mas sim, a um espaço topograficamente destinado a alimentar estes cursos d’água através de vários processos de movimentação da água como: escoamento superficial, sub-superficial, infiltração, entre outros.

Na perspectiva de Botelho (2004) a bacia hidrográfica ou bacia de drenagem compreende a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários e limitada por divisores de água, porém Tomazoni et al. (2005) consideram que as bacias hidrográficas são segmentos do meio ambiente definidas no espaço e reconhecidas em função de características e propriedades que sejam razoavelmente estáveis ou ciclicamente previsíveis, incluindo aquelas da atmosfera, solo, substrato geológico, hidrologia e do resultado de uso e ocupação do solo.

Sob a ótica do planejamento ambiental, as bacias hidrográficas têm sido adotadas como unidades físicas de reconhecimento, caracterização e avaliação, a fim de facilitar a abordagem sobre os recursos hídricos. Considera-se que o comportamento de uma bacia hidrográfica ao longo do tempo ocorre por dois fatores, sendo eles, de ordem natural, responsáveis pela pré-disposição do meio à degradação ambiental, e antrópicos, onde as atividades humanas interferem de forma direta ou indireta no funcionamento da bacia.

Segundo Botelho (1996), citado por Araújo (2007) a utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento formal ocorreu nos Estados Unidos, em 1933, a partir de então é adotada no Reino Unido, França, Nigéria e restante do mundo. Portanto, a adoção de bacia

hidrográfica como unidade básica de estudo é de aceitação internacional, por ser uma área física bem delimitada onde apresenta elementos que se encontram integrados dentro de uma visão holística, pois, não dá para desassociar os elementos geoambientais dos antrópicos (FONTES, 2010, p. 27).

Do ponto de vista prático operacional, a bacia hidrográfica pode ser delimitada sobre uma base cartográfica que contenha cotas altimétricas, como as cartas topográficas, ou que permita uma visão tridimensional da paisagem como as fotografias aéreas. Para Botelho (1996), a delimitação de bacias hidrográficas a partir de imagens de satélites também é possível, muito embora sua maior ou menor precisão fique a cargo não só do tamanho da bacia a ser mapeada como também da qualidade e riqueza de informações da imagem considerada.

Tais limites devem ser posteriormente observados em campo, visto que a bacia hidrográfica pressupõe várias dimensões e expressões (bacias de ordem zero, micro bacias e sub-bacias) sem necessariamente guardar entre si relações hierárquicas. Apreende-se disso que a bacia hidrográfica deve abranger uma área suficientemente grande para que possam ser identificadas as inter-relações existentes entre diversos elementos do quadro socioambiental que a caracterizam (ARAÚJO, 2007).

A ênfase dada nas últimas décadas aos estudos ambientais na elaboração de análises socioambientais reforça a análise da bacia hidrográfica como unidade de estudo por constituir uma unidade física bem caracterizada, tanto do ponto de vista da integração, como da funcionalidade de seus componentes (FONTES, 1997).

Apesar das bacias hidrográficas serem consideradas como unidades físicas ideais para estudos ambientais, as complexas reflexões que envolvem essa problemática emerge como um tema relevante para a investigação geográfica na medida em que se constitui como alicerce essencial para o desenvolvimento econômico e social.

Com isso, entende-se que as bacias hidrográficas constituem-se em unidades físicas ideais para estudos ambientais pelo fato de apresentarem características que sirvam a elaboração de um planejamento integrado (unidade física e unidade social), visando à implantação de um programa racional de utilização e preservação dos recursos naturais (solo, subsolo, água, vegetação) e uma agricultura sustentável.

As bacias hidrográficas, enquanto parte importante do meio físico, são facilmente comprometidas, sejam no âmbito da qualidade e/ou quantidade, sejam por características como alteração de cursos d'água ou diminuição dos canais de drenagem, tornando o atual cenário de degradação e descaso preocupante (SILVA, 2003).

A necessidade de fazer análises em bacias hidrográficas tem-se demonstrado de ordem capital na razão direta em que se intensificam os usos e os conflitos desses usos da água (conflito de destinação de uso, de disponibilidade quantitativa e qualitativa), bem como o aumento da demanda e das crescentes dificuldades para satisfazê-la de forma eficiente e com qualidade.

Com a subdivisão de uma bacia hidrográfica de maior ordem em seus componentes (sub-bacias hidrográficas), as condições difusas de transformações de problemas ambientais para condições específicas, facilitam seu controle, sua identificação e o estabelecimento de prioridades para atenuação ou mitigação dos impactos ambientais.

Assim, entende-se, então que as formas de ocupação dos solos têm importância considerada, pois podem implicar em mudanças no sistema natural, como por exemplo, aumento do escoamento superficial, diminuição da infiltração, diminuição da cobertura vegetal natural, poluição das águas e dos solos, acarreta em desequilíbrios na dinâmica natural. Neste sentido, todos os acontecimentos que ocorrem na bacia repercutem direta ou indiretamente nos rios e acabam impactando na vida da população e nos processos sociais.

Portanto, é importante estudar a bacia hidrográfica como um todo, sem considerar apenas um dos elementos, mas o conjunto em interação, pois a relação sociedade x natureza deve ser estudada, já que a ação antrópica influencia a dinâmica natural da bacia, principalmente as grandes construções, a exemplo das barragens hidrelétricas.

### **1.3 - As obras de engenharia, transformações nas paisagens e os conflitos territoriais.**

Com o protagonismo das economias emergentes no cenário global, o papel do Estado volta a ser percebido como fundamental para o desenvolvimento. Esse novo momento permite remeter a uma fase histórica posterior a Segunda Guerra Mundial, em que economias periféricas também obtiveram significativo crescimento econômico, com forte presença do Estado na economia.

Nesse novo impulso de interação Estado-economia, as condições políticas e sociais não são as mesmas. Atualmente a economia está mais integrada, globalizada e a sociedade civil mais organizada, pois os novos setores de política pública, tais como as políticas ambientais.

A forte presença estatal na economia como ocorreu no Brasil no período Vargas e no regime militar está relacionada às políticas industriais e às de infraestrutura, como a construção de grandes empreendimentos energéticos para suprir o setor, além de levar energia para a população. O regime militar brasileiro levou o país a uma série de grandes obras de infraestrutura (período marcado como “o milagre econômico”), tais como a Rodovia

Transamazônica e usinas hidrelétricas como a Usina Binacional de Itaipú (na fronteira com o Paraguai, no Sul do Brasil), Tucuruí e Balbina (ambas na Amazônia brasileira) e a mais moderna, Belo Monte, que hoje tem atendido a cerca de 20 milhões de brasileiros no fornecimento de energia elétrica, além dos setores industriais da região Centro-Oeste e Sudeste do Brasil.

Tais obras, entretanto, não enfrentaram, em seu momento histórico, grandes obstáculos sociais e/ou ambientais, apesar de terem gerado impactos significativos em ambas às frentes, como no deslocamento de populações indígenas e ribeirinhas, na alteração do volume e curso de rios e no alagamento de grandes parcelas de floresta nativa, pois a sociedade civil não se encontrava articulada e não tinha importância política significativa na gestão de políticas públicas e, por outro, ao fato de que a política ambiental ainda não se encontrava plenamente estruturada dentro do aparato estatal.

Somente a partir do século XX, avançou o ativismo de novos movimentos sociais, que ideologicamente questionaram a inexorabilidade do progresso científico e tecnológico, com foco na qualidade de vida no longo prazo e na importância de valores e conhecimentos tradicionais (RIBEIRO, 1991; SANTILLI, 2005). Em decorrência disso, e a partir de marcos como as conferências das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento (em 1972 e 1992), a chamada “questão socioambiental” se fortaleceu como área de política pública e se alastrou em múltiplos domínios da política e da sociedade, tanto em âmbito local quanto global (SOROMENHO-MARQUES, 1994).

Tendo em vista essa dinâmica, na política do início do século XXI, por volta de 2000, a ação do Estado, no campo das grandes obras de infraestrutura, precisou levar em conta a sociedade civil organizada (EVANS, 2012). Muitas áreas foram afetadas pelas obras, a exemplo das indígenas cujas questões precisam ser equacionadas por distintos setores, dentro do aparato governamental, envolvidos em diferentes áreas de políticas públicas para garantir os direitos das minorias e o reparo ambiental.

É importante destacar que a política energética é elemento estratégico do processo de desenvolvimento, já que a geração de energia é condição essencial para que políticas industriais e de desenvolvimento tecnológico sejam promovidas. Assim como é também exemplar para ilustrar a interação e, por vezes, contradição entre políticas de infraestrutura e política ambiental. Essa condição ganha corpo a partir da análise dos processos de licenciamento ambiental de grandes usinas hidrelétricas, exigidos no Brasil obrigatoriamente somente a partir dos anos 80, por meio do EIA/RIAMA, e/ou acompanhamento de órgãos fiscalizadores, o que refletiu nos dias atuais um acompanhamento mais efetivo.

Se comparado o Brasil ao mundo, percebemos que na categoria dos dez maiores países com maior produção de energia hidrelétrica, a China aparece em primeiro lugar, com 722 Terawatts/hora (TWh), representando 20,5% da produção hidrelétrica mundial; o Brasil aparece em segundo lugar, com produção de 403 TWh e 11,5% da produção mundial (Tabela 01).

Analisando sob a ótica ambiental, as hidrelétricas provocam sérias consequências. Se, por um lado, são reconhecidas fontes renováveis de energia e contribuem para a regularização da vazão (evitando enchentes), por outro são responsáveis pelo alagamento de grandes áreas de floresta nativa, alteração do curso de rios por meio de desvios, emissão de metano na atmosfera por alagar a cobertura vegetal sem ao menos fazer a limpeza da área do lago, entre outros impactos no ecossistema e na biodiversidade.

Quanto as questões sociais, a construção de hidrelétrica gera deslocamento e/ou impacto direto nos meios de subsistência de populações tradicionais, principalmente as indígenas, quilombolas e ribeirinhos, além de populações rurais em geral. A construção de uma hidrelétrica gera fluxo migratório intenso que, sem adequado planejamento e preparação, pode ter consequências significativas para o planejamento urbano e territorial e para ofertas de serviços públicos básicos, como saúde, educação e segurança pública.

Do ponto de vista administrativo grandes barragens, assim como outras importantes obras de infraestrutura são úteis para demonstrar dois dos principais gargalos na implementação de políticas públicas em países emergentes: os conflitos e a falta de articulação entre órgãos e agências no interior do aparato estatal.

Em um momento histórico, em que o Estado recupera um papel ativo no planejamento e na execução de políticas em diversos setores, a recorrência de problemas de coordenação tem o potencial de gerar múltiplas ineficiências, tanto por parte da ação, quanto em relação ao controle social pela sociedade civil. Daí, a importância de se realizar estudos dos possíveis efeitos da construção de barragens, justificada quando se faz uma avaliação no número de reservatórios espalhados no mundo.

O número de barragens, com mais de 15 metros, em torno do mundo, cresceu substancialmente, sobretudo, nos países de clima tropical com elevadas taxas de precipitação, como o caso do Brasil (CAVALCANTE, 2011). Em 1900, havia 427 grandes barragens superiores a 15 m em torno do mundo. Em 1950, passou para 5.268, em 1986 eram, aproximadamente, 39.000 e, atualmente, são mais de 45.000 (ICOLD, 1998).

Estima-se que cerca de 60% dos 227 maiores rios do mundo foram muito ou moderadamente, fragmentados por represas, desviados ou canalizados, causando efeitos sobre os ecossistemas de água doce e adjacências (WCD, 2000). No entanto, um estudo realizado por

Miranda (2001) aponta que existam um pouco mais, aproximadamente 60.000 reservatórios distribuídos pelo mundo com um volume maior que  $10 \times 10^6 \text{ m}^3$ , representando uma superfície de cerca de  $400.000 \text{ km}^2$  e mais de 2.800 destes reservatórios têm um volume superior a  $100 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Para tanto, Hanasaki et al. (2006) destacam que 593 reservatórios no mundo apresentam um volume igual ou superior a  $1.000 \times 10^6 \text{ m}^3$ , ou seja, números altos para tal realidade.

**Tabela 01:** Produção hidrelétrica mundial.

PRODUTORES (2010)		Twh	%	CAPACIDADE INSTALADA (2009)	GW	ENERGIA GERADA (2010)	%
1°	China	722	20,5	China	171	Noruega	94,7
2°	Brasil	403	11,5	EUA	100	Brasil	78,2
3°	Canadá	352	10,0	Brasil	79	Venezuela	64,9
4°	EUA	286	8,1	Canadá	75	Canadá	57,8
5°	Rússia	168	4,8	Japão	47	China	17,2
6°	Noruega	118	3,4	Rússia	47	Rússia	16,2
7°	Índia	114	3,3	Índia	37	Índia	11,9
8°	Japão	91	2,6	Noruega	30	França	11,7
9°	Venezuela	77	2,2	França	25	Japão	8,1
10°	França	67	1,6	Itália	21	EUA	6,5
Resto do mundo	-	1.118	31,7	-	331	-	15,4
<b>Total</b>		<b>3.516</b>	<b>100,0</b>	<b>-</b>	<b>963</b>	<b>-</b>	<b>16,3</b>

Fonte: IEA, 2012.

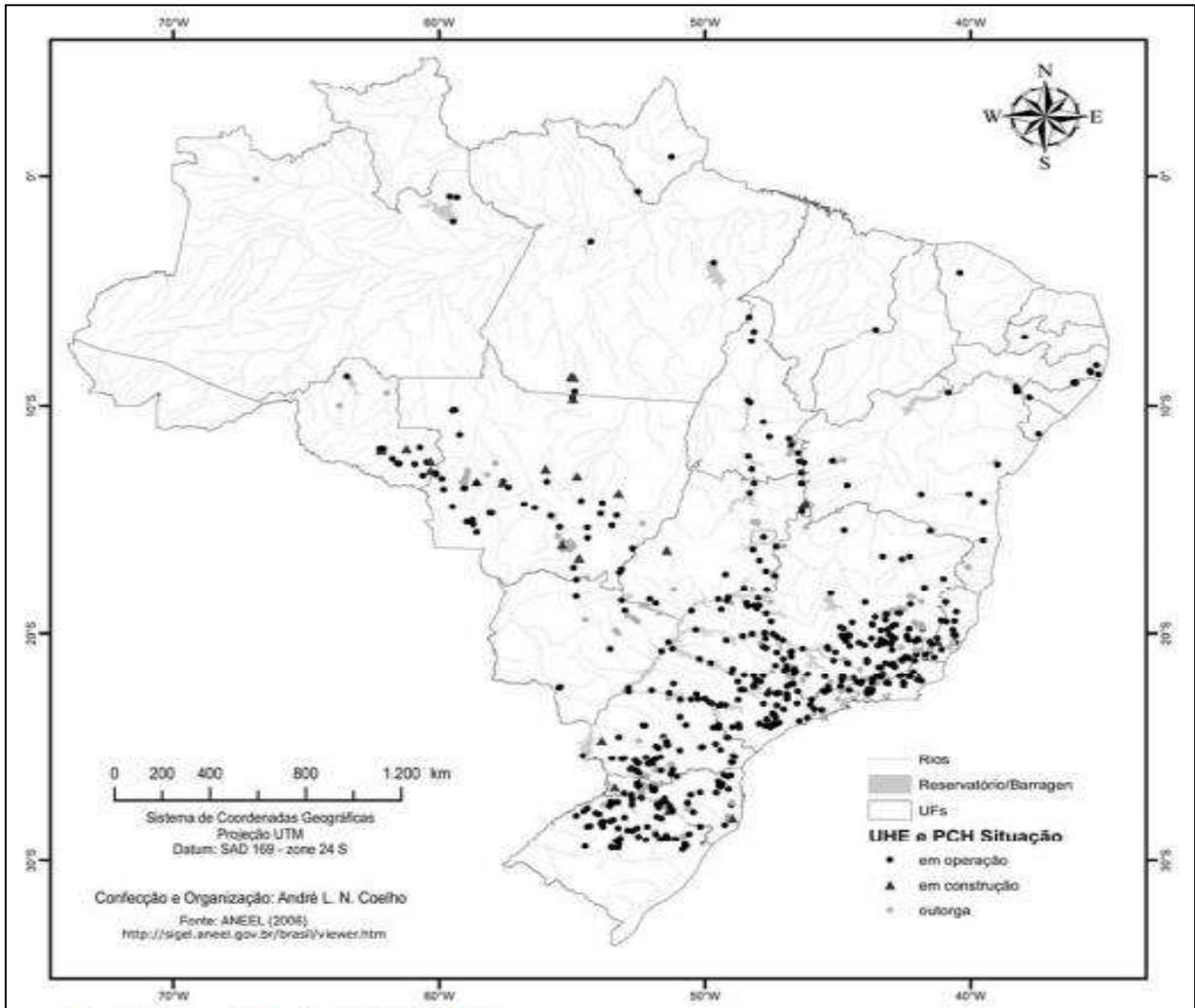
Adaptado: Wesley Alves dos Santos, 2018.

A partir destes números pode-se afirmar que das grandes bacias hidrográficas distribuídas no mundo, poucas escaparam de um sistema de represamento, o que mostra a dimensão dos impactos ambientais.

No caso brasileiro é foi diferente, a construção de represas com sistema de barramento dos rios causa sérios problemas ambientais, e isto é visto pelo elevado número de Usinas Hidrelétricas (UHEs) de grande porte (Usinas com Potência superior a 30 MW) que é superior a 155, e com 265 pequenas centrais hidrelétricas (PCH) (Usinas com Potência entre 1 e 30 MW de energia) e um total de 420 barragens cadastradas no Banco de Informações de Geração da

ANEEL (2006), representando hoje 76,18 % da geração de energia elétrica do país (Figura 22). A previsão para 2020 é a construção de mais 8 novas UHEs e 47 PCHs (Chesf, 2016).

**Figura 22:** Distribuição de reservatórios de UHEs e PCHs no Brasil.



Fonte: Banco de dados da ANEEL, 2006.

O processo de desenvolvimento social, econômico e cultural de um povo gera grande consumo (energia, água, alimentos, etc.) “e termina por produzir pressões e modificações nos sistemas naturais, especialmente nos recursos hídricos, estuários e zonas costeiras que são particularmente sensíveis às intervenções antrópicas”, o que muitas vezes provoca conflitos territoriais, levando na maioria dos casos a intervenção do Estado na mediação (CAVALCANTE, 2011, p. 20).

Ao longo dos anos, a espécie humana, tem modificado seu padrão de vida, utilizando tecnologias cada vez mais avançadas para ter uma vida melhor, o que implica em um consumo cada vez maior de energia.

Até o final dos anos 1940, a iniciativa privada foi a principal responsável pela produção, transmissão e distribuição de energia elétrica, para atendimento das principais cidades do Brasil. A partir dos anos 1950, ocorreu um perceptível avanço no processo de urbanização e de industrialização, ocasionando um crescimento da demanda por energia elétrica e, conseqüentemente, a necessidade de investimentos no setor elétrico (CAVALCANTE, 2011, p. 21).

Foi a partir da década de 70, com base no modelo econômico desenvolvimentista, houve a implantação da construção de grandes barragens que desde então vem provocando inúmeros impactos sociais e ambientais, destruindo grandes áreas e expulsando populações do campo, funcionando como uma verdadeira expropriação de suas terras e de suas condições de reprodução social, além de fomentar o conflito território, causando instabilidade socioeconômica local e até mesmo regional (REZENDE, 2006).

As barragens construídas ao longo do rio São Francisco, criadas com finalidade, principalmente, de geração de energia, impactaram a região de sua foz, em função da significativa retenção de sedimentos coesivos e não coesivos dentro dos reservatórios de algumas destas barragens. Em função da redução do aporte continental de sedimentos e modificações na hidrodinâmica fluvial e estuarina, as margens e a costa da região do baixo São Francisco, vem sofrendo erosões nos últimos anos (Quadro 02).

Nesse sentido, uma série de impactos ambientais tem sido relatada na região do baixo São Francisco em função das sucessivas intervenções humanas, principalmente aqueles resultantes da construção e operação das barragens da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), entre as décadas de setenta e noventa no setor alto, médio, submédio e baixo curso deste Rio (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2002).

**Quadro 02:** Baixo São Francisco Sergipano - Hidrelétricas do Rio São Francisco.

<b>HIDRELÉTICAS DO SÃO FRANCISCO</b>		<b>IMPACTOS IDENTIFICADOS</b>
<b>Paulo Afonso Projeto Piloto</b>	O aproveitamento hidrelétrico Piloto, está localizado na cidade de Paulo Afonso, BA, margem esquerda do riacho Gangorra, com aproveitamento do braço do Capuxu, a cerca de 500 m da margem direita do rio São Francisco. A área deste reservatório é igual a 0,75 km <sup>2</sup> , com vazão regularizada a fio d'água, com utilização de 13,8 milhões metros cúbicos em sua cota nominal de 220 m. A usina Piloto, a primeira hidrelétrica da Bacia em estudo, foi construída e projetada pela CHESF, iniciando sua operação em 1949, com uma potência total igual a 2MW.	- Erosão - Sedimentação - Fauna e Flora aquática - Vegetação
<b>Paulo Afonso</b>	O segundo aproveitamento hidrelétrico a ser construído na Bacia foi o complexo de Paulo Afonso (I, II, III e IV), tendo sua operação iniciado nos anos de 1954 (Paulo Afonso I), 1961(Paulo Afonso II), 1971 (Paulo Afonso III) e 1979 (Paulo Afonso IV). O Complexo também foi construído e projetado pela CHESF e está localizado na cidade de Paulo Afonso no estado da Bahia. Os reservatórios de Paulo Afonso (I, II e III) apresentam superfície de espelho d'água igual a 4,8 km <sup>2</sup> , área drenada igual a 603.683 km <sup>2</sup> e inundada igual a 5 km <sup>2</sup> , com vazão regularizada a fio d'água, cujo volume utilizado em cada reservatório é de 26 milhões de metros cúbicos. A usina de Paulo Afonso I gera uma potência total de 180,00 MW, de Paulo Afonso II gera uma potência total de 442,98 MW, de Paulo Afonso III gera uma potência total de	- Erosão - Sedimentação - Fauna e Flora aquática - Vegetação

	794,2 MW. Paulo Afonso IV apresenta área de 12,9 km <sup>2</sup> , área drenada igual a 603.683 km <sup>2</sup> e área inundada igual a 16 km <sup>2</sup> , com vazão regularizada a fio d'água e utiliza 127 milhões de metros cúbicos em sua cota nominal de 252 m. A potência gerada em Paulo Afonso IV é de 2.462,4 MW.	
<b>Sobradinho</b>	A usina de Sobradinho, localizada no estado da Bahia, cerca de 40 km a montante das cidades de Juazeiro, BA e Petrolina - PE, encontra-se posicionada no rio São Francisco a aproximadamente 748 km de sua foz, possuindo, além da função de geração de energia elétrica, a de principal fonte de regularização dos recursos hídricos da região. Tendo iniciado sua operação em 1979, mesmo ano que Paulo Afonso IV, o reservatório de Sobradinho tem cerca de 320 km de extensão, apresenta uma superfície de espelho d'água de 4.214km <sup>2</sup> , uma área drenada de 498.425 km <sup>2</sup> , uma área inundada de 4.214 km <sup>2</sup> e uma capacidade de armazenamento de 34,11 bilhões de metros cúbicos em sua cota nominal de 392,5 m, garantindo, assim, através de uma depleção de até 12m, juntamente com o reservatório de Três Marias (CEMIG), uma vazão regularizada de 2.060 m <sup>3</sup> /s nos períodos de estiagem, permitindo a operação de todas as usinas da CHESF situadas ao longo do Rio São Francisco. A usina de Sobradinho gera uma potência de 1.050,3 MW, além disso, vale ressaltar que o reservatório formado por esta usina apresenta a maior área de inundação dentre as usinas hidrelétricas presentes na bacia do São Francisco.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erosão</li> <li>- Sedimentação</li> <li>- Fauna e Flora aquática</li> <li>- Vegetação</li> </ul>
<b>Três Marias</b>	localiza-se na região do Alto São Francisco, no estado de Minas Gerais, estendendo-se desde as cabeceiras, na Serra da Canastra, município de São Roque de Minas, até a cidade de Pirapora, MG. O reservatório apresenta uma área de 1.110 km <sup>2</sup> , uma área drenada igual a 50.600 km <sup>2</sup> e uma área inundada igual a 1.142 km <sup>2</sup> , com vazão regularizada de 689 m <sup>3</sup> /s e utilização 19,53	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erosão</li> <li>- Sedimentação</li> <li>- Fauna e Flora aquática</li> </ul>

	<p>bilhões de metros cúbicos em sua cota nominal de 572,5 m. Esta usina iniciou sua operação em 1961 e foi criada com os objetivos de regularizar o curso das águas do rio São Francisco nas cheias periódicas, de melhorar a navegabilidade, de utilizar o potencial hidrelétrico e de fomentar a indústria e a irrigação. A hidrelétrica de Três Marias é responsável por gera uma potência total de 396 MW.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vegetação</li> </ul>
<p><b>Moxotó/Apolônio Sales</b></p>	<p>O aproveitamento hidrelétrico de Moxotó, também denominado de Apolônio Sales, encontra-se localizado no município de Delmiro Gouveia, AL, a 8 km da cidade de Paulo Afonso, BA. Integrante do Complexo de Paulo Afonso, a usina localiza-se a cerca de três quilômetros a montante da barragem Delmiro Gouveia, de modo que a água turbinada em suas máquinas aciona também as Usinas de Paulo Afonso I, II e III. Em um segundo desnível, em cascata, e através de um canal escavado a partir de sua margem direita, o reservatório de Moxotó fornece a água necessária ao acionamento da Usina de Paulo Afonso IV, que se situa em paralelo a este. A Usina foi construída e projetada pela CHESF, iniciando sua operação em 1977. O reservatório formado por esta usina apresenta área de 98 km<sup>2</sup>, área drenada igual a 603.683 km<sup>2</sup> e área inundada igual a 93km<sup>2</sup>, com regularização da vazão semanal, e utilização de 1,16 bilhões de metros cúbicos em sua cota nominal de 252 m. A potência total gerada nesta usina é de 400MW.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erosão</li> <li>- Sedimentação</li> <li>- Fauna e Flora aquática</li> <li>- Vegetação</li> </ul>
<p><b>Itaparica</b></p>	<p>Em 1988 foi criada a usina hidrelétrica de Itaparica, que passou a se chamar Luiz Gonzaga em homenagem ao "Rei do Baião nordestino". Localizada no estado de Pernambuco, a 25 km a jusante da cidade de Petrolândia, PE, e posicionada no rio São Francisco, a 50 km a montante do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso, possuindo, além da função de geração de energia</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erosão</li> <li>- Sedimentação</li> </ul>

	<p>elétrica, a de regularização das vazões afluentes diárias, semanais e mensais daquele complexo. Seu reservatório apresenta uma superfície de espelho d'água de 828 km<sup>2</sup>, uma área drenada de 591.465 km<sup>2</sup> e uma área inundada de 835km<sup>2</sup>, com vazão regularizada de 2.060 m<sup>3</sup>/s e utiliza uma capacidade de armazenamento de 10,78 bilhões de metros cúbicos em sua cota nominal de 304 m. Esta hidrelétrica possui uma capacidade de geração de energia elétrica de 1479, 6 MW.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fauna e Flora aquática</li> <li>- Vegetação</li> </ul>
<p><b>Xingó</b></p>	<p>O aproveitamento hidrelétrico de Xingó, criado em 1994, está localizado entre os estados de Alagoas e Sergipe, situando-se a 12 km do município de Piranhas (AL) e a 6 km do município de Canindé do São Francisco, SE. Xingó está posicionada, com relação ao São Francisco, a cerca de 65 km a jusante do Complexo de Paulo Afonso. Xingó está localizado num canyon, constituindo-se em uma fonte de turismo na região através da navegação no trecho entre Paulo Afonso e Xingó, além de prestar-se ao desenvolvimento de projetos de irrigação e ao abastecimento de água para a cidade de Canindé, SE. Seu reservatório apresenta uma área de 60 km<sup>2</sup>, uma área drenada igual a 608.722 km<sup>2</sup> (maior área drenada dentre os reservatórios do São Francisco) e uma área inundada igual a 60 km<sup>2</sup>, com vazão regularizada a fio d'água, utilizando 3,8 bilhões de m<sup>3</sup> em sua cota nominal de 138m. A hidrelétrica de Xingó é a que tem a maior capacidade de geração de energia elétrica dentre as usinas presentes na bacia hidrográfica do São Francisco, cuja potência total é de 3.162 MW.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erosão fluvial e marinha</li> <li>- Sedimentação e alteração na vazão</li> <li>- Fauna e Flora aquática</li> <li>- Vegetação</li> <li>- Socioeconômicos</li> </ul>

Organização: Wesley Alves dos Santos, 2015 adaptado de Cavalcante, 2011.

Dentre os impactos ambientais acometidos à bacia do Rio São Francisco, em especial à região do seu baixo curso, “está à alteração no regime fluvial, à regularização das vazões do rio e às modificações no comportamento hidráulico e sedimentológicos” (CAVALCANTE, 2011, p. 21).

A constatação dessa realidade tem evidenciado o uso não sustentável dos ecossistemas aquáticos e costeiros, bem como, as múltiplas e conflitantes atividades antrópicas que se desenvolvem na região mostrando a necessidade de se estabelecer formas de uso e manejos adequados de modo a compatibilizar o desenvolvimento com a qualidade de vida, a equidade social e a manutenção dos sistemas naturais.

O que se percebe é que as políticas públicas de desenvolvimento regionais adotam a opção por um modelo de desenvolvimento priorizando o uso das águas do rio para irrigação e geração de energia, em detrimento dos demais usos, através da implantação de grandes projetos hidrelétricos, provocando profundas alterações na bacia do rio São Francisco, as quais provocaram um equilíbrio dinâmico natural do sistema fluvial, principalmente a jusante das barragens administradas pela Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF).

O equilíbrio ambiental da região do Baixo São Francisco vem sendo modificado com o impacto promovido pela operação da cascata de barragens para geração de energia, bem como pela supressão da vegetação ciliar (ROCHA, 2009). Estas alterações são vistas quando se observa a erosão acelerada das margens, o que nos leva a ter a certeza que são existentes problemas, que tem afetado o processo agrícola, obras de engenharia e ecossistemas locais, pondo em risco toda biodiversidade local e regional. Portanto, estas modificações no regime hídrico compromete a descarga e altera no transporte de carga sólida do rio, o que têm contribuído para um forte desequilíbrio, ocasionando impactos ambientais negativos em toda a extensão do rio, principalmente no baixo curso do rio, que apresenta maior vulnerabilidade hidroambiental, em virtude de estar localizada na parte mais baixa da bacia.

## 2. O AMBIENTE BIOFÍSICO NO BAIXO SÃO FRANCISCO SERGIPANO

---

### 2.1 - ASPECTOS CLIMÁTICOS

O clima exerce um papel preponderante no Baixo São Francisco Sergipano, influenciando todos os elementos que compõem o seu sistema ambiental, regulando o processo de entrada e saída de energia (*input/output*) refletindo diretamente nas atividades socioeconômicas dos 13 municípios ribeirinhos, a jusante a barragem de Xingó, como: agricultura, pecuária, criação de peixes e camarões, além das atividades que dependem diretamente do rio São Francisco, este que ao longo de anos tem sofrido interferência das atividades humanas, ocasionando desequilíbrio na sua hidrodinâmica, e impactos microclimáticos na região.

O clima é um controlador dos processos e da dinâmica, num contexto sistêmico (sistema ambiental físico), fornecendo calor e umidade, elementos estes que “afetam os processos geomorfológicos, os de formação dos solos, e o crescimento e desenvolvimento das plantas”, além de atuar nas recargas hídricas das bacias hidrográficas (AYOADE, 1996, p. 286).

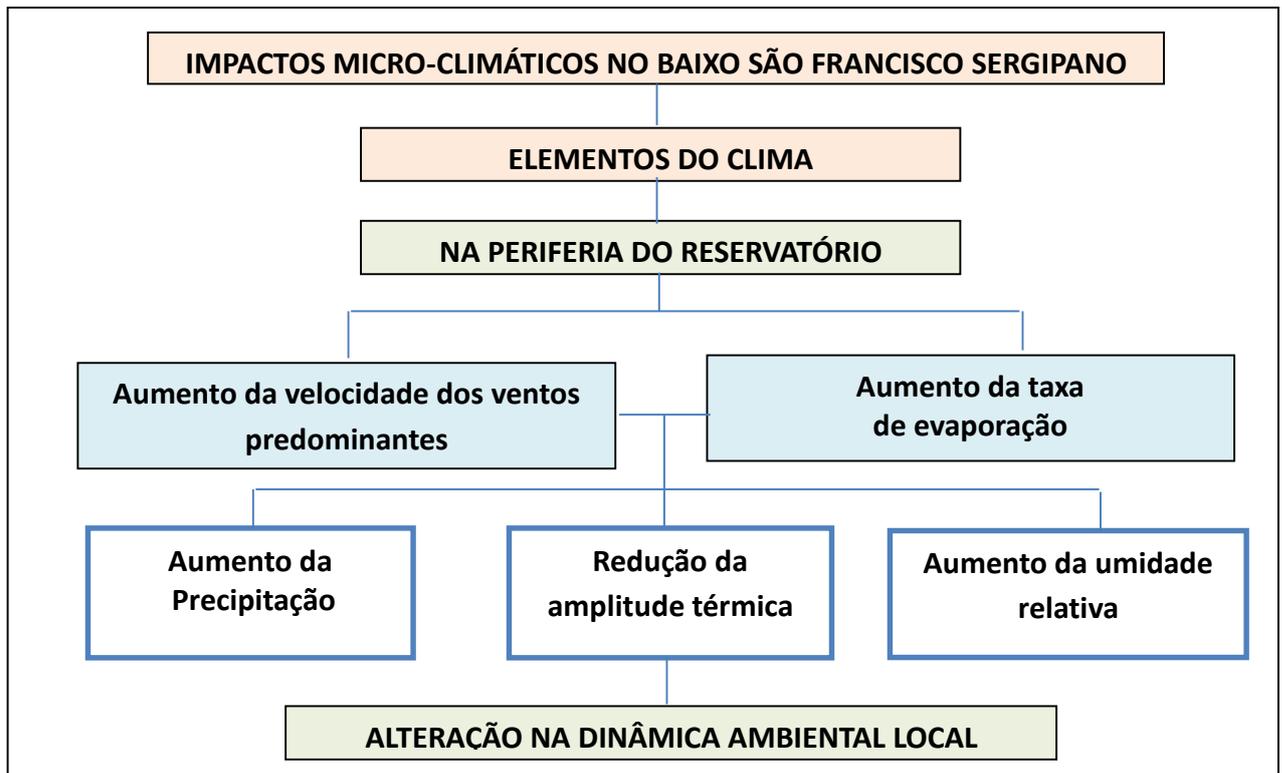
Na análise do clima da região do Baixo São Francisco Sergipano, toda ênfase foi dada à precipitação, uma vez que, do ponto de vista hidrológico, este elemento climático tem grande importância, na determinação das quantidades de água disponíveis para infiltração, escoamento superficial e evapotranspiração.

A escolha do local para a construção da hidrelétrica de Xingó e a formação do lago para fornecer água para a geração de energia elétrica, levou em conta as características físico-climáticas do Baixo do São Francisco, e da região, o que afetou diretamente os elementos do clima das áreas vizinhas e municípios da porção sergipana e seu entorno, principalmente os municípios ribeirinhos em apreço, localizados a jusante da barragem, ocasionando impactos no Baixo São Francisco Sergipano (Figura 23).

O clima da região apresenta uma variabilidade associada à transição do úmido (1.398,7 mm/ano), Subúmido (917,8 mm/ano) para o semiárido (622,8 mm/ano), ou seja, predominante o AS (quente e úmido com chuvas no inverno), com zonas no noroeste apresentando características climáticas Bsh, isto é, semiárido com curta estação chuvosa no outono/inverno, onde registra temperaturas médias anual, da ordem de 27°C, com variações entre 22° e 32°C, e amplitude térmica anual baixa, características das regiões intertropicais.

Do ponto de vista da circulação atmosférica, o baixo São Francisco Sergipano, assim como todo o norte e Noroeste do Estado de Sergipe está afeito a circulação atmosférica regional que gira em torno de quatro sistemas meteorológicos: Alísios de SE, Convergência Intertropical (CIT), e Frente Polar Atlântica (FPA) os quais em atuação, ao inteirar-se com outros fatores locais, entre eles a posição geográfica e a distância em relação ao mar, fazem predominar no referido trecho da bacia hidrográfica o clima do tipo tropical semiárido e tropical úmido, com chuvas de inverno. Essa estabilidade por vezes desaparece com a interferência das correntes perturbadas provenientes dos demais sistemas meteorológicos atuantes, como velocidade dos ventos, evaporação, precipitação, amplitude térmica, umidade relativa do ar, os quais alteram toda a dinâmica no Baixo São Francisco Sergipano

**Figura 23:** Impactos micro-climáticos potenciais da barragem de Xingó, Rio São Francisco.



Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2018.

(\*) Impactos observados.

Com clima predominante Tropical Semiárido quente – BSh, começando em Canindé de São Francisco, e se estendendo entre os municípios de Poço Redondo, Porto da Folha, Gararu e Nossa Senhora de Lurdes, Subúmido de Canhoba, Amparo de São Francisco, Telha, Propriá e Santana do São Francisco, e Úmido de Ilha das Flores, Neópolis até o litoral de Brejo Grande,

a precipitação é um dos principais elementos que caracterizam as variações climáticas locais (Tabela 02).

Neste sentido, a análise dos valores da precipitação em escalas temporais no período compreendido de 1980 a 2010, abrangendo as fases da construção da barragem (anterior ao represamento das águas, a fase do represamento em si e a fase posterior ao mesmo), revelou que a região apresenta estação chuvosa entre os meses de março e setembro, com precipitação pluvial em torno de 800 a 1.300 mm, no inverno, enquanto não acumula chuvas no verão.

**Tabela 02:** Baixo São Francisco Sergipano - Precipitação Pluviométrica Mensal - 1980/2010.

Municípios	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL (mm)												Média Anual
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
Canindé de São Francisco	51,4	44,6	65,2	58,8	62,5	65,9	64,8	41,0	23,1	11,8	14,2	17,1	520,4
Poço Redondo	60,5	43,9	55,6	75,6	66,0	79,0	68,1	36,3	22,3	11,6	19,7	24,5	538,5
Porto da Folha	42,7	40,8	67,1	71,8	86,4	91,7	87,5	51,3	24,4	19,1	18,3	17,6	618,7
Gararu	52,1	21,4	48,8	75,9	97,3	11,6	108,2	64,8	25,8	20,5	31	24,6	582
Nossa Senhora de Lourdes	49,4	34,4	57,1	98,3	11,7	138,7	131,7	131,3	78,6	52,3	27,7	43,1	854,3
Canhoba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amparo de São Francisco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Telha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Propriá	44,7	39,7	67,3	111,6	120,7	165,4	136,4	78,7	52,9	34,9	29,7	35,8	917,8
Santana do São Francisco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ilha das Flores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neópolis	50,6	50,1	67,3	173,1	236,3	266,1	208,1	141,8	70,1	46,6	43,9	44,7	1398,7
Brejo Grande	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Baixo São Francisco Sergipano</b>	<b>351,3</b>	<b>274,8</b>	<b>428,4</b>	<b>665,1</b>	<b>680,8</b>	<b>818,4</b>	<b>804,8</b>	<b>545,2</b>	<b>297,2</b>	<b>196,8</b>	<b>184,5</b>	<b>182,9</b>	<b>775,7</b>

Fonte: CEPES/CODISE/EMDAGRO, 2011.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

\*(-) Informações não disponíveis.

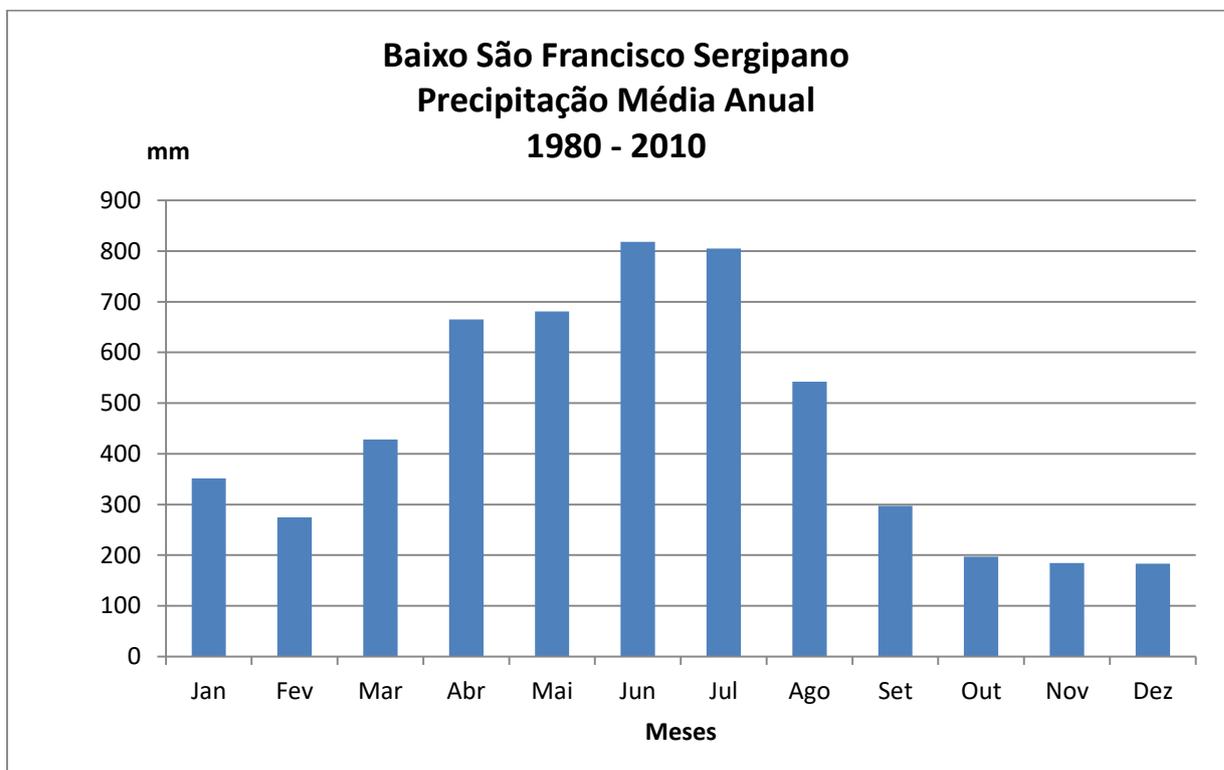
Vale ressaltar que, nas proximidades da barragem, o clima predominante é o Tropical Semiárido, onde excedentes hídricos concentram-se no outono e inverno e a moderada deficiência ocorre durante o inverno. Nessa região, a disponibilidade de água superficial, com

exceção do curso principal do rio São Francisco é muito restrita aos períodos de baixas vazões constituídas pelos meses de junho a novembro, enquanto as maiores vazões ocorrem no período de janeiro a maio.

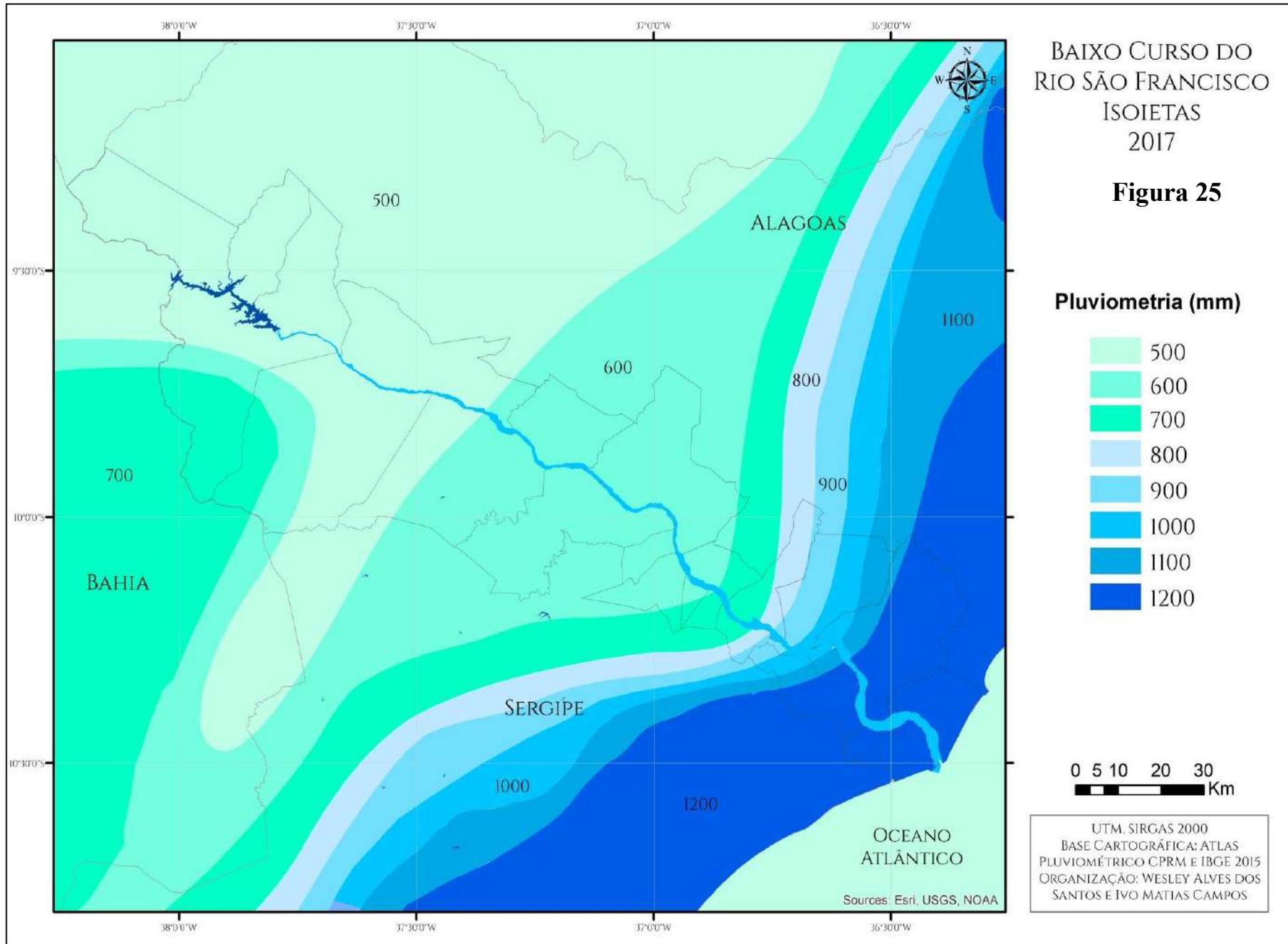
A distribuição pluviométrica no alto e médio São Francisco produzem cerca de 75% do escoamento do rio, enquanto apenas 25% é produzido no baixo São Francisco. No entanto, em contraste, o clima das regiões Submédio e Baixo São Francisco é muito seco e possui uma distribuição sazonal das chuvas diferente, isto pode ser explicado pelo fato de que estas regiões estão submetidas a diferentes climas e sistemas de produção de chuvas. Analisando a distribuição da precipitação em toda extensão do Baixo São Francisco Sergipano, constata-se que os índices variam entre 500 e 1200 mm.

Os índices pluviométricos anuais nos períodos de 1980 a 2010 (Figura 24), mostram que a precipitação dura em média oito meses, iniciando em Janeiro, onde a média é de 351,3 mm, finalizando em Agosto com 542,2 mm, com volume maior em Junho que chega a 818,4 mm, totalizando 571,1 mm/anual, cerca de 31% de todo o volume de precipitação de toda a bacia do São Francisco. O volume de precipitação mensal de chuva é moderado com índices pluviais de 775,8 mm/ano.

**Figura 24:** Baixo São Francisco Sergipano - Precipitação Média Mensal, 1980 - 2010.



Fonte: CEPES/CODISE/EMDAGRO, 2011.  
Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.



BAIXO CURSO DO RIO SÃO FRANCISCO  
ISOIETAS  
2017

Figura 25

No caso especificamente analisado, no baixo São Francisco Sergipano, a área pertencente à bacia do São Francisco, está classificada nos climas de transição, semiárido, subúmido e úmido (PINTO, 1997).

O primeiro refere-se às precipitações prováveis que gira em torno 700 e 900 mm, ultrapassando com frequência a casa dos 1.000 mm e contando com cinco meses favoráveis, abril, maio, junho, julho e agosto com média mensal de 702,9 mm, conforme observados nos índices pluviométricos dos municípios de Canindé de São Francisco, Poço Redondo, Porto da Folha, Gararu e Nossa Senhora de Lourdes, onde todos se apresentam no mesmo domínio climático do semiárido, alto sertão sergipano. Já, o de transição subúmido se apresenta entre os municípios de Canhoba, perpassando pelos municípios de Amparo de São Francisco, Telha, Propriá e Santana do São Francisco, região agreste do Estado.

O tipo úmido está presente nos municípios de Ilha das Flores, Neópolis e se estende até Brejo Grande seguindo em direção ao litoral, zona da mata sergipana. Na faixa periférica ao litoral com predomínio do tipo úmido, o volume de precipitação ultrapassa os 1.390 mm/ano com volumes concentrados entre os meses de Abril (173,1 mm), Maio (236,3 mm), Junho (266,1 mm), Julho (208,1 mm) e Agosto (141,8 mm), enquanto os demais meses apresentam média de 88,5 mm e não sofre os efeitos da seca, apresentando rios perenes durante todo o ano, os quais têm contribuído para as atividades socioeconômicas locais com maior produtividade, a exemplo dos projetos de irrigações localizados nesta porção do território Sergipano.

No tipo climático subúmido, considerado zona de transição, de rios perenes e que sofre bem menos os efeitos das secas, as precipitações descem para os 917,8 mm/ano envolvendo os municípios de Canhoba e Santana do São Francisco, principalmente nos meses de Abril (111,6 mm), Maio (120,7 mm), Junho (165,4 mm) e Julho (136,4 mm), meses estes que os volumes de precipitações são maiores se comparados aos demais meses do ano, onde a precipitação é menor em comparação ao úmido, definindo-se como comportamento pouco variável durante o ano.

No clima semiárido, a regularidade das precipitações é centrada somente nos meses de Maio (64,8 mm), Junho (77,4 mm), Julho (92,1 mm) e Agosto (64,0 mm), com média anual de 622,8 mm, pois, enquanto o município de Nossa Senhora de Lourdes apresenta índices de 102,34 nos meses mais chuvosos, o município de Canindé do São Francisco apresenta somente 58,6 mm nos meses mais chuvosos. O pouco volume de precipitação interfere diretamente nas atividades socioeconômicas locais nessa porção do Baixo São Francisco Sergipano.

As precipitações observadas nas três classificações climáticas (semiárida, subúmido e úmida), variaram de 622,8 mm a 1398,7 mm anuais. Constatou-se, assim, que o aumento das

precipitações médias anuais do primeiro para o segundo período, principalmente na área de cabeceira, na margem direita do rio, Baixo São Francisco Sergipano, o comportamento foi de modo geral, semelhante, pois nos últimos trinta anos a precipitação no segundo período, foi um pouco maior do que o primeiro.

Essa dinâmica do clima influencia diretamente na evapotranspiração média na bacia do rio São Francisco que é em média de 896 mm/ano, apresentando valores elevados em toda região: entre 1.400 mm (verificada no Submédio São Francisco) e 840 mm (no Alto). Os altos valores de evapotranspiração observados na região são em função basicamente das elevadas temperaturas, da localização geográfica intertropical e da reduzida nebulosidade na maior parte do ano, principalmente no domínio semiárido.

Analisando individualmente os totais pluviométricos de cada município inserido no Baixo São Francisco Sergipano, verifica-se que Canindé de São Francisco possui médias anuais pluviais de 520,4 mm, Poço Redondo 538,5 mm, Porto da Folha 618,7 mm, Gararu 582 mm e Nossa Senhora de Lourdes 854,4 mm. Portanto, os menores índices pluviométricos da região (Tabela 03).

**Tabela 03:** Canindé de São Francisco – Precipitação pluviométrica mensal – 1980/2010.

ANO	MESES											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1980	88,7	153,5	40,8	0,0	2,0	51,2	24,5	10,3	14,3	21,8	3,1	14,2
1981	52,2	9,5	264,8	24,3	0,0	25,5	13,2	29,1	22,3	0,0	9,0	32,5
1982	6,6	16,4	0,0	16,6	82,7	46,8	57,6	34,7	23,5	3,6	3,2	2,6
1983	71,9	142,1	72,9	44,4	8,0	10,9	3,0	43,9	0,0	1,0	0,0	0,0
1984	18,9	4,7	119,3	121,6	60,2	28,8	70,9	16,6	46,8	9,4	0,0	0,0
1985	123,5	24,3	100,4	149,7	41,8	69,9	66,6	76,6	33,4	0,0	33,1	61,2
1986	52,1	16,3	98,6	78,0	96,9	46,0	89,6	29,3	33,1	57,0	67,7	7,9
1987	6,7	21,4	32,1	69,8	27,5	44,9	73,7	31,6	21,8	1,9	5,1	0,0
1988	0,0	6,7	114,3	152,1	62,7	125,4	112,3	21,3	15,8	14,8	24,7	113,2
1989	13,6	0,0	55,7	142,4	149,7	90,9	131,7	68,3	44,2	7,0	29,4	269,1
1990	26,5	52,4	8,6	71,3	52,4	69,1	160,1	40,4	10,9	10,6	3,0	4,2
1991	12,8	7,7	240,6	62,6	121,2	98,1	58,8	80,5	18,2	33,8	47,0	53,0
1992	126,4	277,5	1,0	48,1	3,0	8,0	125,0	27,2	48,2	0,0	0,7	20,5
1993	47,4	2,5	0,0	0,0	40,2	78,5	52,4	42,8	23,2	16,5	1,9	7,1
1994	16,9	3,5	36,1	48,1	44,9	215,2	95,2	14,7	29,7	17,7	0,0	15,6
1995	1,0	61,7	15,5	75,2	67,7	117,7	139,4	31,7	4,9	0,0	16,6	21,1
1996	20,4	0,0	18,4	146,5	33,5	65,8	58,3	73,8	9,5	0,0	18,0	18,5
1997	146,8	47,6	188,7	82,4	119,4	45,1	74,5	46,1	0,0	7,5	0,0	2,5
1998	0,0	0,0	5,5	10,1	2,0	50,8	32,9	24,6	9,5	0,0	0,0	5,6
1999	0,0	24,0	0,0	12,9	38,4	22,0	36,0	34,8	20,5	63,5	47,2	31,7
2000	29,7	41,0	20,9	56,8	57,8	54,0	35,1	23,4	25,2	0,0	27,2	125,0
2001	2,9	0	0	2,3	2,3	58,7	66,2	57,6	8,9	13,6	7,7	56,2
2002	164,7	63,3	14,3	2,8	117,7	91,6	59,5	17,6	5,5	6,0	0,0	13,0
2003	46,7	53,7	33,5	16,4	22,1	20,7	20,0	24,1	10,5	17,5	54,0	0,0

2004	441,0	39,0	20,7	9,6	18,5	53,7	40,7	40,0	20,6	0,0	41,6	0,0
2005	49,7	88,7	167,5	89,7	185,0	120,7	101,8	65,7	15,1	0,0	0,0	195,3
2006	0,0	0,0	68,5	47,0	64,6	80,0	69,9	22,8	74,7	0,0	0,0	0,0
2007	0,0	99,0	105,1	25,2	83,0	45,8	35,6	60,4	28,5	7,0	0,0	17,8
2008	0,0	104,2	65,6	61,7	100,4	52,2	94,2	46,5	9,1	0,0	0,0	9,6
2009	2,4	5,2	15,1	97,3	196,1	68,9	44,6	90,3	6,8	7,1	0,0	0,0
2010	24,6	16,5	96,9	59,4	35,6	84,6	76,2	43,8	82,0	12,8	0,0	53,8
<b>Média Mensal</b>	51,0	41,6	57,6	61,4	63,8	63,2	55,3	31,2	16,3	13,1	19,2	40,9

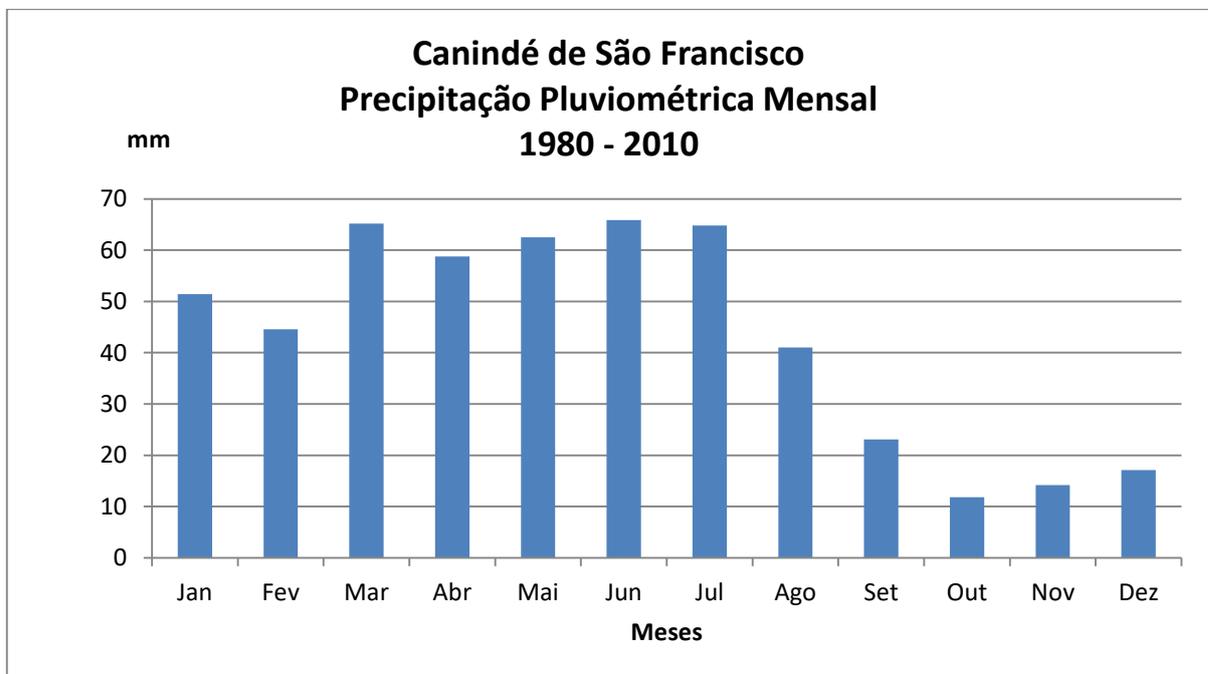
Fonte: CEPES/CODISE/EMDAGRO, 2011.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Esse fato se justifica pela localização geográfica da região, distante do litoral e pouca influência da maritimidade, cuja faixa é pouco beneficiada pelas chuvas, quando comparada às demais regiões, apresentando comportamento pluviométrico variável devido aos longos períodos de estiagem, mantendo a região com índices muito baixos por quase todo o ano.

A precipitação dos meses mais chuvosos supera os 63,8 milímetros, a exemplo dos meses de maio com 196,1 mm em 2009, e junho com 215,2 mm, em 1994, no entanto a região apresentou uma média anual entre os períodos de 1980 a 2010, médias baixas entre 13,3 milímetros, em outubro e máximas de 63,8 milímetros nos meses de junho (Figura 26).

**Figura 26:** Canindé de São Francisco - Precipitação pluviométrica mensal 1980 – 2010.



Fonte: CEPES/CODISE/EMDAGRO.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2018.

No trecho que corresponde ao município de Poço Redondo, a precipitação dos meses mais chuvosos na série temporal superou os 120,65 milímetros, a exemplo dos meses de maio com 196,1 em 2009, e junho com 215,2 em 1994 (Tabela 04).

**Tabela 04:** Poço Redondo – Precipitação pluviométrica mensal – 1980/2010.

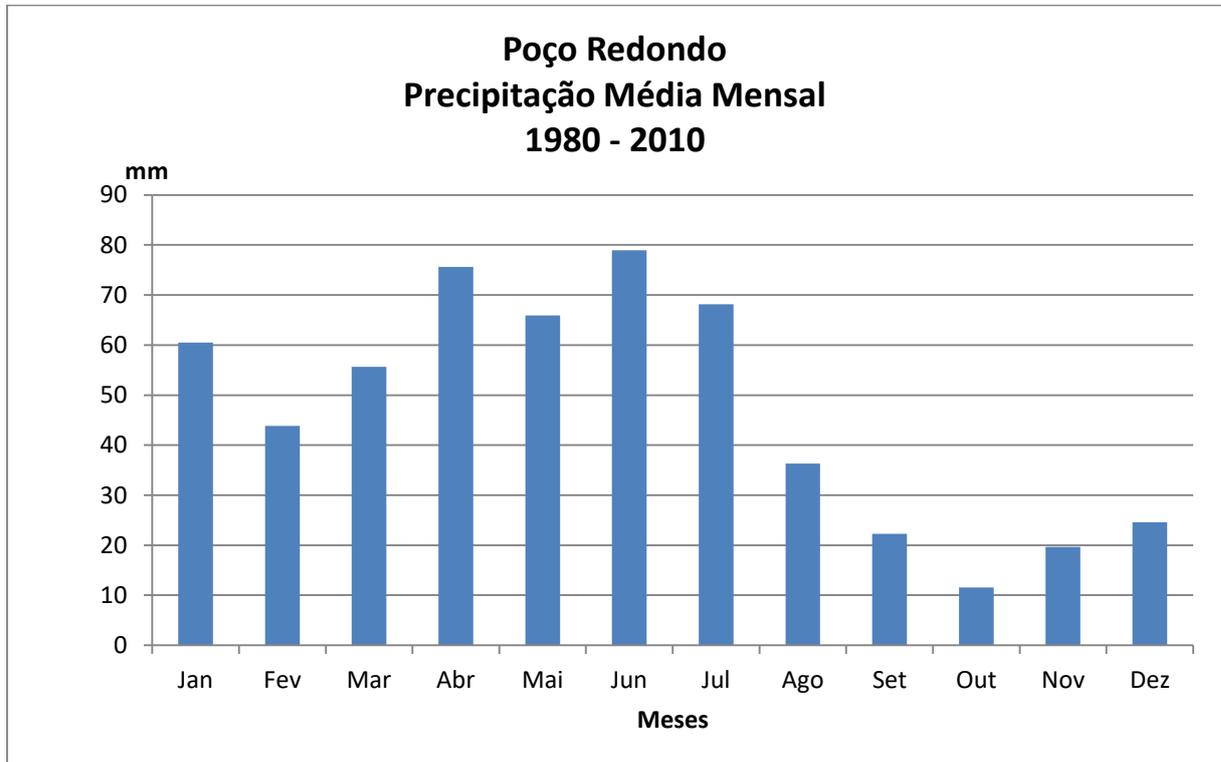
ANO	MESES											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1980	38,4	173,2	84,2	0	0	29,6	27,8	5,1	24,4	18	24,6	10,1
1981	72,8	5,1	118,8	53	0	15,3	4,2	14,2	0	0	75,6	67,7
1982	0	16,3	0	40,2	54,3	23,5	10,3	12,8	0	0	0	21
1983	46,3	114,8	41,6	43,3	0	10,7	6,3	32,3	0	0	0	0
1984	0	4,2	59,8	65	62,3	11,4	80,8	42,3	46,5	0	0	0
1985	118,4	44,0	82,7	173,9	49,9	82,2	111,6	62,5	27,8	0,0	5,6	121,6
1986	19,3	11,3	111,0	55,3	130,0	44,0	112,0	33,0	54,0	57,1	62,5	4,5
1987	4,0	20,1	41,5	68,0	32,5	66,5	64,0	45,0	5,5	0,0	0,0	0,0
1988	0,0	2,0	94,5	170,0	119,0	203,5	132,5	33,0	27,2	23,0	26,0	67,0
1989	2,2	0,0	43,2	66,0	134,0	107,9	165,8	36,1	13,0	5,5	81,1	133,0
1990	11,0	46,5	36,0	25,5	29,3	56,0	67,2	44,7	27,1	9,5	33,0	3,0
1991	0,0	0,0	83,0	5,0	132,8	75,0	61,4	34,0	20,6	0,0	64,0	28,9
1992	135,3	207,6	128,3	33,1	0,0	71,2	109,3	27,1	25,5	0,0	2,7	61,2
1993	30,8	8,3	0,0	16,6	31,9	57,0	36,3	33,1	12,1	48,0	5,0	2,1
1994	0,9	8,4	107,4	41,9	42,3	298,5	70,3	27,1	20,5	15,0	0,0	21,0
1995	15,0	0,0	13,5	60,5	53,0	125,0	98,0	27,0	10,0	0,0	14,0	0,0
1996	12,5	0,0	0,0	177,5	31,5	95,0	51,5	65,0	0,0	0,0	16,0	12,0
1997	241,0	64,0	196,0	156,5	126,0	46,3	44,5	35,0	0,0	6,0	23,5	5,0
1998	14,0	0,0	21,0	10,0	9,5	93,0	46,0	17,0	10,0	0,0	0,0	0,0
1999	0,0	7,0	0,0	11,5	94,5	57,0	64,5	25,5	18,0	48,5	36,0	8,0
2000	76,9	61,5	15,0	55,0	43,5	67,8	18,3	24,8	41,8	0,0	27,3	6,0
2001	0,0	10,2	5,0	1,0	5,4	28,0	41,3	40,6	21,5	62,6	13,2	44,2
2002	215,2	142,5	49,5	12,0	155,0	55,0	59,0	22,3	16,0	0,0	0,0	0,0
2003	35,5	17,5	18,2	38,0	79,3	52,2	11,0	95,0	66,0	32,4	56,5	3,0
2004	587,0	103,1	6,0	21,5	84,0	174,5	69,1	17,0	5,0	0,0	22,5	0,0
2005	58,0	84,0	116,5	90,0	150,0	251,9	186,5	74,5	36,5	0,0	0,0	87,5
2006	0,0	0,0	75,0	70,8	46,8	71,9	122,6	6,5	72,3	27,8	20,7	0,0
2007	14,4	102,6	64,0	61,9	79,9	21,1	60,1	41,9	33,1	0,0	0,0	13,7
2008	68,8	65,3	82,7	38,2	46,3	23,3	66,5	26,3	0,0	0,0	0,0	0,0
2009	0,0	1,3	0,0	16,9	185,3	56,5	50,6	73,9	17,7	0,0	0,0	0,0
2010	57,0	39,2	30,8	175,9	36,3	77,3	63,3	20,0	38,8	6,0	0,0	16,2
<b>Média Mensal</b>	60,5	43,9	55,6	58,8	66,0	79,0	68,1	35,3	22,3	11,6	19,7	24,6

Fonte: CEPES/CODISE/EMDAGRO, 2011.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

A precipitação dos meses mais chuvosos nessa série temporal supera os 204,6 milímetros, a exemplo dos meses de abril com 204,6 em 1986, e junho com média anual de 184,0 em 2004 (Figura 07).

Figura 27: Poço Redondo - Precipitação Pluviométrica Mensal, 1980 – 2010.



Fonte: CEPES/CODISE/EMDAGRO.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2018.

Em porto da folha, a precipitação média anual superou os 618,8 mm, sendo que os meses mais chuvosos na série temporal foram Abril (71,8 mm), Maio (86,4 mm), Junho (91,7 mm) e Julho (87,5 mm), apresentando uma média no período mais chuvoso de 84,3 mm. Os meses com ocorrência de menores precipitações se estendem de Setembro a Março, onde os volumes médios são de 32,5 mm (Figura 28).

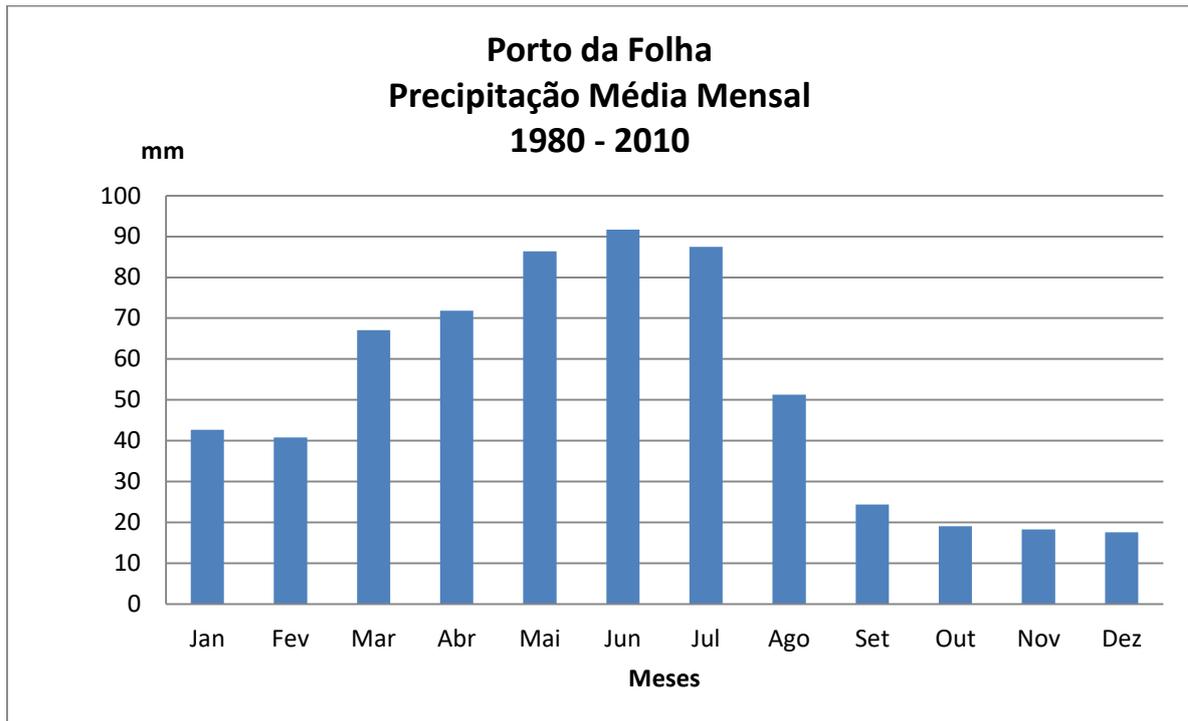
Os baixos índices pluviométricos se justificam pelo fato do município também está inserido na região do polígono da seca, no alto sertão sergipano. A sua distância do mar e localização no interior do Estado, contribuem para os baixos índices de chuvas sendo que o mês de novembro e dezembro registram as menores ocorrências nos meses de Novembro (18,3 mm) e Dezembro (17,7), com média de apenas 17,9 mm (Tabela 05).

**Tabela 05:** Porto da Folha - Precipitação pluviométrica mensal, 1980 - 2010.

ANO	MESES											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1980	80,1	106,5	73,8	12,3	13,5	101,8	43,6	11,1	6,7	40,3	127,9	0,0
1981	67,8	39,2	184,9	32,8	24,9	25,9	26,6	37,2	16,6	0,0	0,0	38,0
1982	0,0	36,8	0,2	116,0	156,5	49,5	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1983	0,0	60,0	30,6	5,6	14,0	32,9	32,7	41,6	5,4	0,0	0,0	0,0
1984	1,9	0,0	55,2	172,1	96,9	44,7	113,8	30,6	53,1	14,7	0,0	0,0
1985	2,8	13,5	24,4	157,7	48,3	62,9	82,7	67,7	31,2	0,0	9,0	29,4
1986	58,2	25,5	76,1	126,5	136,6	71,6	152,0	50,5	49,0	99,0	86,6	5,0
1987	4,0	20,0	41,0	96,5	44,5	49,7	55,0	41,5	1,0	0,0	0,0	0,0
1988	0,0	2,0	105,5	155,5	54,0	120,0	222,0	23,0	20,0	15,0	10,0	73,3
1989	33,0	0,0	58,8	134,0	221,0	106,5	135,0	39,0	49,0	33,5	18,0	134,0
1990	15,0	93,0	5,0	46,0	22,5	53,0	86,0	37,5	18,0	21,0	0,0	0,0
1991	0,0	10,0	94,0	8,0	144,5	86,0	86,5	87,0	12,5	0,0	55,6	47,0
1992	89,0	89,0	164,5	43,0	23,0	20,8	93,0	23,0	28,5	0,0	1,7	2,7
1993	11,0	0,0	0,0	11,0	21,5	52,5	51,5	33,5	8,5	61,5	8,8	14,0
1994	4,0	0,0	108,5	55,0	69,5	238,5	150,0	15,0	44,0	5,0	0,0	23,5
1995	17,0	35,5	35,5	100,5	63,5	154,5	69,0	49,0	8,5	5,5	32,0	0,0
1996	15,5	3,0	12,5	137,5	38,5	100,0	75,5	95,0	22,5	5,0	75,5	2,0
1997	19,5	28,5	256,0	81,5	106,0	42,0	111,0	47,5	0,0	0,0	0,0	8,8
1998	21,5	3,0	43,5	14,5	19,5	117,5	70,0	37,0	11,0	12,0	0,0	0,0
1999	0,0	20,0	1,5	16,5	138,0	87,0	55,0	23,0	16,5	83,0	43,5	16,5
2000	51,5	47,0	26,5	0,0	31,0	61,0	71,0	35,0	30,5	0,0	3,0	9,0
2001	4,0	1,0	12,0	8,0	63,5	143,0	139,5	91,5	21,0	26,5	2,0	45,0
2002	169,0	47,0	64,5	0,0	193,5	93,5	57,0	37,5	19,4	3,4	1,2	50,0
2003	0,0	9,5	33,5	21,0	37,5	14,7	39,5	33,0	28,0	74,0	75,0	0,0
2004	395,0	11,5	7,5	35,0	26,4	132,5	53,5	67,5	27,5	0,0	0,0	0,0
2005	57,0	145,0	136,5	110,0	210,3	130,5	153,0	152,0	20,5	0,0	0,0	15,0
2006	0,0	0,0	114,0	36,0	98,0	151,5	130,0	96,0	92,0	88,0	17,5	0,0
2007	49,5	263,0	155,5	107,5	181,5	43,0	111,5	78,5	38,0	1,5	1,5	0,0
2008	12,0	0,0	53,5	20,5	97,5	66,0	90,0	38,0	10,5	0,0	0,0	0,0
2009	4,0	45,5	47,5	125,0	234,0	227,5	55,5	125,0	13,5	0,0	0,0	15,0
2010	142,0	69,0	59,0	240,0	50,0	161,5	90,5	47,0	55,0	2,3	0,0	18,3
Média Mensal	42,7	40,8	67,1	71,8	86,4	91,7	87,5	51,3	24,4	19,1	18,3	17,6

Fonte: CEPES/CODISE/EMDAGRO, 2011.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

**Figura 28:** Porto da Folha - Precipitação Pluviométrica Mensal, 1980 – 2010.

Fonte: CEPES/CODISE/EMDAGRO, 2011.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Gararu, município localizado na região de clima do tipo tropical semiárido, os índices pluviométricos são extremamente baixos, principalmente nos meses de Setembro (51,9 mm), Outubro (33,1 mm), Novembro (30,7 mm), Dezembro (36,9), Janeiro (44,5 mm), Fevereiro (34,4 mm) e Março (67,1 mm), período mais seco do ano com média pluviométrica registrada no período de apenas 36,3 mm, enquanto os meses mais chuvosos registram em média 137,05 mm (Tabela 06).

**Tabela 06:** Gararu - Precipitação Pluviométrica Mensal, 1980 - 2010.

ANO	MESES											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1985	7,0	52,5	39,5	204,5	58,5	145,5	108,5	74,0	29,5	0,0	49,5	22,0
1986	0,0	26,0	97,5	37,0	149,0	78,0	84,0	62,0	59,0	32,0	66,5	0,0
1987	16,0	2,5	90,0	56,0	33,0	85,5	106,0	51,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1988	14,0	29,5	133,0	237,5	95,5	173,0	209,0	13,0	22,0	12,0	25,0	53,0
1989	114,0	0,8	119,0	168,5	182,1	105,0	281,0	129,3	35,0	20,0	25,0	88,8
1990	56,0	12,0	16,7	206,7	53,0	57,1	217,0	28,5	27,5	7,0	2,0	0,0
1991	30,0	0,0	38,8	21,8	135,7	106,0	44,0	77,0	15,0	2,5	25,0	32,7
1992	92,0	75,0	101,0	42,5	15,5	158,0	100,0	33,8	57,8	0,0	7,0	23,8
1993	2,3	3,7	0,0	7,3	20,0	66,0	56,2	56,2	3,7	75,3	11,3	10,3
1994	0,0	8,0	88,3	31,3	74,3	274,3	121,0	24,5	44,5	14,5	0,0	20,5

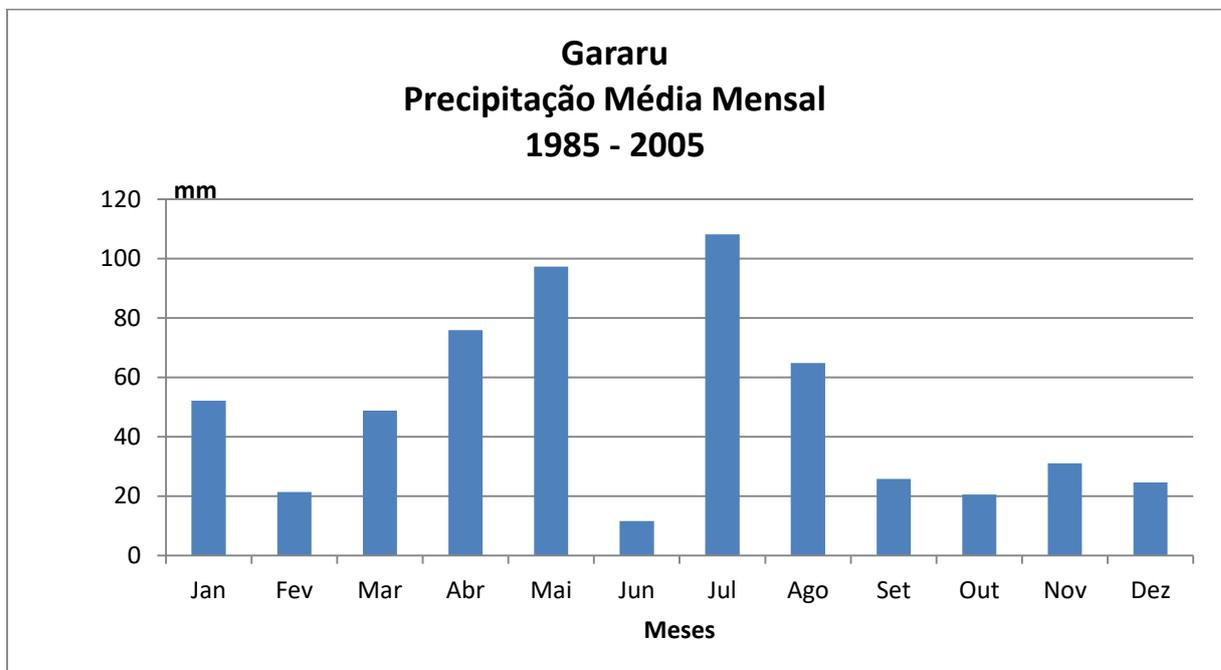
1995	11,0	28,0	5,5	62,5	123,5	133,0	97,0	154,0	15,0	2,0	44,0	0,0
1996	8,0	0,0	14,0	143,0	39,0	96,0	104,0	109,0	24,0	6,0	198,0	7,0
1997	120,0	17,0	63,0	59,0	112,0	61,0	83,0	63,8	0,0	0,0	0,0	15,0
1998	27,0	5,0	0,0	13,0	59,0	123,0	89,0	25,0	17,0	22,0	0,0	0,0
1999	0,0	6,0	9,0	37,0	124,0	88,0	70,0	44,0	54,0	82,0	107,0	53,0
2000	86,0	28,0	15,0	68,0	60,0	106,0	61,0	41,0	0,0	32,0	16,0	100,0
2001	0,0	0,7	10,8	6,3	25,2	116,5	107,8	66,0	10,2	42,7	0,0	55,9
2002	195,4	75,5	64,9	0,0	176,5	72,7	116,4	48,9	35,3	7,1	0,0	0,0
2003	20,8	17,5	35,0	21,7	94,2	46,9	8,3	53,6	22,2	73,5	72,0	3,3
2004	254,8	21,4	15,0	31,3	88,2	104,9	43,0	61,9	51,8	0,0	1,9	0,0
2005	39,3	40,4	68,3	139,0	325,0	148	167	143	18	0	1	31
<b>Média Mensal</b>	52,1	21,4	48,8	75,9	97,3	111,6	108,2	64,8	25,8	20,5	31,0	24,6

Fonte: CEPES/CODISE/EMDAGRO, 2011.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

A precipitação dos meses mais chuvosos na série temporal supera os 111,6 mm, a exemplo dos meses de Junho com 173 mm em 1988, Julho com 281 mm em 1989, e Maio com 325 mm em 2005. Alguns máximos de precipitações totais se destacaram apresentando os seguintes valores: 198 mm em Novembro de 1996, 209 mm em Julho de 1988 e 254,8 mm em Jan de 2004. (Figura 29).

**Figura 29:** Gararu - Precipitação Pluviométrica Mensal, 1980 - 2010.



Fonte: CEPES/CODISE/EMDAGRO, 2011.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

A irregularidade das precipitações decorre da localização geográfica do município que está distante do litoral onde sofre a influência da continentalidade, e do domínio semiárido, onde as chuvas só se concentram nos meses de Maio a Julho, registrando os maiores índices pluviométricos, enquanto os demais meses sofrem com as secas prolongadas, dificultando na recarga hídrica da região.

Diferentemente, no município de Propriá, localizado na porção central do Baixo São Francisco Sergipano, predomina o clima do tipo tropical subúmido, e as chuvas se concentram entre os meses de maio a agosto, com volumes pluviométricos que chegam à média de 125,5 mm (Tabela 07). Os meses com pouco volume de precipitação são novembro (29,70 mm) e dezembro (35,81 mm), período que ocorre déficits pluviométricos que acaba interferindo nas recargas hídricas da região.

**Tabela 07:** Propriá – Precipitação Pluviométrica Mensal, 1980 - 2010.

ANO	MESES											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1980	48,9	170	70,6	17,9	21,6	83,7	69,5	34,4	76,3	78,1	6,3	10,4
1981	25,4	26,6	255,2	66,8	91	66	46,7	39,6	27,7	6,8	27,5	37,4
1982	10,6	53,4	0,9	211,4	192,5	136,1	78,2	92	72,04	53,6	4,7	5,7
1983	13,2	78,3	103,6	23,7	12,4	83,5	80,6	72,1	16,4	14,5	39,51	0,9
1984	18,8	14,6	51,5	89,4	151,1	101,4	180,2	37,3	81,5	29,7	17,3	0
1985	0,0	61,0	46,0	210,0	139,9	168,0	135,1	131,9	62,9	0,0	3,5	32,2
1986	8,8	17,2	66,3	45,7	47,5	315,5	130,6	76,3	99,5	38,0	83,5	31,7
1987	31,2	26,6	35,1	160,9	45,2	254,0	35,3	99,6	10,1	6,3	51,3	3,8
1988	15,6	3,2	73,7	124,4	106,0	248,0	245,6	58,0	56,7	11,6	40,0	61,0
1989	57,9	2,2	148,1	257,7	320,0	190,8	345,6	83,0	69,3	54,3	10,4	294,6
1990	37,0	23,1	11,0	119,6	99,6	71,0	95,1	75,5	60,5	35,0	26,4	24,6
1992	201,1	43,5	182,0	65,0	36,0	143,4	117,1	48,0	56,0	9,5	9,7	7,0
1993	12,0	4,6	20,9	15,2	84,2	117,3	61,6	43,1	7,9	230,4	11,0	29,9
1994	5,2	11,4	73,6	106,7	150,5	454,9	250,6	58,8	51,1	29,5	21,1	38,8
1995	0,0	5,1	0,0	69,9	121,4	241,4	151,8	99,2	48,9	6,0	90,0	2,8
1996	22,5	5,4	63,8	241,2	204,9	133,9	150,7	165,8	55,4	20,8	73,4	18,0
1997	30,0	26,9	60,1	174,0	167,3	113,4	125,5	102,0	1,3	0,0	0,0	9,8
1998	55,9	12,2	5,8	97,4	134,5	116,5	133,0	79,3	19,0	20,7	0,0	4,9
1999	0,2	9,2	10,8	36,6	104,4	138,8	143,6	47,4	50,2	17,2	89,0	16,0
2000	50,8	131,0	11,2	164,0	97,6	203,2	159,8	71,5	132,1	3,1	15,4	45,3
2001	13,9	0,0	60,2	105,3	0,0	275,6	223,1	102,5	36,1	116,2	21,1	82,4
2002	133,3	128,2	48,2	53,4	117,6	120,3	160,9	47,6	37,4	5,0	8,4	60,8
2003	0,0	43,2	135,4	74,7	48,5	64,0	24,3	88,4	53,7	71,7	86,9	10,9
2004	308,9	60,1	55,7	74,7	172,1	184,6	145,4	119,8	101,9	1,0	3,3	0,0
2005	15,0	39,3	91,8	183,0	351,4	110,7	120,2	95,2	38,6	14,7	2,8	66,5
<b>Média Mensal</b>	44,65	39,65	67,26	111,64	120,68	165,43	136,40	78,72	52,90	34,94	29,70	35,81

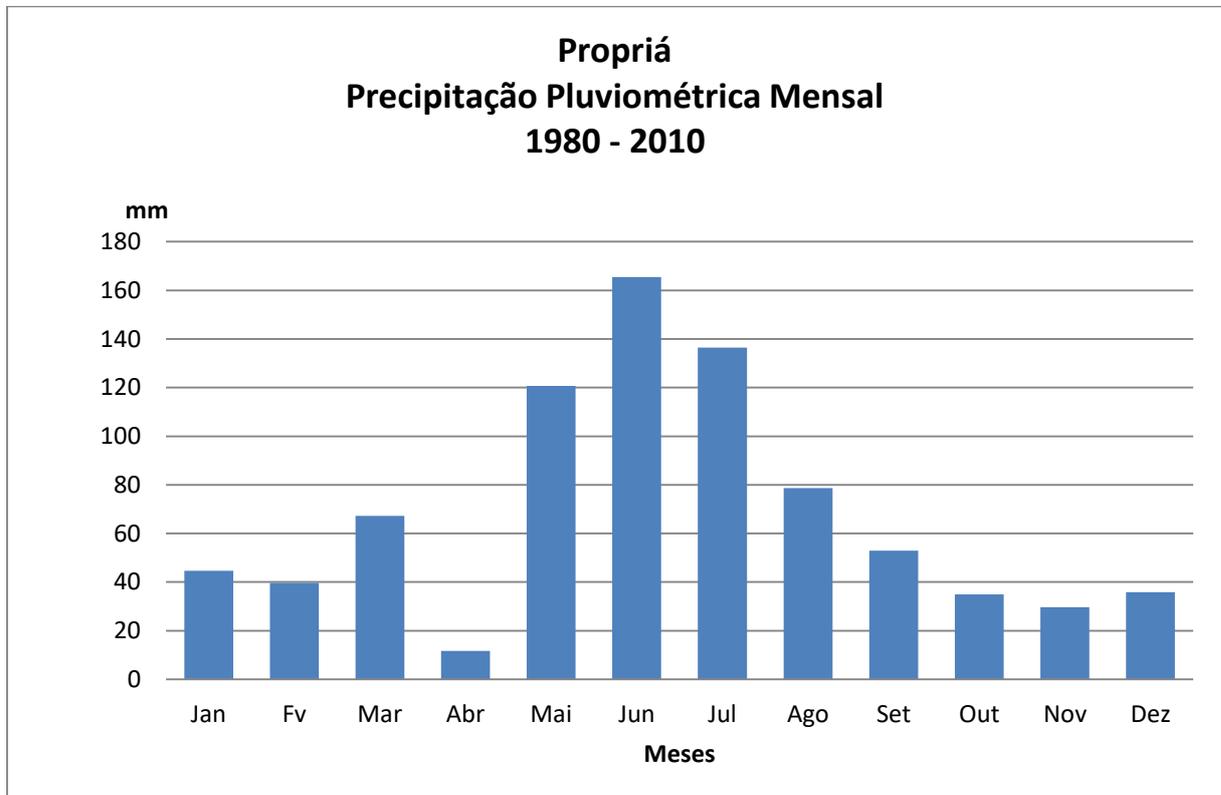
Fonte: CEPES/CODISE/EMDAGRO, 2011.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

A precipitação dos meses mais chuvosos na série temporal supera os 111,64 mm, a exemplo dos meses de 345,6 mm em julho de 1989, 454,9 mm em junho em 1994, 351,4 mm em maio de 2005.

A precipitação dos meses mais chuvosos na série temporal superou os 106,2 milímetros, a exemplo dos meses de maio com 120,68, e em 1989 registrou maior média que foi de 320,0 mm, e junho com 165,4 mm, com máxima de 454,9 em 1994. A região apresentou uma média nos períodos de 1980 a 2010, médias baixas entre 34,94 milímetros, em outubro e máximas de 165,43 milímetros nos meses de junho (Figura 30).

**Figura 30:** Propriá - Precipitação pluviométrica mensal, 1980 – 2010.



Fonte: CEPES/CODISE/EMDAGRO, 2011.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2018.

Dentre os municípios inseridos no Baixo São Francisco Sergipano, verifica-se que em Neópolis, a precipitação dos meses mais chuvosos se concentram em abril (173,1 mm), maio (236,3 mm), junho (266,1 mm), julho (208,1 mm) e agosto (141,8 mm), onde superou a média mensal de 205,1 mm. Esse fato se justifica pela privilegiada localização geográfica desse município, cuja faixa é beneficiada pelas chuvas, devido sua proximidade com a zona litorânea, onde a área é influenciada pela maritimidade, e nesta os índices pluviométricos são bastante

altos, se comparado aos demais municípios, apresentando média anual de 1.398,7 mm (Tabela 08).

**Tabela 08:** Neópolis – Precipitação pluviométrica mensal – 1980/2010.

ANO	MESES											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1985	0,0	171,0	142,0	340,0	176,5	275,5	227,2	175,0	65,8	4,0	56,0	33,5
1986	18,0	54,5	153,0	51,5	406,0	206,0	155,0	128,0	123,0	220,0	109,0	185,0
1987	98,0	71,5	86,0	207,2	240,0	412,0	190,0	166,9	18,0	31,0	1,0	2,7
1988	56,0	32,0	195,0	237,0	65,0	214,0	138,0	63,0	10,0	29,0	48,0	42,0
1989	42,0	41,0	72,0	353,0	391,0	209,2	353,0	235,0	127,0	40,0	5,0	275,0
1990	40,0	5,0	80,0	284,0	93,0	150,0	135,8	120,0	101,0	50,0	58,0	54,0
1991	55,0	35,0	65,0	86,0	464,6	179,0	71,0	256,5	34,0	5,0	6,0	37,7
1992	96,0	127,0	260,0	70,0	29,0	251,0	116,4	20,0	14,0	0,0	12,6	0,0
1993	0,0	6,0	19,0	56,6	129,0	259,0	196,0	44,0	10,0	207,5	166,0	30,0
1994	0,0	41,0	152,5	253,0	221,0	568,5	279,3	92,0	145,0	10,0	16,0	8,0
1995	0,0	9,5	4,0	154,5	222,1	465,8	322,1	116,4	94,5	9,0	124,0	0,0
1996	0,0	0,0	50,5	398,5	184,0	238,5	300,0	225,0	60,0	0,0	82,0	30,0
1997	73,0	30,0	101,0	310,6	325,0	217,8	220,5	116,5	12,0	0,0	0,0	22,5
1998	90,5	11,0	22,5	103,0	198,0	223,0	301,0	83,0	4,0	50,0	0,0	11,0
1999	29,0	0,0	45,0	52,0	337,0	108,3	278,0	150,0	20,0	86,2	136,0	0,0
2000	53,5	155,0	140,0	91,0	150,0	351,5	184,0	69,0	179,0	0,0	93,9	25,9
2001	33,0	0,4	128,7	196,0	43,5	550,0	270,0	258,0	17,5	166,0	0,0	138,7
2002	124,0	115,0	0,0	53,0	197,0	184,1	189,3	97,4	64,0	7,6	13,8	1,0
2003	14,0	43,2	72,2	113,2	151,5	120,8	105,0	99,8	66,6	71,6	121,6	20,6
2004	309,8	133,9	62,7	94,0	203,2	210,0	169,7	153,1	78,8	2,0	8,4	0,0
2005	1,6	30,3	72,0	111,5	308,9	167,0	183,1	143,1	48,0	8,0	9,2	140,0
2006	40,8	12,4	68,0	150,6	320,4	312,9	180,6	90,7	238,6	48,3	38,4	1,4
2007	40,2	131,2	115,8	230,2	282,6	113,0	196,2	245,8	61,2	15,2	6,4	20,6
2008	8,4	21,5	278,3	168,8	301,8	160,8	261,9	110,4	37,4	14,2	0,8	16,0
2009	0,0	80,4	23,4	142,4	492,1	308,6	173,5	326,8	63,2	28,6	26,1	0,0
2010	93,2	99,5	31,2	193,2	211,0	463,0	214,4	102,2	130,7	109,0	2,6	65,6
<b>Média Mensal</b>	50,60	50,10	67,26	173,10	236,30	266,10	208,10	141,80	70,10	46,60	43,90	44,70

Fonte: CEPES/CODISE/EMDAGRO, 2011.

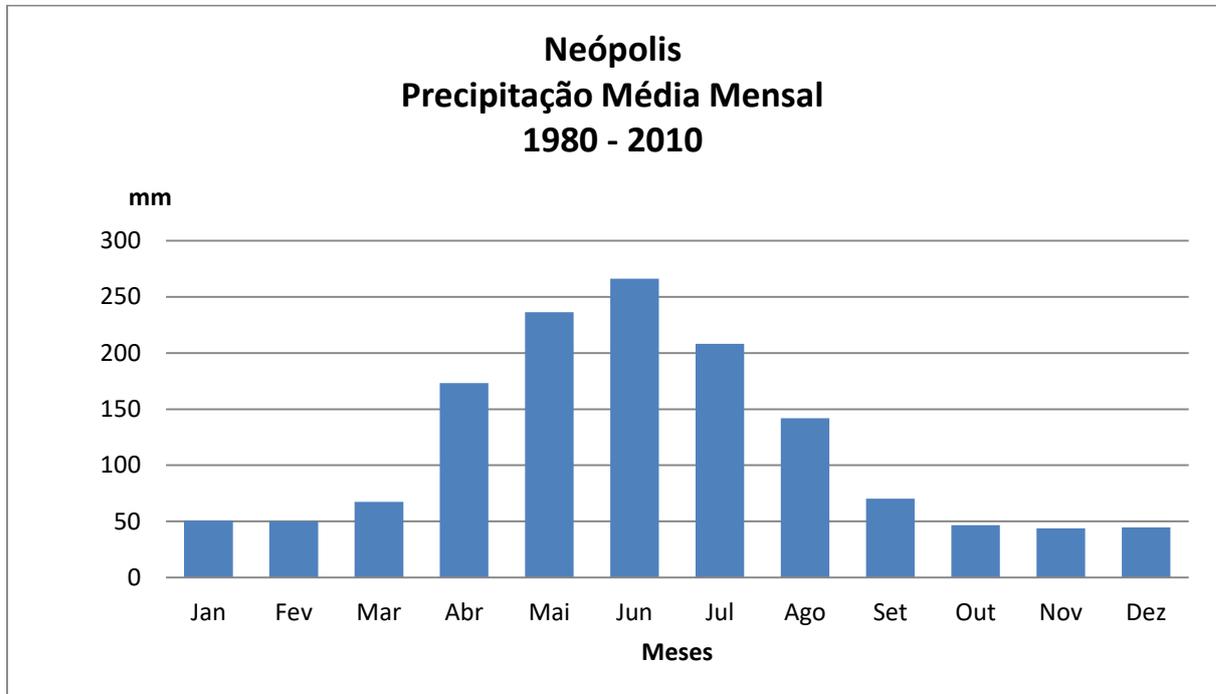
Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

A precipitação dos meses mais chuvosos supera os 266,10 milímetros, a exemplo dos meses em maio com 406 mm em 1986, com 465,8 em junho de 1995, com 568,5 mm em maio de 1995, 398,5 mm em abril de 1995, com 309,8 mm em Maio de 2004 e 492,1 mm em maio de 2009.

Apesar dos altos índices pluviométricos na série temporal, a mesma apresentou uma média anual entre os períodos de 1980 a 2010, baixos índices pluviométricos anuais entre 46,60 milímetros em outubro, 43,90 mm em novembro e dezembro 44,70 mm no período

compreendido de 1980 a 2010, enquanto as máximas foram de 236,3 mm e maio e 266,1 milímetros nos meses de junho, no mesmo período (Figura 31).

**Figura 31:** Neópolis - Precipitação pluviométrica mensal, 1980 – 2010.



Fonte: CEPES/CODISE/EMDAGRO, 2011.

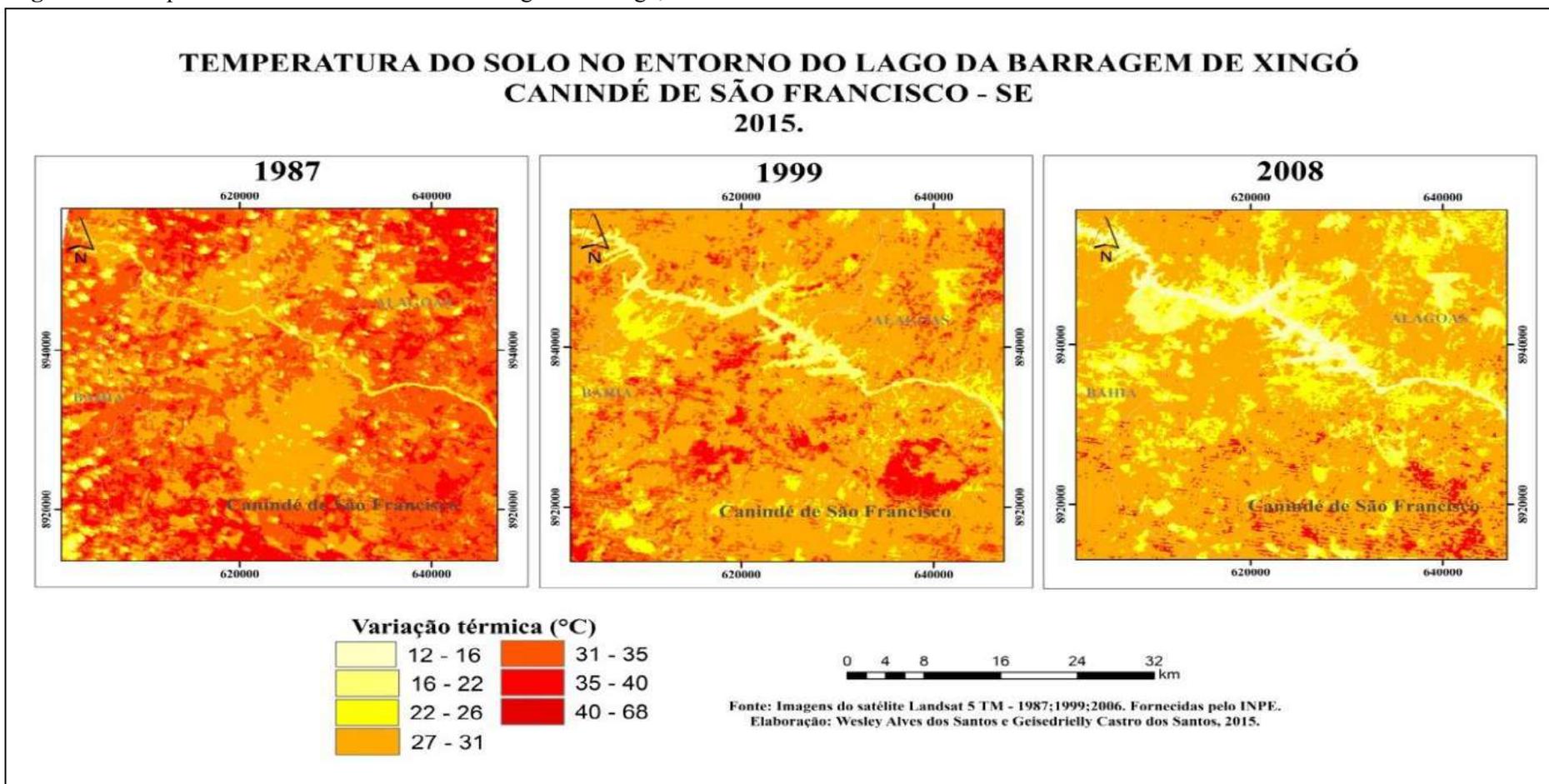
Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2018.

A evaporação é outro fator a exercer papel importante, que “se modifica com a presença dos reservatórios, e seu consequente aumento depende da superfície média do espelho de água” regulando a temperatura local (CUNHA, 1995, p. 204).

No reservatório da Hidrelétrica de Xingó, a evaporação atinge em média cerca de 1.500 mm anuais, e, é consideravelmente maior do que a precipitação anual, neste caso o armazenamento de água é rapidamente reduzido, levando o aprofundamento dos lenções freáticos e a concentração de sais.

Entretanto, nas áreas adjacentes ao reservatório de Xingó, a evaporação e a precipitação têm aumentado, pelas mesmas razões apresentadas, refração da radiação pela litologia das rochas, e a presença do lago da barragem. A elevada evapotranspiração potencial, na maioria das vezes, não compensada pelas chuvas, fez com que fossem observados na região altos valores de déficit hídrico nos solos nas últimas três décadas (Figura 32).

**Figura 32:** Temperatura do solo no entorno da barragem de Xingó, Canindé do São Francisco - SE.



Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2016; Geisedrielly Castro, 2016.

O aumento do vapor de água, nas proximidades dos reservatórios, afetou o balanço de radiação, influenciando diretamente no regime da precipitação, alterando o regime pluviométrico regional, do ponto de vista da circulação atmosférica, influenciando na temperatura do solo no entrono da barragem, que passou a variar entre mínima 12° C e máxima de 68° C, ou seja, uma variação média de 56°C, sendo os meses mais secos as temperaturas máximas nos períodos compreendidos entre 1987 a 2008 e as mínimas com ocorrência no período de inverno.

Observa-se que a forte radiação solar a que está submetida à área favorece a ocorrência de médias térmicas anuais elevadas, entre giram entorno de 24°C a 25,9°C, com temperatura média máxima mensal de 27,4°C, registrada em Poço Redondo, no mês de janeiro e a média no inverno, favorecida pelo efeito da altitude do local, acima de 350m.

Portanto, o município de Canindé do São Francisco, por exemplo, área a qual está inserida a UHE de Xingó, faz parte do polígono das secas (alto sertão sergipano), tem um clima do tipo megatérmico árido, temperatura média no ano de 25,8°C, precipitação pluviométrica média anual e período chuvoso de março a julho dificultando assim a manutenção da temperatura local, além aumentar o déficit hídrico na região de águas superficiais e subterrâneas.

Neste sentido, é de se considerar o balanço hídrico climatológico no Baixo São Francisco Sergipano, observando os dados do período compreendido entre 1980 a 2010, visando quantificar e analisar os parâmetros básicos do balanço hídrico.

Esses feitos ocorrem devido à temperatura e umidade relativa sofrerem os efeitos das proximidades da superfície da água do reservatório, “a semelhança do que ocorre nas áreas próximas dos oceanos”, ou seja, efeitos da maritimidade (CUNHA, 1995, p. 205), traduzindo-se na redução da amplitude térmica e no aumento da intensidade e frequência da ocorrência de altas umidades, nas áreas mais próximas do reservatório. É nítida, também, a tendência de a superfície da água exercer efeitos sobre a temperatura, em especial diminuindo os seus valores.

Embora a relação precipitação/evapotranspiração no Baixo São Francisco não se apresente positiva ao longo do ano, os valores mensais positivos dessa relação no período outono/inverno representam um fator altamente favorável ao suprimento de recursos às populações, principalmente no que diz respeito à disponibilidade de água para o consumo humano e o uso agrícola, o qual é praticado em toda a extensão do rio.

A evapotranspiração média, nesse caso é de 896 mm/ano, apresentando valores elevados em toda região: entre 1.400 mm (verificada no litoral) e 840 mm no alto São Francisco Sergipano. Os altos valores de evapotranspiração observados na região são em função

basicamente das elevadas temperaturas, da localização geográfica intertropical e da reduzida nebulosidade na maior parte do ano. A elevada evapotranspiração potencial, na maioria das vezes não compensada pelas chuvas, faz com sejam observados na região altos valores de déficit hídrico nos solos, com médias entorno de 7,62 mm mensais, enquanto as temperaturas chegam entre as máximas de 34° e mínimas de 22,3°, e umidade relativa do ar em média 61,94% (ASCODIR, 2010).

É importante destacar que os fatores climáticos e de uso do solo influenciam o escoamento em todo o Baixo São Francisco Sergipano, portanto a água é um elemento de grande importância nos processos climáticos e nas práticas socioeconômicas.

A saber, a vazão média natural de longo período no Baixo São Francisco é estimada em 3.037 m<sup>3</sup>/s (ANA, 2002). Porém, há perdas no sistema devido à alta evapotranspiração potencial, verificada principalmente no entorno do Lago até as proximidades do Município de Nossa Senhora de Lourdes, que reflete diretamente em todo o Baixo São Francisco Sergipano.

## **2.2 - Aspectos Geológicos e disponibilidades hídricas subterrâneas**

A Geologia exerce um papel importante no meio físico, pois é ela que caracteriza as disponibilidades hídricas subterrâneas, além de apresentar os elementos fundamentais para as relações litoestruturais com o relevo e os solos (SANTOS, 2012). Em função de suas características mineralógicas, texturais e estruturais, os corpos rochosos respondem diferentemente à ação dos processos exógenos, portanto externos influenciadores nas formas de relevo e tipos de solo (BOTELHO, 1999). Reforça Mendonça Filho (1999, p. 99) que “as possibilidades relacionadas com o uso das águas, mais particularmente com as águas subterrâneas, estão associadas ao conhecimento da geologia regional”.

A estrutura geológica do Baixo São Francisco Sergipano, é constituída por 29 unidades litoestratigráficas e estruturais, que compõem a geologia da região, desde o Pré-Cambriano indiferenciado até os sedimentos e coberturas do Quaternário (Quadro 03). As rochas mais antigas do Pré-Cambriano fazem parte do escudo brasileiro, representados por rochas ígneas de alto grau de metamorfismo, que se encontram principalmente nas partes noroeste e leste da região, com grandes jazidas minerais (Figura 33).

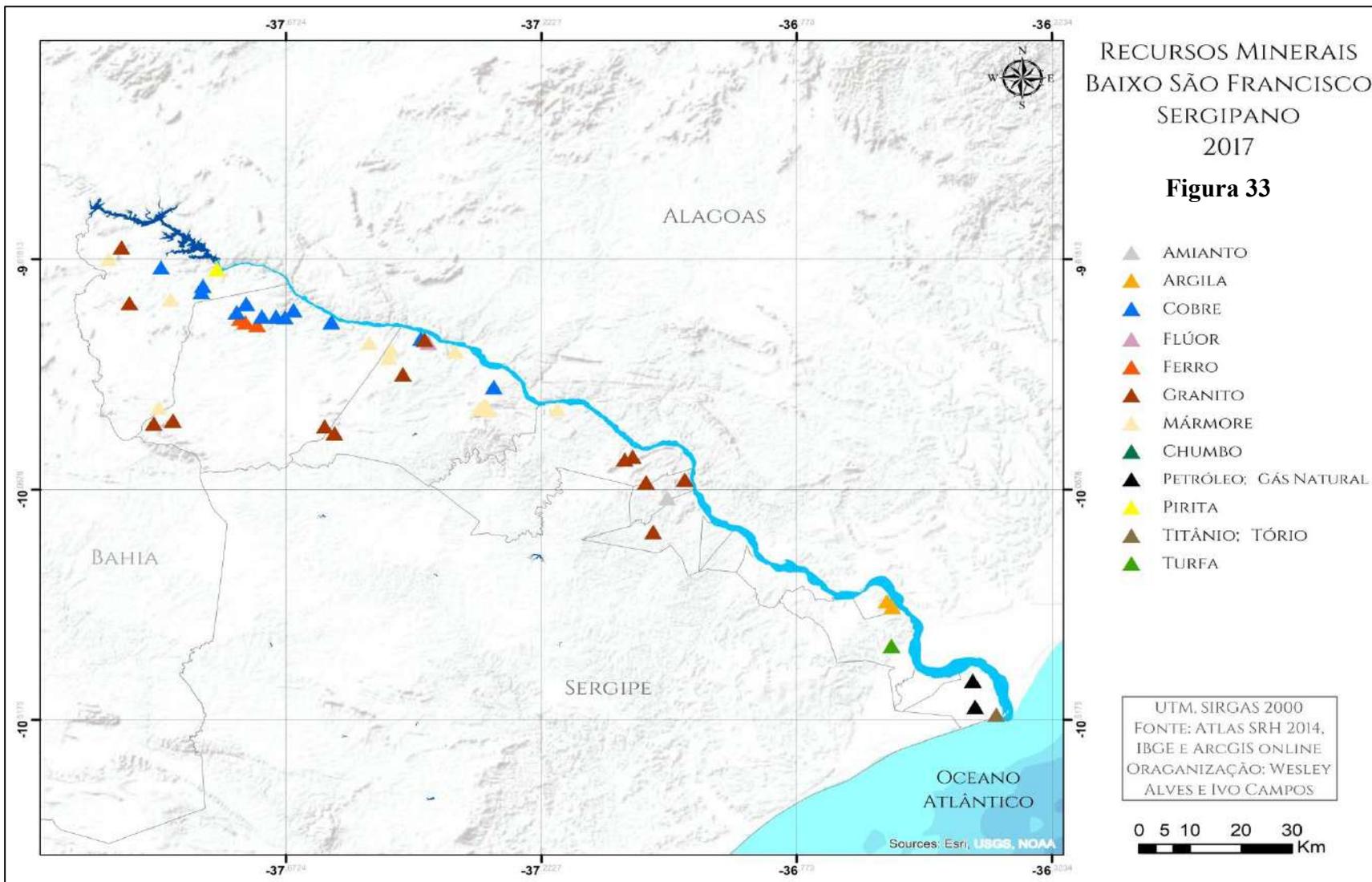
Diante das características geológicas, das unidades litoestratigráficas analisadas somente no baixo São Francisco Sergipano, evidenciou-se mais de 80% da área representada

**Quadro 03:** Compartimentação e características geológicas do Baixo São Francisco Sergipano.

<b>COMPARTIMENTAÇÃO GEOLÓGICA DO BAIXO SÃO FRANCISCO SERGIPANO</b>			
<b>UNIDADES</b>	<b>LITOLOGIA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>
Alto e Médio	Anfibolito, Biotita Xisto, Metanorito, Granodiorito, Granitoide, Formação Ferrífera Bandada, Serpentinito, Metaultramafito, Talco, Metarriolito, Metabasito, Mármore, Metagronodiotito, Metagrauvaca, Metarenito, Olivina Gabro, Monzonito, Quartzito, Ortognaisse, Ortoafibolito, Sienito, Troctolito, Piroxenito	Rochas Pré-Cambrianas (PE)	Canindé de São Francisco, Poço Redondo, Porto da Folha, Gararu, Nossa Senhora de Lourdes, Amparo de São Francisco, Telha,
Baixo	Areia, Argila, Arenito Conglomerado, Calcilutito, Calcário, Diorito, Folhelho, Silte, Rocha Calcissilicática, Turfa (Sedimento Siliciclástico), Silito, Silexito.	Rochas Cretáceas do Sub-Grupo Coruripe Indiviso (Kco); Depósitos inconsolidados do Quaternário (Q); Coberturas Detríticas Tércio-Quaternárias; Sedimentos Terciário-Quaternário da Formação Barreira (TQb).	Propriá, Santana do São Francisco, Ilha das Flores, Neópolis e Brejo Grande.

Fonte: Atlas da SRH, 2014; IBGE, 2015.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.



por rochas Pré-Cambrianas (PE), compreendendo o trecho entre Canindé de São Francisco e parte oeste do município de Propriá, sendo que os 20% restantes estão distribuídos da parte leste de Propriá até o município de Brejo Grande, foz do São Francisco, onde se encontram representados por rochas Cretáceas do Sub-Grupo Coruripe Indiviso (Kco), da mesma forma e em igual proporção (10%), que os depósitos inconsolidados do Quaternário (Q). Os 10% restantes, estão constituídos pelos sedimentos Terciária-Quaternários da Formação Barreiras (TQb), integrando parte da região (Figura 34).

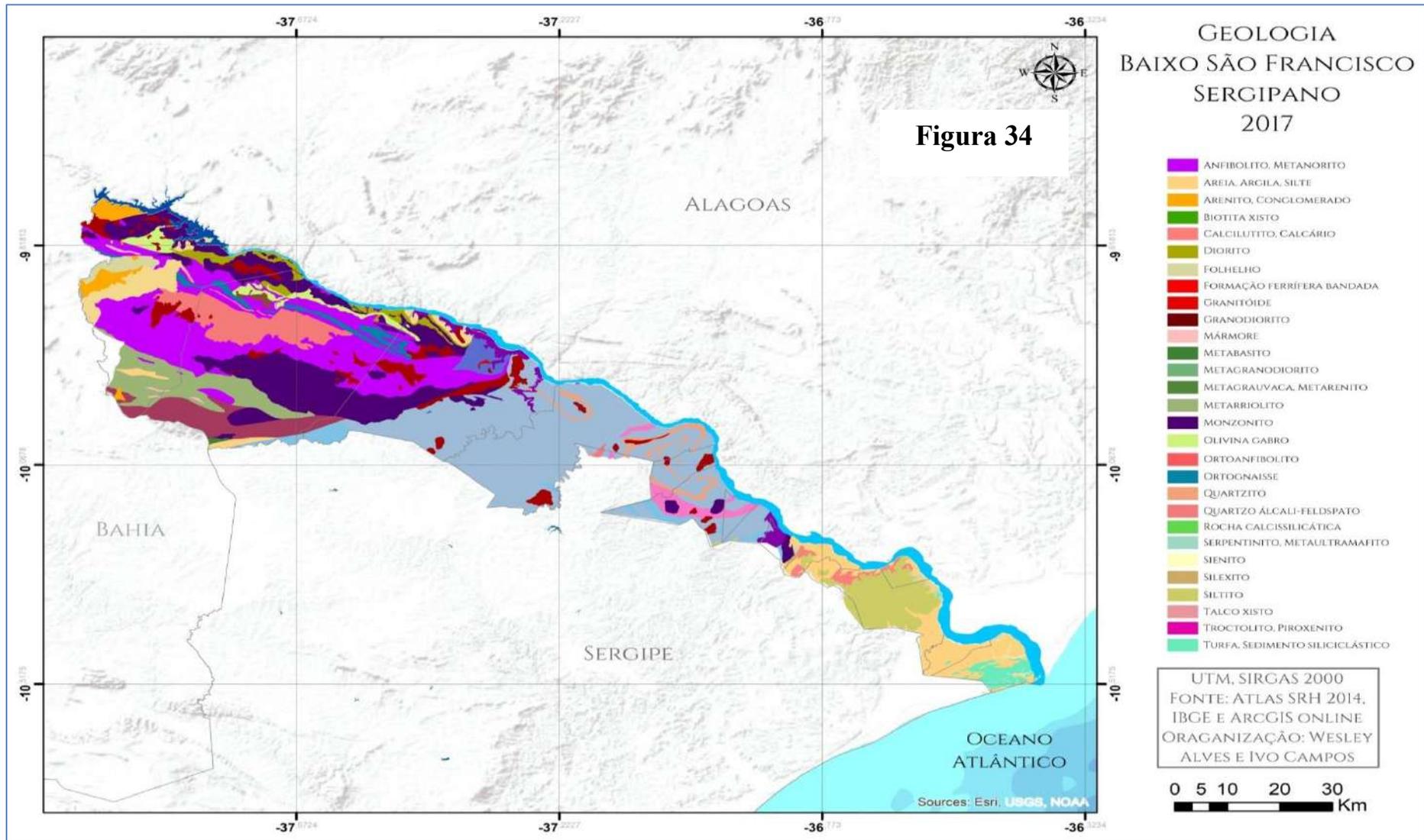
Quanto à planície fluviomarinha do Baixo Curso, esta ocorre desde a cidade de Brejo Grande a 60 km da costa até o litoral, e são constituídas de superfícies planas, praticamente sem desníveis acentuados, formadas por sedimentos recentes, aluvionares, dunas eólicas e praias (BRAZ FILHO, 1980). No delta (800 km<sup>2</sup>) e na base dos tabuleiros encontram-se terraços marinhos Pleistocênicos, para o norte e nordeste destacam-se tabuleiros da Formação Barreiras (DOMINGUEZ, 1996).

As formações superficiais que abrangem o Grupo Barreiras, as coberturas detrítica Tércio - Quaternárias e as parassequências pleistocênicas e holocênica. Os sedimentos estão separados da linha da costa pelas coberturas continentais holocênicas e correspondem a depósitos correlativos que ocorreram ao longo da costa brasileira durante o Cenozóico (BIGARELLA; ANDRADE, 1964).

A ocorrência da água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, que tem como consequência reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão. Os poços abertos nessas áreas apresentam geralmente pequenas vazões e, pela falta de circulação, dos rigores climáticos e do tipo de rocha, a água é quase sempre comprometida pela salinização.

Dessa forma, os aquíferos da região do cristalino são considerados de baixo potencial hidrogeológico, esse fato ocorre mais de Gararu a Canindé de São Francisco, enquanto de Propriá a Brejo Grande a ocorrência de aquíferos é abundante. Não obstante, são utilizados como alternativa de abastecimento de pequenas comunidades ou utilizados como reserva estratégica em períodos de estiagens prolongadas.

Por ter parte de sua formação caracterizada por Bacias Sedimentares, constituídas por rochas sedimentares bastante diversificadas, representam os mais importantes reservatórios de água subterrânea, formando o denominado aquífero do tipo granular, com ocorrência nas proximidades da foz. As características hidrogeológicas no trecho compreendido entre os municípios de Canindé e Propriá podem-se distinguir em três domínios: o Cristalino, Metassedimentos/Metavulcanitos e Bacias Sedimentares. Os domínios Cristalinos e



Metassedimentos/Metavulcanitos apresentam comportamentos semelhantes, e têm comportamento de aquífero do tipo fissural, enquanto os sedimentos de aquíferos porosos (Quadro 04).

O relevo e o contexto geológico são determinantes para a configuração das velocidades de trânsito da água possibilitando à região alto potencial hidrológico em decorrência da grande espessura de sedimentos e da alta porosidade efetiva de suas litologias, que permitem a exploração de vazões significativas das águas subterrâneas onde ocupam diferentes reservatórios, desde zonas fraturadas do substrato geológico pré-cambriano até depósitos quaternários recentes. As três províncias, são exploráveis, importantes para o abastecimento humano e animal, além do aproveitamento hidroagrícola local (Figura 35).

**Quadro 04:** Características hidrogeológicas dos aquíferos Baixo São Francisco Sergipano.

<b>CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS</b>		
<b>Aquífero</b>	<b>Características</b>	<b>Localização</b>
Cárstico Fissural	Define um conjunto de rochas sedimentares que reúnem rochas carbonáticas alteradas com camadas de rochas siliciclásticas, onde a água flui em um sistema de conditos interconectados gerados por dissolução (porosidade cárstica) e planos de descontinuidade típicos dos sistemas de porosidade fissural.	Planície Fluvial, Tabuleiros Conservados, Colinas e Pedimentos Dissecados.
Granular	Capazes de armazenar e transmitir água por meio dos vazios entre os grãos originados durante o processo de formação do depósito sedimentar inconsolidado ou da rocha sedimentar. Reúnem principalmente as unidades cenozoicas (coberturas detrítica indiferenciadas e a formação barreiras), as unidades da bacia fanerozóica.	Planície Costeira

Fonte: Atlas da SRH, 2014; IBGE, 2015.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

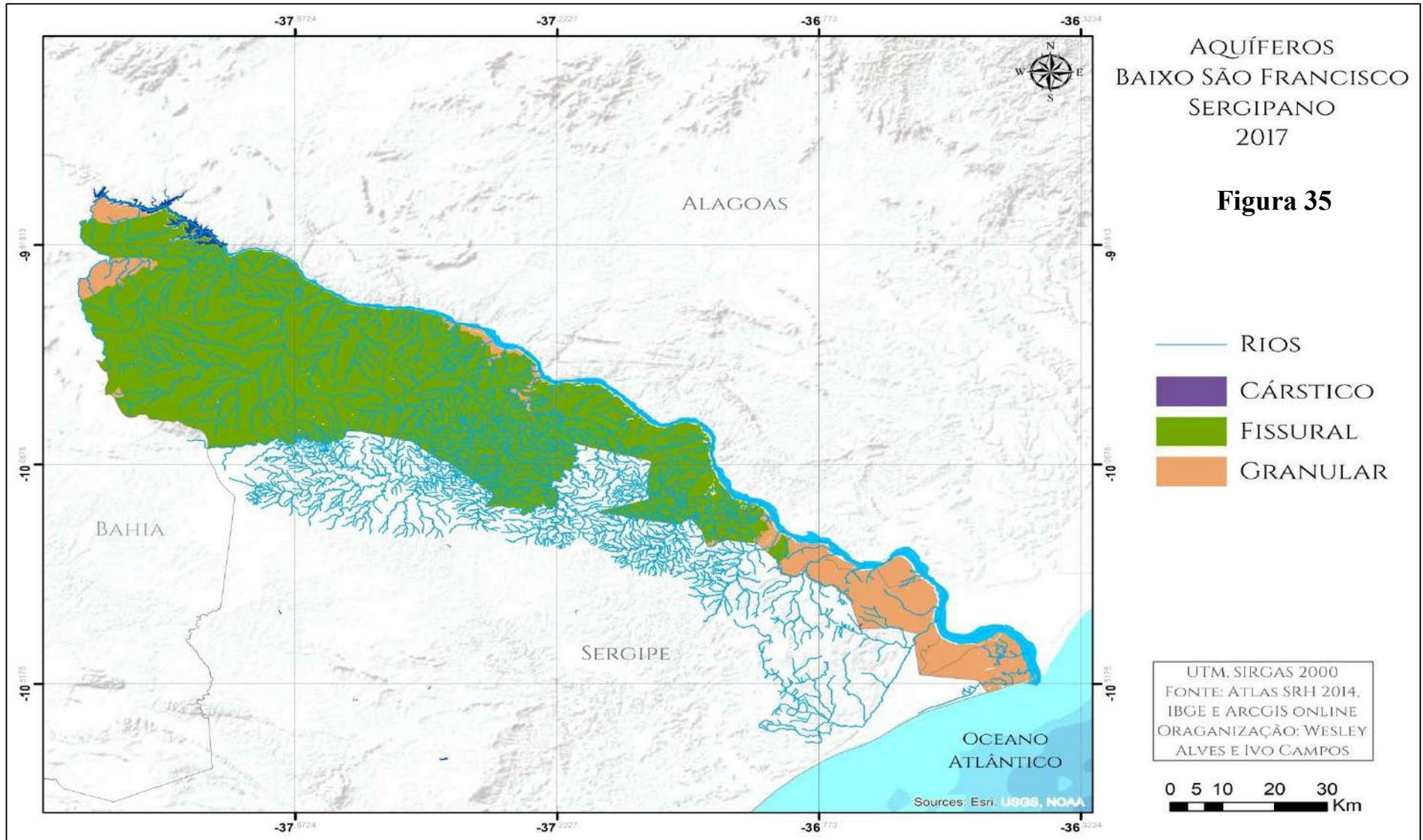
De modo geral, os aquíferos são sistemas de recarga e armazenamento de águas subterrâneas promissoras para aproveitamento de água, já que ocorrem em terrenos onde a água da chuva pode infiltrar e ser armazenada, fluindo com velocidades mais elevadas ao longo do maciço rochoso, participando dos processos de alimentação dos sistemas fluviais e recargas mais profundas do solo.

Na região do alto sertão do baixo São Francisco Sergipano, de condições climáticas semiáridas, a perfuração de poços profundos, com expectativas de exploração com grandes vazões, o que tem sido uma alternativa para viabilizar o abastecimento de água das comunidades assentadas tanto no seu interior quanto no seu entorno, principalmente em toda a extensão de Canindé de São Francisco até as proximidades dos municípios de Amparo de São Francisco e Propriá.

O que se observa é que as características hidrológicas do rio São Francisco comandam o funcionamento do seu sistema lótico (riachos e rios) caracterizados pelo tamanho do rio, ou seja, área da bacia de drenagem, neste sentido, a velocidade da corrente fluvial, a variabilidade das descargas, numa escala temporal que pode variar de minutos a meses, e a frequência das descargas extremas, que não só exercem importantes controles sobre as características físicas, como também sobre características químicas e biológicas do São Francisco.

Isso porque, quando o rio foi represado, esse sistema lótico foi alterado pelo controle das descargas. É importante frisar, que quando isso acontece, o represamento do rio gera impactos hidrológicos conforme destacados na Figura 35, sobre o regime hidrológico superficial, através da redução da variabilidade sazonal das descargas e do escoamento concentrado, da alteração das descargas extremas, com redução dos valores máximos e aumento dos valores mínimos, e da alteração, na capacidade de transporte da carga sólida, com acúmulo de sedimentos no reservatório.

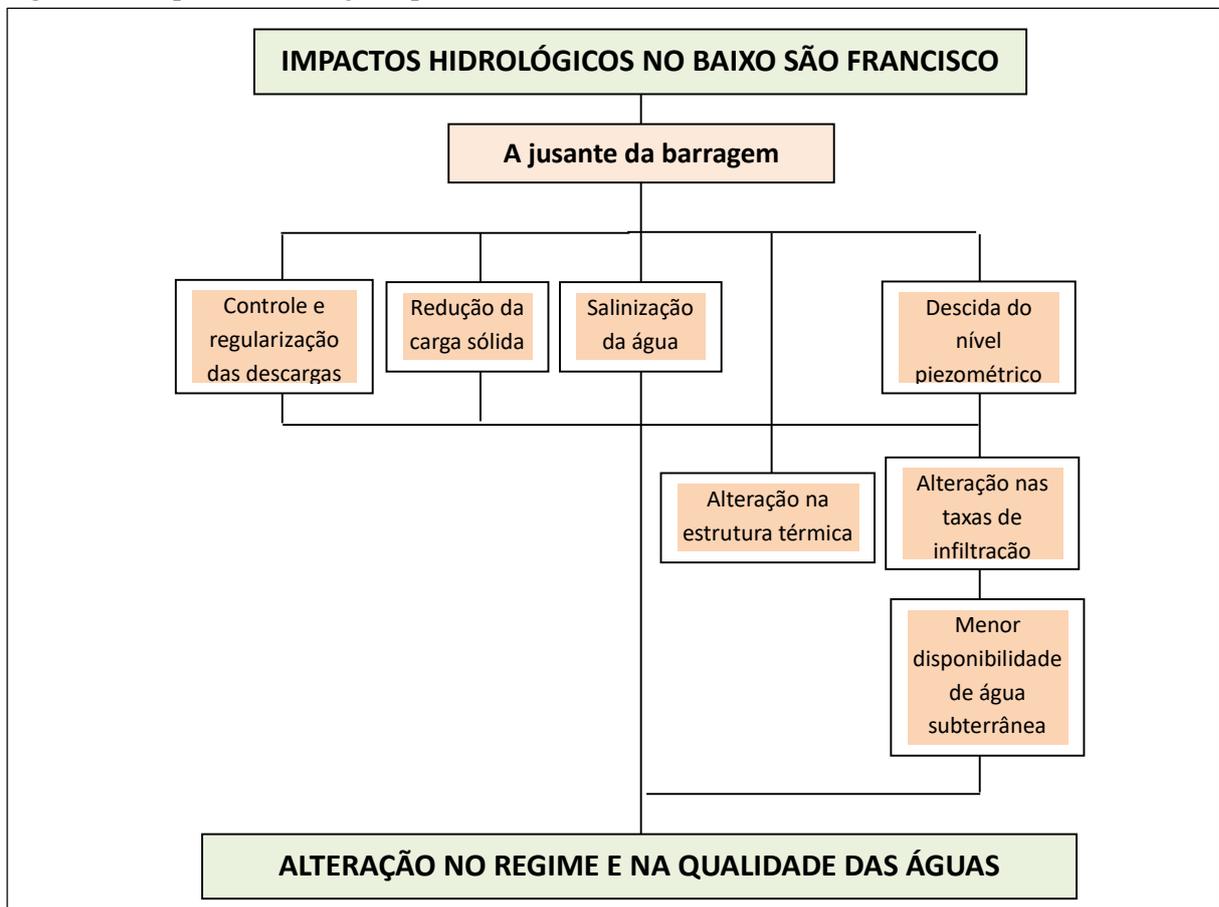
No regime hidrológico subterrâneo, o represamento do rio modificou o nível piezométrico, alterando as taxas de infiltração, alterando a estrutura térmica local da região, o que acarretou em problemas de qualidade da água relacionados à mineralização. Apesar do estado global da água ser bom, segundo a Chesf (2004), com tendência evolutiva enquadrada na tipificação de ocorrência da companhia em situação tipo 4, pelo fato de haver contaminação doméstica, enriquecimento de matéria orgânica devido as práticas agrícolas e pecuárias, e apresentar risco de salinização por utilização agrícola pelos projetos de irrigação e outros meios, a região apresenta qualidade imprópria em quase 25% de toda a extensão do trecho do rio, e aproximadamente 29% de água não potável, com elevada condutividade



elétrica responsável pela qualidade impropria até mesmo para irrigação, a demais a água apresenta condições de potabilidade favoráveis para o consumo humano. Os problemas estão relacionados a presença de esgoto doméstico, agricultura e pecuária.

Além da poluição, percebeu-se que na grande maioria, o tipo de alteração que se registra no regime hidrológico é definido pela função do reservatório. Por exemplo, os reservatórios destinados à melhoria da navegação e à irrigação estão associados ao aumento das descargas mínimas, enquanto que para a demanda da força hidroelétrica, é necessário eliminar a flutuação extremamente baixa do escoamento fluvial. Na atualidade, porém, as barragens têm sido construídas para usos múltiplos, de modo que cada rio represado tem um novo regime de fluxo próprio, que é função dos seus usos múltiplos (Figura 36).

**Figura 36:** Impactos hidrológicos potenciais no Baixo São Francisco.



Organização: Wesley Alves dos Santos, 2017. Adaptado de Cunha, 2005.

(\*) Impactos observados.

Por isso, levando em conta o objetivo do represamento, os sistemas fluviais estão sujeitos aos mesmos tipos de impactos, diferenciados, apenas, pelas variações das suas magnitudes. Todavia, a diversidade, na intensidade desses impactos, pode ser muitas vezes, função do modelo e ou da forma de operação da barragem.

De acordo com o modelo da barragem e para a melhoria do ajuste das vazões líquidas e sólidas, o reservatório pode possuir uma ou mais áreas de armazenamento, associadas a uma ou várias comportas, localizadas a diferentes alturas, controlando o fluxo de energia do rio.

O Baixo São Francisco Sergipano, em virtude das diversas alterações, no decorrer das duas últimas décadas, têm apresentado alterações como deposição da carga sólida, redução da velocidade das águas e a alteração na estrutura térmica, alteradas pela carga sólida do rio (partículas maiores em suspensão ou por arraste) que estão sendo depositada na desembocadura pela redução local da capacidade de transporte (GRAF, 1983).

Isto se deve à diminuição da velocidade das águas, em função da elevação do nível de base. Ocorre a dispersão da energia, devido à transferência das águas do rio, com velocidade e turbulência, relativamente altas para um fluxo de águas lentas.

Esse processo de sedimentação é contínuo, dando, progressivamente, origem a um delta lacustre. As mudanças ocorridas entre os volumes de carga sólida e líquida alteram, de certa forma, as estruturas térmicas da água.

Outro fator que deve ser considerado é a subida do nível das águas/ocorrências de inundações (Figura 37). Quando isso ocorre o nível da água do rio é elevado, devido aos efeitos remontantes da criação da barragem. A carga sólida que fica depositada, no canal e no fundo do vale, pela redução da velocidade das descargas, contribui para a subida do nível das águas.

Após o represamento, a elevação do nível das águas, a montante é mais acentuada em rios de planície, fato que permite a redução do pico de chegada das descargas dos tributários.

Assim, com a subida do fundo do leito do rio, o antigo armazenamento produzido pelo sistema canal-planície, pode ser repleto com mais rapidez, favorecendo a ocorrência das inundações. Ainda, sob estas condições, a descarga máxima pode ser acentuada pela cheia do reservatório (RUTTER e ENGSTROM, 1964).

Neste sentido, quanto ao armazenamento da carga sólida e o assoreamento do reservatório, portanto, o volume de água armazenado no reservatório deve levar em conta o objetivo da sua construção, pois, desse modo, o reservatório que vise ao fornecimento de água para usos múltiplos, como é o caso da Barragem de Xingó, deve manter a capacidade do seu armazenamento o mais repleto possível, para manter as reservas de águas suficientes para o provimento, durante os períodos de falta de chuva (Figura 38).

**Figura 37:** Efeitos remontantes da barragem de Xingó em período de cheias.



Fonte: Chesf, 2013.

**Figura 38:** Carga sólida depositada no fundo do lago da Barragem de Xingó, Município Canindé de São Francisco - SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2018.

Esse fato tem sido marcante nos últimos anos, pois a disponibilidade hídrica das águas do São Francisco vem sendo monitorada pela a Agência Nacional de Águas – ANA, conforme as atribuições conferidas pela sua Lei de criação (9.984/2000), com a finalidade de implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos, cabendo-lhe, entre outras atribuições, promover a elaboração de estudos com o intuito de subsidiar a aplicação de recursos financeiros da União em obras e serviços de regularização de cursos d'água, de alocação e distribuição de água e controla da poluição hídrica, em consonância com o estabelecido nos Planos de Recursos Hídricos.

Nesse caso, é atribuída a responsabilidade a Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos da ANA, que por meio da elaboração de análises e relatórios tem informado os diagnósticos de oferta e demanda, em quantidade e qualidade, dos recursos hídricos do baixo São Francisco. Isso tem fornecido subsídios e recomendações para ações de órgãos gestores.

Essa iniciativa é de fundamental importância, pois a disponibilidade hídrica das águas superficiais é considerada como sendo a vazão regularizada pelos sistemas de reservatórios a montante da seção de interesse, com 100% de garantia, somada à vazão incremental de estiagem (vazão com permanência de 95%, no trecho não regularizado). Ressalta-se que o cálculo da disponibilidade hídrica é sempre baseado nas séries de vazões naturais das principais bacias do Sistema Interligado Nacional e nos dados pluviométricos e fluviométricos do Sistema de Informações Hidrológicas Agência Nacional de Águas, como se constata na Tabela 09.

**Tabela 09:** Características das Barragens Localizadas no Rio São Francisco

Complexo	Inauguração	Região Fisiográfica	Potencia Instalada (MW)	Volume reservatório (m <sup>3</sup> )	
				Total	Útil
Três Marias	1952	Alto	396	19 bilhões	15 bilhões
Sobradinho	1979	Médio	1050	34 bilhões	28 bilhões
Luiz Gonzaga	1988	Sub-Médio	1500	10 bilhões	3 bilhões
Moxotó	1977	Sub-Médio	400	1,2 bilhões	180 bilhões
Paulo Afonso I	1954	Sub-Médio	180	-	-
Paulo Afonso II	1961	Sub-Médio	445	26 milhões	9,8 bilhões
Paulo Afonso III	1971	Sub-Médio	864	-	-
Paulo Afonso IV	1979	Sub-Médio	2460	127,5 milhões	29,5 milhões
<b>Xingó</b>	1994	Baixo	3000	3,8 bilhões	41 milhões

Fonte: Lerner, (2006); Ana (2009).

Adaptação: Wesley Alves dos Santos, 2018.

Apesar de sua localização o baixo São Francisco, o controle do reservatório da barragem de Xingó, é de 3,8 bilhões de m<sup>3</sup>, e de 41 milhões de m<sup>3</sup> útil, no entanto de 2013 a 2018 a vazão foi consideravelmente reduzida, atendendo à resolução nº 442/2013 emitida pela ANA autorizando, em caráter emergencial, a redução da vazão a jusante para 1.100 m<sup>3</sup>/s até a data de 30 de novembro de 2013, cujos prazos foram prorrogados através das resoluções a seguir (Quadro 05).

O atendimento à Resolução ANA nº 442/2013 tem em vista o caráter emergencial, uma vez que a redução da vazão visa seguir os procedimentos de operação exigidos pelas resoluções citadas, portanto, representando uma influência média igual a 613 m<sup>3</sup>/s e defluência média correspondente ao valor de 611 m<sup>3</sup>/s. É importante ressaltar que a elevação da defluência do reservatório de Xingó, tem como objetivo promover condições mais seguras para o suprimento de energia elétrica na Região Nordeste.

**Quadro 05:** Resoluções e prazos para redução de vazão barragem de Xingó, Baixo São Francisco.

RESOLUÇÃO Nº	PRAZO
1.406/2013	31/12/2013
1.589/2013	31/01/2014
102/2014	28/02/2014
333/2014	31/03/2014
416/2014	30/04/2014
680/2014	31/07/2014
1.046/2014	31/08/2014
1.258/2014	30/09/2014
1.514/2014	31/10/2014
1.604/2014	30/11/2014
1.778/2014	31/12/2014
2.050/2014	31/01/2015
85/2015	28/02/2015
132/2015	31/01/2015
206/2015	30/04/2015
499/2015	31/05/2015
602/2015	30/06/2015
713/2015	31/07/2015
852/2015	31/10/2015
1.208/2015	30/11/2015
1.307/2015	20/12/2015
1.492/2015* <sup>1</sup>	31/01/2016
66/2016	31/03/2016
287/2016	31/05/2016
560/2016	30/06/2016
642/2016	30/09/2016
1.161/2016* <sup>2</sup>	31/10/2016
1.283/2016* <sup>3</sup>	31/01/2017
224/2017	30/04/2017
347/2017* <sup>4</sup>	30/04/2017

478/2017* <sup>5</sup>	-
742/2017* <sup>6</sup>	30/11/2017
1.291/2017* <sup>7</sup>	30/11/2017
1.943/2017	30/04/2018
30/2018	31/07/2018

Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

\*<sup>1</sup> Autoriza a redução da descarga para 800 m<sup>3</sup>/s.

\*<sup>2</sup> Autoriza a manutenção da descarga em 800 m<sup>3</sup>/s e condiciona nova redução até o limite de 700 m<sup>3</sup>/s prévia do Ibama.

\*<sup>3</sup> Autoriza a redução da descarga para 700 m<sup>3</sup>/s.

\*<sup>4</sup> Autoriza a redução da descarga para 700 m<sup>3</sup>/s (média diária).

\*<sup>5</sup> Autoriza o teste da redução da descarga até 600 m<sup>3</sup>/s.

\*<sup>6</sup> Autoriza a redução da descarga para para 600 m<sup>3</sup>/s (média diária).

\*<sup>7</sup> Autoriza a descarga para 500 m<sup>3</sup>/s (média diária).

Contudo, os registros da operação foram praticados no ponto de controle definidos pela ANA, por meio da Resolução nº 442/2013, na estação hidrométrica localizada na cidade de Propriá – SE. A estação registrou em 2018, vazão média diária de 694 m<sup>3</sup>/s. O total pluviométrico registrado no ano foi de 93 mm mensal, correspondendo a 69% da média total.

Em 8 de junho de 2018, a Chesf emitiu uma Carta Circular SOO – 003/2018 para todas as barragens do São Francisco, comunicando que a defluência era necessária para garantir condições seguras para o suprimento de energia elétrica. Entretanto, informada da decisão, a Usina Hidrelétrica de Xingó estaria operando com defluência média de 700 m<sup>3</sup>/s mês.

O volume de água armazenado na Barragem de Xingó levou em conta o objetivo da sua construção. Além da geração de energia por meio da hidrelétrica, o reservatório de Xingó favoreceu no fornecimento de água para a irrigação, geração de energia e uso industrial, mantendo a capacidade do seu armazenamento o mais repleto possível, para manter as reservas de água suficientes para o provimento, durante os períodos de falta de chuva.

A recente redução de 650 m<sup>3</sup> por segundo para 550 m<sup>3</sup> por segundo da vazão diária de água da barragem de Xingó foi o menor patamar já adotado pela Companhia Elétrica do São Francisco (CHESF), o que afetou diretamente as populações ribeirinhas dos municípios situados a jusante da barragem (Figuras 39 e 40).

Os primeiros a serem atingidos foram Canindé (SE) e em seguida os demais municípios. Visto que estes municípios dependem diretamente das atividades econômicas geradas por meio do rio, que são totalmente controlados pela barragem de Xingó, os municípios do baixo São Francisco são dependentes da vazão, não só do baixo, mas também do médio curso. As chuvas abaixo da média nos últimos dez anos, segundo a ANA, tem sido o motivo principal para a instituição vir. Autorizando a redução da vazão mínima defluente (água que sai).

**Figura 39:** Alterações no regime hidrológico pelo controle de vazão da barragem, Município de Gararu – SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2018.

**Figura 40:** Alteração no regime hidrológico pelo controle de vazão diário, Município de Amparo de São Francisco - SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2018.

Ao longo do Sub-Médio com a ocorrência de baixos índices de pluviométricos, a sobrevivência dos ribeirinhos tem sido dizimada já que os recursos retirados do rio para sua sobrevivência estão escassos. Isso pode ser percebido principalmente no baixo curso do rio com o fenômeno da seca nos últimos anos.

Entretanto,

"Em 2013 verificou-se uma persistência da seca quando em 77% das estações os totais pluviométricos registrados foram classificados como eventos secos, no entanto, quando comparada ao histórico, a chuva total anual não se mostrou tão excepcional quanto à verificada em 2012, pois houve chuva ligeiramente acima da média no trimestre abril a junho, o que reduziu um pouco a severidade dos primeiros 3 meses desse ano. A exceção foi o norte da Bahia e a região central do estado de Pernambuco onde a severidade da seca de 2012 persistiu, verificando-se eventos de seca com tempos de retorno maiores que 100 anos" (ANA, 2015, p.27).

Para a ANA a iniciativa de reduzir a vazão mínima serve como regra nos meses de novembro, pois quando finaliza o dia do rio. Apesar do uso múltiplo das águas está estabelecida na Lei 9.433/97, na prática não tem ocorrido uma efetiva fiscalização quanto aos usos e suas finalidades.

O marco instituído estabeleceu a suspensão da captação d'água no rio São Francisco, com exceção das indústrias e mineradoras que utilizam acima de 13 horas por dia. O objetivo é preservar os estoques nos reservatórios. A medida é mais um esforço para evitar recorrer ao volume morto de Sobradinho, Paulo Afonso e Xingó, até o mês de novembro quando está previsto o fim do período seco.

Os impactos causados pela produção de energia mediante a operacionalização das vazões abaixo das consideradas mínimas, a jusante das barragens no trecho do São Francisco compreendido entre as hidrelétricas de Sobradinho, Paulo Afonso e Xingó, na realidade já vem sofrendo desde 2013, com as sucessivas reduções da vazão, grande dificuldade para a manutenção das atividades, especialmente, agrícolas, pesqueiras e em alguns casos de navegação, o que levou o Comitê de bacia Hidrográfica do rio São Francisco (CBHSF) desde sua implantação a registrar duas ocorrências quanto aos conflitos.

O Projeto de Integração do rio São Francisco (PISF) oficializou um documento em 2014, por meio da ONG Canoa de Tolda de Brejo Grande – SE, entidade essa que atua há mais de vinte anos na região no âmbito da educação ambiental e preservação do patrimônio naval juntamente com Estrela Guia, empresa que transporta pessoas e veículos atravessando o rio. Apesar de a ocorrência ter sido em 2014, a primeira audiência só ocorreu um ano depois, ou

seja, em 2015, com agravante de ser realizada sem a presença das partes interessadas que apontam conflitos na região.

A observação da quantidade de conflitos oficializados, apesar do diagnóstico MMA apontar uma série de tipologias de conflitos ao longo da calha do rio, reflete o distanciamento e a demora da gestão e revela a inoperância de atuação do CBHSF no intuito de referenciar e resolver as tensões e conflitos dos usos múltiplos das águas nessa bacia.

Os conflitos e as irregularidades das vazões têm prejudicado diretamente as atividades econômicas no Baixo São Francisco e conseqüentemente a dinâmica do rio. Dentre os impactos ambientais no Baixo Rio São Francisco, até a década de 1920, não considerava impactos as mudanças na capacidade de transportes sólidos nos reservatórios, e as severas conseqüências, tanto ecológicas como econômicas, provenientes do assoreamento dos mesmos. As alterações constantes, nos últimos vinte anos no reservatório, segundo este modelo de reservatório tem incorporado um volume morto para o armazenamento dos sedimentos.

Essa área, situada abaixo da comporta mais inferior, inútil para o abastecimento, propicia o armazenamento da carga de sedimentos trazida para a barragem. Esse volume morto é fixado em função da quantidade de sedimentos, que se espera venha acumular-se no reservatório, segundo o regime de transporte sólido do rio, durante o período de vida útil do reservatório.

Com essa preocupação GRAF (1983) indicou uma conseqüência mais geral da disposição dos sedimentos para todos os reservatórios. Segundo o autor, a distribuição dos sedimentos acumulados, no reservatório, se processa de forma heterogênea e a deposição do material é comandada pelas dimensões do reservatório.

As partículas menores que chegam ao reservatório, em especial, as argilas, permanecem em suspensão, depositando-se mais a jusante do reservatório, constituindo o fundo do mesmo.

Assim, as argilas do grupo montmorilonita podem reagir com a presença de sais dissolvidos, na água do reservatório, produzindo uma rápida floculação. Ao contrário, as caolinitas podem permanecer por longos períodos e em qualquer parte do reservatório (BONDURANT e LEVESEY, 1973). Correntes de fundo levam esse material até a área do volume morto, que devido à seca prolongadas recorrentes também tem contribuído para um outro grave problema: a salinização.

Sendo assim, esse fenômeno atinge principalmente a foz do Rio São Francisco, espalhando-se para o município de Brejo Grande, realidade apontada pela CHESF. Devido à redução da vazão das barragens, especialmente da hidrelétrica de Sobradinho, faz com que o rio perca força e a água do mar passa a “invadir” o seu leito.

Outro fator é a alteração na sedimentação, onde as partículas mais finas, em suspensão, podem transpor a barragem, levadas pelas águas, enquanto que, na parte central do reservatório, a água é relativamente limpa de sedimentos. Nesse caso, a constante mudança nos processos de transportes dos sedimentos fluviais com a deposição dos mesmos, no reservatório, pode ocasionar, muitas vezes, a sedimentação e a concomitante perda dos espaços de armazenamento, assim uma série de fatores pode intervir, acelerando o processo de assoreamento.

O tamanho da bacia de drenagem, por exemplo, é um importante fator de liberação de sedimentos para o reservatório. Neste caso, a provisão de sedimentos para o reservatório decresce, com o aumento da área da bacia de drenagem, em especial, naquelas cujos valores de área são iguais ou inferiores a 50Km<sup>2</sup> (CUNHA, 1995).

Neste sentido, o assoreamento é inevitável, e passou a ser um dos principais motivos de preocupações, pois, nesse contexto, constatou-se, que o impacto do lago de Xingó sobre o sistema de drenagem superficial da região é originado pelo nível de base do escoamento das águas, ou seja, o próprio lago.

Neste caso, os rios que desaguam no rio São Francisco a uma altitude variável decrescente do sul para o norte, terão uma nova foz no lago a uma altitude em média de 220 metros sobre o nível do mar. Com essa média de altitude, a velocidade da corrente tende a declinar, na direção da barragem, e todo o campo de velocidade deste ambiente é enfraquecido. O antigo leito submerso é preservado, no fundo do reservatório, pela corrente inferior, sob a forma de um sulco.

No restante do reservatório, cria-se uma série de sistemas de turbilhões que espalham os sedimentos e recobrem antigas formas de relevo. Apenas quando grandes volumes de água chegam ao reservatório, transbordando sobre a barragem, é possível observar uma direção uniforme da corrente. Durante as chuvas, esse sistema de correntes torna-se mais complicado pela direção do vento e pelos movimentos circulares (Figura 41).

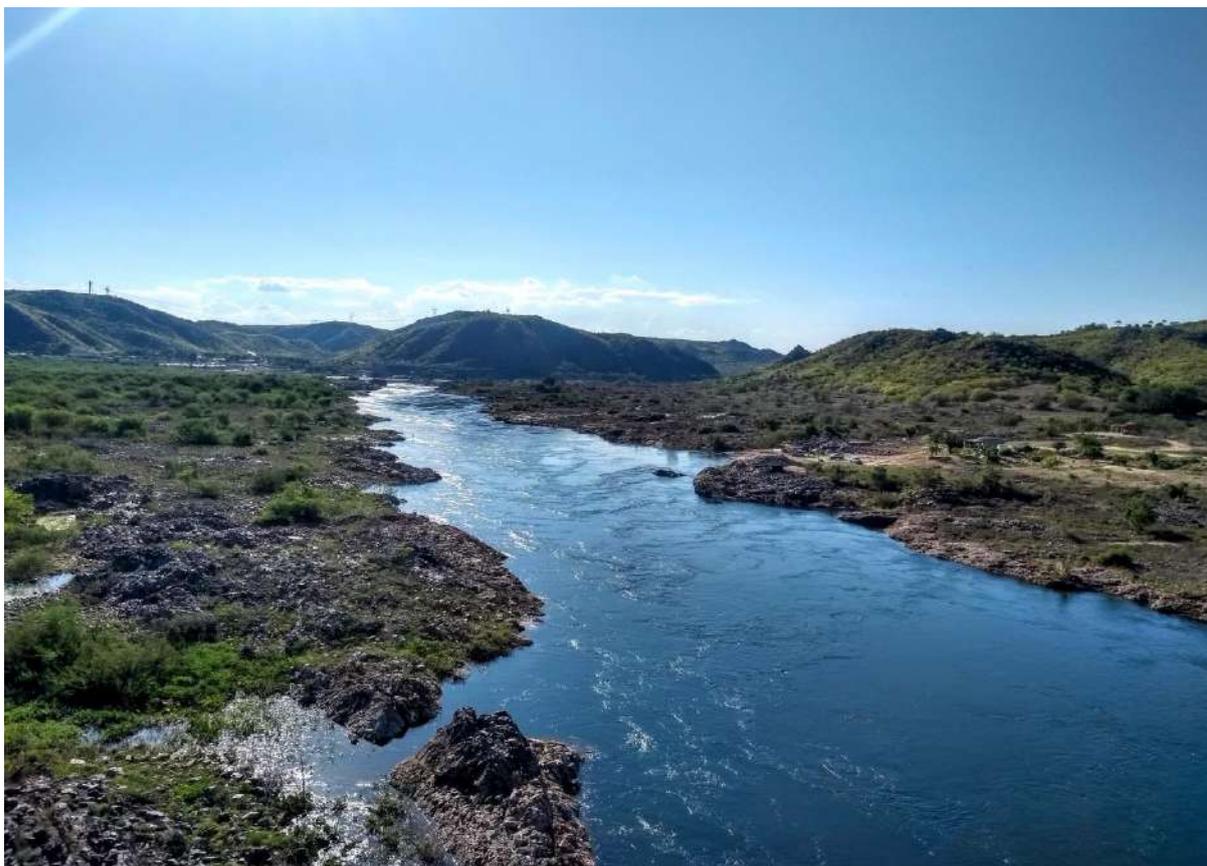
Neste caso, a jusante será a área mais afetada, nesse processo, pois, nesse trecho a dinâmica fluvial é alterada pela retenção de sedimentos na barragem e pelo controle das enchentes, o que leva a uma preocupação com relação aos processos erosivos.

Em seguimentos onde as rochas duras resistem à atuação do processo, verificam-se aumentos locais no gradiente e, como resultado, a velocidade da corrente é acentuada. Neste processo de entalhe, alguns braços do rio são abandonados e o maior volume de água fica concentrado, em um único canal (CUNHA, 1995). Assim, a erosão do leito do rio, com taxas

superiores a 15 cm/ano tem sido avaliada e mostrou que tem ocorrido a remoção de grandes volumes de sedimentos.

Após o perfil longitudinal do rio principal e de seus afluentes adaptarem-se ao novo regime hidrológico, a descarga de sedimentos torna-se reduzida, ao extremo, nas desembocaduras. Esse rompimento no balanço de sedimentos pode ter impactos na dinâmica do litoral, refletido no São Francisco.

**Figura 41:** Direção da correnteza uniforme a jusante da barragem de Xingó, município de Canindé de São Francisco - SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2018.

As margens do rio, a jusante da barragem, podem ser erodidas, quando o fundo do leito do rio é constituído por rochas resistentes, ou quando o rio recebe limitada quantidade de sedimentos dos tributários. A excessiva erosão lateral encontrada no São Francisco, está relacionada à liberação das águas límpidas, a manutenção do nível de descargas não naturais, as flutuações súbitas das descargas. Nesse caso, a erosão das margens do rio pode ser acentuada pela ação das ondas, quando da liberação e o aumento do fluxo de água por longos períodos. Repetidas flutuações podem, também, acelerar a erosão nas margens.

Por fim, o reduzido estoque de sedimentos e a manutenção artificial do nível das águas alteraram o processo de migração do rio e a formação da planície. Como consequência os canais se alargam resultando em uma instabilidade local do leito ocasionando como principais aspectos de suscetibilidade ao risco geológico: movimentos de massa de vertentes em quase todo o trecho do rio, principalmente entre os municípios de Canindé de São Francisco e Propriá, processos erosivos, instabilidade de terrenos de fundação em toda a extensão do rio, enchentes e alagamentos pela alteração na vazão e avanço das dunas na plataforma Fluvio-Marinha, município de Brejo Grande.

### **2.3 - Formas de relevo e os processos geomorfológicos**

No Brasil, grande parte da energia elétrica é produzida nas chamadas Unidades Hidrelétricas – UHE's compostas, basicamente, por barragem e lago gerado pelo represamento de um rio. É justamente por este motivo que a geomorfologia tem tido relevante papel nos trabalhos de engenharia, pois possibilita melhor compreensão e acompanhamento dos processos erosivos e sedimentológicos da superfície do relevo. Nos estudos prévios sobre as barragens, por exemplo, orienta a criação de condições geotécnicas específicas, enquanto que nos estudos posteriores se destina a controlar os processos erosivos das margens e das encostas, e a avaliar as contribuições ao reservatório.

Nos rios represados, os impactos geomorfológicos que ocorrem à jusante dos barramentos decorrem do controle das vazões e das mudanças na carga de sedimentos. “Essas alterações refletem-se diretamente no equilíbrio dinâmico do canal com reflexos nos processos de erosão, transporte e deposição atuantes na calha fluvial” (CUNHA, 1995, p. 353).

Isso não tem sido uma tarefa fácil, pois ainda estão em andamento as pesquisas para entender o complexo reajustante da morfologia do canal, que se verifica a seguir ao barramento, e estimar o tempo necessário para que as respostas morfológicas cheguem a um equilíbrio. Para Cunha (1995, p. 353) “os modelos que tratam dos efeitos das barragens na dinâmica fluvial são ainda específicos dos locais estudados; não é possível, ainda, a criação de generalizações”.

O principal processo geomorfológico na área de influência direta é o escoamento superficial difuso, constituída em toda sua extensão, pela unidade Geomorfológica Pediplano do Baixo São Francisco. A Geomorfologia Fluvial, como sugerem Guerra e Cunha (2001), representa um papel importante na ciência geomorfológica, por compreender melhor o funcionamento da dinâmica de um rio, e pelo seu caráter condicionante da própria vida humana, a qual depende em larga escala dos rios desde a antiguidade.

Neste sentido, engloba tanto estudo das bacias hidrográficas, a exemplo da do rio São Francisco, como dos cursos de água, sendo que em relação a este último, dedica-se aos estudos dos processos fluviais e das formas resultantes do escoamento das águas.

A região do São Francisco se destaca não somente pelo seu potencial hídrico e perene, como também pela presença de um canyon, que teve a superfície entalhada pelo rio São Francisco, que se inicia na cidade de Paulo Afonso (BA) e se estende por cerca de 100km em forma de cachoeira por leitos de rochas cristalinas até as proximidades da cidade de Pão de Açúcar (AL), onde é interrompido pela barragem da usina hidroelétrica de Xingó, onde começa um percurso até a foz, percorrendo cerca de 165Km, e o rio começa a se apresentar com menos declividade.

Cabe lembrar que os vales fluviais, como afirma Christofolletti (1981) se modificam como consequência dos efeitos dos processos de erosão, transporte e sedimentação, tendo em vista a maior atividade do processo erosivo nas cabeceiras, espera-se que ocorra uma gradativa redução do declive, tornando-o mais suave nas porções mais baixas dos cursos d'água que nas regiões mais altas.

Concomitantemente a calha do rio sofre um processo de alargamento, devido ao aumento de sedimentação nas porções mais baixas (ROCHA, 2009). São três as fases de evolução de um curso d'água (Quadro 06).

Observando o perfil longitudinal do baixo curso do São Francisco percebe-se que é dividido em dois trechos com declividades distintas, conforme destaca Fontes (2002). O primeiro está entre Paulo Afonso (BA) e Piranhas (AL), possui aproximadamente 65 km de extensão, onde ocorre uma declividade média de 1,8 m, já o segundo, de Canindé de São Francisco até a foz, possui cerca de 200 Km com declividade.

A calha do rio está contida na unidade geomorfológica Planície do Rio São Francisco, que corresponde ao fundo do vale do rio. Trata-se de uma superfície de acumulação gerada por processos fluviais (CODEVASF, 2000).

Por se tratar de uma porção meandrante, característica predominante nos baixos cursos, os rios descrevem curvas sinuosas, largas, harmoniosas e semelhantes entre si, ocorre um processo contínuo de escavação na margem côncava, onde a velocidade do fluxo é maior, e de deposição na margem convexa, local de menor velocidade do fluxo (CHRISTOFOLETTI, 1981).

**Quadro 06:** Fases de evolução de um curso d'água.

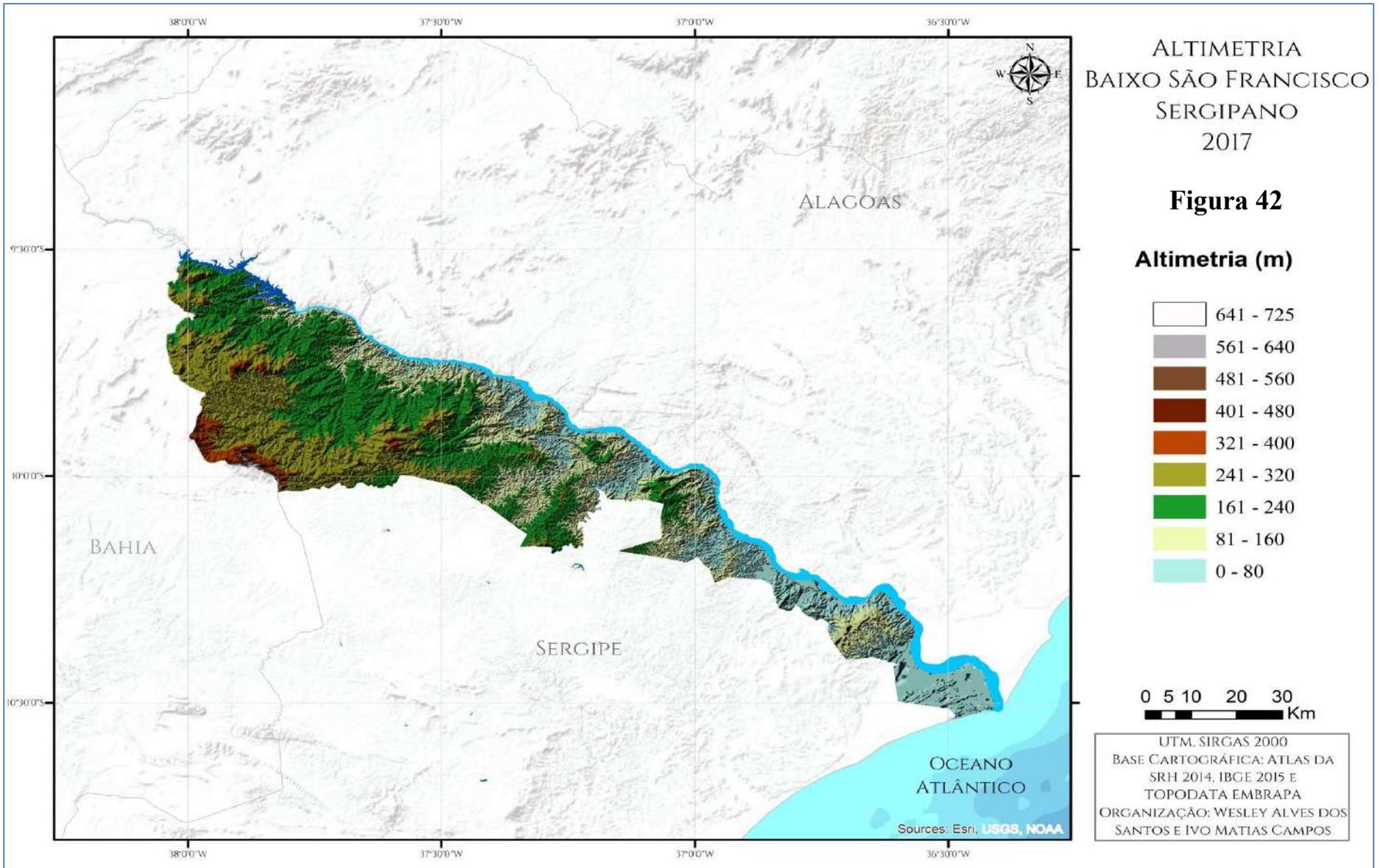
<b>PROCESSO EVOLUTIVO</b>	
Fase juvenil	Caracterizada pelos rios de perfil longitudinal irregular e declive acentuado, predominando as ações de erosão;
Fase madura	Caracterizada pelos rios de perfil longitudinal com declive menos acentuado e vales abertos e profundos, com grande capacidade de transporte de sedimentos;
Fase senil	Caracterizada por um perfil longitudinal com fraco declive e conseqüentemente, fraca capacidade de transporte, predominando o trabalho de sedimentação. Essa fase apresenta vales de grande largura e vertentes muito desgastadas e cobertas por depósitos aluviais frequentemente espessos.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2017.

Adaptado de Rocha (2009); Suguio e Bigarella (1990).

Na geomorfologia do Baixo São Francisco, destacam-se a planície costeira com altitude inferior a 100m e os tabuleiros costeiros da Formação Barreiras com altitudes entre 100 e 200m, e o Pediplano Sertanejo que predomina na área, ocupando toda Bacia de drenagem do reservatório. Trata-se de uma vasta superfície aplanada por processos de pediplanação, situada entre 200 e 250 metros de altitude e suavemente rampeada em direção à calha do rio São Francisco (ENGE-RIO 1993) Figura 42. Com o barramento das águas, algumas várzeas inundáveis foram transformadas em perímetros irrigados pela Codevasf (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba) que hoje desenvolvem a rizicultura, a piscicultura e principalmente a fruticultura.

É importante lembrar que, em um rio como o São Francisco, os fatores que mais afetam diretamente o grau de estabilidade das margens, a taxa de avanço e a duração da erosão marginal são as características hidrodinâmicas do fluxo nas proximidades das margens, a geometria do canal, as ondas provocadas pelo vento e os fatores climáticos e biológicos (SIMONS et al, 1982; THORNE e TOVEY, 1981; PIMENTEL, 2004).



Nesse contexto, boa parte dos impactos geomorfológicos foi provocada pelo volume de água armazenado na lagoa que fora formada pela barragem, ampliando a superfície de água, e pelas mudanças no regime das descargas líquidas e de sedimentos.

A ocorrência desses impactos, a exemplo dos anteriores descritos, verifica-se a montante do reservatório e sua periferia, a jusante da barragem. A intensidade do processo erosivo nas margens do rio São Francisco, então, está vinculada às magnitudes dos ventos climáticos, principalmente à intensidade do vento e dos ventos hidrológicos, bem como a variação da vazão, a variação da cota e a velocidade do fluxo.

Antes da regularização das águas do rio São Francisco, desenvolvia-se nas margens uma agricultura baseada nas cheias em que o cultivo do arroz e a pesca artesanal propiciaram o crescimento populacional. Isso, associado às características físicas do barranco em cada ponto, faz com que as taxas erosivas sejam maiores em determinados meses do ano (ROCHA, 2009; HOLANDA et al, 2005).

Quanto aos impactos ocasionados no Baixo São Francisco, os mesmos foram analisados e hierarquizados, seguindo a sequência hierárquica: primeira ordem, segunda e terceira ordens. A primeira ordem de impactos gerou efeitos de segunda ordem e esta é responsável pelas mudanças de terceira ordem.

Na primeira ordem identificaram-se modificações nos regimes hidrológicos e sedimentológicos, pois com o controle da vazão efetuado no barramento, os regimes das águas e dos sedimentos ficam modificados no segmento do rio situado a jusante.

A vazão líquida, cujo regime é caracterizado por águas correntes, fica retida no reservatório permitindo a criação de um sistema de águas lânticas, com processo de circulação restrito. Segundo Cunha (1995, p. 355), “quando ocorre esse processo, a jusante do reservatório, a vazão passa a ser controlada e comandada pelas necessidades e pela operação da barragem”.

As modificações ocorridas à jusante podem ser transmitidas a longas distâncias da barragem, poder afetando a desembocadura, a faixa de praia próxima e a faixa costeira (PETTS, 1984). Deve ser ressaltado que o comprimento do rio afetado pelo represamento é determinado pelo número de confluências situadas a jusante da barragem e pela magnitude relativa desses tributários (CUNHA, 1995).

Quanto à carga sólida em suspensão, verifica-se que grande parte permanece retida no reservatório, o que permite que a água a jusante da barragem concentre um fluxo maior de energia e aumente o seu potencial erosivo, entalhando as rochas e direcionando a correnteza uniformemente, retilinizando o canal fluvial (Figura 43).

Esses sedimentos, ao longo do tempo, poderão gerar sérios problemas de assoreamento, comprometendo a vida útil do empreendimento. A jusante, as águas não transportam sedimentos ou apenas aqueles de teor extremamente fino.

A alteração desses regimes permite sensíveis modificações nas características dos fluxos efluentes interferindo na dinâmica dos processos de erosão, transporte e sedimentação a jusante da barragem.

Nesse processo, pode-se atribuir a cinco aspectos, que podem ser considerados mais importantes na influência sobre a hidrodinâmica fluvial a jusante dos barramentos: Diminuição da carga sólida em suspensão; Elevação das vazões mínimas; Manutenção de vazões aproximadamente constantes durante longos períodos (regularização); Alteração da sazonalidade e Controle das cheias.

**Figura 43:** Carga sólida retida no barramento rio e água sem carga sedimentológica a jusante do barramento, Canindé de São Francisco – SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2018.

Com relação à ocorrência das cheias e as enchentes, que constantemente atingiam os municípios banhados pelo São Francisco a jusante do barramento do rio São Francisco em

Xingó, com a construção da usina em 1994, não houve mais enchentes. No que diz respeito à carga sólida, a barragem de Xingó representa o elo final da cadeia de retenção de sedimentos provenientes de montante.

Os valores mais elevados podem ser atribuídos à contribuição dos afluentes a jusante de Xingó, durante os aguaceiros de verão ou eventualmente durante o inverno que corresponde ao período de estação chuvoso local (FONTES, 2002).

No restante do tempo, quando se torna reduzida a contribuição dos afluentes, as águas passam a ter mais condições daquelas liberadas pela usina de Xingó (SE): límpida, com insignificante ou nenhuma carga em suspensão e coloração esverdeada.

Essas águas vão promover a remoção das partículas do fundo móvel do canal, logo após o barramento, e, em conjunto com outros fatores, favorecer o assoreamento e a consequente erosão das margens em locais mais a jusante. Na segunda ordem, o aumento do poder de erosivo do fluxo do canal e/ou entalhe no leito do rio, ocorre em função da liberação de energia causada pela retenção da carga sólida em suspensão no reservatório.

No baixo São Francisco, o aporte de água e da carga sólida dos tributários parece ser insignificante, uma vez que são rios de pequeno porte e de caráter temporário. Praticamente 97% da descarga líquida e sólida do baixo curso provêm das áreas situadas rio acima e que se encontram controladas pela cascata de barragens existente de Sobradinho a Xingó.

A água passa a ter poder de remoção (erosão) das partículas dos sedimentos ou as rochas constituintes do fundo e das margens do canal. A contínua atuação desse processo acaba por resultar no entalhe e consequente aprofundamento do leito, estabelecendo um novo gradiente do canal (CUNHA, 1995).

Diante do exposto, e associado às observações de campo e ao perfil longitudinal do rio São Francisco, pode-se assinalar que a extensão do canal atingida pelo processo de entalhe não deve ultrapassar, muito, a localidade de Propriá, ficando definida em cerca de 100 km para a sua atuação, que se reduz na direção de jusante (Figura 44).

Na terceira ordem, percebe-se que em função das alterações nos regimes sedimentológicos, o perfil longitudinal do rio e dos tributários é gradualmente remodelado (CUNHA, 1995). Os ajustes que se registram no perfil longitudinal, após a construção da barragem e o consequente controle das cargas líquidas e sólidas do canal, ligam-se a fatores como: processos de erosão e deposição no leito, processo de erosão nas margens, assim como o reajuste na morfologia do canal, pela migração dos setores de erosão e sedimentação.

Entretanto, Cunha (1995), destaca que após o perfil longitudinal do rio principal e de seus afluentes adaptar-se ao novo regime hidrológico, a carga sólida torna-se reduzida ao

extremo, nas desembocaduras. Esse rompimento no balanço de sedimentos pode ter impactos na dinâmica do litoral.

No baixo São Francisco, as mudanças no perfil longitudinal e conseqüentemente no gradiente do rio seguiram a dinâmica apresentada na literatura, sendo possível definir, até o momento, cinco distintos compartimentos de atuação dos ajustes nos processos de erosão, transporte e deposição. Esses compartimentos (Quadro 04) seguem, em linhas gerais, as grandes unidades ou domínios tectônicos estratigráficos apresentados por Santos (1997), e cada um deles pode reunir mais de um tipo de processo (erosão, transporte e deposição).

Todavia, um deles é dominante originando feições morfológicas diferenciadas ao longo do perfil longitudinal e, também, em virtude da migração dos setores de erosão e sedimentação, na direção de jusante.

**Figura 44:** Entalhamento da água na rocha a jusante da barragem de Xingó, e alargamento limite entre os municípios de Propriá – SE (lado direito) e Porto Real do Colégio – AL (lado esquerdo) do Rio São Francisco.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2018.

Como consequência da construção da cascata de barragens, em especial da barragem mais a jusante (Xingó), construída em 1994, a erosão das margens do baixo curso do rio São Francisco tem sido intensificada. O problema tem gerado uma crescente diminuição das áreas de produção, nos perímetros irrigados implantados, acarretando prejuízos para a economia dos dois Estados (Alagoas e Sergipe).

Embora as atenções tenham se voltado para os trechos das margens ocorre de forma acelerada, muitos outros focos de erosões marginais ativas, têm sido identificados ao longo do

rio nos últimos anos. Os processos erosivos causam impactos diretos sobre os recursos hídricos e promovem modificações, principalmente, na hidráulica e na dinâmica de sedimentação fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1981; CUNHA, 1995; GUERRA E CUNHA, 2003).

Portanto, Holanda et al (2005) destaca que as alterações, morfológicas, nas margens e no canal são responsáveis pelo assoreamento dos rios, e provocam uma série de impactos, tais como: redução da produção primária dos agroecossistemas, por conta da perda de área agricultável; diminuição dos recursos pesqueiros devido à redução das condições ambientais favoráveis a reprodução da ictiofauna; aumento da frequência de inundações e a ampliação das áreas atingidas, devido ao alargamento do canal fluvial e ocupação indevida da planície de inundação; comprometimento da qualidade e do volume das águas, em função do aumento da turbidez.

No baixo São Francisco, Fontes (2002) identificou 72 focos de erosão marginal ativos, entre Pão de Açúcar (localidade próximo a Xingó - SE) e a foz. No trecho Propriá-Foz concentra-se a maior parte deles, com um total de 57 focos de erosão marginal, correspondendo a um total de 29,9km sob erosão na margem direita, Baixo São Francisco Sergipano.

Assim, os resultados dos estudos investigativos de Fontes (2002) e a situação atual do baixo São Francisco, evidenciam os efeitos da construção da cascata de barragens, especialmente da barragem de Xingó, construída em 1994. Embora a erosão marginal seja um fenômeno natural de ajuste dos canais fluviais, ela é acelerada por atividades antrópicas que resultam em alterações fluviais diretas e indiretas estão relacionadas com a construção de barragens para a geração de energia elétrica ou para controlar vazões, enquanto que as alterações indiretas estão relacionadas às atividades ligadas ao uso e ocupação indevido do solo, como remoção da vegetação, emprego inadequado de práticas agrícolas e urbanização (GRAF, 2006; MANIARY e CARVALHO JÚNIOR, 2007; COELHO, 2008). Quadro 07.

**Quadro 07:** Compartimentos de atuação dos ajustes nos processos de erosão, transporte e deposição.

<b>I Compartimento</b>	Estende-se da barragem de cidade de Belo Monte (AL), onde predominam rochas básicas no canal, como granito, entre outras. Dessa forma, o substrato rochoso oferece certa resistência à atuação do processo de entalhe, sendo a incisão realizada no fundo móvel e nos pontos dominados pela rocha intemperizada;
<b>II Compartimento</b>	Localiza-se entre Belo Monte (AL) e Propriá (SE), onde o leito percorre rochas plutônicas e metassedimentares pré-cambrianas. As principais características desses compartimentos ligam-se a um canal confinado, com erosão em pequenos trechos nas margens constituídas de sedimentos fluviais. Registram-se erosões nas poucas ilhas existentes nesse trecho do canal e um assoreamento médio próximo ao terceiro compartimento situado à jusante. É possível que em parte desse compartimento possa estar ocorrendo entalhamento do leito, migração de formas de leito (barras de canal), associado à erosão das margens. No baixo curso do rio São Francisco, foi constata-se a existência de numerosos focos erosivos nas margens do canal quando constituídas por sedimentos aluviais e nas margens de ilhas de barras emersas.
<b>III Compartimento</b>	Corresponde aos segmentos que se estende de Propriá (SE) às proximidades de Penedo (AL); engloba o fundo do canal e as margens constituídas por rochas da bacia sedimentar e sedimentos fluviais. O padrão geométrico do canal é entrelaçado, padrão compatível com as condições hidrossedimentológica vigentes, caracterizado por inúmeras barras arenosas emersas e submerso, geralmente posicionado nas laterais do canal ou associadas às ilhas de constituição arenosa que provocam a subdivisão do canal. Nesse compartimento, seguindo o modelo teórico, registra-se o acúmulo dos sedimentos anteriores. O processo de erosão é acentuado quanto à intensidade de atuação e à distribuição espacial, com ocorrência generalizada. A produção de sedimentos origina-se do material retirado pela erosão das margens da calha principal do rio, das margens de ilhas e barras emersas, da erosão do próprio leito do rio e, em pequena escala, da erosão dos solos das sub-bacia e afluentes.

<b>IV Compartimento</b>	Percorre o trecho de Penedo (AL) à foz do rio São Francisco. Nessa área verifica-se a continuidade do forte assoreamento, em especial, nos canais secundários e entre as ilhas, bem como nas inúmeras barras arenosas submersas, muito rasas e facilmente identificadas nas imagens de satélite mais recentes. Essa dinâmica do canal, constatada pelas pessoas, principalmente pelos barqueiros, pescadores e ribeirinhos, tem dificultado as condições de navegabilidade nesse setor do rio. Por outro lado, a erosão marginal tem sido mais localizada e menos acentuada. O canal assume um padrão em que predominam as ilhas fixas e vegetadas, ocupando a posição central da calha e dividindo o rio em dois canais principais, um na margem esquerda (alagoana) e outra na margem sergipana (margem direita), sendo este o mais proeminente. Predominam os sedimentos argilosos como constituintes principais das ilhas, ao contrário do compartimento anterior. Ao longo do baixo São Francisco e acompanhando a descrição geral da literatura (SIMONS, 1982), o talvegue (faixa de maior profundidade) tem migrado lateralmente dentro da calha, em especial, com o comportamento mais acentuado após a construção da barragem de Xingó (1994), em função das alterações das descargas, de carga de sedimento ou como uma consequência de erosões e deposições ocorridas em momentos imediatamente anteriores.
<b>V Compartimento</b>	Envolve a zona costeira junto à foz do rio São Francisco, onde ocorreu um desequilíbrio nos processos costeiros registrando-se forte erosão. O recuo da linha de costa e a consequente destruição do povoado do Cabeço (SE), no município de Brejo Grande, foram às respostas locais.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2018.

No caso específico do rio São Francisco, o que se observa é que ao longo do curso do às históricas intervenções realizadas, principalmente com a construção e operação das barragens para a geração afetou o rio e causaram sérios impactos, na medida em que a energia das águas, o que acarretou maior deposição da carga sólida.

Na foz, região mais afetada do Baixo São Francisco Sergipano, a principal causa destes impactos foi à regularização da vazão, e as alterações constantes que proporcionou a retenção dos sedimentos pela barragem, degradação da vegetação ciliar e expressivo processo erosivo das margens, o que afetou diretamente a produção agrícola e a sustentabilidade econômica dos perímetros irrigados e outros agroecossistemas instalados nas margens do rio, provocando perdas significantes, além de diversos focos de erosão marginal.

Ressalta-se que a erosão nas margens dos rios acaba afetando na dinâmica e conseqüentemente nos processos hidrodinâmicos, alterando a geometria do canal que associados à ação dos ventos acelera a erosão marginal, afetando o grau de estabilidade das margens, onde os barrancos por sua vez, são constituídos em maior parte por Neossolos, que apresentam camadas, sem orientação pedogenética (ROCHA, 2009), com sedimentos resultando da deposição sucessiva promovida pelos fluxos de alta intensidade durante os períodos de cheias que naturalmente ocupam a Planície de Fluvial (EMBRAPA, 2005; IBGE, 2006; ROCHA, 2009).

Neste sentido, destacam-se a sedimentação e erosão, ocorridos ao longo das alterações sucessivas, resultando nos processos de sedimentação e erosão na calha do rio São Francisco, no baixo curso, devido a intervenção do homem sobre o meio natural, o teria como geradoras obras ou ações, realizadas a jusante, tais como barragens, desmatamento entre outros, não podendo, portanto ser diretamente atribuídos diretamente aos projetos do baixo São Francisco.

Ao analisar a construção dos diques percebe-se que houve alteração nas condições de escoamento do rio, notadamente durante o período de cheias, que em observações feitas durante a pesquisa constatou-se que se imaginava, que as ações das obras realizadas a montante fomentou um complexo fenômeno da alteração das margens e do leito do rio no seu baixo curso afetando toda a foz sergipana, atingindo, o município de Brejo Grande, localizado na margem direita da foz do baixo São Francisco, conforme visto na figura 45.

Outra indicação das alterações ocasionada pela construção de Xingó é o bloqueio, por um lado, do transporte de sólidos e por outro as alterações no ciclo hidrológico, pela regularização das vazões liberadas para a produção de energia. Entretanto, acreditamos na hipótese que seria a relação do transporte de sólidos, que ocorrem sob formas de grandes dunas

de areia, que seriam em grandes partes provenientes da bacia vertente e não dos materiais de leito, nesta parte da calha.

Durante as cheias, pode-se afirmar que parte do sedimento gerado a montante das barragens é carreada para o leito do próprio reservatório. Dessa forma, não se pode identificar a ação das barragens como causa exclusiva das alterações nas margens do rio. Seus efeitos, se existentes, não são consideráveis.

De uma perspectiva espacial temporal mais ampla, percebe-se que no baixo São Francisco ocorre um processo de sedimentação importante na região próxima à embocadura do rio. Esse processo é, todavia, evolutivo, ou seja, muito antigo, portanto, não podem ser atribuídas somente as interferências da ação antrópica.

**Figura 45:** Foz do Rio São Francisco/Estuário entre os municípios de Brejo Grande (Sergipe) e Piaçabuçu (Alagoas), ambos afetados pelas alterações na vazão após a construção da barragem de Xingó.



Fonte: Google Earth, 2018. Acesso em 23/03/2019.

Percebe-se que esse fenômeno é natural e construído ao longo de anos, através do qual o rio procura encontrar um perfil estável de equilíbrio, entretanto a alteração no sistema de vazão e dinâmica fluvial provocou modificações na posição da linha de costa decorrem em

grande parte da falta de sedimentos, provocando esgotamento da fonte, principalmente na plataforma continental, levando os sedimentos a formarem áreas de progradação no litoral tanto Sergipano quanto ao Alagoano, sendo a deposição maior no segundo estado, enquanto no primeiro a ação do mar sobre o estuário é maior.

Se compararmos as dos estudos realizados por Formoso (2008) com as atuais, verifica-se que na foz, nas imediações do município de Brejo Grande a ação constante dos processos erosivos, pois o rio forma um delta, conjunto de sedimentos formado de material trazido por uma corrente fluvial ao lugar onde ele entra numa permanente d'água. As ondas e as correntes desta última ajudam na deposição.

Portanto, os efeitos da ação do delta do São Francisco tem provocado erosão acelerada, que está ocorrendo na porção sul do rio, que provavelmente está relacionado diretamente com a retenção de sedimentos fluviais, e refletindo no lado Sergipano em Povoado Cabeço, município de Brejo Grande a pouco mais de trinta anos, quando o mar começou a atingir o farol, afetando a comunidade do povoado, sendo em sua maioria, pescadores e conseqüentemente a população adjacente.

Portanto, conclui-se que, apesar da ação natural, a construção da barragem de Xingó para a geração de energia provocou a retenção ocasionando erosões significativas no canal do rio que antes fazia a recomposição dos sedimentos que eram levados para o mar, agora não mais o faz.

### **2.3.1 - As Unidades Morfofisiográficas**

A compartimentação da área do Baixo São Francisco Sergipano em unidades morfofisiográficas, tendo em vista as categorias Geossistêmicas, além de facilitar o conhecimento dos processos interativos sociedade-natureza, representa uma importante ferramenta para a gestão ambiental (SANTOS, 2010).

Neste sentido, utilizou-se como critério a Geomorfologia, já que a mesma é facilmente discernível na paisagem e melhor expressa o complexo jogo de relações existentes entre os componentes do sistema físico ambiental. Assim, optou-se pela metodologia proposta por Bertand (1968), relacionando-a a visão sistêmica, considerando o enfoque teórico inicialmente proposto para a pesquisa.

Dessa forma, os geossistemas foram identificados, hierarquizados, delimitados, para melhor compreender suas potencialidades, tendo em vista, saber da capacidade de suporte ao uso e ocupação da terra.

Assim, considerando a diversidade interna dos geossistemas, foram aqui delimitadas as unidades elementares contidas no Baixo São Francisco Sergipano em um mesmo sistema de relações, destacando-se as geofáceis. Sendo assim, com a divisão da área de estudo em unidades da paisagem, buscou-se um levantamento integrado dos elementos naturais, possibilitando a compreensão de como os elementos interagem nas diferentes paisagens.

Neste cenário a Geomorfologia assume um papel importante, na medida em que procura compreender a evolução-temporal dos processos modeladores do relevo, antes e depois da intervenção humana, em determinado ambiente (CUNHA e GUERRA, 2004, p. 348).

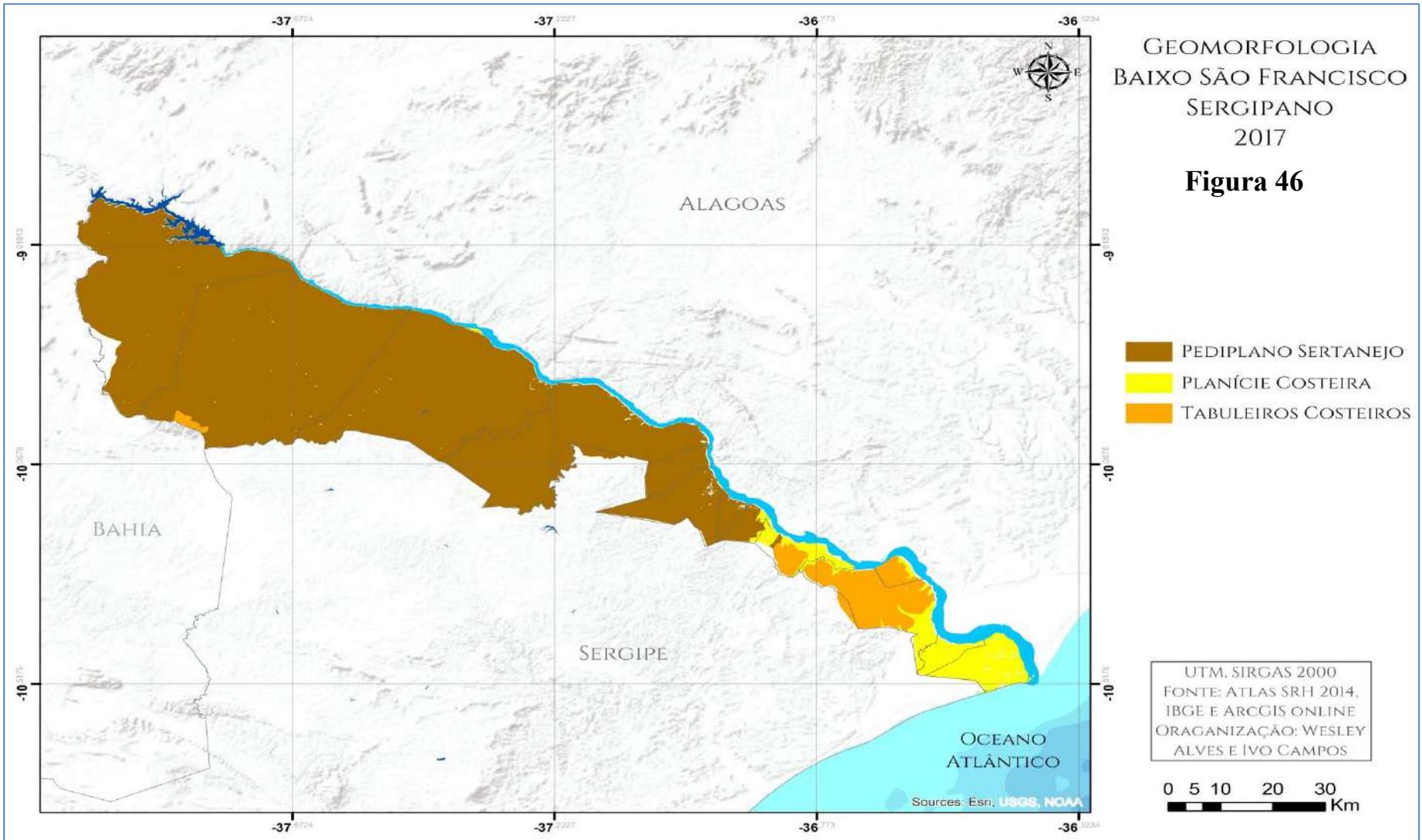
Daí, a importância do relevo e dos processos morfogenéticos, na definição regional dos componentes relacionados ao solo, bem como na definição dos padrões tecnológicos do manejo do solo, buscando a proteção e a conservação dos recursos pedológicos contra os processos erosivos (ARAÚJO; SANTOS, 2012).

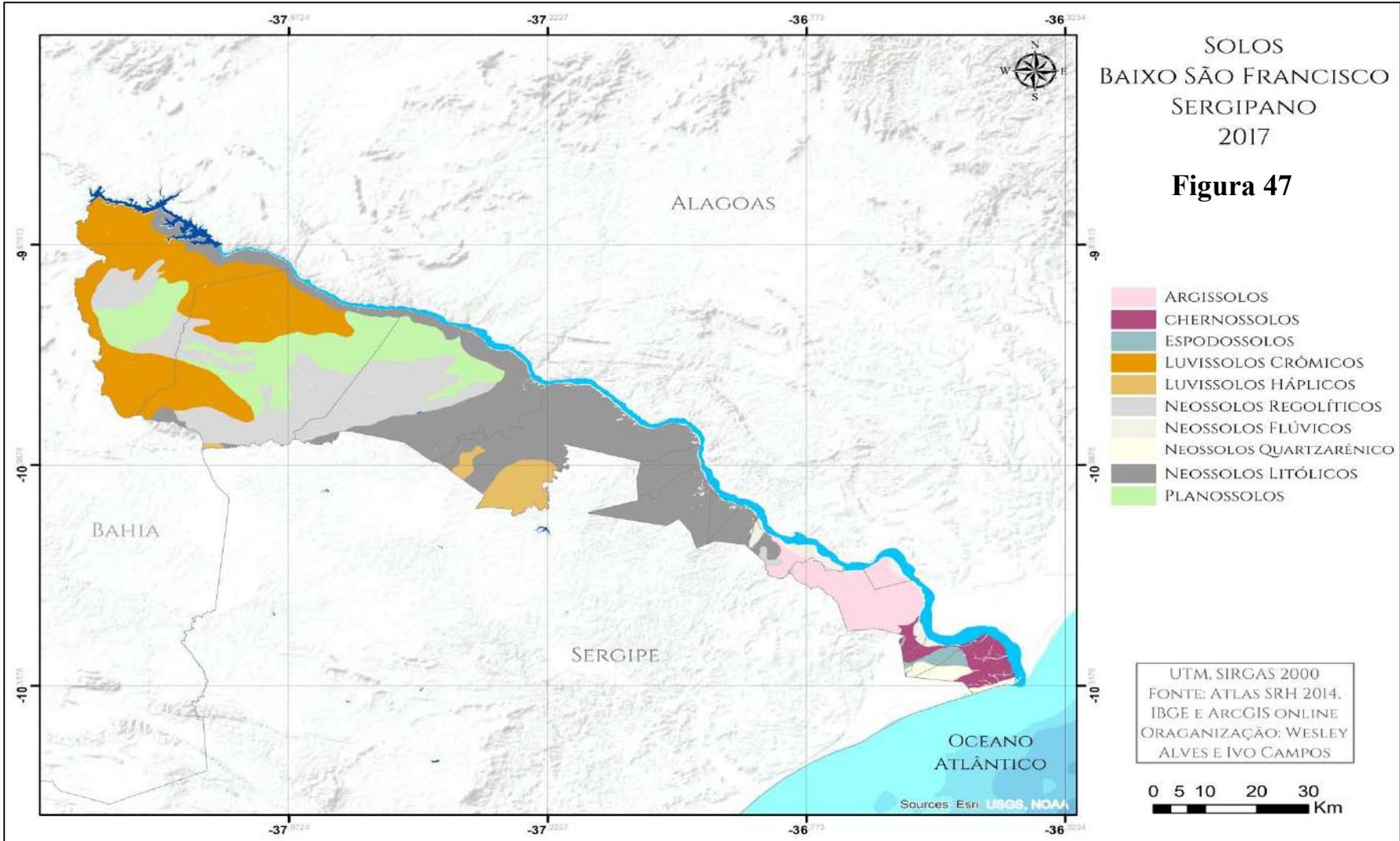
A capacidade de utilização das terras está condicionada ao conhecimento das condições pedogenéticas, e a distribuição espacial dos solos está intimamente associada às condições geomorfológicas.

No Baixo São Francisco Sergipano encontra-se os seguintes Geossistemas: Planície Costeira subcategorizada em Geofáceis Planície Fluvial e Planície Fluvio-Marinha; Tabuleiros Costeiros, dissecados em Colinas e topos Convexos e Pediplano Sertanejo, divididos em Serras Residuais (Figura 46).

Dentre as classes de solos encontradas na região, destacam-se nessas unidades Geossistêmicas: Argissolos e Alissolos, Latossolos, Hidromórficos, Litossolos, areias quartzosas e Espodossolos, dos quais apenas os três primeiros são agricultáveis, porém existe uma variedade relacionada às condições topográficas e de drenagem (CHESF, 2014).

Das 10 classes de solos do baixo São Francisco Sergipano, os Neossolos Litólicos representam 30,7%, no entanto, somados os percentuais das quatro classes de Neossolos (Flúvico, Litólico, Quatrzarênico e Regolíticos) obtêm-se 48,86% de ocupação, seguido do Argissolo com 27,13% (Figura 47). Com menor porcentagem ficaram os solos indiscriminados de mangue ocupando somente 0,6% do total da área, na região estuarina nas proximidades da foz do rio, todos com alto grau de erodibilidade.





Os Argissolos e os Neossolos são os mais vulneráveis a erosão, isso por que estão associados, muito provavelmente com a declividade e o arraste de partículas do solo pela ação intempérica.

Os Neossolos, tanto Litólicos quanto os Quartazarênicos e Regolíticos, que ocupam maior parte da área do Baixo São Francisco Sergipano, são constituídos por materiais minerais ou orgânico com pouca espessura, chegando no máximo a 20 cm de profundidade, são solos em via de formação, portanto com baixo grau de intemperismo, o que também é justificado pelo fato do relevo ser considerado basicamente plano. No Baixo São Francisco Sergipano, predominam formas de uso que protegem pouco o solo, como culturas agrícolas e pastagens, que ocupam quase toda a área.

Após a construção da barragem o Baixo São Francisco Sergipano teve seu fluxo hidrossedimentológico modificado, em consequência das alterações da vazão e descargas de sedimentos, controle de enchentes, retenção de sedimentos, degradação da vegetação ciliar, erosão marginal, recuo da margem e perda de área agricultável (ARAÚJO FILHO, 2013). Esses elementos associados às condições de relevo, climáticas e falta de planejamento veem promovendo aceleração dos processos erosivos ao longo da margem do rio.

O uso do solo, no Baixo São Francisco Sergipano está representado da seguinte forma: Área degradada, área embrejada, área industrial, Caatinga (arbustiva e arbórea), Corpos d'água, cultivos agrícolas/ solos expostos, dunas, areal, florestas estacional e ombrófila, manguezal, mata ciliar, pastagem, povoados, distritos, sedes administrativas e restinga (Tabela 10 e Figura 48).

Tabela 10: Uso do solo no Baixo São Francisco Sergipano.

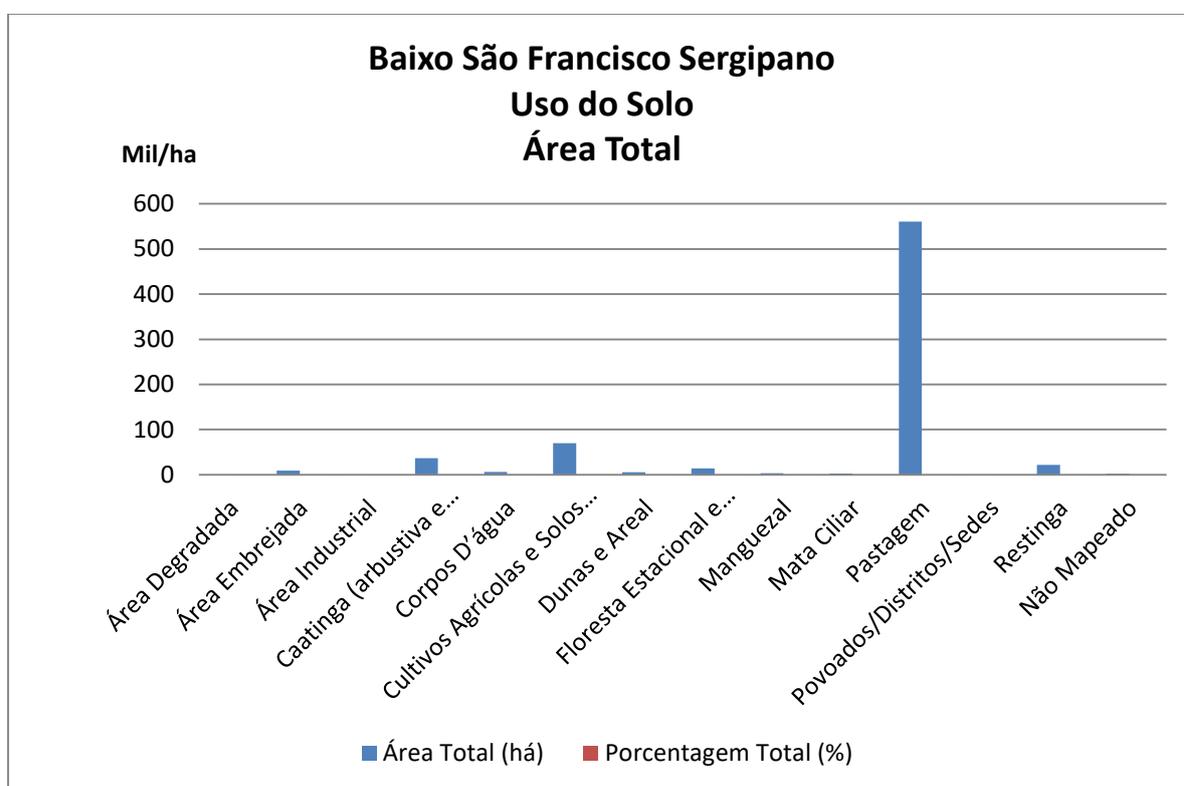
<b>USO DO SOLO</b>	<b>Área Total (há)</b>	<b>Porcentagem Total (%)</b>
Área Degradada	223,95	0,03
Área Embrejada	9.234,88	1,27
Área Industrial	184,71	0,03
Caatinga (arbustiva e arbustiva arbórea)	36.887,58	5,07
Corpos D'água	6.016,95	0,85
Cultivos Agrícolas e Solos Expostos	69.920,39	9,51
Dunas e Areal	5.585,34	0,77
Floresta Estacional e Ombrófila	14.265,69	1,96

Manguezal	3.287,9	0,45
Mata Ciliar	2.979,61	0,41
Pastagem	560.725,28	76,26
Povoados/Distritos/Sedes	874,13	0,12
Restinga	21.852,67	3,01
Não Mapeado	1.887,6	0,26
<b>Total</b>	<b>733.926,68</b>	<b>100</b>

Fonte: Fontes et. al, 2015.

Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Figura 48: Uso do Solo.



Fonte: Fontes et. al, 2015.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

As pastagens tem maior representatividade (76,26%) na ocupação da área do Baixo São Francisco Sergipano, o que torna o solo susceptível a maior erosão, pela exposição devido a pouca vegetação que recobre a área, além dos terracetes ocasionados pelo pisoteio dos animais das atividades pecuarina, seguido dos cultivos agrícolas que ocupam quase 10% da área.

### 2.3.2 - Geossistema Planície Costeira

Presente no Baixo São Francisco Sergipano, entre os municípios de Neópolis e Brejo Grande, é resultante da complexa interação dos fatores climáticos, litológicos, tectônicos e da ação do oceano sobre o continente (ARAÚJO; SANTOS, 2012). Esse geossistema apresenta uma superfície relativamente plana, resultado da evolução geomorfológica dos processos agradacionais superiores aos degradacionais que culminaram com a geração e construção de formas e pelas condições marinhas regressivas associadas às variações relativas ao nível do mar e da contínua atuação dos processos morfogenéticos que ocorrera em tempos pretéritos no Período do Quaternário (ARAÚJO, 2007).

Neste geossistema, os diferentes fluxos de energia associados às interfaces das provinciais da geosfera, que são os oceanos, os continentes e a atmosfera, influenciam na evolução e configuração atual dos ambientes costeiros.

A ocorrência de solos excessivamente drenados apresentam fatores restritivos à utilização agrícola, devido a baixa capacidade de armazenamento de nutrientes e a sua textura arenosa. A presença dos Gleissolos Solódico, em menor proporção os Neossolos Quartazarênicos (areias quartzosas marinhas) próximos a linha de costa, ocupa menor área do Baixo São Francisco Sergipano, limitando-se na dependência do recuo do Geossistema Tabuleiros Costeiros, na porção do Médio Baixo São Francisco, onde a largura é mais significativa, sendo assim, condicionado pelo menor afastamento dos Tabuleiros, até as proximidades do município da porção oeste do município de Ilha das Flores, a 20 km de Brejo Grande, foz do rio São Francisco.

Este Geossistema enquadra-se na classe de categoria regressiva, com alto grau de antropização, face às transformações em função das alterações históricas para a ocupação e formação de áreas urbanas, principalmente as de Ilha das Flores e Brejo Grande, cujo crescimento foi realizado através de cortes de aterros de mangues para loteamentos, projetos imobiliários, industriais, e construções de estradas e grandes projetos de irrigação voltados para atividades de exportação de produtos agrícolas.

A região é drenada pelo rio São Francisco e seus tributários, os quais contribuem para a sedimentação quaternária, destacando-se no ambiente, duas unidades fisionômicas homogêneas constituindo dois geofáceis: Planície Fluvial e Fluvio-Marinha.

A Planície Fluvial, subcategoria da Planície Costeira, são unidades espaciais distribuídas ao longo do Baixo São Francisco Sergipano, nos municípios de Propriá, Neópolis, Ilha das Flores e Brejo Grande, caracterizados por áreas eminentemente planas, resultantes de

acumulações fluviais ao longo do Período Terciário. Com litoestratigrafia constituída por areia, argilas e cascalhos, sua morfogênese, ou seja, a deposição de sedimentos ocorreu por meio de acumulação pelo transporte do rio.

Este geofáceis é caracterizado por ter sua hidrologia de superfície e subsuperfície constituído por aquífero granular, com grande potencial de recarga, muito utilizado para o abastecimento humano. Os solos e a cobertura vegetal estão associados aos Espodossolos, Ferrihumilúvico em associação com o Neossolo Quartazarênico e o predomínio de vegetação de restinga e mata secundária, caracterizado por um ambiente extremamente antropizado, proporcionando um ambiente estritamente instável.

A Planície Fluvio-Marinha, outro geofáceis inserido na Planície Costeira, apresenta sua Litoestratigrafia constituída por argilas, areias, silte, e cascalhos, sedimentos de rocha e matéria orgânica. A morfogênese é resultante da acumulação feita pelo transporte de sedimentos pelo rio e oceano, e a hidrologia local de superfície e subsuperfície é constituída pela presença de aquífero granular, com grande capacidade de recarga, o que potencializa o abastecimento humano da população dos municípios de Ilha das Flores e Brejo Grande. A cobertura vegetal está associada aos tipos de solos, que são: Espodossolos, Ferrihumilúvico em associação com o solo Quartazarênico, e a vegetação é caracterizada pela presença da restinga, e da mata secundária. Tanto a Planície Fluvial, quanto a Fluvio-Marinha, e, é um ambiente de forte antropização e ambientalmente fragilizado e instável.

### **2.3.3 - Geossistema Tabuleiros Costeiros**

Os Tabuleiros Costeiros são unidades geomorfológicas modelados nos sedimentos do Grupo Barreira. A formação dessa unidade geomorfológica data do período Plio-Plesitoceno, que se superpõem ao embasamento cristalino e às rochas sedimentares formadas no Paleozoico e Mesozoico inseridas na Bacia Sedimentar SE/AL (ARAÚJO; SANTOS, 2012).

Nesse geossistema, o nível referente à superfície tabular é mais conservada, representando o testemunho de uma antiga superfície de cimeira. A regressão marinha, ou seja, o recuo do mar possibilitou a existência de uma superfície dissecada, caracterizados por altitudes relativamente baixas, pertencentes à superfície dissecada em colinas, cristas e interflúvios, os quais se encontram em evidencia no município de Brejo Grande, nas proximidades da foz do rio São Francisco.

Segundo Araújo (2007), essa unidade geomorfológica é categorizada em duas classes, como segue: Paisagem Progressiva, onde se apresenta alterada, evidenciando elevado grau de intervenção e expansão do uso da Terra, considerados ambientalmente entre forte e muito fraco. As áreas correspondem aos municípios de Ilha das Flores e Brejo Grande. As áreas são destinadas, em sua maior parte, aos cultivos agrícolas, com lavouras permanente e pecuária extensiva. Nesse geofáceis o grau de antropização é muito forte quando consideramos as atividades a presença humana local, devido as sedes municipais se concentrarem na margem do rio. Entretanto, a Paisagem Equilibrada não difere totalmente da Progressiva que apresentam maiores elevações onde se registra a presença da cobertura vegetal primitiva, a fraca ocorrência de lavouras temporárias.

### **2.3.4 - Geossistema Pediplano Sertanejo**

Este geossistema é caracterizado pela presença de modelados de dissecação homogênea, com áreas restritas de dissecação diferencial, a qual constitui o Pediplano Sertanejo (ARAÚJO; SANTOS, 2012).

No Baixo São Francisco Sergipano, este geossistema está compreendido entre os municípios de Nossa Senhora de Lourdes até Canindé de São Francisco, compreendendo mais de 75% da área. A paisagem apresenta-se com relevo-ondulado, sobreposto em rechas cristalinas, do embasamento, em parte cobertas por sedimentos inconsolidados, que datam do período Tércio-Quaternário. Os geofáceis que constituem sua unidade geomorfológica são caracterizados por Serras Residuais e a litoestratigrafia é constituída de rochas Pré-Cambrianas de formação gnáissica.

Sua morfogênese é caracterizada por dissecação, e quanto à hidrologia de superfície e subsuperfície desse geossistema, apresenta maior disponibilidade hídrica com rios perenes e a presente grande capacidade energética e possui aquífero do tipo fissural/Cárstico com boa capacidade hídrica, com nível piezométrico profundo.

Os solos e a cobertura vegetal são caracterizados pelos Neossolos Litólicos, ou seja, solos bastante rasos e rochosos, e Neossolos Quartazarênicos e vegetação predominante Cerrado e Caatinga. A Ecodinâmica local é considerada estável e a área preservada com pouca ocorrência de interferência antrópica.

De modo geral, o Baixo São Francisco Sergipano em seu contexto histórico é uma área bastante utilizada para práticas socioeconômicas, e por ser uma unidade dinâmica, assim como

as demais regiões da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco, constantemente sofre interferências do comportamento dos componentes naturais e de modo geral de todas as atividades nela desenvolvida, fazendo necessário um acompanhamento a fim de avaliar o seu grau de susceptibilidade ambiental.

Neste caso, o grau de exposição dos elementos ao longo de muitos anos causou profundas modificações que resultaram na alteração do comportamento ambiental em toda a extensão do rio São Francisco, sendo os casos mais críticos no Baixo São Francisco, em especial a margem direita, que corresponde aos municípios ribeirinhos que compõem o lado sergipano.

A análise, aqui feita do sistema ambiental físico corrobora com a hipótese de que a construção das barragens ao longo do rio, e a construção do reservatório da Barragem de Xingó, acentuaram os problemas ambientais hoje enfrentados. Os diferentes estágios de degradação e/ou conservação dos recursos naturais denunciam que o sistema se encontra em biostasia ou resistasia através das combinações geocológicas com as formas de uso/ocupação e os impactos associados. Destaca-se aqui que a análise da vulnerabilidade ambiental e socioeconômica no Baixo São Francisco Sergipano parte do pressuposto de que as áreas urbanas em face de dinâmica sociodemográfica atrelada ao uso da terra estão mais susceptíveis, permitindo identificar áreas de maiores problemas socioambientais.

Adotar a Geomorfologia associada a outros elementos da natureza do meio natural para verificar a fragilidade ambiental do Baixo São Francisco Sergipano permitiu compreender a natureza dos fenômenos, podendo quantificar a sua intensidade.

#### **2.4 - As unidades bióticas (fauna e flora)**

O Baixo São Francisco Sergipano compreende uma área de 733.7926,68 ha, e os biomas que ocupam sua superfície são: Caatinga arbórea e arbustiva, Mata Atlântica com formação de Floresta Decidual e Semidecidual, Manguezais e Restingas na região costeira. Essas formações vegetais apresentam grande diversidade de fauna e flora, incluindo pelo menos uma centena de diferentes tipos de paisagens peculiares.

A Caatinga cobre, praticamente, 75% da área, compreendendo 9 dos 13 municípios, sob condições de clima mais severas. Esse bioma foi quase totalmente devastado pelo uso agrícola e de pastagens ao longo de anos. A maior parte da área é de intensa antropização, tendo seu uso destinado principalmente à agricultura e pecuária onde é responsável por 80% da área devastada.

O desnudamento excessivo trouxe consequências ambientais, principalmente na porção associada ao clima semiárido, sentindo o aumento da susceptibilidade da área a processos de erosão, já que os solos expostos apresentam um alto grau de desagregação (CODEVASF, 2002).

A partir de Canindé de São Francisco, embora predomine a formação da Caatinga, as áreas de tensão Ecológica (Floresta Estacional), com manchas de Floresta Estacional Semidecidual a partir de Propriá, são mais frequentes e, à medida que o São Francisco se aproxima de sua foz, ocorrem às formações pioneiras de influência Fluvio-Marinha, que formam os manguezais. As atividades antrópicas são bastante intensas, até como consequência da ocupação histórica da ocupação territorial da faixa litorânea.

### 3. OS IMPACTOS NO AMBIENTE AQUÁTICO A JUSANTE DA BARRAGEM DE XINGÓ

---

O Baixo São Francisco Sergipano enfrenta uma série de problemas, como o alto grau de erosão e compactação dos solos, destruição desordenada das matas nativas e o assoreamento dos canais fluviais, além de outros problemas ambientais. Problemas estes, decorrentes da ocupação agrícola sem os devidos tratamentos conservacionistas e a expansão urbana, que secularmente vem provocando alterações na fisionomia da paisagem, agravados no final do século com as políticas de desenvolvimento visando o progresso econômico como a obra de construção da Barragem de Xingó para o provimento de energia elétrica para a região Nordeste.

A construção de grandes empreendimentos, em especial de porte como das hidrelétricas, provoca profundas transformações na paisagem, implicando em sua dinâmica natural, comprometendo o ecossistema local, em pequenas ou até mesmo grandes proporções.

Portanto, os estudos locais são de grande importância, pois permitem um maior detalhamento e análise dos parâmetros envolvidos, obtendo assim maior compreensão dos fenômenos dos municípios envolvidos a fim de propor melhor políticas públicas que viabilizem o gerenciamento dos Recursos Hídricos e fatores socioambientais no baixo São Francisco Sergipano.

O represamento do rio é um processo que causa impactos de natureza física e humana. Com o aumento da demanda por energia elétrica, as construções de barragens tem se tornado cada vez mais frequentes, e com isso, a pressão humana sobre os rios aumentam, alterando a dinâmica natural, comprometendo a qualidade da água, a fauna e a flora aquática.

Não é de hoje que essa prática humana vem alterando a dinâmica de um rio modificando a fisiologia das bacias hidrográficas, o que muitas vezes são inevitáveis os seus efeitos causados pelos represamentos, influenciando na vazão, carga sedimentológicas, retificação do canal, além da composição de algumas espécies de peixes e a redução ou mesmo na eliminação de outras e do ambiente aquático como todo, o que leva anos a recomposição do equilíbrio ambiental.

Dentre os diversos impactos, a degradação da qualidade da água é o que tem sido a causa de conflitos pelo uso desse recurso, uma vez que a é de uso múltiplo, sendo importante ampliar a discussão acerca do planejamento e gestão dos recursos hídricos, pois a qualidade da água no Baixo São Francisco Sergipano, está diretamente relacionada ao seu uso e a ocupação dos solos

em toda a área de drenagem que se estendendo de Canindé de São Francisco até a foz, que fica na cidade de Brejo Grande, percorrendo treze cidades que na maioria os seus centros mais urbanizados ficam nas margens, o que pressiona o ambiente natural e contribui para a alteração da qualidade.

É importante ressaltar que os municípios do Baixo São Francisco carecem de um sistema de saneamento ambiental, e devido à alta quantidade de rejeitos que são lançados nos diretamente no rio torna-se cada vez mais difícil encontrar ambientes que possam atender os mais diversificados usos.

Rotineiramente estão sendo lançado no rio São Francisco toneladas de esgoto doméstico sem nenhum tipo de tratamento, efluentes industriais, resíduos de atividades agropecuárias, além da disposição imprópria dos resíduos sólidos que associados às baixas vazões ocasionadas pelo controle da hidrelétrica, permitem que todo o resíduo lançado no rio permaneça estacionado as margens, concentrando a carga de poluição e eutrofização das águas. Aliando-se também aos impactos, a perda da mata ciliar e o desmatamento é outro fator que contribui para erosão e o assoreamento, conseqüentemente compromete a qualidade das águas, provocando poluição hídrica (SILVA, 2013).

Conforme Breda (2011), o nível de qualidade da água necessário é determinado pela tipologia de uso, sendo específico para cada um dos diferentes tipos de uso, onde se encaixa o Baixo São Francisco Sergipano por ter os seus recursos hídricos categorizados de usos múltiplos. Usos como abastecimento doméstico e industrial, considerados mais nobres, devem cumprir requisitos mais exigentes, sendo preciso, em diversas ocasiões, um tratamento prévio da água. Este é o caso do consumo humano e animal, no qual a água deve apresentar características sanitárias e toxicológicas adequadas, devendo ser, então, potável, limpa, e sem substâncias tóxicas e organismos patogênicos.

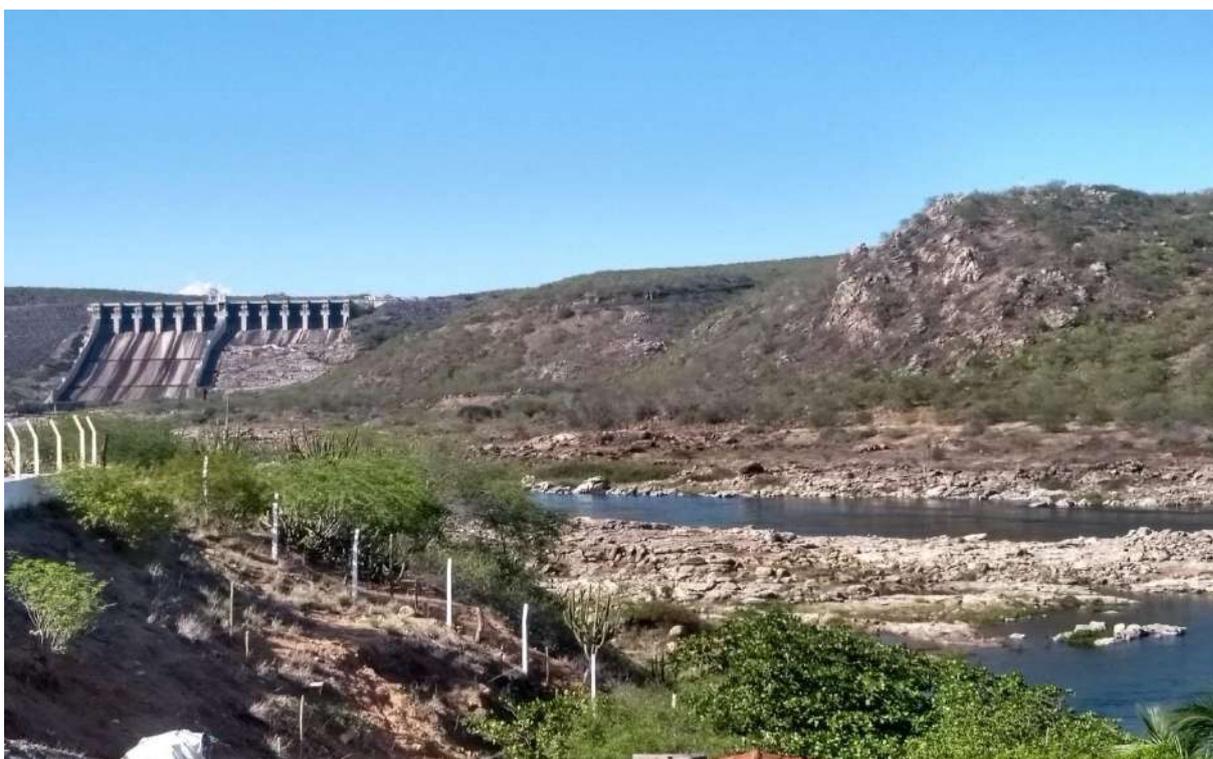
Em inúmeras bacias hidrográficas a contaminação dos mananciais tem ocorrido em decorrência das diferentes condições de interferência do homem no seu funcionamento natural, tornando indispensável a adoção de medidas que considerem a compreensão do funcionamento básico dessas unidades municipais.

Neste sentido, o presente capítulo buscou, como objetivo, investigar os impactos no ambiente aquático a jusante de Xingó, analisando a redução da carga retida e o assoreamento; a perda da mata ciliar e a destruição dos habitats naturais, a erosão marginal, a alteração no regime e qualidade da água e por fim, as modificações na dinâmica da foz, entre os outros impactos ambientais.

### 3.1 - Redução da carga retida e assoreamento

Os rios são importantes agentes transportadores de sedimentos e nutrientes para os mares e oceanos. Os grandes empreendimentos hidrelétricos construídos com a finalidade de atender a demanda energética têm levado ao comprometimento da sua dinâmica natural. O barramento do rio para a construção do lago da barragem de Xingó no baixo São Francisco provocou alterações nos padrões naturais de vazões, reduzindo sua magnitude e variabilidade sazonal, provocando grande redução na carga sedimentológica, o que provocou profundos impactos como a redução de fluxo, aumentando a erosão no canal e margens (Figura 49 e 50).

**Figura 49:** Barramento do rio para formação do lago de Xingó e alteração no transporte de sedimentos devido ao controle da vazão.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2019.

A construção da barragem provocou a redução da carga de material particulado em suspensão e de nutrientes (Figura 02). Se compararmos antes e depois da construção da obra, a carga de nitrogênio inorgânico dissolvido de  $4,1 \times 10^3$  toneladas/ano é de 17 vezes menor que no período anterior à construção (MEDEIROS, 2014, p. 65).

**Figura 50:** Redução da carga de material particulado em suspensão e de nutrientes.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2019.

A carga de sílica dissolvida de  $448 \times 10^3$  toneladas/ano é 31% menor em relação a estudos anteriores. Isso mostra as alterações dos padrões naturais, que tendem a ser relativamente estacionárias (MEDEIROS, 2014). Esse fato contribuiu para a redução do fluxo no ambiente costeiro, permitindo a entrada da cunha salina no interior do rio, deixando suas condições oligotróficas.

A barragem de Xingó é motivo de preocupações crescentes por agravar o quadro socioambiental a jusante, alterando a quantidade e qualidade da água e com suas frequentes modificações na vazão desencadeia um processo de assoreamento, comprometendo as vertentes do canal e depositando sedimentos em cargas acima do normal.

É importante lembrar que o principal indicador do processo de transformação regional que ocorre em determinada área de drenagem é a mudança nas suas características gerais de uso da terra e dos recursos hídricos.

Esse fato é evidenciado no Baixo São Francisco, não só pela alteração ocasionada pelo barramento do seu curso natural, mas também pelo processo de desenvolvimento urbano, muitas vezes em áreas impróprias, áreas agrícolas e de pecuária em locais inadequados, necessitando de um sistema de obtenção de dados que permita controlá-lo, de modo a evitar um impacto ambiental desfavorável à região. Em função disso, para o uso adequado da terra,

tornou-se fundamental o conhecimento a respeito das mudanças ocorridas no decorrer dos anos, principalmente após a construção da barragem.

O assoreamento na região pode ser visto em toda a extensão do Baixo São Francisco Sergipano, o agravante é a falta da vegetação que compõe a mata ciliar, pois 75% da área fora devastada para as práticas agrícolas, pastagens e concentração das áreas urbanas, na maioria sedes administrativas dos municípios ribeirinhos, a exemplo dos municípios de Propriá e Neópolis conforme visto nas Figuras 51 e 52.

**Figura 51:** Pressão urbana sobre o rio, Município de Neópolis – SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2019.

É importante frisar, que o crescimento populacional desordenado, com expansão das diversas formas de impactos ambientais (desmatamentos, agricultura e pecuária em áreas inadequadas e urbanização desordenada), tem gerado agentes regressivos à evolução natural dos ecossistemas reduzindo índices de diversidade biológica, alterando as características físicas, químicas e as dinâmicas dos elementos integrados naturais.

As consequências ou impactos ocorrem inter-relacionados e em cadeia. Pode-se afirmar que o recurso hídrico é o ponto de concentração de todos os resultados, ou seja, do efeito final das consequências de cada ação desenvolvida e dos seus impactos.

**Figura 52:** Pressão urbana sobre o rio no Baixo São Francisco Sergipano, município de Propriá – SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2019.

O Baixo São Francisco Sergipano é bastante importante para a economia da região Nordeste, principalmente para as populações Ribeirinhas. A expansão desordenada da população ao longo de décadas, e o represamento foram os principais fatores que contribuíram para a degradação do ambiente aquático, e destruição dos habitats naturais que compõe essa porção da Bacia Rio São Francisco.

O reflexo disso foi o assoreamento pelas constantes interferências na dinâmica da bacia de drenagem e a retirada da cobertura vegetal para as práticas agrícolas e pecuarinas, que acarretou nos avanços dos processos erosivos, levando grandes quantidades sedimentos para a calha do rio que por vez, associados a ausência do próprio material sedimentar retido na montante da barragem, dinamizou a energia do rio no momento de grandes vazões controladas pela hidrelétrica, aumentou o assoreamento na extensão do rio até a sua foz (Figura 53).

Os sedimentos que chegam ao curso d'água tem diversas granulometrias e sofrerão um processo de transporte diferenciado, de acordo com as condições do local e do escoamento (Carvalho, 1994). A presença de sedimentos nos cursos d'água ocasionam vários

problemas, afetando a operação de reservatórios e canais, diminuem a capacidade de reservatórios, favorecem a poluição física e química, aumenta o custo de tratamento para os vários usos e trazem danos à vida aquática (PAIVA et al 1998).

**Figura 53:** Assoreamento do rio e depósito de sedimentos devido a pouca energia rio provocada pela baixa vazão devido o barramento da Usina de Xingó, município de Gararu – SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Existem forças que atuam sobre as partículas, que as mantêm em suspensão ou no fundo do rio, saltando do leito para o escoamento, deslizando ou rolando ao longo do leito, as quais são função do tamanho, peso e forma da partícula, do regime de escoamento, da velocidade da corrente, de obstáculos no leito, da declividade e forma do canal, entre outras (BRANCO, 1998).

Quando o aporte de sedimentos excede a capacidade de transporte, há a deposição deste material em locais relativamente mais baixos, como as depressões naturais do terreno ou reservatórios de água como rios, lagos, açudes ou represas, concluindo assim o processo

erosivo, fato evidenciado as margens do município de Gararu, Amparo de São Francisco, Propriá, Ilha das Flores e Neópolis e Brejo Grande.

### **3.2 - Perda da mata ciliar e destruição dos habitats naturais**

As matas ciliares funcionam como filtros de poluentes, contribuindo como regulador térmico, impedindo a evaporação, mantendo a umidade local promovendo a evapotranspiração, fator este importante no ciclo hidrológico local.

A perda da mata ciliar no baixo São Francisco, ao longo dos anos, influenciou diretamente na qualidade da água. Por se tratar de uma área de grande interferência humana, o baixo São Francisco vem sofrendo transformações na paisagem o que tem provocado o comprometimento dos habitats naturais, principalmente após a construção da barragem de Xingó, a qual teve grande percentual de vegetação nativa (caatinga) submersa e vegetação de mata ciliar comprometida ao longo das margens do rio, por interferir nas cheias naturais a qual alimentava as lagoas em períodos de elevadas precipitações.

A alteração na cobertura vegetal, em especial a mata ciliar, aumentou a carga de contaminação no ambiente aquático devido o lançamento *in natura* dos efluentes domésticos despejando coliformes, além dos resíduos industriais e da agricultura, pois não existe sistema de tratamento da rede esgoto nos treze municípios ribeirinhos, este fato associado as práticas agrícolas em escala comercial provocou a elevação dos índices de poluentes lançados diretamente ao rio.

Em períodos e alta vazão associados as chuvas, não existe amortecimento da água por parte da vegetação nativa, o que leva diretamente para a calha do rio, alterando a cor e a turbidez da água. Em análises feitas pela Chesf, por meio do monitoramento em pontos instalados nos municípios de Porto da Folha e Propriá, constatou-se o aumento do pH, condutividade, STD, OD e BDO, ferro, fósforo, nitrito, amônia no Baixo São Francisco.

Os parâmetros observados são elevados devido a pressão urbana as margens do rio e as sucessivas alterações na vazão, o que impede que o material seja dispersado pela correnteza, concentrando-o as margens dos rios, contaminando o ambiente aquático, comprometendo o ecossistema, fauna e flora aquática.

A utilização imprópria das áreas frágeis, o desflorestamento desordenado, o preparo inadequado do solo, a destruição da matéria orgânica, as queimadas, o plantio no sentido do

declive do terreno, o superpastoreio, a falta do hábito de rotação de culturas, são graves problemas que atingem boa parte da bacia hidrográfica e deverão ser resolvidos (DILL, 2002).

O valor da floresta como regulador das nascentes e do controle da erosão é bem conhecido. Sua função hidrológica, entretanto, não é a mesma em todos os tipos de topografia; nos terrenos planos, o efeito da cobertura florestal no controle das enchentes não é tão pronunciado. A formação vegetal no entorno de um rio tem particularidades fisionômicas, florísticas e estruturais (NASCIMENTO, 2001).

As matas ciliares protegem os cursos d'água, funcionando como filtros, influenciando na qualidade da água, reduzindo os impactos provenientes de poluição difusa e pontual, restando defensivos agrícolas, poluentes e sedimentos transportados que possam afetar o rio e comprometer a qualidade da água, fauna e flora aquática e a população humana, além reduzir a velocidade do vento e a incidência de radiação solar, evitando picos de temperatura (reduzindo amplitudes), criando microclima favorável ao equilíbrio dinâmico do ecossistema tanto aquático quanto terrestre (DILL, 2002).

Os benefícios das áreas ciliares estão ligados diretamente ao tipo de vegetação, determinando a relação entre o benefício da zona ripária e o tipo de vegetação predominante, uma vez que a região do Baixo São Francisco apresenta áreas de Caatinga em sua maior porção, e vegetação de Mata Atlântica, alteradas influenciando na redução na capacidade de armazenamento de água, redução na produção serapilheira, pouca sobra, ocasionando aumento da temperatura da água, redução da qualidade do habitat da fauna aquática.

A região do Baixo São Francisco evidencia o quanto ela é importante, pois age na estabilização de taludes, serve como filtro de sedimentos, nutrientes, pesticidas e micróbios, filtro de nutrientes solúveis, habitats de animais selvagens, e proteção contra as inundações causadas pelas enchentes pluviais e provenientes do aumento das vazões da barragem de Xingó.

A mata ciliar assume um importante papel na estabilização de taludes e encostas dos rios, junto ao solo forma uma manta protetora contra erosão causada pela chuva e pelo escoamento superficial, e sucessivas alterações de vazão. As raízes das plantas contribuem para a fixação do solo acima da camada de rocha mantendo a estabilidade do ambiente, neste caso a vegetação garante a preservação do rio, mantendo a sua morfologia e diminuindo a velocidade do escoamento, o que conseqüentemente diminui a erosão aumentando a infiltração da água no solo durante as inundações e preservando a humidade em períodos de pouca pluviosidade e fluviosidade.

Funcionando como um filtro, a vegetação ciliar retém sedimentos e nutrientes provenientes de alterações a montante (atividades agrícolas, desmatamentos para corte) pela diminuição da velocidade de escoamento superficial e pelo favorecimento de infiltração dos nutrientes para degradação, contribuindo na manutenção da qualidade da água do rio.

Entre os municípios de Canindé de São Francisco até as imediações do município de Nossa Senhora de Lourdes, a cobertura vegetal é de extrema importância, pois contribui age interceptação dos raios solares, reduzindo a temperatura da água, favorecendo a oxigenação, diminuindo o estresse do ecossistema aquático, organismos, no solo, diminui a temperatura na superfície, favorecendo a conservação da umidade.

Os escombros gerados pela mata ciliar (restos de galgos e troncos), folhas e insetos, contribuem, providenciando cobertura para a fauna aquática, e fornece alimento e habitat aos organismos aquáticos. Quanto as faixas contínuas de mata ciliar, são importantes corredores ecológicos, que favorecem a movimentação de diversas espécies que inter-relacionam através da paisagem. Essas faixas são muito importantes para a manutenção da biodiversidade local.

A construção da barragem de Xingó, associada às práticas socioeconômicas, permanentes e temporárias, provocaram profundas transformações na paisagem do baixo São Francisco, em particular o lado sergipano, fato evidenciado com esse estudo. O dano maior para o ambiente natural, foi nos corpos hídricos, este essencial para a manutenção da vida humana, pois é dele que emana a vida.

Neste sentido é importante a intervenção dos gestores das diversas esferas do poder público para a implementação de projetos que visem a preservação e manutenção do ambiente natural do Baixo São Francisco.

Apesar dos impactos terem atingidos grandes proporções em toda a região, e ações adotadas com o intuito de minimizar as interferências no ambiente, permitirá a natureza se recompor no tempo e na velocidade dela, de modo que garantirá qualidade de vida as gerações futuras. Para isso, é necessário a parceria do Estado, municípios, Governo federal e os órgãos fiscalizadores, além dos comitês de bacias hidrográficas, em especial do rio São Francisco quanto a gestão e gerenciamento dos recursos naturais e práticas socioeconômicas sustentáveis.

### **3.3 - Erosão marginal**

A erosão é um dos principais fenômenos geológicos que ocorre ao longo da Bacia do São Francisco, agravada pelas interferências na dinâmica natural ao longo das últimas três

décadas. A região mais afetada é o baixo curso, que tem sofrido com impactos ocasionados pelas sucessivas alterações na vazão provocadas pelas políticas públicas implantadas nas décadas de 1970 a 1980 que priorizaram os barramentos para geração de energia, aliado ao crescimento da população que buscou se instalar em sua maior parte as margens dos rios.

De acordo com Cunha e Guerra (1966) na interação entre meio ambiente, geomorfologia e sociedade, a geomorfologia possui um papel integrador para explicar os processos de degradação e os impactos ocasionados pela erosão dos solos.

Esses impactos, mesmo existindo de forma natural, tendem a se ampliar de forma acelerada diante da intervenção do homem no meio ambiente. Assim a desconsideração das causas sociais, nos problemas ambientais, tem levado, na maioria das vezes, à adoção de medidas, que nem sempre conseguem resolver os problemas de degradação.

Os conhecimentos geomorfológicos podem ser colocados à disposição da sociedade para minimizar e mitigar os processos de erosão, onde quase sempre o homem tem um papel ativo na degradação dos solos (GUERRA; MARÇAL, 2006), pois é evidente que a geomorfologia tornou-se fundamental nos estudos relacionados ao impacto da erosão dos solos.

Apesar de a erosão ser basicamente um fenômeno natural, por ser um mecanismo físico que desprende partículas sólidas do solo e desloca-as através do espaço que ocorre sob efeito de diversos agentes, como a água, o evento, é a ação humana que tem sido motivo de maior preocupação. O Baixo São Francisco não foge a regra, usado secularmente para atender as necessidades da população da Região Nordeste e principalmente dos ribeirinhos que o utilizam para sua subsistência.

No entanto, as políticas implementadas, visando o desenvolvimento econômico da região levou o poder público e o executivo a inserir no rio grandes empreendimentos com o objetivo de produzir energia elétrica para o setor industrial por meio das hidrelétricas, provocando o barramento do rio para a construção do grande lago de Xingó, o que interferiu diretamente na dinâmica da bacia hidrográfica como todo, afetando a população e as atividades no curso inferior (Figura 04).

Esse fato contribuiu para o aumento da erosão nas margens, uma vez que o fluxo de água passou a ser controlado e a variação da vazão ser constante, havendo maior concentração de energia no momento de maior pico de consumo de energia, fazendo a hidrelétrica liberar maior fluxo de água, deliberando potencial erosivo imensurável (Figura 54).

A perda de solo ocorre na área de uma bacia hidrográfica está diretamente relacionada com o uso e manejo do solo, e os sedimentos originam-se de um processo de erosão que geralmente ocorre no solo por diferentes formas de ação (Figueiredo, 1989). Figura 55

**Figura 54:** Erosão provocada pelas sucessivas alterações na vazão, município de Ilha das Flores - SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Dentre as várias formas de erosão existentes na natureza, a que merece maior importância e estudo é a provocada pela ação da água das chuvas, denominada erosão hídrica, que existe na bacia hidrográfica, diminui a capacidade produtiva do solo e é responsável pela produção de sedimentos na bacia.

A erosão é um processo que envolve trabalho, onde a energia para tal é fornecida pelo impacto das gotas de chuva que caem sobre a superfície do solo e pelo fluxo de água que escoam superficialmente sob a ação da gravidade (Meyer, 1971).

O transporte do material arrancado (sedimento) se dá por fluxo de massa, na forma de rolamento, deslizamento ou arraste da partícula, por suspensão ou por ambas as maneiras. Quando o efeito do impacto da gota da chuva sobre o solo move suas partículas desagregadas a certas distâncias em todas as direções, o transporte pode ser dito por salpico (Mutchler & Young 1975).

**Figura 55:** Erosão marginal nas proximidades da foz do Baixo São Francisco Sergipano, Povoado Cabeço, Município de Brejo Grande – SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Os processos de erosão e sedimentação numa bacia hidrográfica trazem muitos problemas. Numa área agrícola a erosão remove a camada superficial do solo, reduzindo a produtividade. O sedimento é transportado para o curso d'água, prejudicando a qualidade das águas superficiais, além de servir como veículo a outros poluentes que são absorvidos a estes materiais.

Assim que a capacidade de transporte dos cursos receptores seja insuficiente, tais sedimentos são depositados em canais de irrigação, rios, estuários, reservatórios, portos, reduzindo a capacidade destas estruturas (Branco et al 1998).

O acarreamento de sedimentos influi diretamente sobre a quantidade de sólidos dissolvidos, suspensos ou sedimentáveis presentes na água, e afeta a qualidade física da água, química e biológica. Os sedimentos geralmente carregam resíduos industriais, nutrientes, dissolvidos e produtos químicos tóxicos provenientes da agricultura, os municípios do Baixo São Francisco por terem seus centros urbanos localizados as margens do rio, os esgotos são lançados diretamente na rede de drenagem, também são carregados com as águas das chuvas. No baixo São Francisco é possível evidenciar os efeitos das alterações agravadas após a construção da Barragem de Xingó.

### **3.4 - Alteração no regime e qualidade da água**

A disponibilidade de água é um fator determinante para a fixação da população e expansão das atividades humanas, sejam elas nas áreas urbanas ou rurais. O seu intenso uso é preocupante, pois gera poluição, causar sua escassez, portanto é emergente a necessidade crescente do acompanhamento das suas modificações e sua qualidade (REBOUÇAS, 2006).

A grande parte dos rios brasileiros, que são a principal fonte de abastecimento de água para a população, gera preocupação, quando se leva em consideração a grande importância dos recursos hídricos para o desenvolvimento da vida humana e das atividades agrícolas e industriais.

Desse modo, é de fundamental importância o conhecimento da qualidade das águas, pois este permite não somente auxiliar na definição dos usos pretendidos como também avaliar sua qualidade e indicar quais atividades humanas provocam ou podem causar sua degradação (HADDAD, 2010).

Nessa direção o monitoramento da qualidade da água insere-se como uma ferramenta que permite investigar, descrever e interpretar dados sobre a verdadeira situação da qualidade dos recursos hídricos, possibilitando fomentar ações no sentido de se restabelecer as condições de equilíbrio e sustentabilidade destes ecossistemas impactados (ARROIO JUNIOR et al., 2011).

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) é o principal indicador qualitativo usado no país. Foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água para o abastecimento público, após o

tratamento convencional. A interpretação dos resultados da avaliação do IQA deve levar em consideração este uso da água. Por exemplo, um valor baixo de IQA indica a má qualidade da água para abastecimento, mas essa mesma água pode ser utilizada em usos menos exigentes, como a navegação ou geração de energia (CHESF, 2019).<sup>3</sup>

Os conceitos de qualidade da água não são estritamente ligados a sua pureza, mas sim às suas características físicas, químicas e biológicas. A análise periódica desses parâmetros em corpos d'água é fundamental para o acompanhamento das condições ambientais das bacias hidrográficas, servindo como subsídio às tomadas de decisões que busquem a conservação e o uso sustentável das águas (ANTUNES et al., 2012).

A qualidade da água de uma bacia hidrográfica pode ser influenciada por vários fatores, como cobertura vegetal, topografia, geologia, uso/manejo do solo e área de entorno, esta pode estar sujeita à perturbação ou variação nos seus ambientes físicos, químicos e biológicos (ABREU e CUNHA, 2015).

Para outros autores como Ribeiro (2010) a noção de qualidade muitas vezes está ligada somente às características organolépticas, como sabor, odor e cor. No entanto, esses fatores estão relacionados apenas à sensibilidade humana e não revelam os reais problemas de comprometimento da qualidade das águas.

No gerenciamento dos recursos hídricos os aspectos de quantidade e qualidade não podem ser desagregados, o que reforça a importância da avaliação da disponibilidade hídrica, em termos qualitativos, de águas superficiais e subterrâneas, essa avaliação é tão considerável que indicativos de degradação ambiental podem ser mostrados por meio de dados de qualidade da água (SILVA et al, 2010).

Ribeiro (2010), explica que o controle da qualidade da água está condicionado ao conhecimento das fontes de poluição e do planejamento em nível da bacia hidrográfica a partir de um gerenciamento da água, levando em consideração o ciclo de uso. A qualidade da água pode ser monitorada a partir dos vários elementos que definem suas características físicas, químicas e biológicas. São os parâmetros de qualidade que incluem a determinação da presença de sólidos, gases, substâncias inorgânicas e orgânicas bem como seres vivos.

Para Esteves e Rocha (2015) um programa de monitoramento ambiental pode ser definido como a tentativa de identificar mudanças nas variáveis bióticas e abióticas de forma a

---

<sup>3</sup> O IQA é calculado com base nos seguintes parâmetros: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, resíduo total, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total e turbidez (CHESF, 2019).

gerar propostas de manejo para proporcionar o uso futuro dos recursos existentes, ainda para estes autores o monitoramento limnológico trata especificamente da qualidade da água para propósito de efetivo gerenciamento dos ecossistemas aquáticos.

O monitoramento da qualidade da água é uma das principais formas de sustentação de uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos, uma vez que funciona como um sensor que possibilita o acompanhamento do processo de utilização dos corpos hídricos, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas, objetivando subsidiar as ações de controle ambiental (GUEDES et al., 2012).

De acordo com a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA357/2005 (BRASIL, 2005), o monitoramento da qualidade da água possibilita realizar o acompanhamento das condições de uso e os padrões de lançamento de efluentes que devem respeitar aos padrões do corpo receptor, como à capacidade de assimilação e diluição. Outro fator importante refere-se às restrições de consumo e condições de potabilidade.

Desta maneira, para ocorrer o controle da poluição das águas tanto de rios como de reservatórios, utilizam-se os padrões de qualidade, que determinam os limites de concentração para cada substância. Esses padrões dependem da classificação das águas interiores, que é estabelecida segundo seus usos preponderantes, de acordo com a Resolução, CONAMA 357/2005, variando da Classe especial, até a Classe 4 (SANTOS et al., 2013).

Rebouças (2006) relata que em apenas 17 de março de 2005, a Resolução CONAMA nº 20 de 1986 foi substituída pela Resolução CONAMA nº 357 que define, classifica e divide em 13 classes de qualidade as águas doces, salinas e salobras do território brasileiro levando em consideração os usos atuais e futuros.

Em consequência disso, os enquadramentos passou a ser utilizado como instrumento de monitoramento da qualidade da água pelo Sistema Nacional de Meio Ambiente e pela Política Nacional de Recursos Hídricos, segundo a Lei Federal no 9.433/97. Uma vez que, são de grande importância, pois determinam o uso da água de acordo com a sua qualidade levando em consideração seus aspectos, físicos, químicos e biológicos.

O monitoramento de parâmetros de qualidade de águas nos corpos hídricos é de grande importância para a população, tendo em vista, à prevenção de possíveis agravantes à saúde pública e também para poder desenvolver ações de recuperação dos corpos hídricos já extremamente impactados por ações antrópicas consideradas prejudiciais (GUEDES et al., 2012).

Conforme Alves et al., (2012), o monitoramento da qualidade da água, através de análises físico-química e microbiológicas fornece subsídio às políticas de proteção ambiental e a tomada de decisão quanto às ações de gestão ambiental.

Apesar dos valores dos parâmetros de qualidade de água se encontrarem dentro dos permitidos na Resolução CONAMA 357/2005, é indispensável que se faça um monitoramento constante deste e de outros pontos. Existem ainda poucas estações de monitoramento e as séries de dados são pequenas e com periodicidade irregular, o que acarreta dificuldades para avaliações adequadas, para que decisões corretas possam ser tomadas.

### **3.5 - Modificações na dinâmica da foz**

O rio São Francisco, após percorrer mais 2.100km desagua no Oceano Atlântico em forma de delta, caracterizado por sedimentos quaternários dispostos em forma de leque aberto. “Este delta é do tipo construtivo, apresentando na sua parte emersa uma linha de costa regular em forma de cúspide, enquanto a parte submersa é íngreme” (FORMOSO, 2008, p. 11).

A planície deltaica do Baixo São Francisco é constituída de sedimentos do tipo arenoso e argiloso, seccionada por canais distributivos de tempos pretéritos formados por um único canal ativo anastomosado, contendo no seu interior bancos migrantes e ilhas inundáveis, parcialmente ocupadas pelas ações humanas.

Estas ilhas, áreas marginais ao canal, são periodicamente ocupadas pela população com a prática de diversas culturas. Nas faixas parcialmente estáveis ocorrem planícies de inundação, mangues e pântanos, cordões arenosos e dunas, o que torna o ambiente socioambientalmente fragilizado.

O canal fluvial, por sua vez, transporta sedimentos, contribuindo para o avanço da frente deltaica que se processa lenta e paralelamente à costa em forma de restingas e das barras de desembocaduras, alterada ao longo de décadas pelo barramento do rio em toda a sua extensão.

Esses cordões estão situados à retaguarda da frente deltaica, formando feixes separados por discordância que indicam mudanças na configuração da linha de costa (FORMOSO, 2008).

Por ter sua foz constituída por delta formado por sedimentos e materiais transportados pelas correntes do Rio ao longo de sua extensão e depósitos marinhos trazidos pelo Oceano Atlântico ao longo do tempo, os sedimentos carregados e acumulados constantemente pelas águas fluviais foram erodidos pelas correntes marinhas, mantendo o ambiente em equilíbrio (SOUZA, 2017).

O ambiente deltaico do São Francisco é formado por um complexo formado por águas fluviais e marinhas; lagoas, pântanos e planícies inundáveis; praias, mangues e matas, que interagem entre si, mantendo o equilíbrio entre as forças do mar e a do rio, alterados após a construção das diversas barragens ao longo do rio, e agravada após a construção da Barragem de Xingó a montante do Baixo São Francisco.

Com a construção da barragem houve uma redução considerável dos caudais do Rio, e seu equilíbrio foi comprometido ocasionando erosão na região do delta, que aumentou em ritmo acelerado, permitindo a intrusão da cunha salina, que avançou ferozmente rio adentro.

As sucessivas reduções da vazão comprometeu na redução da força das águas do rio e no transporte e acúmulo de sedimentos na região do delta; sem a reposição dos sedimentos perdidos para a erosão marinha, neste sentido, a linha de costa foi a mais afetada pelas correntes marinhas, com as ondas impactando a costa a erosão marinha.

A perda de sedimentos nos depósitos do delta se dá pela força dos ventos, que carrega fragmentos de areia, silte e argila, e os espalha no interior da foz, esse fato é evidenciado ao quando observado o avanço das dunas na região de Piaçabuçu, ou seja, resultado deste processo, o que resultou na formação de uma área de progradação holocênica proveniente do deslocamento dos sedimentos do lado sergipano pelo transporte fluvial e marinho. Atualmente, as areias estão encobrindo uma área total de 45 km<sup>2</sup>, com dunas com mais de 25 metros de altura, que continuam avançando cada vez mais junto à foz, interferindo na dinâmica natural do delta.

Com a construção de barragens para a geração de energia, os sedimentos ficam retidos nas barragens e o rio que antes fazia a recomposição dos sedimentos que eram levados para o mar, agora não mais o faz (FORMOSO, 2008). O avanço do mar contra a linha da costa na região da foz do Rio São Francisco é evidenciado na medida em que o povoado Cabeço é tomado pelas águas do mar e sua população é obrigada a se deslocar da região, onde o mar já destruiu as 50 casas, comprometendo o cotidiano de mais de 200 famílias que residiam a área entre os períodos de 1997 e 2019, forçando seu deslocamento para regiões vizinhas.

Com as alterações nos sistemas de correntes marítimas, as ondas passaram a avançar contra a linha da costa onde ficava o povoado, destruindo sistematicamente todas as construções, restando como testemunho, o antigo farol que mesmo inclinado continua a resistir bravamente ante o avanço do mar. Este farol está agora 300 metros mar adentro, o qual se localizava distante 2 km do oceano.

Os processos morfodinâmicos que atuam na linha de costa representados por ações naturais físicas são basicamente gerados pela ação das ondas, correntes costeiras e marés, que exercem influência na modelagem costeira, seja através da ação destrutiva (erosão) em determinados locais ou da ação construtiva em outros (deposição). As ondas constituem um dos processos marinhos mais efetivos na seleção e redistribuição dos sedimentos depositados nas regiões costeiras e plataforma continental interna. (CARVALHO e FONTES, 2006).

O represamento das águas do São Francisco para a construção da Barragem provocou retenção dos sedimentos, que antes eram carregados pelas águas do Rio na direção da foz. Isso somado à redução da energia do rio, muito provavelmente, desencadeou a desestabilização e a erosão dos bancos de sedimentos na região do delta, tendo como consequência uma alteração na dinâmica das correntes e marés, facilitando o avanço das ondas contra a linha de costa e a erosão das praias, a intrusão da água marinha no canal do Rio, a redução dos recursos pesqueiros, entre outros problemas já comentados (SOUZA, 2017).

Com a construção da barragem para a geração de energia, os sedimentos ficaram retidos na barragem de Xingó e o transporte dos sedimentos foi comprometido alterando na recomposição até a foz, o que provocando impactos ambientais, econômicos e sociais decorrentes da diminuição da biodiversidade e da pesca na região. Segundo Formoso (2008) a produção atual é 10% da quantidade anterior à construção das barragens.

As características oceanográficas ao longo da costa do nordeste são governadas pela Corrente do Brasil (CB), que se desloca na direção sul, paralela à costa. A chegada desta corrente, próximo à linha de costa gera em áreas rasas uma componente dirigida para SSW. (ARAÚJO et al, 2003). E as ondas têm as direções predominantemente de nordeste e sudeste.

As primeiras constituem vagas originadas pelos ventos de NE (70° a 110°) no período e outubro a março. Por outro lado, as de SE constituem ondulações formadas por perturbações atmosféricas ao longo da costa originadas pelos ventos de SE (120° a 160°) e no período de maio a julho têm maior altura. (CARVALHO e FONTES, 2006).

Nos últimos anos, uma série de impactos ambientais região do delta do Rio São Francisco tem sido atribuídas a sucessivas intervenções humanas no rio São Francisco, principalmente aqueles supostamente resultantes da construção e operação das barragens da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), situadas rio acima. As mudanças ambientais atribuídas a estas barragens iniciaram-se no final da década de 70, após a construção da barragem de Sobradinho.

De fato, é de esperar que em casos como o do rio São Francisco, onde grandes barragens foram

construídas ao longo de seu curso, alterações profundas ocorram, rompendo o equilíbrio dinâmico natural do sistema fluvial, principalmente à jusante das mesmas (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003)

Muitos são os problemas ambientais produzidos pelas grandes barragens na região, a regularização e diminuição das vazões do rio e mudanças significativas no seu comportamento hidráulico e sedimentológicos. Além de graves consequências socioeconômicas e culturais advindas das alterações no meio ambiente.

As múltiplas demandas pelos recursos hídricos do rio São Francisco se configura como um típico quadro de conflito pelo uso das águas e entre desenvolvimento e meio ambiente. A operação dos reservatórios, centralizada na geração de energia e no fornecimento de água para irrigação, considerando marginal o atendimento de prioridades ecológicas, ao passo em que fomentou o desenvolvimento do nordeste, gerou um forte passivo ambiental e socioeconômico. (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003).

Com relação aos principais impactos gerados pela construção das grandes barragens cabe aqui destacar como mais importantes na região da foz a diminuição das cheias, redução na capacidade de transporte do rio, a diminuição do teor de nutrientes e partículas finas em suspensão no rio, modificação na dinâmica costeira, desequilíbrio entre processos marinhos e fluviais, déficit de aporte de sedimentos, recuo da linha de costa, por erosão, destruição do povoado Cabeço em Sergipe pela erosão e diminuição na quantidade de camarões e peixes, sobretudo, as espécies mais nobres.

Para se analisar a influência das barragens sobre o regime hídrico e sedimentológico do rio São Francisco podem ser adotados três períodos. O primeiro período (1978-1987) corresponde à fase em que se iniciou a influência da Barragem de Sobradinho sobre o regime hidrossedimentológico. Sobradinho representa um marco na história hidrológica e sedimentológica do São Francisco e representa a mais significativa intervenção e controle do homem sobre estas condições.

O segundo período (1988-93), corresponde a fase em que são somadas as participações de Sobradinho e Itaparica, além de Paulo Afonso IV e Moxotó (este, um reservatório de regularização semanal), ampliando o controle sobre as vazões e a retenção de sedimentos no trecho abaixo de Sobradinho. Esta fase é importante, pois, além da maior redução no aporte de sedimentos, representa um maior controle sobre as altas vazões e eventuais cheias. Quanto à carga sedimentar e de nutrientes, além da sucessiva retenção promovida por cada barragem, a ausência de descarregadores de fundo impossibilita uma reposição, mesmo que parcial.

O terceiro período (1994-2001), correspondente à fase, sob influência direta da Usina Hidroelétrica de Xingó. Pela sua posição e influência, Xingó pode ser considerada como uma nascente artificial do rio para o trecho compreendido até a Foz, que a rigor não pode mais ser considerado um rio natural. Apesar de Xingó ser uma usina que trabalha a fio d'água, ela representa um marco significativo na artificialização e controle das condições hidrosedimentológicas do trecho compreendido até a foz.

Fica claro assim a correlação dos eventos ocorridos na foz e a construção de grandes barramentos ao longo do curso do rio São Francisco. Por fim, fica evidente aqui a compreensão do atual processo de erosão que vem ocorrendo na foz do delta do Rio São Francisco. Portanto, as informações apresentadas fornecem subsídios para auxiliar na minimização dos impactos atuais e futuros na região, por meio de um planejamento mais adequado à realidade local.

As conclusões mais evidentes oriundas de tudo o acima exposto são as seguintes:

- A intervenção das barragens no processo de sedimentação e erosão costeira foi fundamental para a modificação da dinâmica da foz.
- O processo que se iniciou com a barragem de Sobradinho, se agravou sensivelmente após as construções das barragens de Itaparica, de Paulo Afonso IV e Moxotó, isto devido a um maior controle sobre as vazões e maior retenção de sedimentos em seus reservatórios.
- A linha de costa à norte da foz regrediu, devido principalmente a influência da Corrente Brasil que passa próximo a linha da costa local. O material erodido nesta área é depositado na margem nordeste da foz do rio devido à interação da Corrente Brasil com as águas do rio São Francisco.
- A margem sudoeste da foz sofreu um processo intenso de erosão porque além da corrente fluvial transportar agora menos sedimentos, sua vazão decaiu muito sendo rompendo assim o equilíbrio hidrodinâmico local.

As principais dificuldades encontradas para a realização deste trabalho foi a carência de dados históricos confiáveis, das redes de monitoramento de órgãos Estaduais e Federais para dar embasamento às ideias aqui desenvolvidas. Algumas questões ficaram em aberto, tal como quanto à construção das barragens influenciou no processo de erosão, já que no litoral brasileiro existem outros casos de erosão acelerada em rios onde não há a construção de barragens; houve alguma mudança na direção das correntes marítimas que pudesse estar influenciando a região; houve alterações no nível do mar e no regime de marés.

A área de estudo é extremamente instável, portanto para qualquer intervenção no rio ou na região próxima à foz, deve ser levada em conta os possíveis impactos nesta região, além do devido planejamento nas fases anteriores à execução do projeto visando a minimização de impactos e redução de conflitos na região.

## 4. USO DA TERRA, PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA E PESQUEIRA

---

### 4.1 - Formas de utilização da terra

O estudo do uso e ocupação da terra num determinado lugar é de interesse fundamental para compreender o padrão de organização do espaço geográfico. Desse modo, existe a necessidade de acompanhar e através de um estudo detalhado evidenciar os constantes processos de alteração da cobertura vegetal, além das práticas de usos do solo e de ocupação da terra, que muitas vezes acaba impactando o ambiente, implicando nas questões socioambientais e econômicas.

As formas de utilização e ocupação da terra, bem como o uso histórico, tem sido um fator imprescindível ao estudo dos processos que se desenvolvem no Baixo São Francisco Sergipano, tornando-se de fundamental importância na medida em que os efeitos de seu uso causam deterioração sobre o ambiente natural como, processos erosivos, desertificação, inundações, assoreamentos de cursos d'água, e o desmatamento para usar de práticas agrícolas permanentes e temporárias, e da pecuária extensiva, o que têm sido exemplos cotidianos do mau uso da terra.

A cobertura vegetal sempre desempenhou um papel importante na contenção dos processos erosivos, evidenciam a evolução da paisagem. A remoção pelas atividades socioeconômicas provocam alterações que vão desde o comprometimento biostático natural, como também o aceleração dos processos resistáticos, podendo influenciar em processos erosivos e na capacidade produtiva dos solos e capacidade de armazenamento de águas subterrâneas.

A remoção da vegetação provocada pela ação do homem pelo uso e ocupação da terra derivadas das atividades socioeconômicas denunciam o grau de conservação, devastação e preservação dos recursos naturais face aos processos produtivos, refletindo, inclusive as relações estabelecidas entre sociedade e natureza.

Situações que tais refletem nas poucas espécies endêmicas ainda reconhecidas no Baixo São Francisco Sergipano, restando atualmente, espécies de formações perenefólias pelas associadas a vegetação de restinga e manguezal nas imediações do município de Brejo Grande, bom como a caatinga arbórea e arbustiva, e a floresta estacional entre os municípios de Canindé de São Francisco e Nossa Senhora de Lourdes.

O conhecimento atualizado da distribuição e da área ocupada pela agricultura, vegetação natural, pastagens, áreas urbanas, bem como informações sobre proporções de mudanças se tornam cada vez mais necessários, principalmente para a adoção de políticas públicas, que permite a elaboração de melhor política de uso e ocupação da terra e em atividades de apoio à tomada de decisões, além de possibilitar correlações, novas relações espaciais que poderão expressar, respondendo como indicadores socioambientais podem ser gerenciados em proveito da melhoria da qualidade de vida da sociedade.

A pastagem é uma categoria de uso inserida nas formas de utilização das terras no Baixo São Francisco Sergipano. Para efeito de análise considerou-se quatro categorias: as lavouras, pastagens, matas e florestas, terras produtivas e não utilizadas, assim consideradas pelo IBGE (1991). Quadro 08.

**Quadro 08:** Baixo São Francisco Sergipano - Características de uso da terra - 1991/2010.

TIPO DE USO	CARACTERÍSTICAS
Lavouras Permanentes	Terras plantadas ou em preparo de cultura de longa duração que após a colheita não necessitam de novo plantio introduzido por vários anos.
Lavouras Temporárias	Abrangem áreas plantadas ou em processo para o plantio de culturas de curta duração (via de regra, menor que um ano) e que necessitam, geralmente, de novo plantio após a colheita.
Lavouras em Descanso	Habitualmente utilizadas para o plantio de lavouras temporárias que se encontravam em descanso por prazo não superior a 4 anos em relação ao último ano de utilização.
Pastagens Naturais	São constituídas pelas áreas destinadas ao pastoreio do gado, sem terem sido formadas mediante plantio, ainda que tenham algum trato.
Matas	Habitualmente as matas (ou florestas) ciliares é um tipo de vegetação que circunda os cursos de água (rios, lagos, riachos, córregos, etc.).
Florestas	Considera-se como florestais as formações arbóreas com porte superior a 5 m.
Terras Produtivas	São consideradas propriedades produtivas aquela que, explorada econômica e racionalmente, atinge graus de eficiência na exploração da terra igual ou superior a 100%, a partir de critérios a serem adotados para a produção vegetal e a exploração pecuária

Terras não Produtivas	As terras improdutivas são todas aquelas terras que teriam um grande potencial de produção agrícola, mas que não são usadas de forma correta ou que não usadas com o objetivo de produção.
--------------------------	--

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

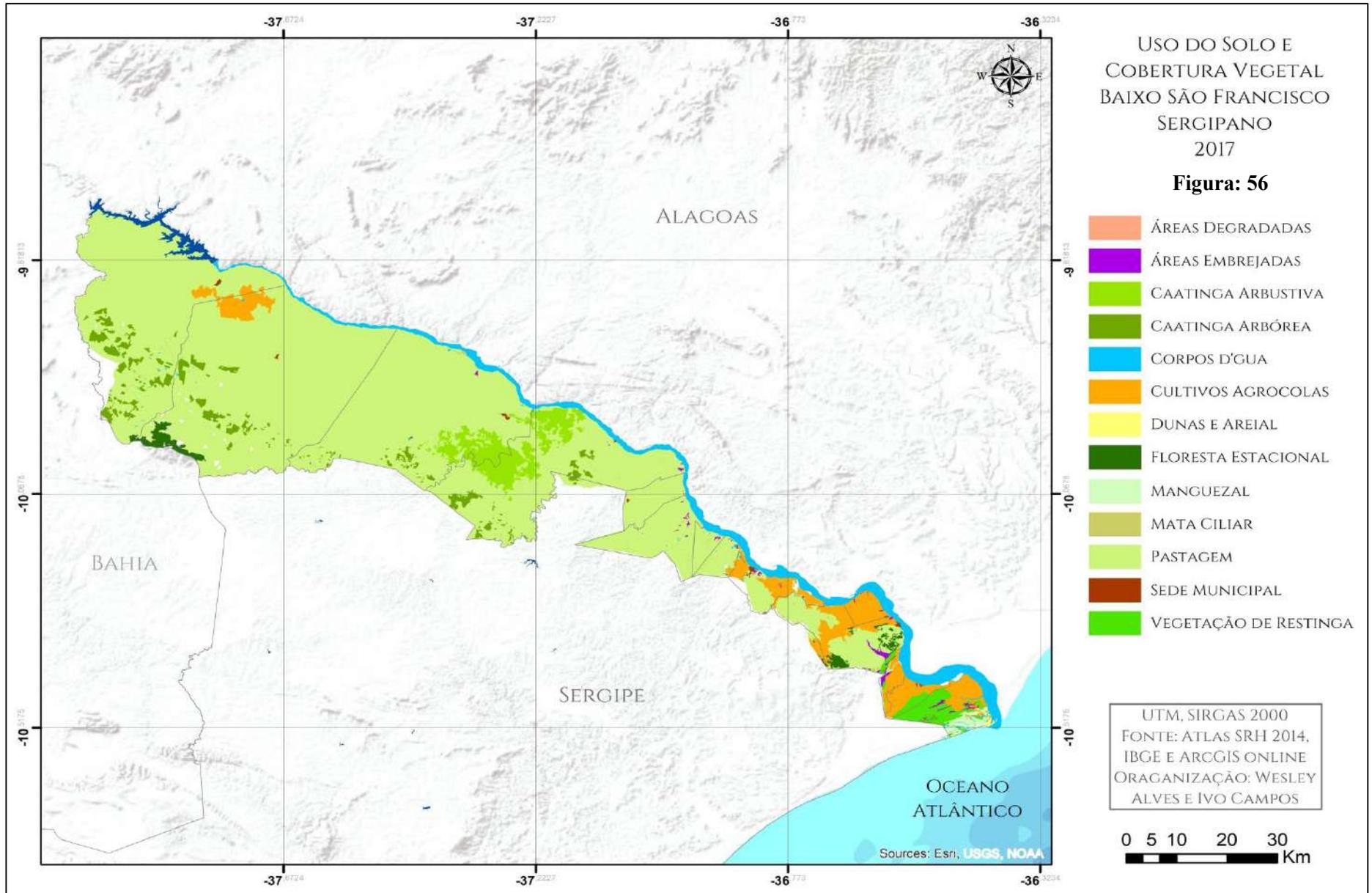
Fonte: IBGE, 1991/2010.

De acordo com as tabelas 12 e 13, a região do Baixo São Francisco Sergipano, em 2006 no conjunto de suas terras rurais apresentou, maior utilização das pastagens (55,1%) e lavouras (13,9%), totalizando 69% de sua área (233.127 ha), enquanto as demais categorias ocuparam somente 22% do total da área (336.787 mil/ha) (Figura 57). Em 2017, houve pouca variação, das pastagens totalizando 54.7% (164.792 mil/ha), ao contrário das lavouras com 19% (560.063), em relação a 2006, que cresceram 4,69%, mantendo esse decréscimo nas em torno de 0,5% entre os dois períodos (Tabela 11 e 12).

Essa situação privilegiada das pastagens evidencia que a pecuária é uma atividade econômica de grande relevância no Baixo São Francisco Sergipano, ocupando áreas dos 13 municípios. As matas e florestas estão presentes em todos os municípios e ocupam espaços disseminados. Em 2006, por exemplo, representaram 22% do total, verificando-se reduções areais em 2017, somando aproximadamente 17% ampliaram a área em torno de 1.000 há em 2017 que representou 3.682 há, em relação ao ano de 2006 (2.680 ha). Neste sentido, “o conhecimento da distribuição espacial dos tipos de uso e cobertura vegetal é de fundamental importância para orientar a utilização racional do espaço” (ROSA, 2014, p. 36).

A lavoura em 2006 ocupava área de 47.026 ha, tendo ampliado esse valor em 2017, quando ocupou 56.063 ha, ou seja, 16,11% da área total do Baixo São Francisco Sergipano, destacando-se os municípios de Poço Redondo que em 2017 passou a ocupar maior área 37.627 ha (Figura 58).

É importante salientar que essa atividade compromete muito a produtividade do solo, por ser de natureza predatória, responsável muitas vezes pelos desmatamentos e manejo indiscriminado com perda da capacidade produtiva, levando-os a processos erosivos irreversíveis pela falta da cobertura vegetal.



**Tabela 11:** Baixo São Francisco Sergipano - Utilização da terra, 2006.

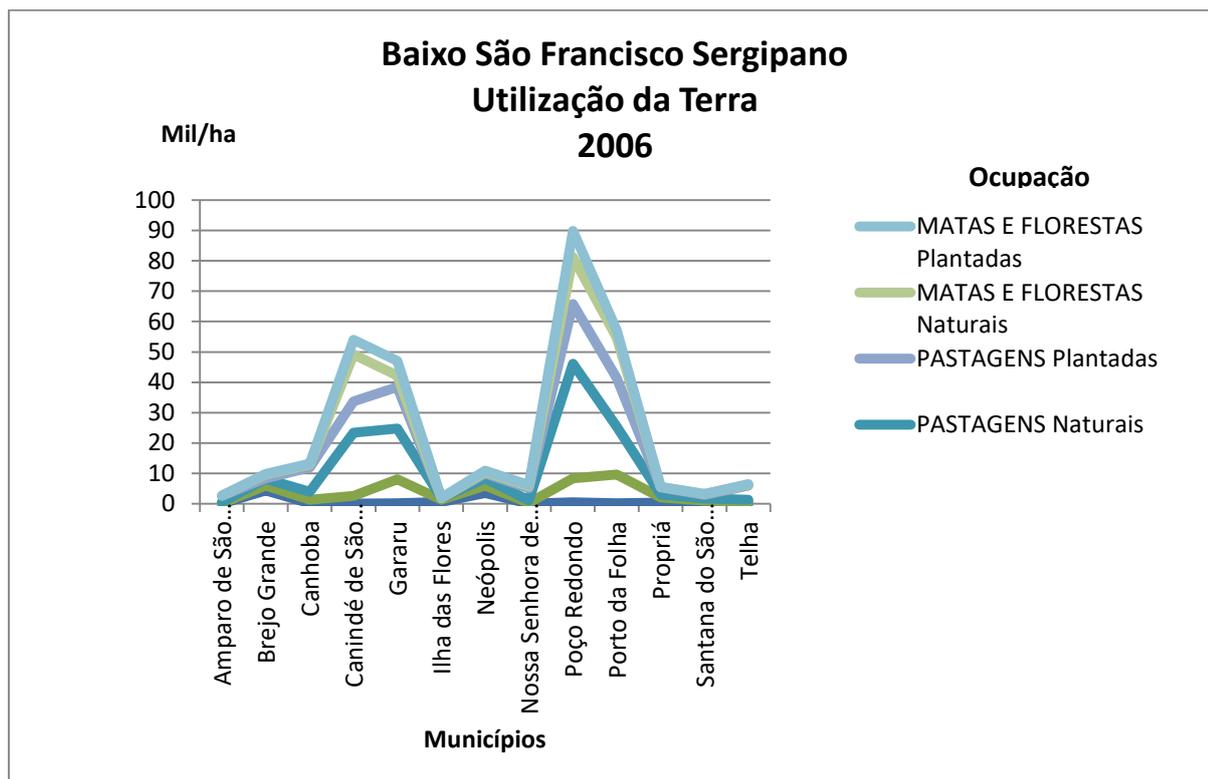
Municípios	Área Total (ha)	UTILIZAÇÃO DA TERRA												
		LAVOURA				PASTAGENS				MATAS E FLORESTAS				NÃO UTILIZADAS
		Permanente		Temporária		Naturais		Plantadas		Naturais		Plantadas		Produtivas
		Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)
Amparo de São Francisco	2.700	-	-	130	4,8%	466	17,2%	1.960	72,5%	106	4%	-	-	-
Brejo Grande	11.588	4.366	37,6%	1.551	13,3%	2.254	19,4%	181	1,5%	1.256	11%	181	1,5%	1.229
Canhoba	13.784	122	0,8%	1.145	8,3%	2.647	19,2%	8.054	58,4%	934	6,7%	346	2,5%	208
Canindé de São Francisco	58.396	93	0,1%	2.482	4,2%	20.820	35,6%	10.264	17,5%	15.531	26%	4.834	8,2%	68
Gararu	55.267	174	0,3%	7.821	14,1%	16.744	30,2%	13.654	24,7%	3.802	7%	4.854	8,7%	148
Ilha das Flores	1.984	552	27,8%	777	39,1%	542	27,3%	-	-	-	-	22	1,1%	-
Neópolis	12.134	3.472	28,2%	2.436	20,0%	2.465	20,3%	1.574	12,9%	530	4,3%	375	3,0%	-
Nossa Senhora de Lourdes	6.334	19	0,3%	216	3,4%	914	14,4%	3.953	62,4%	679	10,7%	378	5,9%	19
Poço Redondo	96.302	421	0,4%	7.982	8,2%	37.677	39,1%	19.689	20,4%	15.493	16%	8.637	8,9%	291
Porto da Folha	61.992	153	0,2%	9.467	15,2%	15.742	25,3%	15.966	25,7%	13.434	22%	2.419	3,9%	335
Propriá	6.059	336	5,5%	1.709	28,2%	968	15,9%	2.276	37,5%	187	3%	27	0,4%	375
Santana do São Francisco	3.230	863	26,7%	183	5,6%	733	22,6%	1.128	34,9%	299	9,2%	6	0,1%	7
Telha	7.017	51	0,7%	505	7,1%	739	10,5%	4.691	66,8%	285	4%	145	2,0%	-
<b>Baixo São Francisco</b>	<b>336.787</b>	<b>10.622</b>	<b>3,1%</b>	<b>36.404</b>	<b>10,8%</b>	<b>102.711</b>	<b>30,4%</b>	<b>83.390</b>	<b>24,7%</b>	<b>52.536</b>	<b>15,5%</b>	<b>22.224</b>	<b>6,5%</b>	<b>2.680</b>

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário, 2006.

\*(-) Sem informações disponíveis.

Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

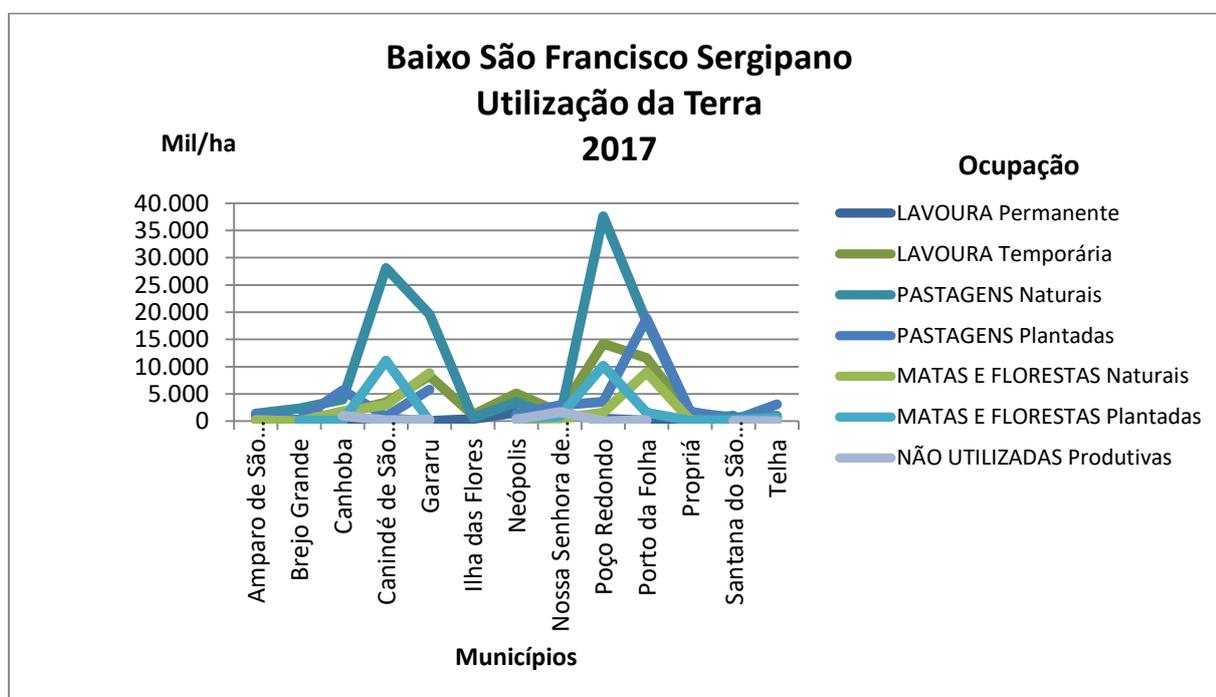
Figura 57: Baixo São Francisco Sergipano - Utilização da Terra, 2006.



Fonte: IBGE, Censo Agropecuário, 2006.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Figura 58: Baixo São Francisco Sergipano – Utilização da Terra, 2017.



Fonte: IBGE, Censo Agropecuário, 2017.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

**Tabela 12:** Baixo São Francisco Sergipano – Utilização da terra 2017.

Municípios	Área Total (ha)	UTILIZAÇÃO DA TERRA												
		LAVOURA				PASTAGENS				MATAS E FLORESTAS				NÃO UTILIZADAS
		Permanente		Temporária		Naturais		Plantadas		Naturais		Plantadas		Produtivas
		Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)
Amparo de São Francisco	3.321	-	-	383	11,6%	1.397	42,7%	1.212	35%	204	6,14%	-	-	-
Brejo Grande	6.651	2.242	34%	159	2,4%	2.343	-	249	3,7%	15	0,22%	192	2,9%	-
Canhoba	13.852	24	0,2%	1.561	11,3%	3.983	-	5.660	41%	1.834	9,72%	86	0,6%	1.019
Canindé de São Francisco	49.965	524	1,5%	3.473	7%	28.113	-	871	1,8%	2.958	5,92%	11.125	22,3%	169
Gararu	46.153	25	0,1%	8.314	18%	19.636	-	5.784	13%	8.858	19,2%	25	0,1%	259
Ilha das Flores	2.341	417	18%	1.140	49%	621	26,5%	-	-	-	-	-	-	-
Neópolis	13.593	1.601	12%	5.100	37,5%	3.537	26%	1.354	10%	406	2,98%	501	3,7%	277
Nossa Senhora de Lourdes	6.663	-	-	1.615	24,5%	556	8,5%	2.899	44%	517	7,75%	856	12,9%	1.710
Poço Redondo	88.010	435	0,5%	14.238	16%	37.627	43%	3.550	4%	1.564	1,77%	10.183	11,6%	23
Porto da Folha	56.698	118	0,2%	11.569	20,5%	18.200	32%	18.865	33%	8.968	15,81%	1.603	2,9%	168
Propriá	5.581	310	5,6%	1.121	20,1%	1.610	29%	1.795	33,16%	205	3,67%	110	2%	-
Santana do São Francisco	2.903	998	34,4%	357	12,3%	703	24%	161	5,54%	8,5	0,29%	240	8,3%	40
Telha	5.669	-	-	339	6%	982	17%	3.084	54,4%	323	5,69%	644	11,4%	17
<b>Baixo São Francisco</b>	<b>301.400</b>	<b>6.694</b>	<b>2,2%</b>	<b>49.369</b>	<b>16,8%</b>	<b>119.308</b>	<b>39,6%</b>	<b>45.484</b>	<b>15,1%</b>	<b>25.860</b>	<b>8,57%</b>	<b>25.565</b>	<b>8,5%</b>	<b>3.682</b>

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário, 2017.

\*(-) Sem informações disponíveis.

Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

A pastagem plantada, por exemplo, representou em 2006 um total de 83.390 ha (24,7%) e em 2017, 45.484 mil/ha, recobrando o terreno durante todo ano, com menor intensidade no período de estiagem, devido ao déficit hídrico da região. O município de Poço Redondo é o mais expressivo, pois em 2006 ocupou 19.689 ha da área do município (20,4%) e em 2017 ocupou, apenas, 3.550 ha (4%), um decréscimo de 16,4%, seguido respectivamente dos municípios de Porto da Folha ocupava uma área de 15.966 ha (25,7%) demonstrando ampliação de área para 18.865 ha, ou seja, um aumento de 2.899 ha (15,36%). Gararu registrou em 2006, 13.654 ha (24,7%) e em 2017, 5.784 ha, com um decréscimo de 57,63%. O município de Canindé de São Francisco registrou em 2006 o uso de 10.264 ha (15,5%) da área, e em 2017, 871 ha o que corresponde queda de 91,51% da área total. Esse fato se deve as secas prolongadas e o uso da área para a prática da agricultura irrigada, supondo que a pecuária está sendo suprida pela troca da pastagem pelo uso da ração animal.

Cabe ressaltar que, neste caso, a vegetação mostra-se importante porque protege o solo da erosão, pela capacidade que tem de diminuir a intensidade do escoamento superficial e prender as partículas de solo com a pressão da água formando pequenas rugosidades no terreno que retardam o movimento da água, provocando lixiviação e laterização do solo, comprometendo a sua capacidade produtiva, inviabilizando o cultivo de diversos produtos (ARAÚJO, 2007).

As pastagens naturais são encontradas, em proporções maiores nos municípios de Poço Redondo (37.627 ha), Canindé de São Francisco (28.113 ha), Gararu (16.636 ha) e Porto da Folha (18.865 ha), que ampliaram suas áreas para a expansão da atividade pecuarina. Por sua vez, a lavoura que tanto quanto as pastagens desempenham um importante papel no condicionamento agrícola local mostrou-se pouco expressiva voltada para a lavoura permanente apenas 3,1%, ocupando uma área de 10.622 ha, apesar do plantio da banana, manga e coco entre outros, apresentarem elevada produção, contribuindo significativamente para a economia dos municípios. As lavouras temporárias ocupam 36.404 ha, representando 10,8% da área total do Baixo São Francisco Sergipano.

Na categoria lavouras permanentes se destacam os municípios de Brejo Grande (4.366 ha), e Neópolis (3.472 ha). Nossa Senhora de Lourdes (19 ha), Telha (51 ha) e Canindé de São Francisco (93 ha) são os menos expressivos.

Do total de terras do Baixo São Francisco Sergipano (336.787 hectares), 47.026 ha são destinadas ao cultivo, principalmente de banana, manga e coco, como principais produtos da lavoura permanente (10.622 ha) e milho, mandioca e feijão da lavoura temporária (36.404 ha),

destacando-se os municípios de Poço Redondo e Porto da Folha entre os maiores produtores. Apesar da significância do total de terras destinadas as práticas da agrícola, 0,8% das terras cultiváveis não são utilizadas, correspondendo a 2.680 ha do total. O município de Brejo Grande é o que possui maior área não aproveitada se compararmos ao total de área do município, ou seja, 10,6% da área total.

#### **4.2 - Agricultura e Estrutura Fundiária**

Segundo Araújo (2007) a distribuição de terras no Estado de Sergipe reflete as condições históricas de concentração de terras no Brasil. Esse fato é comprovado quando se verifica que no baixo São Francisco Sergipano ocorre uma alta concentração de terra em poder de poucos e reduzidas dimensões com grande número de pequenos agricultores caracterizando uma má distribuição de terras no espaço rural.

A estrutura fundiária no Baixo São Francisco Sergipano reforça a tendência cada vez mais concentradora da terra, ainda bastante enraizada no âmbito dos municípios. Assim, considerando a estrutura fundiária variável de acordo com o município, a faixa de área estabelecida baseada nesse parâmetro adotada pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) demonstra o quanto o espaço rural encontra-se fragmentado em pequenas propriedades agrícolas (Tabela 13).

Os minifúndios representam maior número de estabelecimentos(10.741), embora ocupem 69.559 ha de área. As pequenas propriedades agrícolas concentram-se no grupo das propriedades com menos de 16 hectares, geralmente são caracterizadas por baixos níveis de investimento em equipamentos, construções e capital humano (COSTA, 2011).

Esse grupo abrange maior parte da agricultura dos municípios de Porto da Folha (56.110,20 ha), seguidos dos municípios de Poço Redondo (51.780,05 há), Gararu (49.183,91 ha) e Canindé de São Francisco (14.233,61 ha).

O grupo de estabelecimentos com mais de 1000 hectares está associado às grandes propriedades agrícolas, parcialmente ou totalmente inaproveitadas (Tabela 14). As duas categorias intermediárias estão associadas ao segmento mais dinâmico da produção rural e concentram grande parte das atividades modernas existentes no setor agrícola, principalmente aqueles classificados entre 100 e 1000 hectares agregando a maioria das propriedades exploradas comercialmente.

**Tabela 13:** Baixo São Francisco Sergipano - Estrutura Fundiária

Municípios	Minifúndios		PEQUENA PROPRIEDADE				MÉDIA PROPRIEDADE				GRANDE PROPRIEDADE			
			Produtiva		Improdutiva		Produtiva		Improdutiva		Produtiva		Improdutiva	
	Total	(ha)	Total	(ha)	Total	(ha)	Total	(ha)	Total	(ha)	Total	(ha)	Total	(ha)
Amparo de São Francisco	130	1.444,46	3	2.228,30	7	641,15	1	269,15	-	-	-	-	-	-
Brejo Grande	245	1.507,33	24	772,60	30	1.073,14	18	2.878,20	8	845,41	2	1.640,67	-	-
Canhoba	480	6.345,70	25	2.014,28	23	1.971,80	13	3.632,46	1	192,99	1	1.210,00	-	-
Canindé de São Francisco	526	14.233,61	36	4.575,07	40	5.343,66	22	12.634,80	26	12.010,83	5	13.481,14	1	1.143,10
Gararu	2.931	49.183,91	75	9.054,93	56	7.780,58	5	1.926,37	11	3.994,84	1	2.694,60	-	-
Ilha das Flores	214	996,14	4	146,86	-	-	2	265,11	1	105,00	-	-	-	-
Neópolis	569	3.890,64	8	555,84	17	1.132,15	4	1.037,21	9	1.972,23	2	1.127,36	2	1.419,47
Nossa Senhora de Lourdes	581	6.687,24	8	1.022,33	9	868,50	1	303,00	1	300,00	-	-	-	-
Poço Redondo	2.358	51.780,05	54	6.587,43	71	9.647,11	10	4.299,80	14	5.591,03	2	7.047,59	-	-
Porto da Folha	4.010	56.110,20	48	6.982,75	101	11.740,05	8	3.147,29	10	4.451,37	1	1.208,24	1	1.392,70
Propriá	1.101	4.761,84	6	352,29	13	773,60	5	1.730,79	2	544,50	-	-	-	-
Santana de São Francisco	84	546,56	-	-	10	728,00	-	-	7	1.614,61	-	-	1	564,78
Telha	233	1.746,72	7	442,17	5	346,90	2	574,71	3	646,11	1	1.058,70	-	-
<b>Baixo São Francisco</b>	<b>10.741</b>	<b>69.559,43</b>	<b>159</b>	<b>30.492,27</b>	<b>256</b>	<b>42.046,64</b>	<b>91</b>	<b>29.066,43</b>	<b>54</b>	<b>32.268,92</b>	<b>14</b>	<b>14.777,16</b>	<b>3</b>	<b>4.520,05</b>

Fonte: INCRA, 2011.

Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Informações não disponíveis.

**Tabela 14:** Baixo São Francisco Sergipano - Grupos de área total segundo os municípios, 1990.

MUNICÍPIOS	GRUPOS DE ÁREA (ha)																			
	-5		5 a -10		10 e -25		25 a -50		50 a -100		100 a – 250		250 a -500		500 a -1000		1.000 e +		TOTAL	
	Est.	Área	Est.	Área	Est.	Área	Est.	Área	Est.	Área	Est.	Área	Est.	Área	Est.	Área	Est.	Área	Est.	Área
Amparo de São Francisco	50	122,1	23	174,35	39	574,57	24	854,96	16	1.110,69	7	902,15	1	269,15	-	-	-	-	160	4.007,99
Brejo Grande	104	264,53	89	640,25	74	1.135,40	38	1.330,91	28	1.977,40	15	2.625,31	2	533,60	-	-	1	1.366,87	351	9.874,32
Canhoba	102	313,07	133	957,31	166	2.574,38	96	3.400,76	61	4.237,56	40	5.785,45	5	1.480,28	1	616,35	1	1.210,00	605	20.575,20
Canindé de São Francisco	29	106,81	55	394,47	140	2.154,46	235	7.793,79	120	8.554,46	81	12.352,76	36	13.015,17	26	19.055,62	19	26.178,85	734	89.556,30
Gararu	592	1.629,20	741	5.489,83	917	14.819,79	523	18.072,32	240	16.469,73	112	16.231,70	24	7.626,24	4	2.533,79	1	2.694,60	3.154	85.567,22
Ilha das Flores	166	596,13	39	261,56	14	207,90	4	130,36	1	58,60	3	370,11	-	-	-	-	-	-	227	1.624,67
Neópolis	377	1.140,79	78	567,63	79	1.280,08	45	1.525,44	29	2.037,07	15	2.279,52	3	1.046,79	6	3.697,93	1	3.717,30	633	17.292,60
Nossa Senhora de Lourdes	307	528,65	123	931,58	165	2.588,04	63	2.090,03	25	1.676,29	10	1.575,13	3	929,50	-	-	-	-	609	10.319,24
Poço Redondo	225	690,70	375	2.840,26	840	14.022,97	741	24.430,10	259	18.024,50	114	18.115,35	36	12.641,84	14	9.729,11	15	41.048,78	2.655	141.543,67
Porto da Folha	960	2.535,70	789	5.807,59	1.224	19.447,38	580	19.617,74	255	17.930,72	124	18.671,24	22	7.409,89	6	3.475,15	4	5.092,64	3.964	99.988,10
Propriá	890	2.642,85	140	865,2	46	726,44	31	1.045,92	19	1.225,05	4	535,34	8	2.696,69	-	-	-	-	1.138	9.737,53
Santana de São Francisco	61	115,70	6	40,10	11	207,51	13	479,24	4	268	10	1.720,03	2	560,71	2	1.218,78	-	-	109	4.610,09
Telha	153	499,44	29	215,92	33	515,87	28	1.010,60	14	1.026,51	5	771,23	2	663,21	-	-	1	1.058,70	265	5.761,51
<b>Baixo São Francisco</b>	<b>4.016</b>	<b>11.185,67</b>	<b>2.620</b>	<b>18.618,42</b>	<b>3.748</b>	<b>60.254,79</b>	<b>2.421</b>	<b>81.782,17</b>	<b>1.071</b>	<b>74.596,58</b>	<b>540</b>	<b>81.935,32</b>	<b>144</b>	<b>48.873,07</b>	<b>59</b>	<b>40.326,73</b>	<b>43</b>	<b>56.188,89</b>	<b>14.604</b>	<b>500.458,44</b>

Fonte: INCRA, IBGE, Censo Agropecuário, 2006.

Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

\*(-) Informações não disponíveis.

Os estabelecimentos que possuem entre 500 e 1.000 hectares, representam as médias propriedades. Dos treze municípios existentes na região, são encontrados somente em Canindé de São Francisco, Poço Redondo, Porto da Folha, Gararu e Canhoba, onde ocupam as maiores áreas rurais.

Os demais municípios lideram as pequenas propriedades, com ressalva de que em sua maioria improdutivas. Nessa faixa de área, incluindo o minifúndio, Canindé de São Francisco, Poço Redondo, Porto da Folha e Gararu apresentam-se entre os municípios com menor número de unidades produtivas (84 ha) e área de 546,56 hectares.

Na média propriedade a situação em número é quase igualitária para todos os municípios, com grandes diferenças de áreas para os municípios de Amparo de São Francisco (269,15 hectares), Ilha das Flores (265,11 hectares), Telha (574,71 hectares) e Nossa Senhora de Lourdes (303 hectares). Inversamente, ocorre com as unidades improdutivas que se apresentam desproporcionais em número, porém guardando uma sintonia quase uniforme em termos de áreas ocupadas, destacando-se Canindé de São Francisco (12.010,83 hectares), Gararu (3.994,84 hectares), Neópolis (1.972,23 hectares), Poço Redondo (5.591,03 hectares), Porto da Folha (4.451,37 hectares).

No quesito agricultura, o Baixo São Francisco Sergipano é marcado pela diversidade de cultivos agrícolas. Dentre os produtos agrícolas, a manga, o coco e a banana se destacam nos municípios. O milho, a mandioca e o feijão são outras culturas cultivadas, além de outras atividades de valor econômico agregado.

As atividades agrícolas predominantes no Baixo São Francisco Sergipano são voltadas para a agricultura comercial, com uso de tecnologias, apesar da modernização não se dá de forma equilibrada, concentrando, geralmente, as atividades nas grandes propriedades em função do poder financeiro. O trabalho temporário absorve grande parte da mão de obra local não especializada, em sua maioria sem vínculo empregatício, que gera insegurança na população.

Nas pequenas propriedades predominam os cultivos em regime de policultura marcada pela falta de recursos tecnológicos para mecanizar sua produção através da compra de defensivos agrícolas e máquinas (tratores). A adoção da modernização não se processa da mesma forma nas diversas propriedades.

Condicionada pela presença do capital, a modernização só é efetivada pelos médios e grandes proprietários detentores do poder econômico, os quais fazem grandes investimentos pela facilidade no acesso aos financiamentos, ficando os pequenos proprietários com chances reduzidas em aquisição de tecnologias e insumos para aumentar e garantir a produção. Consta

no baixo São Francisco Sergipano o uso de tecnologias modernas em áreas de consórcios agrícolas comerciais, principalmente em projetos de irrigação, o caso dos perímetros irrigados Jacaré/Curituba, Califórnia, Nova Califórnia, Propriá, Platô de Neópolis e Cotinguiba-Pindoba (Quadro 09).

**Quadro 09:** Baixo São Francisco Sergipano - Região do Baixo São Francisco, projetos de irrigação no Baixo São Francisco, 2012.

PROJETO/ LOCAL	ORGÃO/ ANO DE IMPLANTAÇÃO/ - CO IMPLANTAÇÃO	ÁREA DO PROJETO					CARACTERÍS TICAS
		Área irrigada (ha)	Quant. Lotes (ha)	Área total (ha)	Lote COL	Lote EMP	
Califórnia Canindé de São Francisco (SE)	COHIDRO 1987	1.360	5	3.98 0	253	19	Aspersão
Jacaré – Curituba Poço Redondo (SE)	COHIDRO	3.150	40	5.00 0	79	0	Aspersão e micro aspersão
Propriá Telha (SE)	CODEVASF 1973	1.177	3,8	2.16 5	311	0	Inundação
Cotinguiba- Pindoba Propriá (SE)	CODEVASF 1980	2.215	4,7	3.08 3	462	12	Inundação, aspersão e micro aspersão
Platô de Neópolis Neópolis (SE)	COHIDRO/ASC ONID 1994	7.248	185,8	10.4 32	0	39	Micro aspersão/gotej amento e pivô central
Betume Neópolis (SE) Neópolis	CODEVASF 1978/1998	2.860,8	3,8	6.69 8	753	0	Inundação
Boacica (AL)	CODEVASF 1984/1997	2.762	2.762	2.76 2	762	0	Inundação
Marituba (AL)	CODEVASF	4.200 ha	-	-	-	-	-

Fonte: SEPLANTEC/SRH, 2002; CODEVASF, 2017. Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2018.

#### 4.2.1 – Jacaré/Curituba

O projeto Jacaré-Curituba localiza-se a noroeste do estado de Sergipe, próximo à Usina Hidroelétrica de Xingó, e ocupa parcialmente os municípios de Canindé do São Francisco e Poço Redondo, onde atende 13.041 famílias, gerando 3.105 empregos diretos e 6.210 indiretos. Com uma área irrigável de aproximadamente 3.105 ha, sendo em média ao ano 528,47 ha, faz parte de uma política de aquisição de terras, com base de uso comum e medidas de proteção ambiental, além de infraestrutura, administração fundiária, organização de produtores, apoio em administração, operação, manutenção, assistência técnica e capacitação de técnicos e agricultores na fase de operação inicial.

O acesso à área do projeto dispõe de uma estrutura viária terrestre que é feito através das rodovias BR-235, SE-175 e SE-230, chegando até a cidade de Canindé do São Francisco, que viabiliza o escoamento de toda produção agrícola do perímetro (Figura 59).

**Figura 59:** Perímetro do Projeto de irrigação Jacaré - Curituba, situado entre os municípios de Poço Redondo e Canindé de São Francisco – SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2018.

O Projeto iniciou em 1997, em parceria com o Ministério da Integração Nacional, com a interveniência da Secretaria Estadual de Infraestrutura - SEINFRA/SE, através do Convênio nº 021/97-MMA/SRH. Em 29/05/2006, por meio da Portaria nº 430, o Ministério da Integração Nacional incumbiu à CODEVASF a responsabilidade pela gestão do Projeto.

O projeto visa contribuir para o desenvolvimento da região semiárida através da agricultura irrigada, dentro da sustentabilidade ambiental, incorporando 3.105 ha ao processo produtivo; elevar a produção e a produtividade das safras agrícolas, gerando renda, aumento da oferta de alimentos e propiciando a abertura de empregos diretos e indiretos, além de aumentar a produção e a produtividade agrícolas mediante a introdução da irrigação; Aumentar as oportunidades de emprego na região, promover o desenvolvimento regional.

Com solos caracterizados por Luvisolos, Planossolos, Vertissolos e Neossolos, associados ao sistema hídrico de abastecimento, promove a policultura a qual produz na lavoura permanente: abacate, manga, banana, uva, manga, limão, acerola e algodão; e da temporária a qual produz melão, milho e tomate, todos voltados para o abastecimento comercial, preconizados por meio da micro aspersão e gotejamento. O projeto é de extrema importância para a economia da região e do Estado de Sergipe.

#### **4.2.2 - Califórnia e Nova Califórnia**

O Projeto Califórnia também é um dos consórcios voltados para o mercado externos, localizado no extremo noroeste do Baixo São Francisco Sergipano, no Território do Alto Sertão, possui sua área dividida em 333 lotes distribuídos entre 272 agricultores irrigantes e outros 61 que atuam na área de sequeiro que contam com um ponto de água para consumo humano, animal e para pequenas hortas domésticas, além de insumos industriais e científicos e outras práticas ainda, deixando os pequenos agricultores fora do perímetro aquém da produção capitalizada (Figura 60).

A área do perímetro é de 3.980 ha, sendo irrigada uma área de 1.360 há, os quais usam como métodos como: a aspersão, gotejamento e micro - aspersão, contando com assistência creditícia dos Bancos do Brasil, Banco do Nordeste do Brasil e o Banco do Estado de Sergipe. As características físicas e produtivas dos solos favorecem as práticas, apesar do clima seco e baixos índices pluviométricos nas imediações do perímetro, os solos Bruno não cálcio, Eutrófico e Podzólico são corrigidos com técnicas de calagem e controle do PH (acidez) o que possibilita por meio da irrigação a produtividade da área.

A prática de sequeiro compreende a 1830 ha, enquanto as áreas de reservas (não produtivas) concentram em apenas 790 ha (COHIDRO, 2019). O sistema de irrigação é alimentado com a captação da água do São Francisco que sai da represa da hidrelétrica e vai até a estação de bombeamento.

Figura 60: Baixo São Francisco Sergipano – Planta do Perímetro Irrigado Califórnia, Canindé de São Francisco - SE.



Fonte: Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe - COHIDRO, 2019.

De lá a água é elevada, por meio de adutora, até o canal hidroagrícola e redistribui a água para todo o perímetro de 78 km de extensão que abastecem os produtores do projeto, que é compartilhado com o Projeto Jacaré-Curituba, administrado pela CODEVASF, garantindo a produção anual de 28.764 toneladas de produtos da lavoura permanente como acerola, banana, goiaba, manga, graviola, e de lavouras temporárias com abóbora, aipim, amendoim, feijão de corda, milho, quiabo, coentro, maracujá, pimentão e tomate, em uma área de 1.996 ha, gerando aproximadamente 1.500 empregos diretos e indiretos (COHIDRO, 2017).

O Perímetro Irrigado Califórnia situa-se entre os municípios de Canindé do São Francisco e Poço Redondo, no extremo noroeste do Estado de Sergipe, microrregião homogênea Sertão Sergipano do São Francisco, distando 213 km de Aracaju.

Quando se trata da utilização da terra, Diniz (1986) ressalta que além da utilização agrícola, há também uma utilização não-agrícola, expressa em cidades, loteamentos, áreas de especulação imobiliária, rios, lagos, e que mesmo em áreas rurais, acontecem esses tipos de

utilização com ligação direta com a agricultura, como é o caso das casas rurais, usinas e outros estabelecimentos agroindustriais, como a exemplo, dos projetos de irrigação aqui estudados.

Dado o caráter emergencial do Projeto, não foi feita uma previsão dos riscos que poderiam gerar para o meio ambiente. Pelo que se deduz dos documentos oficiais, esperava-se que seus efeitos fossem altamente positivos, principalmente no que se refere ao aspecto socioeconômico, já que deveria permitir a população, adversamente afetada pela unidade hidrelétrica construída rio acima, manter um nível de subsistência no mínimo equivalente àquele previamente existente.

Com a construção da usina de Xingó, as alterações ambientais foram mais intensas devido o controle da vazão e a presença de mais projetos de irrigação provocaram alterações como: poluição de aquíferos, desmatamentos, erosão e contaminação das águas superficiais com o uso de fertilizantes e pesticidas, principalmente nas plantações de arroz. Além disso, há de considerar que os perímetros irrigados, ainda não de todo implantados, encontram-se hoje em maior ou menor estágio de manutenção, possibilitando detectar alguns impactos ambientais importantes deles advindos ou indiretamente com eles identificados.

Os projetos públicos de irrigação têm como intuito promover a participação da sociedade e ao mesmo tempo garantir o desenvolvimento econômico, que traduzem a história da CODEVASF. A partir da segunda metade da década de 60, a concentração de investimentos federais no vale do rio São Francisco, para criação de infraestrutura de irrigação e geração de energia elétrica, provocou novos investimentos voltados para o fortalecimento da infraestrutura socioeconômica. Contribuiu para isso o desenvolvimento que a região passou a apresentar com os impactos da agricultura irrigada na produção de alimentos, na criação de empregos e no aumento da renda regional.

Essas experiências locais foram estimuladas visando contemplar e disseminar as oportunidades de emprego e renda no âmbito da municipalidade, criando condições de investimentos aqueles interessados na região (oferta de incentivos fiscais) e propiciar a descentralização constitucional dos serviços públicos instituídos para os territórios de desenvolvimento. Nas décadas de 80 e 90, houve maior liderança do setor privado, através da organização dos empresários, motivado pela necessidade de competição nos mercados nacionais e internacionais, que passaram a pressionar o Governo pela ampliação da infraestrutura.

Neste aspecto, Santos (2011) enfatiza que as necessidades urbanas, conhecidas na atualidade como pertencentes ao “novo rural”, refletem uma configuração territorial, espacial e

paisagística, em virtude de projetos como estes, pois os elementos componentes da vida urbana (não agrícolas) estão cada vez mais presentes, de forma especializada, como posto de saúde, escola, ruas pavimentadas com calçamento, comércio, etc. Contudo, essa condição tem levado os gestores e o poder legislativo a tomarem iniciativas como criação de políticas públicas.

A utilização agrícola das terras no Baixo São Francisco pode ser dividida segundo Diniz (1986) em três grupos: 1) terras de cultivo, que vão ser ocupadas com cultivos perenes (anuais); 2) pastagens, que representam formas diversificadas de utilização da terra, podendo ser artificial ou natural e, 3) as áreas florestadas ou reflorestadas que podem estar associadas à preocupação com a conservação do meio ambiente.

Nas áreas destinadas aos projetos de irrigação, a divisão segundo Diniz (1986) encontra correspondências, principalmente nos Projetos Califórnia e Jacaré-Curituba em termos de uso agrícola e não agrícola. No caso deste último, vale ressaltar que alguns dos Projetos viraram verdadeiros povoados, estruturados a partir da construção de agrovilas, criadas para abrigar acampado, que seriam assentados nos referidos projetos (SANTOS, 2011).

Nas áreas irrigáveis do perímetro, utiliza-se a tecnologia de irrigação por aspersão, sendo o sistema alimentado com água captada diretamente do Rio São Francisco. De acordo com o projeto original, deveriam coexistir em 3.980 hectares, de maneira integrada, interdependente e complementar, as duas formas de exploração agrícola recomendadas para a região semiárida: a agricultura irrigada e de sequeiro.

Nos lotes irrigados são cultivados predominantemente produtos como: milho, feijão, mandioca, fumo e produtos hortifrutigranjeiros, como é o caso do quiabo, da goiaba, além da criação de aves galináceas, enquanto nos lotes de sequeiro o cultivo da palma ou do capim é uma atividade bem comum, propiciando assim, a criação de gado, para diversas finalidades, mas principalmente para o fornecimento do leite. Apesar dos produtos agrícolas serem considerados temporários, com o advento da irrigação enquadra-se num ciclo produtivo permanente, possuindo mais de uma safra anualmente, assumindo o caráter de cultivo permanente.

Os projetos Califórnia e Nova Califórnia constituem a experiência pioneira de introdução do sistema de agricultura irrigada pelo Governo do Estado de Sergipe, com o objetivo de aumentar a produção e a produtividade agrícolas, modificando o quadro de miséria e pobreza, mediante a introdução da irrigação, aumentando, por meio de intervenções e ações, as oportunidades de emprego no Estado de Sergipe, além de promover o desenvolvimento

regional, beneficiando uma população de 17.640, gerando 4.200 empregos diretos e 8.400 indiretos (CODEVASF, 2006).

A principal fonte hídrica do projeto é o Rio São Francisco, e as principais culturas são: banana, coco, goiaba, inhame, limão e pinha. Além da exploração de peixes, camarões e bovinos, alimentados por um sistema de irrigação preconizado em sistemas pressurizados. Assinado o contrato com a Cooperativa dos produtores da Colônia Pindorama para Concessão de Direito Real de Uso (CDRU).

De acordo com estudos realizados por meio da Secretaria de Agricultura, Abastecimento, e irrigação de Sergipe (SAGRI, 1992), a decisão pela implantação dos perímetros irrigados Califórnia e Nova Califórnia foi motivada pelo fato da região ser uma das menos desenvolvidas do Estado de Sergipe e que tinha a menor densidade demográfica do Estado, ou seja, 10,55 habitantes, por quilômetro quadrado (IBGE, 1980), apresentando indicadores de vida dos mais baixos do Semiárido Sergipano. Destacava-se pela grande potencialidade agrícola, em termos pedológicos a partir do momento em que houvesse disponibilidade de água em abundância, principalmente para a irrigação.

O perímetro irrigado está subdividido em 333 lotes, e apresenta uma área total de 3.980 hectares, possuindo duas formas de exploração agrícolas recomendadas para a região semiárida: a agricultura irrigada e a de sequeiro (resistente à seca). Nas terras destinadas a irrigação, é utilizada a técnica por aspersão e, 1.360 hectares, com elevado investimento estatal, voltado para a produção de culturas alimentares, frutas e algodão herbáceo (Tabela 15).

**Tabela 15:** Formas de ocupação atual do Perímetro Irrigado Califórnia, 2009.

DESCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ÁREA (ha)	TOTAL (ha)
1. PARCELAMENTO	333	4.29	-
1.1 Agricultores Irrigantes	243	30.00	1.042,00
1.2 Agricultores Sequeiro	61	13.70	1.830,00
1.3 Empresários	17	4.42	233,00
1.4 Técnicos	10	20.50	44,00
1.5 Públicos: ENDAGRO/EMBRAPA e COHIDRO	02	676,00	41,00
RESERVAS FLORESTAIS	-	114,00	676,00
ESTRADAS	-		114,00
<b>Total</b>	333	-	3.980,00

Fonte: EMDAGRO – Governo do Estado de Sergipe, 2009.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2018.

A tradição cultural dos produtores foi outro fator importante observado. Nesse particular evidenciou-se que 91,7% dos produtores não possuíam vínculo com a atividade agrícola, antes

de terem seus lotes no Perímetro. Na opinião de Reis (1991) isso constitui, como ponto negativo, uma vez que a maioria das pessoas selecionadas não possuem qualquer experiência agrícola e serem contempladas com lotes que exigem domínio e treinamento adequados de técnicas agrícolas com irrigação.

Outro fato relevante observado foi à ausência de acompanhamento e controle da produção por parte dos colonos. Isto reflete o baixo nível cultural dos agricultores, o despreparo e a falta de orientação técnica para o desenvolvimento de atividades de controle da produção. Estudos realizados sobre o projeto mostram que 71,6% dos produtores revelaram que não realizam tal controle de forma sistemática de modo a avaliar o custo de produção dos produtos cultivados em seus lotes.

A mecanização agrícola no preparo dos solos para o cultivo das lavouras é utilizada por 89% dos entrevistados, principalmente para o plantio da cultura do quiabo, além disso, todos os entrevistados disseram fazer uso de fertilizantes e agrotóxicos. A utilização desses produtos é feita sem nenhuma prescrição técnica, sendo normalmente realizada de acordo com a expectativa do produtor, dependendo inclusive de sua disponibilidade financeira, conforme já havia sido descrito por Araújo (1997).

Ainda, de acordo com o autor, o volume de água aplicado vem determinando a lixiviação de nutrientes e a ocorrência de processos de erosão e salinização dos solos do Perímetro. A administração do perímetro Irrigado Califórnia admite a existência de 42 lotes com problemas de salinização, numa área estimada de 2 % da área total do Perímetro. Considerando as observações diretas e o resultado das análises químicas realizadas por Araújo (1997) não é difícil afirmar tratar-se de uma área maior, uma vez que pode não estar sendo contabilizadas as áreas salinizadas que a empresa substituiu por parte da área destinada como reserva.

A percepção dos produtores do Perímetro Irrigado Califórnia sobre as relações da produção com a salinização dos solos ao longo dos anos registra que apenas 24% dos produtores estão sofrendo algum tipo de restrição. Para 76% dos produtores entrevistados a produção agrícola tem se mantido em patamares normais ou até aumentando.

No que se refere à preocupação com as práticas de conservação do solo no Perímetro, 61,9% dos entrevistados revelaram adotar apenas a rotação de cultura como forma de proteção ao solo. Por conta disso já se percebe um acelerado processo de depauperamento do solo por erosão e compactação. O uso reiterado da irrigação sem maiores critérios mostra-se exagerado. O controle da irrigação é feito utilizando o critério do turno de rega, estabelecendo a quantidade de 1 h para cada linha de aspersores, o que por vezes provoca o encharcamento dos solos.

Os resultados da exploração agrícola do Perímetro Irrigado Califórnia mostram a ocupação inicial dos lotes com culturas de subsistência (milho e feijão) no primeiro ano de implantação do Perímetro. Nos anos subsequentes evidencia-se uma pulverização de culturas, sobressaindo-se a área ocupada por lavouras temporárias do milho, feijão, abóbora, tomate, aipim e quiabo. Percebe-se uma elevação da área ocupada com a cultura do quiabo a partir de 1990 até 1996, onde este passou a responder por 45,8% da área cultivada do Perímetro, além de outras culturas.

Estudos realizados por Lopes & Mota (1997) no Perímetro Irrigado da Ribeira, município de Itabaiana, constataram o uso abusivo e descontrolado de agrotóxicos, registrando-se, inclusive, casos de efeitos nocivos na saúde do agricultor. O exemplo do que ocorreu no Perímetro Irrigado da Ribeira, culturas como tomate e quiabo cultivados no Perímetro Irrigado Califórnia recebem aplicações excessivas de venenos sem que os produtores se protejam conscientemente deles, apresentando, conseqüentemente, problemas de saúde.

Contudo, as observações mostraram que parte dos lotes apresenta problemas de salinização, compactação e erosão, comprometendo sua capacidade produtiva. O manejo do solo e da água vem sendo realizado sem maiores critérios técnicos, o que torna vulnerável a prática da agricultura irrigada.

O manejo agrícola vem sendo realizado sem maiores critérios técnicos, tornando vulnerável a prática da agricultura irrigada, propiciando o surgimento de problemas, como a salinização e compactação dos solos (Figura 61).

O quiabo, ao longo dos anos, foi à cultura que mais cresceu em área e produção agrícola. A despeito desse crescimento, sua produtividade, assim, como a do tomate, feijão, milho e outras culturas exploradas no Perímetro Irrigado Califórnia, encontram-se com valores inferiores às médias regional e nacional. Os produtos agrícolas cultivados apresentam baixa produtividade e diferem significativamente daqueles planejados, com ênfase para a monocultura do quiabo.

De modo geral, no Baixo São Francisco, predomina o trabalho assalariado fixo, temporário e não assalariado, caracterizado por uma relação de emprego permanente, e o temporário nas médias e grandes propriedades, o que não exclui, entretanto, em alguns casos, a existência de trabalhadores que buscam complementar sua renda com outras atividades, a exemplo da pesca.

**Figura 61:** Solo exposto e compactado no perímetro do Projeto de irrigação Califórnia, imediações do município de Canindé de São Francisco – SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2018.

A agricultura exercida nos 13 municípios que compõem o Baixo São Francisco Sergipano apoia-se numa distribuição fundiária com padrão concentrador, conforme visto. Os resultados aqui apresentados referem-se à quantidade e ao valor da produção das principais culturas permanentes e temporárias próprias dos estabelecimentos, incluindo-se, neste, a parte de parceiros autônomos.

Na área de estudo, observa-se que as lavouras têm participação menor que as pastagens na ocupação do espaço agrário, prevalecendo as permanentes sobre as temporárias, estando associadas a elas, os principais produtos agrícolas que implementam o desenvolvimento econômico da região, potencializados pelos projetos de irrigação.

Os dados dos censos agrícolas realizados pelo IBGE entre 1991 e 2010 apontam seis produtos agrícolas como principais: a manga que se destaca em produção, o município de Neópolis (1.320 toneladas), Brejo Grande (922 toneladas), Propriá (963 toneladas) e Santana do São Francisco (600 toneladas), ou seja, os três municípios juntos produziram em 1991, segundo o censo do IBGE, 3.805 toneladas do produto, correspondendo a 75,4% da produção em uma área de 233 hectares.

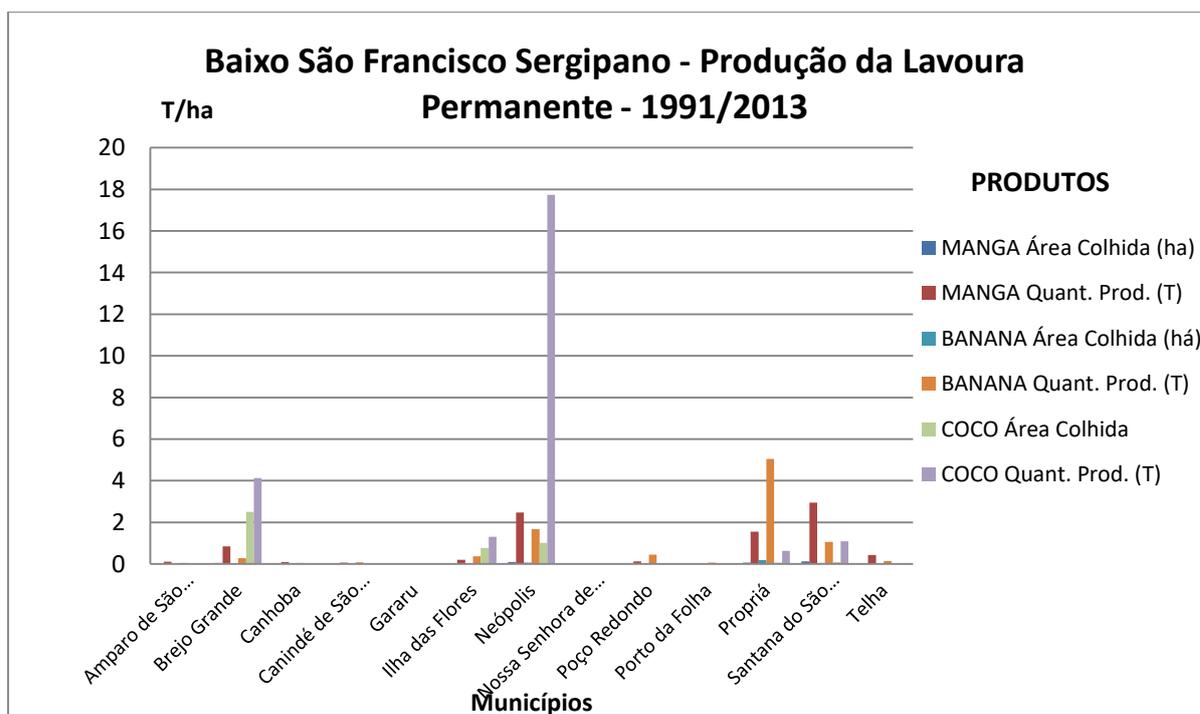
Estes mesmos municípios produziram em 2013, segundo o censo agropecuário do IBGE (2010), 7.809 toneladas, ou seja, 88,62% da produção de manga em uma área de 361 hectares, um crescimento de 64,5% da área agrícola, enquanto Canindé foi o menos expressivo com produção média de apenas 60 toneladas (Figura 62).

A banana, inserida na lavoura permanente, também está entre os cultivos de maior produção no Baixo São Francisco Sergipano, destacando-se os municípios de Neópolis (8.827 toneladas), Propriá (7.150 toneladas) e Santana do São Francisco (4.382 toneladas).

Juntos esses municípios produzem 20.359 toneladas em uma área de 449 hectares, segundo o censo agropecuário do IBGE (1990). No entanto, houve um aumento considerável se comparado o censo de 1990 e 2013, onde Neópolis apresentou uma produção de 1.668 toneladas, Propriá 5.040 toneladas, os quais evidenciam uma diminuição da produção de Santana do São Francisco 1.063 toneladas, um total de 7.771 toneladas, ou seja, uma queda de 38,16% na produção (Tabelas 16 e 17).

O coco, caracterizado como lavoura permanente, é uma prática de extrema importância para o orçamento dos municípios do Baixo São Francisco Sergipano. Dentre os municípios que praticam a cocoicultura, Neópolis é quem mais se destaca com a produção 14.844 toneladas em 1991 e 17.740 toneladas em 2013, um crescimento de 8,67% na produção (Figura 63).

**Figura 62:** Baixo São Francisco Sergipano – Produção da Lavoura Permanente, 1991 - 2013.



Fonte: IBGE, Censo Agropecuário, 1991/2013.  
Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

**Tabela 16:** Baixo São Francisco Sergipano - Produção dos principais produtos da lavoura permanente - 1991.

MUNICÍPIOS	MANGA				BANANA				COCO			
	Área Colhida (ha)	Quant. Prod. (T)	Rend. Médio (ha)	Valor (Mil reais)	Área Colhida (ha)	Quant. Prod. (T)	Rend. Médio (ha)	Valor (Mil reais)	Área Colhida (ha)	Quant. Prod. (T)	Rend. Médio (ha)	Valor (Mil reais)
Amparo de São Francisco	7	151	21.571	35	5	80	16.000	24	-	-	-	-
Brejo Grande	43	922	21.441	231	20	360	18.000	104	2.990	5.980	2.000	3.648
Canhoba	6	130	21.666	34	5	80	16.000	24	2	4	2.000	3
Canindé de São Francisco	-	-	-	-	60	720	12.000	341	35	105	3.000	22
Gararu	-	-	-	-	10	100	10.000	47				
Ilha das Flores	11	236	21.454	61	22	396	18.000	119	764	1.452	1.900	962
Neópolis	60	1.320	22.000	1.980	282	8.827	31.301	2.880	1.380	14.844	10.756	9.834
Nossa Senhora de Lourdes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poço Redondo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porto da Folha	-	-	-	-	13	182	14.000	87	-	-	-	-
Propriá	30	963	32.100	1.685	260	7.150	27.500	2.252	37	74	2.000	49
Santana do São Francisco	100	600	22.000	3.300	129	4.362	33.813	1.412	50	100	2.000	66
Telha	36	720	20.000	1.260	10	180	18.000	54	1	2	2.000	1
Baixo São Francisco	293	5.042	18.2232	8.586	816	22.437	214.614	7.344	5.259	22.561	25.656	14.585

Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal, 1991.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

\*(-) Informações não disponíveis.

**Tabela 17:** Baixo São Francisco Sergipano - Produção dos principais produtos da lavoura permanente - 2013.

MUNICÍPIOS	MANGA				BANANA				COCO			
	Área Colhida (ha)	Quant. Prod. (T)	Rend. Médio (ha)	Valor (Mil reais)	Área Colhida (ha)	Quant. Prod. (T)	Rend. Médio (ha)	Valor (Mil reais)	Área Colhida (ha)	Quant. Prod. (T)	Rend. Médio (ha)	Valor (Mil reais)
Amparo de São Francisco	5	110	22.000	132	3	48	16.000	47				
Brejo Grande	39	836	21.436	886	15	270	18.000	297	2.500	4.125	1.650	2.273
Canhoba	4	87	21.750	104	3	48	16.000	48	2	4	2.000	4
Canindé de São Francisco	3	60	20.000	54	6	72	12.000	75	3	12	4.000	8
Gararu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ilha das Flores	9	193	21.444	205	20	360	18.000	396	770	1.309	1.700	844
Neópolis	90	2.468	27.422	1.760	56	1.668	29.786	1.632	1.013	17.740	17.512	11.532
Nossa Senhora de Lourdes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poço Redondo	8	120	15.000	108	30	450	15.000	478	-	-	-	-
Porto da Folha	-	-	-	-	4	56	14.000	58				
Propriá	61	1.555	25.492	1.496	180	5.040	28.000	5.977	60	633	10.550	397
Santana do São Francisco	120	2.950	24.583	2.303	43	1.063	24.721	1.047	86	1.084	12.605	776
Telha	22	432	19.636	328	8	144	18.000	142	-	-	-	-
<b>Baixo São Francisco</b>	<b>361</b>	<b>8.811</b>	<b>218.763</b>	<b>7.376</b>	<b>368</b>	<b>9.219</b>	<b>209.507</b>	<b>10.197</b>	<b>4.434</b>	<b>24.907</b>	<b>50.017</b>	<b>15.834</b>

Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal, 2004.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

\*(-) Informações não disponíveis.

Esse crescimento se deve ao Platô de Neópolis, que junto a Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe - COHIDRO e 40 concessionários desempenham uma infraestrutura para irrigação de 50 km de canais hidroagrícolas, e quatro estações de bombeamento, além de 54 reservatórios abastecidos pela água do Rio São Francisco (Figura 64).

Figura 63: Canal Hidroagrícola para abastecimento hídrico do Perímetro Irrigado Platô de Neópolis, município de Neópolis - SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2018.

#### **4.2.3 – Platô de Neópolis**

O Distrito de Irrigação Platô de Neópolis foi estruturado como um empreendimento Hidroagrícola de caráter misto, em que o Estado aportou investimentos para aquisição da terra e construção da infraestrutura de uso comum (como estruturas hidráulicas, estradas, rede elétrica), enquanto os irrigantes, organizados em modelo de condomínio, efetuaram o investimento parcelar e assumiram integralmente os custos de operação e manutenção.

O projeto de irrigação ocupa uma área total de 10.432 ha, sendo 7.230 ha irrigáveis, atualmente divididos em 37 módulos empresariais, que consistem de uma ou da união de mais unidades de irrigação contínuas, cujas áreas cultivadas variam de 3 a 540 ha (Figura 64).

O modelo de tarifação de água tem um componente relativo à área (para cobrir os custos fixos) e outro ao volume (custos variáveis). A criação do Platô tem como objetivo proporcionar a utilização racional dos recursos disponíveis para incremento real da produtividade agrícola; diversificar a produção agrícola e agroindustrial, permitindo o desenvolvimento da agro-exportação; incrementar os níveis de produção, do número de empregos e da renda na área rural.

**Figura 64:** Planta do Perímetro irrigado Platô de Neópolis, SE.



Fonte: Cohidro, 2019.

Contudo, pela dimensão e complexidade do projeto, tornou-se fundamental a formação de uma Associação dos Concessionários do Distrito de Irrigação do Platô de Neópolis. A Associação dos Concessionários do Distrito de Irrigação do Platô de Neópolis - ASCONDIR é uma associação civil, fundada em 5 de Outubro de 1993, de direito privado, sem fins lucrativos, com duração indeterminada, sediada no Município de Neópolis - SE, e tem como objetivo gerenciar a estrutura de uso comum, objeto do instrumento de concessão firmado entre esta e a Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe - COHIDRO, representar a vontade de seus associados, buscando a integração comunitária, a defesa conjunta do patrimônio e o desenvolvimento do Distrito de Irrigação do Platô de Neópolis, a prática de ações visando a melhoria de vida da região e ações voltadas para o aumento da produção e produtividade da agricultura irrigada (Figura 66).

**Figura 65:** Área do projeto de irrigação Platô de Neópolis - SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2018.

Para isso, a empresa promove seminários, simpósios, cursos de treinamento de pessoal nos limites de sua área, além de divulgar as atividades do projeto disponibilizando informações para conhecimento dos estudantes da Universidade Federal de Sergipe e Escolas Técnicas localizadas no Estado, mostrando os convênios, tendo como objetivos administrar, operar e manter a infraestrutura de irrigação de uso comum, bem como prédios de uso da administração e de apoio às atividades do Distrito, definindo os critérios, a forma, o volume e os horários de distribuição de água entre os irrigantes, observando o plano de irrigação previamente aprovado.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é caracterizado como tropical chuvoso com verão seco, sendo o início da estação chuvosa adiantada para o outono. A precipitação média anual varia entre 900 e 1.100 mm. O período chuvoso concentra-se entre os meses de abril a julho. As temperaturas médias anuais variam em torno de 26°C e a umidade relativa do ar, em torno de 73%.

A fruticultura é o tipo de exploração predominante, mas o cultivo da cana-de-açúcar vem se destacando em área plantada. Com solos predominantes na área Argissolos Amarelos e Argissolos Acinzentados, com presença de camada coesa entre 0,3 a 0,6 m, a área tornou-se propícia ao cultivo de diversas culturas, apresentando bons resultados na produção agrícola (Figuras 66 e 67). Os dados relativos às áreas plantadas por cultura e aos volumes de água

fornecidos mensalmente aos lotes foram disponibilizados pela Associação dos Concessionários do Distrito de Irrigação Platô de Neópolis (ASCONDIR), referentes ao ano de 2017.

**Figura 66:** Canal hidroagrícola, Neópolis – SE.



Fonte: Cohidro, 2012.

Com o aproveitamento hídrico por meio do canal hidroagrícola nos 37 lotes (100% do Distrito), são cultivados: cana-de-açúcar (48,8%), coco (25,2%), limão (7,9%), manga (7,2%), banana (3,9%), grama (3,1%), laranja (1,6%), mandioca (1,4%), maracujá (0,6%) e mamão (0,4%), as quais totalizam 6.531ha de área irrigada.

Contudo, a baixa intensidade de uso da água pode estar relacionada a dois principais aspectos: um que se refere à tarifação volumétrica da água que induz a uma maior racionalização de uso, quando comparado à tarifação por área praticada ainda em diversos perímetros públicos de irrigação. Nesse sentido, avaliando a eficiência de uso de água no Perímetro Irrigado Califórnia, em Sergipe, SANTOS JUNIOR *et al* (2006) e CRUZ *et al* (2010) observaram que o volume de água bombeado para irrigação era o dobro do volume demandado pelas culturas.

**Figura 67:** Solo do tipo Argissolos – Vermelho Eutrófico, Platô de Neópolis, município de Neópolis – SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2019

Nesse mesmo Perímetro, Amorim *et al* (2010) avaliaram o nível de atendimento da demanda, em escala de lote, e constataram que esta variou de 104% a 156%, dependendo do nível tecnológico do irrigante.

Assim, considerando-se todos os lotes avaliados, o volume total demandado pelas culturas foi de 39,225 milhões de m<sup>3</sup> de água, enquanto o volume total aportado pelo Distrito para os lotes foi de 17,513 milhões de m<sup>3</sup>, resultando em um nível médio de atendimento da demanda (NAD) de 0,45, ou seja, foi aportada apenas 45% da demanda líquida de irrigação.

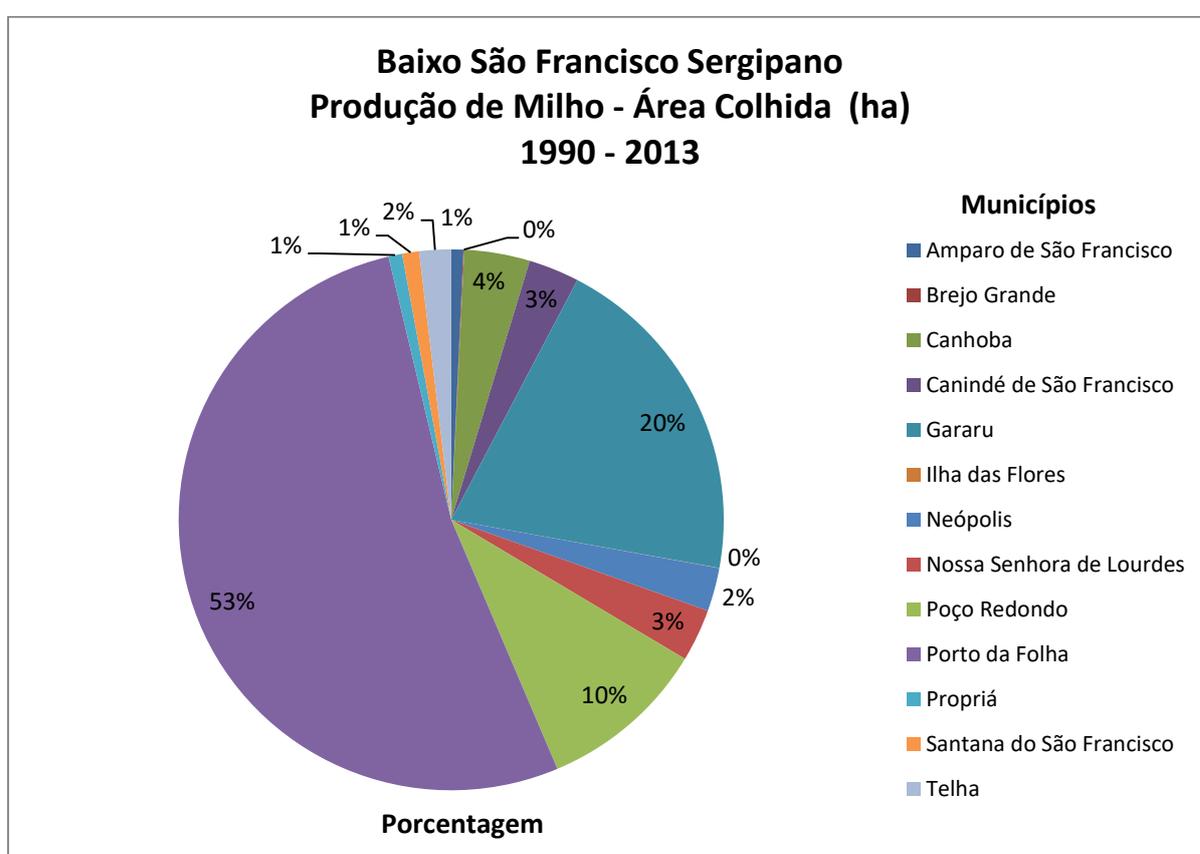
O perímetro irrigado produz 570.000 mil toneladas anuais de produtos agrícolas e gera em torno de 5.600 empregos diretos. Antes do surgimento do Platô, a área de 10.310 hectares só era explorada com a monocultura de cana de açúcar e de sequeiro, oferecendo apenas 1.000 postos de trabalho. Em seguida tem Brejo Grande (4.125 toneladas) e Ilha das Flores (1.084).

O milho, a mandioca e o feijão, estão inseridos na lavoura temporária, e sua prática é antiga no Baixo São Francisco Sergipano. Atualmente esses cultivos atendem a comercialização

local e industrial dos Estados de Sergipe e por ocasião região Nordeste, a frente do rendimento da economia dos treze municípios da região.

Os maiores produtores de milho são Gararu com área de 1.610 ha, e produção de 2.898 toneladas, e o município de Porto da Folha com 4.200 ha de área e produção de 7.140 toneladas, são os maiores produtores da região onde ocupa 5.810 hectares de área, representando 72,86% da área total, produzindo 10.048 toneladas correspondendo por 76% de toda produção de milho do Baixo São Francisco Sergipano (Figura 68).

**Figura 68:** Baixo São Francisco Sergipano – Produção de milho por área (ha), 1991 – 2013.



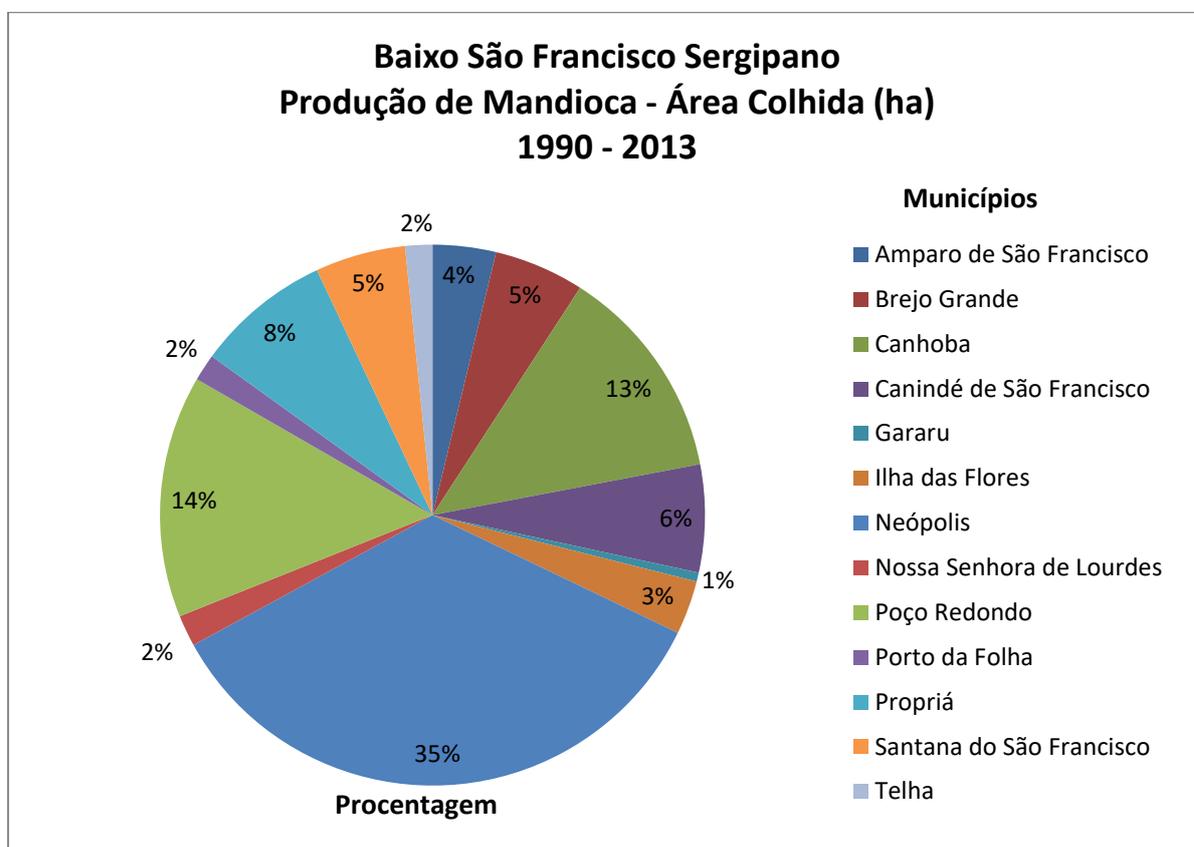
Fonte: IBGE, Censo Agrícola Municipal, 2006/2013.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

A mandioca está inserida na lavoura temporária e está entre os cultivos de maior produção no Baixo São Francisco Sergipano, com uma área colhida de 1.865 hectares, e uma produção de 24.920 toneladas, Neópolis (8.450 toneladas), Poço Redondo (4.470 toneladas) e Canhoba (2.880 toneladas) sempre estiveram à frente em produção e rendimento em relação aos demais municípios cuja posição consolidou-se em décadas anteriores, não somente pelas

condições ambientais decorrentes de solos férteis, clima úmido, mas também pela demanda comercial, incrementando a produção nos últimos anos (Figura 69).

**Figura 69:** Baixo São Francisco Sergipano – Produção de milho por área (ha), 1991 - 2013.



Fonte: IBGE, Censo Agrícola Municipal, 2006/2013.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Tais municípios chegaram a produzir 15.800 toneladas, apresentando um rendimento médio de 12.000 kg/ha, representando 63,4% da produção da região (Tabelas 18 e 19).

No tocante ao efetivo dos principais rebanhos no Baixo São Francisco, há uma diversidade de animais criados em toda a extensão da área, que vai desde o bovino, desempenhando significativo papel na economia local, com destaque para o município de Canindé de São Francisco que teve seu rebanho aumentado para 31.740 cabeças em 2010, representando um crescimento de 30,75% do rebanho, mantendo um aumento regular, enquanto os municípios de Gararu teve aumento de 42,39%, passando de 15.600 em 1990 para 28.760 em 2010, o município de Poço Redondo cresceu 53,75%, passando de 22.400 para 39.750 cabeças, e o município de Porto da Folha que teve em seu rebanho bovino um aumento de 31,01%, passando em 1991 de 26.000 para 37.630 em 2010 (Tabelas 20 e 21).

**Tabela 18:** Baixo São Francisco Sergipano - Produção dos Principais Produtos da Lavoura Temporária - 1990.

MUNICÍPIOS	MILHO				MANDIOCA				FEIJÃO			
	Área Colhida (ha)	Quant. Prod. (T)	Rend. Médio (ha)	Valor (Mil reais)	Área Colhida (ha)	Quant. Prod. (T)	Rend. Médio (ha)	Valor (Mil reais)	Área Colhida (ha)	Quant. Prod. (T)	Rend. Médio (ha)	Valor (Mil reais)
Amparo de São Francisco	46	41	891	21	30	360	12.000	30	58	31	534	38
Brejo Grande	6	4	666	2	70	770	11.000	64	6	3	500	4
Canhoba	200	240	1.200	109	120	1.440	12.000	120	163	90	552	111
Canindé de São Francisco	350	205	700	81	130	1.560	12.000	319	480	168	350	140
Gararu	1.750	1.400	800	462	70	770	11.000	62	1.250	510	408	452
Ilha das Flores	10	8	800	4	60	660	11.000	57	6	3	500	4
Neópolis	270	270	1.000	120	600	7.800	13.000	605	340	199	585	238
Nossa Senhora de Lourdes	1.500	1.800	1.200	594	60	720	12.000	58	280	168	600	145
Poço Redondo	1.400	840	600	41	80	880	11.000	71	2.050	635	309	556
Porto da Folha	2.400	1.920	800	234	10	250	25.000	65	3.600	1.460	405	1.319
Propriá	60	60	1.000	27	120	1.680	14.000	146	50	29	580	35
Santana de São Francisco	75	68	906	31	100	1.200	12.000	92	63	34	539	41
Telha	30	30	1.000	14	40	520	13.000	42	30	16	533	19
<b>Baixo São Francisco</b>	<b>8.097</b>	<b>6.886</b>	<b>11.563</b>	<b>1.740</b>	<b>1.490</b>	<b>18.610</b>	<b>16.9000</b>	<b>1.731</b>	<b>8.376</b>	<b>3.346</b>	<b>6.395</b>	<b>3.102</b>

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário, 2006..

Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

**Figura 19:** Baixo São Francisco Sergipano - Produção dos Principais Produtos da Lavoura Temporária - 2013.

MUNICÍPIOS	MILHO				MANDIOCA				FEIJÃO			
	Área Colhida (ha)	Quant. Prod. (T)	Rend. Médio (ha)	Valor (Mil reais)	Área Colhida (ha)	Quant. Prod. (T)	Rend. Médio (ha)	Valor (Mil reais)	Área Colhida (ha)	Quant. Prod. (T)	Rend. Médio (T)	Valor (Mil reais)
Amparo de São Francisco	57	57	1.000	34	70	770	11.000	381	50	25	500	54
Brejo Grande	4	3	750	2	100	1.100	11.000	611	4	2	500	4
Canhoba	310	620	2.000	372	240	2.880	12.000	1.422	74	44	595	106
Canindé de São Francisco	240	240	1.000	100	120	2.040	17.000	2.244	181	271	1.497	523
Gararu	1.610	2.898	1.800	1.180	10	110	11.000	52	760	137	180	139
Ilha das Flores	1	1	1.000	1	60	660	11.000	311	8	4	500	9
Neópolis	207	414	2.000	215	650	8.450	13.000	4.124	240	120	500	305
Nossa Senhora de Lourdes	250	450	1.800	184	35	420	12.000	199	40	24	600	45
Poço Redondo	800	960	1.200	389	270	4.470	16.556	4.470	460	564	1.226	1.058
Porto da Folha	4.200	7.140	1.700	2.913	30	330	11.000	156	620	132	213	258
Propriá	65	128	1.969	64	150	2.100	14.000	1.039	37	18	486	45
Santana do São Francisco	80	72	900	40	100	1.200	12.000	583	59	30	508	80
Telha	150	225	1.500	115	30	390	13.000	191	26	15	577	39
<b>Baixo São Francisco</b>	<b>7.974</b>	<b>13.208</b>	<b>18.619</b>	<b>5.609</b>	<b>1.865</b>	<b>24.920</b>	<b>164.556</b>	<b>15.783</b>	<b>2.559</b>	<b>1.386</b>	<b>7.882</b>	<b>2.665</b>

Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal.  
Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Esses municípios juntos possuem 137.880 cabeças, representando 73,77% de todo o rebanho do Baixo São Francisco Sergipano, algumas destinadas à própria subsistência e outras para fins comerciais.

**Tabela 20:** Baixo São Francisco Sergipano - Produção da Pecuária – 1990.

Municípios	EFETIVOS DOS PRINCIPAIS REBANHOS						
	Bovinos	Caprinos	Suínos	Equinos	Muare	Ovinos	Galináceos
Amparo de São Francisco	2.554	92	252	119	23	134	2.043
Brejo Grande	4.682	284	1.146	440	188	721	9.562
Canhoba	7.998	73	566	616	110	565	13.218
Canindé de São Francisco	22.300	3.300	2.010	1.550	160	8.100	54.400
Gararu	15.600	170	2.980	1.500	200	3.500	65.300
Ilha das Flores	2.705	35	144	270	48	169	2.000
Neópolis	6.157	55	403	660	93	438	3.696
Nossa Senhora de Lourdes	8.200	25	1.355	450	70	860	12.200
Poço Redondo	22.400	900	3.730	1.800	170	6.000	19.800
Porto da Folha	26.000	2.000	4.350	2.100	320	5.900	94.800
Propriá	6.129	55	905	390	89	754	17.751
Santana do São Francisco	1.054	36	347	297	38	200	2.140
Telha	3.696	40	1.177	238	36	1.639	4.381
<b>Baixo São Francisco</b>	<b>129.475</b>	<b>7.065</b>	<b>19.365</b>	<b>10.430</b>	<b>1.545</b>	<b>28.980</b>	<b>301.291</b>

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário.

Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Em 2010 os galináceos (galinhas, galos, frangos e pintos), desempenharam um papel importante na economia local, sobressaindo-se os municípios de Poço Redondo (153.770 aves), e Porto da Folha (139.390 aves), Gararu (100.810 aves) e Canindé de São Francisco (85.840). Juntos estes municípios representam 84,74% da produção, um total de 479.810 aves, enquanto os demais municípios juntos produzem apenas 86.423 aves, correspondendo a 15,26% do total da produção, sendo Ilha das Flores (2.052), Amparo de São Francisco (2.404) e Santana do São Francisco (2.082) os menos expressivos.

Na produção de caprinos destacam-se os municípios de Canindé de São Francisco (3.350 cabeças), Poço Redondo (1.970 cabeças) e Porto da Folha (410 cabeças), enquanto os municípios de Telha (35 cabeças) e Santana do São Francisco são pouco expressivos. Se

compararmos os censos do IBGE entre os períodos de 1991 e 2010, percebe-se que o crescimento da produção foi muito insignificante, apenas 0,59%, mantendo-se linear.

**Tabela 21:** Baixo São Francisco Sergipano - Produção da Pecuária - 2010.

MUNICÍPIOS	EFETIVOS DOS PRINCIPAIS REBANHOS						
	Bovinos	Caprinos	Suínos	Equinos	Muares	Ovinos	Galináceos
Amparo de São Francisco	2.601	75	266	132	24	165	2.404
Brejo Grande	3.098	138	1.141	526	186	978	9.668
Canhoba	10.040	60	741	912	200	806	14.566
Canindé de São Francisco	31.740	3.350	2.695	1.200	85	6.530	85.840
Gararu	28.760	450	2870	1.500	240	6.200	100.810
Ilha das Flores	2.670	170	188	247	49	185	2.052
Neópolis	7.378	49	465	580	71	598	16.083
Nossa Senhora de Lourdes	10.400	75	1.115	470	55	1.100	17.740
Poço Redondo	39.750	1.970	2.550	2.580	210	9.430	153.770
Porto da Folha	37.630	410	4.680	1.650	210	4.750	139.390
Propriá	7.285	275	824	427	79	1.106	18.217
Santana do São Francisco	1.530	35	339	245	36	298	2.082
Telha	4.009	35	895	272	41	1.375	3.611
<b>Baixo São Francisco</b>	<b>186.891</b>	<b>7.092</b>	<b>18.769</b>	<b>10.741</b>	<b>1.486</b>	<b>33.521</b>	<b>566.233</b>

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário.

Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

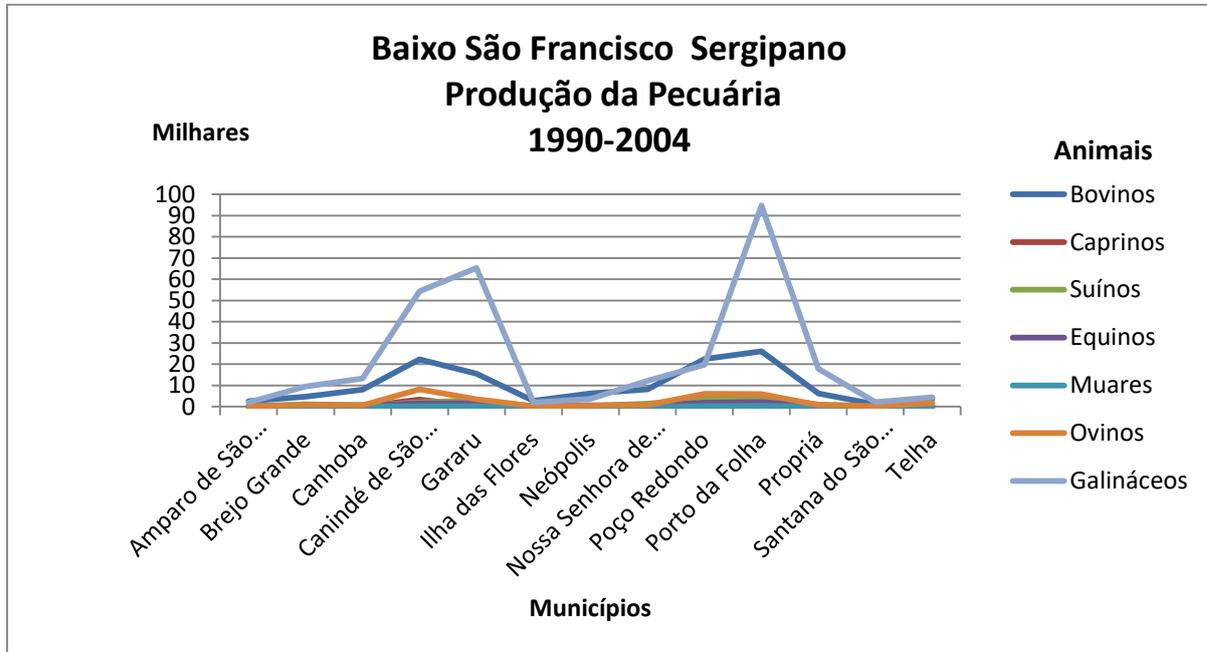
O rebanho suíno teve uma produção em 1991 de 19.365 e em 2010 de 18.769, registrando decréscimo 3,07%. A maior produção está no município de Porto da Folha (4.680), seguidos dos municípios de Canindé de São Francisco (2.695 cabeças), Gararu (2.870 cabeças) e Poço Redondo (2.550), os quais possuem 12.795 cabeças do rebanho, o que representa 68,17% do total da criação dos municípios do Baixo São Francisco Sergipano (Figuras 70 e 71).

Apesar da predominância da pecuária extensiva, os municípios de Canindé, Gararu e Porto da Folha, faz uso da prática da pecuária intensiva onde são empregados maiores cuidados com a alimentação e com a saúde dos animais, com a intenção de aumentar o peso dos animais em pouco tempo, reduzindo espaço e tempo, aumentando a produtividade.

Contudo, apesar da importância econômica da pecuária bovina, essa atividade provoca impactos ambientais, como: compactação do solo e posterior erosão decorrente da desnudação

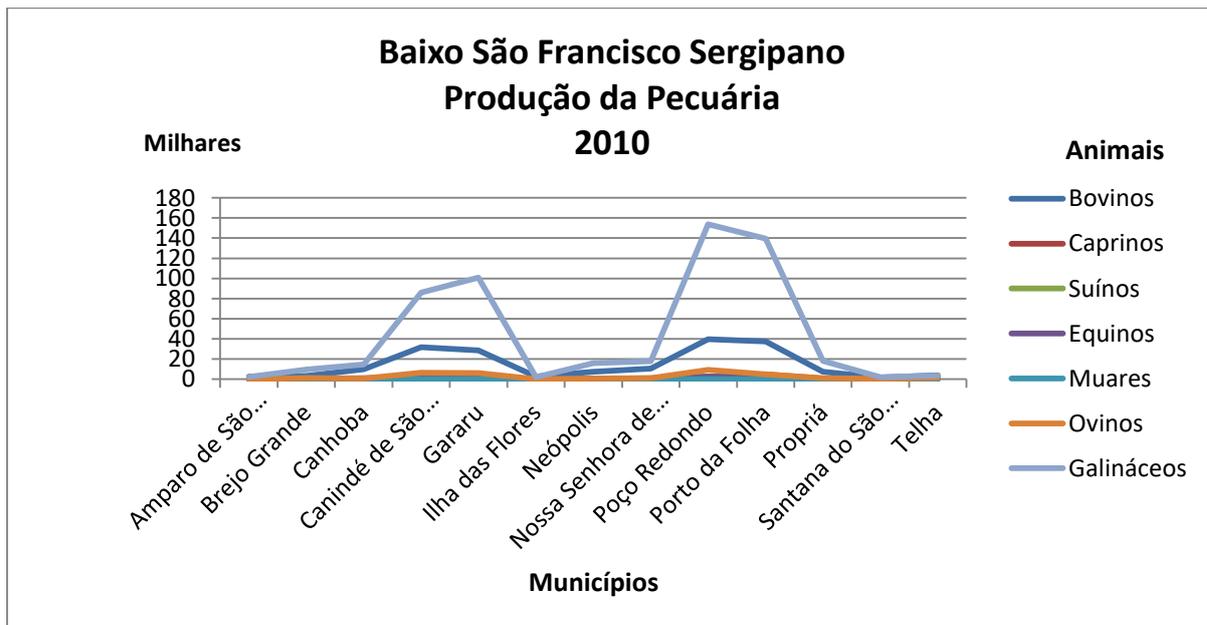
do solo nos locais onde o gado transita, formando ravinas nas pastagens, que muitas vezes evoluem para voçorocas (COSTA, 2011).

**Figura 70:** Baixo São Francisco Sergipano - Produção da Pecuária, 1990 - 2004.



Fonte: IBGE, Produção da Pecuária Municipal, 2006.  
Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

**Figura 71:** Baixo São Francisco Sergipano - Produção da Pecuária, 2010.



Fonte: IBGE, Produção da Pecuária Municipal, 2010.  
Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

De modo geral, as atividades bovinas 30,72% e as galináceas 46,79% foram as que mais cresceram entre os períodos de 1991 e 2010, enquanto os ovinos, basicamente mantiveram estáveis com crescimento de apenas 13,54%, enquanto os caprinos cresceram apenas 0,38%.

No geral, os suínos também tiveram uma queda no crescimento de 3,54%, os muares decresceram 3,81%, e os equinos teve crescimento de 2,89% na produção com aumento de 3.011 cabeças.

### **4.3 - Atividades Pesqueiras**

Historicamente, o rio São Francisco foi uma das principais fontes brasileiras de pescado, fornecendo peixes suficientes para alimentar sua população ribeirinha e para atender ao mercado de outras regiões do Nordeste e do Sudeste do Brasil (CHESF, 2017). A pesca era também uma das importantes fontes geradoras de recursos para sua população ribeirinha (GODINHO & GODINHO, 2003).

Com as sucessivas alterações na vazão após o barramento de trecho do rio para a construção da barragem de Xingó, como medida de compensação para minimizar os impactos da obra, implantou-se a prática da piscicultura no início dos anos de 1990, recomendada como uma alternativa de substituição, ou complemento, das atividades tradicionais de subsistência da população local, consoante à pesca e a agricultura de vazante, que foram prejudicadas pelos planos de desenvolvimento implementados no vale do rio, São Francisco executados pela Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) e pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF).

Com o crescimento da atividade e a elevação das produtividades, auxiliados pela introdução dos tanques-rede na década de 1990 e favorecidos pela potencialidade da região, como clima, solo e topografia favoráveis, além de água de boa qualidade, e por incentivos governamentais, a região ganhou o título de “polo regional do setor” (GODINHO & GODINHO, 2003).

A implantação da piscicultura teve como objetivo atender à Portaria SUDEPE2 nº N-1, de 04/01/1977 (BRASIL, 1977), que, no seu art. 1º, determinava que “as barragens que implicarem na alteração de cursos d’água serão construídas com a observância das medidas de proteção à fauna aquática indicada pela SUDEPE”, atendendo assim, as exigências do Banco Mundial.

Neste sentido, passava-se, assim, a desenvolver “uma ampla campanha promocional em torno das oportunidades econômicas oferecidas pela piscicultura e suas consorciações em todo o vale do São Francisco” (CODEVASF, 1985, p. 6), afirmando: “No vale do São Francisco, a prática da piscicultura é uma realidade que caminha a passos firmes para preencher o espaço econômico que lhe é reservado no desenvolvimento da área sob a intervenção da CODEVASF”, principalmente com o intuito de compensar as perdas ocasionadas pelas alterações na vazão após a construção da barragem de Xingó (CODEVASF, 1985, p. 9).

Com esse propósito, a piscicultura teve início no baixo São Francisco através de um projeto experimental implementado pela CODEVASF, com a instalação, em 1982, da Estação Piloto de Piscicultura de Itiúba, em Porto Real do Colégio (AL), que oferecia alevinos para que os pequenos produtores rurais passassem a explorar comercialmente, nos perímetros irrigados, a criação de peixes, posteriormente estendido ao lado sergipano a margem direita do rio São Francisco (CODEVASF, 1985, p. 19).

Na ocasião, informava a CODEVASF (1985, p. 21): “Merece destaque, também, a piscicultura extensiva, na qual o cultivo de peixes vem sendo explorado por parceiros em lagoas naturais adjacentes aos lotes, em viveiros escavados nos quintais das residências e até mesmo nos drenos para o consumo doméstico” em quase toda a extensão do rio.

No início da década de 1990, os produtores do Perímetro Irrigado de Boacica enfrentaram sérios problemas, sendo o maior confisco dos recursos pelo governo Collor, que impossibilitou a continuidade do projeto devido à falta de condições de aquisição das matrizes de suínos, fragilizando ainda mais o programa.

A atividade já havia sido prejudicada em 1979 e 1989 com as sucessivas paralisações das atividades industriais, em especial da indústria Nutrial, empresa localizada em Propriá (SE), responsável pelo abate, pela industrialização e pela comercialização de suínos e derivados produzidos no baixo São Francisco, restringindo, assim, a comercialização de suínos da região. A situação ainda foi agravada por fatores ambientais, como enchentes e a praga do rato que comprometeu grande parte das plantações de arroz, complicando a situação dos produtores (Figura 72).

A avaliação do Banco Mundial (BIRD; BRASIL, 1991) constatou, no início da década de 1990, que o desempenho econômico dos projetos de irrigação da CODEVASF no baixo vale foi “altamente desapontador, ocasionado por problemas de drenagem inadequada, salinização e falta de apoio de extensão para os colonos, a despeito das promessas de resultados com a cultura integrada porco, arroz e peixe. Além disso, existe alguma evidência de que a

inadimplência dos agricultores pode ter levado ao abandono prematuro da terra e à concentração das propriedades”.

**Figura 72:** Enchente, município de Propriá, 1970.



Fonte; Acervo Municipal, 1979.

Fora dos perímetros irrigados, pequenos produtores e empresários que trabalhavam apenas com a criação de gado ou o cultivo de cana-de-açúcar, além dos cultivos de coco e de arroz, começaram a buscar na criação de peixes uma forma de aumentar seus rendimentos, conforme visto no município de Ilha das Flores (Figuras 73).

Para isso, introduziram tanques-rede no reservatório da Usina Hidroelétrica de Xingó, na década de 1990, e a atividade da piscicultura entrou em uma nova fase, alcançando grande produtividade, favorecida pelas potencialidades da região, pelos incentivos governamentais e pela natureza intensiva desse sistema de cultivo.

Embora de reconhecida importância, a pesca no São Francisco nunca foi regularmente quantificada, como afirma Menezes (1956) que era realizada em abundância, tendo Moojen (1940) considerado que a piscosidade do São Francisco tinha feição de milagre, rendendo fama ao rio.

**Figura 73:** Prática artesanal da Piscicultura, município de Brejo Grande - SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Segundo a SUDEPE/CODEFASF (1980), cerca de 6.500 pescadores profissionais atuavam no rio São Francisco, principalmente no baixo curso do rio. Apesar do quantitativo, apenas 2.000 pescadores estão devidamente registrados em colônias de pescadores existentes ao longo do rio.

Entidades de fomento à pesquisa e ao desenvolvimento regional – CODEVASF, Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e Instituto Xingó, muito contribuíram para o crescimento do setor, através da capacitação de pescadores e do fornecimento de tanques-rede, que aumentou a produção significativamente, atraindo os proprietários rurais, e também pela lucratividade da produção, o que os levou a aderir a essa modalidade de cultivo (Figura 74).

Quanto aos cultivos em viveiros, a área alagada total da piscicultura na região era de entorno de 270 hectares, concentrando-se, principalmente, e nos municípios localizados entre a foz do rio São Francisco e o município Santana do São Francisco (IBGE, 2010). A produção

registrada para esse sistema de cultivo foi de pouco mais de 327 toneladas anuais (SEBRAE et al., 2006, p. 78).

**Figura 74:** Projeto de incentivo aos pequenos e médios agricultores, município de Ilha das Flores, SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2018.

Contudo, a atividade sofreu com eventuais enchentes ocasionadas pelas cheias do rio, danificando tanques-rede e cobrindo viveiros escavados. Segundo dado do governo do Estado, na última grande cheia, ocorrida em 2004, verificou-se uma perda de aproximadamente, 588 toneladas de peixes, causando prejuízo, estimado em R\$ 2.447.493,60 (SERGIPE, 2018).

Vários piscicultores desistiram da atividade devido aos prejuízos enfrentados e à falta de definição de competência de responsabilidades pelas perdas. O auxílio dado pela CODEVASF a alguns produtores foi o fornecimento de alevinos, sendo para eles insuficiente, uma vez que perderam peixes prontos para a venda, após meses de gastos com ração e mão-de-obra. Neste sentido, o fornecimento de alevinos, apenas, implicaria, necessariamente, meses de novos investimentos com insumos para poder desenvolver a produção. Alguns produtores haviam sido vítimas de perdas das enchentes de 1992, 1994 e 1996, aumentando o desestímulo para se manter na atividade, que até então era promissora para a economia local.

A piscicultura é uma atividade que exige muito do sistema natural, como água, proximidade com os rios, áreas ribeirinhas, e dependendo da forma como é conduzida, pode gerar impacto positivo, como emprego e renda para a população, ou causar diversos impactos negativos na localidade onde está inserida, “dependendo da concepção dos projetos, a aquicultura irá concentrar renda nas mãos de poucos ou irá promover o desenvolvimento social” (VALENTIN, 2000, p. 27). O rumo tomado pela atividade, segundo o autor, dependerá da política governamental adotada para o setor.

Ao mesmo tempo, ao informar haver indícios de que nem sempre a aquicultura foi capaz de ajudar os mais pobres e necessitados, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) explicou que o desenvolvimento de projetos de aquicultura dos “mais pobres” (denominação dada pela própria FAO) é muito dependente do apoio do Estado (FAO, 1994). Esse tipo de aquicultura, formada principalmente por produtores que a utilizam para subsistência ou por aqueles que comercializam apenas pequena parte de sua produção, é realizada de forma muito simples e, segundo a FAO, a atividade é paralisada pela maioria quando cessa a ajuda do Estado.

A realidade dos benefícios sociais proporcionados pela atividade pode estar sendo mascarada pelos dados puramente econômicos apresentados pelos órgãos responsáveis, indo de encontro aos preceitos do “desenvolvimento sustentável”, que esses mesmos órgãos dizem almejar. Isso pode tornar ineficientes os incentivos oferecidos pelas instituições interessadas, obstruir a obtenção, pela população, de benefícios reais advindos dessa atividade, além de gerar impactos ambientais negativos (Figura 75).

Entre as diversas atividades econômicas no baixo São Francisco Sergipano, a pesca é de extrema importância, pois garante a subsistência dos ribeirinhos, não se traduzindo apenas no calendário agrícola.

Este mesmo calendário que é determinado pelo regime hidrológico do rio, permitindo às comunidades a associá-lo aos períodos da piracema, quando das cheias de verão das lagoas marginais, que possibilitam a reprodução de pescados (ARAÚJO, 2015).

Apesar de ser constituída como uma das atividades de grande importância na Região do Baixo São Francisco Sergipano, servindo de fonte alimentícia, para comercialização e o lazer, a pesca também serve como elemento da formação da renda dos ribeirinhos. Esta é a parte do fazer dos pescadores ribeirinhos, mesmo que escassa.

Historicamente o Baixo São Francisco, sempre se destacou com o predomínio da pesca artesanal no intuito de garantir a subsistência das famílias com uma produção de pequena

escala, combinando o consumo familiar com o pequeno comércio local, permitindo chamar os pescadores de camponeses que pescam, em geral, praticadas como alternativa sazonal à agricultura.

**Figura 75:** Prática da pesca para comercialização e formação de renda dos ribeirinhos, município de Brejo Grande – Sergipe.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Apesar da pesca servir como complemento de renda para os ribeirinhos, eles sofrem com a falta de cheias naturais, que impede a produção dos peixes, pois não encontram as condições ideais ecossistêmicas para a realização do ciclo reprodutivo e/ou piracema. Embora estes fatores tenham provocado o declínio da produção pesqueira, buscam na pesca do camarão alternativas de sobrevivência.

Cabe lembrar que o rio São Francisco foi um dos principais sítios de pesca interior do Brasil e historicamente, “foi uma das principais fontes brasileiras de pescado, pois fornecia peixes suficientes para alimentar a população ribeirinha e para atender ao mercado de outras regiões do Nordeste e do Sudeste do Brasil” (GODINHO & GODINHO, 2003, p. 16).

A piscicultura é a responsável pela manutenção da oferta do pescado para a população humana, uma vez que a contribuição da pesca extrativa decresce devido à redução dos estoques

pesqueiros (RIBEIRO et al., 2015). Nos últimos anos as estatísticas pesqueiras nos revela que os sinais de queda se tornam cada vez mais evidentes (GODINHO, KYNARD & MARTINEZ, 2003). Um dos motivos tem sido a pesca predatória que tem trazido preocupações na oferta de pescado para a população e, as políticas públicas voltadas para o agronegócio que tem incentivado a prática, cada vez mais constante da piscicultura em novos espaços, a exemplo de lagos, represas e açudes.

A situação atual tem levado os pescadores do baixo São Francisco Sergipano a reivindicarem as autoridades competentes, através das reuniões do Comitê de Bacia Hidrográfica do São Francisco, medidas que viabilizem a estabilidade da atividade pesqueira, além da necessidade de se criar cheias artificiais durante o período das cheias naturais, proposta está encaminhada pelo presidente do Comitê executivo de Estudos Integrados do vale do São Francisco - CEEIVASF, em 1998.

Neste sentido, ressalta Ramos (1998) que a promoção das cheias artificiais deve atender aos seguintes parâmetros: atentar para o melhor período reprodutivo dos peixes, inclusive, deve durar o tempo necessário para que os efeitos sejam satisfatórios; que o volume seja suficiente, mas que não exceda a vazão de restrição, embora, não deve ser impeditivo; avaliar quanto que o reservatório acumula para permitir a cheia induzida e qual a perda de receita pela não geração de energia.

Apesar de a ideia ser considerada importantíssima para minimizar as questões de déficits de produção, não se tem a certeza desse estudo, e não existe lei ambiental que estabeleça vazões ecológicas, que possibilite as condições necessárias de reprodução de peixes (ARAÚJO, 2015).

A pesca artesanal no Baixo São Francisco Sergipano tem se mostrado preocupante, pois os impactos ambientais negativos que sofrem os rios do Estado, e especificamente a produção de pescados e as espécies endêmicas revela uma alteração, no só na vida da população local, mas também na economia de modo geral.

Após a construção da Hidrelétrica de Xingó, regiões como a Lagoa do Valadão entre Canhoba/SE e Amparo do São Francisco, a Várzea Ilha do Ouro, no povoado de mesmo nome, em Porto da Folha, teve seu ciclo de cheias interrompido, também tiveram o mesmo fim (Figuras 76 e 77).

Sofreram também com a alteração da dinâmica do rio São Francisco, as lagoas marginais, como a lagoa do Morro, localizada em Propriá/SE, Lagoa da Pindoba/Neópolis/SE, tendo o ciclo de cheia anual interrompido, comprometendo, desta forma, “a reprodução de diversas espécies de peixes que necessitam de características específicas desses habitats

(nutrientes, temperatura da água, vegetação, lâmina d'água, entre outros) para procriação” (MARTINS et al., 2011, p. 1059).

**Figura 76:** Prática da pesca artesanal no Baixo São Francisco, município de Canhoba – Sergipe.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2019.

O primeiro impacto que diretamente é sentido na vida dos peixes encontram-se nos fatores ligados à alimentação, à migração e a procriação (ARAÚJO, 2015, p. 144). A construção de barragens para a geração de energia, principalmente a do porte da Hidrelétrica de Xingó, provoca alterações nos fluxos do rio e criam obstáculos que impedem os ciclos migratórios dos peixes (piracema).

A construção das barragens no formato cascata, ao longo do São Francisco, desde a década de 1970, provocou grandes modificações na dinâmica do rio, e, por conseguinte, nas vazões interanuais na direção da foz, reduzindo a velocidade da corrente e a quantidade de sedimentos transportados, desenvolvendo uma biota lântica, que segundo Silva (2007, p. 5) “provocou uma perda de espécies e solos agrícolas e empobrecimento da fauna e flora aquática”, além de forte assoreamento na jusante, provocando a invasão das águas marítimas rio adentro (ARAÚJO, 2015, 144).

**Figura 77:** Pesca artesanal e comercialização local do camarão por ribeirinhos, município de Amparo do São Francisco – SE.



Crédito: Wesley Alves dos Santos, 2018.

Para tanto, as diversas alterações no sistema lótico para lântico, que fora observado por Ramos (1998) e Barbosa e Soares (2009), fenômenos que provocam modificações no carreamento de nutrientes e na qualidade da água, resulta em mudanças na estrutura de comunidades aquáticas, tanto no tamanho quanto no número de peixes e, desencadeia, segundo Barbosa e Soares (2009, p. 156), “uma série de intervenções no comportamento e na composição da ictiofauna” provocando perdas na piscosidade do rio, que por ora era abundante antes da construção da CHESF em todo o percurso do rio São Francisco.

Dos diversos impactos observados, destaca-se, também, a qualidade da água pela falta de nutrientes no leito que retidos nas barragens juntamente com os sedimentos provenientes da montante, ou mesmo mudanças na sua temperatura, modificam as características dos fluxos efluentes a jusante da barragem, que segundo Araújo (2015), isso implica que muitas espécies não se adaptam às novas condições ambientais, permitindo o seu desaparecimento. Esse problema se reflete somente na calha do rio São Francisco, mas em quase todos os rios do mundo.

No tocante, Vargas (1999), ressalta que as lagoas marginais têm sua formação morfológicamente constituída por porções baixas do relevo da bacia hidrográfica, e na foz

ocupa a parte interna do São Francisco, formadas por sedimentos aluvionários decorrentes das cheias.

Ainda, para a autora elas se formam também associadas às planícies de inundação, que tem sua origem relacionada ao último recuo do mar originando as superfícies de várzeas. Estas lagoas servem para três propósitos, socialmente é visto como possibilidade de cultivo de arroz e obtenção de pescados, ecologicamente serve de berçários para reprodução de espécies nativas e por fim, o equilíbrio do ecossistema aquático.

O equilíbrio dos rios não só serve para a manutenção das piracemas, como também, a importância dos fenômenos ecológicos que são considerados verdadeiros “empórios” de nutrientes, receptores de organismos e nutrientes orgânicos e inorgânicos, que segundo Vargas (1999, p. 54), compreendem verdadeiros berçários reprodutores de espécies nativas.

Nos municípios ribeirinhos, as lagoas de várzeas, se formam paralelas às margens do rio São Francisco, evidenciando um grande número de lagos que se formam quando as enchentes transbordam os diques, notadamente entre a ilha de São Brás e a margem do rio alcançando a ilha de Marajó no município de Propriá (LINS, 1992).

Nas últimas décadas os impactos tem se acentuado principalmente com a construção da Hidrelétrica de Xingó, afetando as lagoas marginais e conseqüentemente os ribeirões, ambientes considerados habitats naturais e fundamentais para as espécies migratórias, alterando a piscosidade do rio, a ponto de provocar a depleção de estoques de peixes, principalmente as espécies, que segundo Godinho & Godinho (2003) e Sato *et al.* (2003) são as espécies consideradas de migração de longa distância, e que realizam a piracema, como Curimatá-pacu (*Prochilodus Argenteus*); Curimatá-Pioá (*Prochilodus Coscatus*); Dourado (*Salminus Franciscanus*); Matrinchã (*Brycon Orthotaenda*); Piau – Verdadeiro (*Leporinus Obtusidens*); Pirá (*Conorhychos Conirostris*) e Surubim (*Pseudoplatystoma Corrunscans*).

As alterações nos rios pelas construções de barragens para fins de geração de energia e regularização das cheias provocam mudanças no ciclo natural das cheias das lagoas marginais que atuam, como berçário de várias espécies de peixes. Destaca Araújo (2015, p. 147), que a redução dos níveis de sedimentos e nutrientes reflete no povoamento de peixes e invertebrados, impedindo o desenvolvimento natural das espécies nativas.

Com a implantação de uma política de desenvolvimento econômico, a piscicultura foi introduzida no baixo São Francisco visando uma medida alternativa às atividades tradicionais de subsistência da população ribeirinha local, inclusive a pesca e a agricultura de vazante, que fora também prejudicadas pelos programas de desenvolvimento modernizados, executados pela

Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) e pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco (CODEVASF) (ARAÚJO, 2015).

Cabe entender, segundo Valentin (2000) que a piscicultura a depender da forma como for conduzido o processo, poderá funcionar como uma alavanca para o desenvolvimento socioeconômico se houver entendimento entre as comunidades, mas poderá resultar em impactos negativos no que diz a concentração de renda e positivamente na geração de emprego e renda, positivamente.

Apesar de a aquicultura, cujo processo de criação de peixes, ser uma alternativa, do ponto de vista ecológico, pode apresentar riscos de provocar a introdução de indivíduos exóticos no rio São Francisco, provocando um desequilíbrio no ecossistema que já se encontra com perda de biodiversidade (ARAÚJO, 2015). Sobre esse aspecto, os pesquisadores catalogaram indivíduos na fauna e flora aquática, como o Tucunaré (*Cichla Monoculus* ou *Astronotus Ocellatus*); Corvina (*Plagioscion Squamosissimus*); Carpa (*Cyprinus Carpio*); Bagre Africano (*Clarias Garienpinnus*); Tambaqui (*Colossoma Macropomum*); Tilápia (*Oreochromis Sp.* E *Tilápia Sp*) (SATO & GODINHO, 1999).

Barbosa e Soares (2009), em seus diversos estudos sobre a ictiofauna da Bacia Hidrográfica do São Francisco, catalogaram diversas espécies de peixes, encontrando mais de 244, das quais 214 são nativas e pertencentes a 29 famílias, cujas ordens são: *Clupeiformes*, *Characiformes*, *Gymnotiformes*, *Sihuriformes*, *Cypriniformes*, *Cyprinodontiformes*, *Perciformes*, *Pleuronectiformes*, *Sinbranchiformes* e *Lepidostreniformes*.

Segundo Araújo (2015) das espécies estudadas 138 são nativas não endêmicas e 76 endêmicas em toda a bacia hidrográfica, 24 são exóticas e 6 são espécies marinhas, encontradas no rio. Para os autores, Barbosa e Soares (2009) o São Francisco apresenta um grande número de espécies com alto grau de endemismo.

Para tanto, autores como Godinho e Godinho (2001, 2006), Britski et al. (1988), Costa (1995), Sato e Godinho (1999) e Alves e Pompeu (2001), relacionaram 184 espécies, não levando em consideração as diádromas (espécie esta migratória entre o rio e o mar) e as novas espécies aqui relatadas.

O que se percebe é que o ambiente aquático do rio vem sendo alterado constantemente, intensificando-se com o barramento do rio São Francisco com a finalidade de geração de eletricidade, agravando os conflitos de uso dos recursos naturais e a realidade da capacidade de manutenção dos estoques pesqueiros (ARAÚJO, 2015).

Os impactos gerados sobre as lagoas marginais das várzeas e dos ribeirões afluentes, na qualidade da água e no carreamento de nutrientes com alterações da massa d'água, com diferentes situações de correnteza, com modificações na estrutura das comunidades aquáticas, com reflexos no processo de migração e no ciclo reprodutivo de peixes, causaram uma série de mudanças no comportamento e na composição da ictiofauna, ameaçando algumas espécies nativas de extinção.

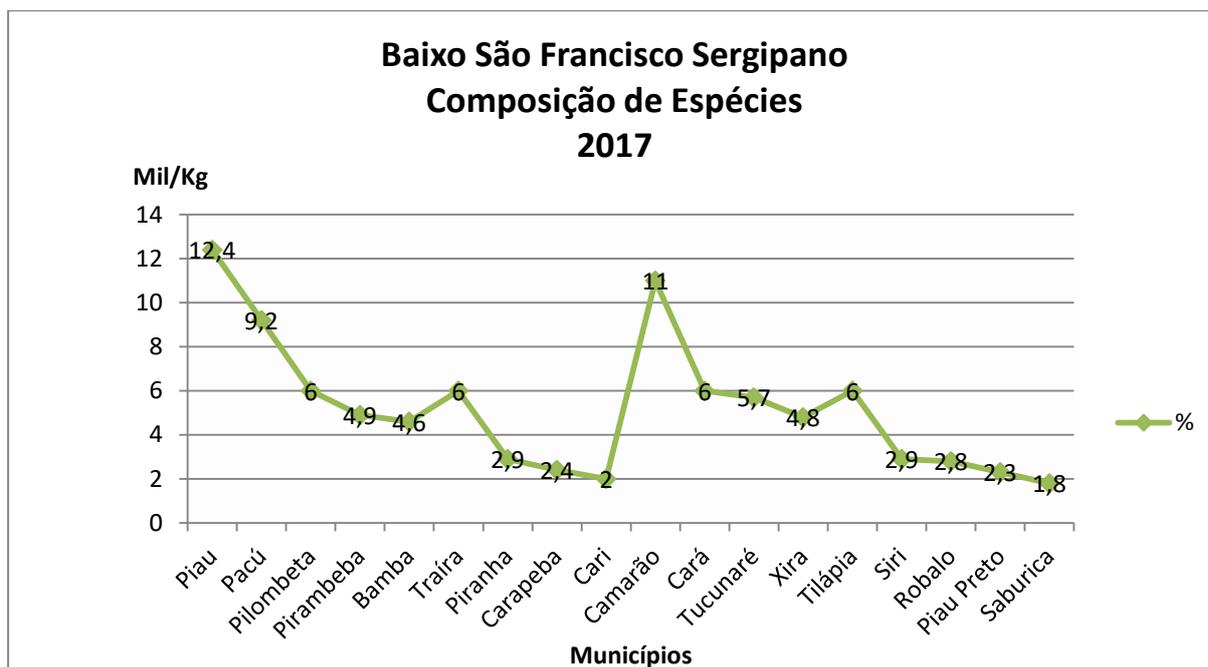
Há que se considerar que os dados estatísticos da pesca no baixo São Francisco não estão disponíveis em termos quantitativos, embora o IBAMA (2006) ressalta que a produção na região se divide entre a subsistência das famílias e outra parte para o comércio local. A baixa produção pesqueira reflete a realidade dos ribeirinhos, que muito tem questionado e reivindicado melhorias no baixo São Francisco, pois algumas espécies que eram encontradas, hoje, estão sumindo do rio ou encontradas em pequenas proporções.

A sazonalidade da pesca, posto que esteja condicionada ao ciclo hidrológico do rio, e agora à Diante da baixa produção de pescados, algumas espécies de peixes estão desaparecendo, e os estoques estão ficando cada vez mais baixos, principalmente de espécies como: Mandi (*Pimelochus Maculatus*); Curimatá - Açú (*Prochilodus argenteus*); Piau – verdadeiro (*Leporinus obtusidens*); Surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*); Piranha (*Pygocentrus Piraya*) e Traíra (*Hoplias cf. Larcedae*). Dentre as espécies citadas, sete, segundo Godinho & Godinha (2003) e Sato et al. (2003), são peixes migratórios de longa distância.

O Curimatá-Pacu (*Prochilodus Argenteus*); Curimatá-Pioá (*Prochilodus Coscatus*); Dourado (*Salminus Franciscanus*); Matrichã (*Brycon Orthotaenia*); Piau – Verdadeiro (*Leporinus Obtusidens*); Pirá (*Conorhychos Conirostris*) e Surubim (*Pseudoplatystoma Corruscans*), esta última provavelmente ameaçada de extinção (LINS et al, 1997).

De acordo com o Centro de Pesquisa do Nordeste – CEPENE, no período de 1990 a 1998, os pescados no Baixo São Francisco eram do tipo colonizados e não colonizados, quando se tratava de água doce, no caso de peixes estuarino/marinho, considerando do tipo artesanal.

O que se percebe é que ao longo dos anos, a produção de pesca extrativa artesanal colonizada e não colonizada, em toneladas, principais espécies de água doce ao longo do período de 1990 a 2017, tem apresentado diminuição da produção e redução de espécies, que tradicionalmente fizeram parte dos recursos pesqueiros dos municípios pesquisados. Somente a partir de 2013 houve uma evolução da pesca extrativa continental de água doce no Estado, alterando os valores absolutos da produção conforme visto na Figura 78.

**Figura 78:** Baixo São Francisco Sergipano – Composição de espécies (%) do desembarque -2017.

Fonte: CHESF, 2017.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Segundo Ramos (1998), o EIA/RIMA elaborado pela CHESF para a construção de Xingó (1993), constava à época, a presença de 45 espécies de peixes e 5 de camarões na região. Para tanto, outro estudo realizado em 1997, o EIA/RIMA de Borda da mata, no município de Canhoba, já demonstrava a depleção que os recursos pesqueiros da região vêm sofrendo, ou seja, detectava a presença de apenas 25 espécies de peixe e duas de camarões (ARAÚJO, 2015).

Portanto, os tipos de artefatos e técnicas de pescas vão desde a rede grossa, marinho, lambuda e quarentinha, como a caçeia de pilombeta, covo para camarão (armadilha cilíndrica fabricada com material oriundo da cana brava ou piaçava), linha de fundo, até operação manual que é usada para captura de caranguejo (Quadro 10).

A produção de pescados na região do Baixo São Francisco é bastante indefinida, não constando estatísticas com parâmetros quantitativos, em geral a pesca nas regiões mais próximas a barragem tende à prática de subsistência e a comercialização nas pequenas feiras locais.

Contudo, Segundo Araújo (2015, p. 152), “na desembocadura do rio há uma multiplicidade da piscosidade e artes de pesca. Esse fato ocorre em virtude da proximidade do rio com o mar, permitindo tanto a pesca fluvial, quanto marítima, o que facilita a variedade dos pescados e a forma de pescaria”.

**Quadro 10:** Artes de pesca empregadas por município.

<b>Município</b>	<b>Arte de Pesca</b>
Amparo de São Francisco	Armadilha, Caceia, Covo, Linha de Mão, Rede de Arrasto, Rede de Espera, Tarrafa e Vara;
Brejo Grande	Covo, Rede de Espera;
Canhoba	Caceia, Covo, Linha de Mão, Rede de Espera e vara;
Canindé do São Francisco	Caceia, Covo, Linha de Mão, Rede de Espera, Tarrafa e vara;
Gararu	Linha de Mão, Rede de Caleia, Rede de Espera, Tarrafa e Vara;
Ilha das Flores	Caceia, Covo e Linha de Mão;
Neópolis	Linha de Mão, Rede de Espera e Tarrafa;
Poço Redondo	Rede de Espera e Tarrafa;
Porto da Folha	Caceia, Covo, Linda de Mão, Rede de Espera, Tarrafa e vara.

Fonte: CHESF, 2017.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

A maior concentração acentua-se nos municípios de Ilha das Flores e Brejo Grande em Sergipe, cuja quantificação é bem definida (ARAÚJO, 2015, p. 153). Enquanto Ilha das Flores produziu 683 toneladas de peixes entre 1990/2000, Brejo Grande produziu 433 toneladas. Os dois municípios entre os anos de 2001/2010 chegaram a um volume de 598,3 toneladas e 1.995,4 toneladas respectivamente. Ressalta-se que os dados foram disponibilizados, nos períodos de 1990/1994 e 2007/2010, sendo calculados a partir das séries históricas de pescados, desembarcados nesses municípios no total da produção do Estado de Sergipe, quanto ao intervalo de 1995 a 2010, com base nos dados do Estatpesca da CEPENE (2017).

Em 2016, os projetos de irrigação Propriá e Cotinguiba/Pindoba, no Baixo São Francisco Sergipano, coordenados pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco (CODEVASF), produziram mais 1,7 mil toneladas de pescado. Nessa região do baixo São Francisco, a aquicultura representa uma fonte de renda importante para pelo menos, uma boa parte dos produtores, o que gera em média um valor bruto de produção de aproximadamente 8,7 milhões de reais, segundo dados do balanço feito pela Superintendência Regional da CODEVASF.

A produção de peixe é uma atividade tradicional na região do Baixo São Francisco, o que tem contribuído historicamente para o desenvolvimento econômico da região. Os projetos de irrigação (Propriá, Cotinguiba/Pindoba e Betume) proporcionam aos irrigantes as condições necessárias para sua produção.

A área destinada ao pescado ocupa 285 hectares, sendo 270 hectares cultivados no projeto Propriá e o restante no projeto Cotinguiba/Pindoba. As espécies mais comuns são o Tambaqui e a Tambatinga, com produção de aproximadamente 6 toneladas por hectare. Há destaque para espécies nativas como o curimatã-pacu e o piau, e espécies exóticas como a tilápia, o pacu e a Paratinga.

A principal cultura do projeto Propriá é o arroz, onde ocupa 100% do perímetro, com uma área cultivada de 700 ha. Em 2016 a produção de arroz nesse projeto foi de 4.200 toneladas com uma produtividade de 7 t/ha. Essa produtividade foi 31,6% maior que a do ano anterior que tinha sido de 5,32 t/há (Figura 79).

**Figura 79:** Vista aérea da Cidade de Propriá e das áreas de rizicultura e piscicultura e carcinicultura.



Fonte: Gazeta de Propriá, 2012.

Não há lotes empresariais no projeto, entretanto com a implantação da piscicultura na região com as espécies Tambaqui, Tilápia e Xira, ocupando 200 ha do perímetro, produzindo cerca de 1.620 toneladas de peixes, e um valor bruto de produção (VPB) de 8.315,995, gerando 700 empregos diretos e 1.050 empregos indiretos. A implementação da piscicultura ocorreu em virtude do potencial das várzeas ocasionadas pelo rio São Francisco em períodos de cheias, uma vez que o projeto demanda muita água, pois tem como sistema de irrigação o de superfície, em 100% da área, por meio da captação da água do rio São Francisco e Riacho do Jacaré, irrigando

1.177 ha de 1.177 lotes familiares dos municípios de Cedro de São João, Telha, Propriá, localizados no baixo São Francisco.

Para tanto, a vazão outorgada vigente é de  $44.436.600 \text{ m}^3/\text{ano}^{-1}$ , a os investimentos que até 2015 girava no entorno de R\$ 27.768.093,39, segundo dados da infraestrutura, para atender os 41 km de canais e 95 km de drenos, interligados por 42 km de estradas que dão acesso aos 11 km diques e as 3 estações de bombeamento. Apesar de ter sido iniciado em 1976 teve uma co-gestão em 1997 com o intuito de viabilizar o desenvolvimento da região.

Dados do Escritório de Apoio Técnico da CODEVASF (EPR) apontam que a receita bruta por hectare/safra, insumos e tarifas, o lucro por hectare cultivado é de cerca de R\$ 10 mil a cada safra (CODEVASF, 2017). Os lotes onde a aquicultura é praticada possuem áreas que variam de 2 a 5 hectares.

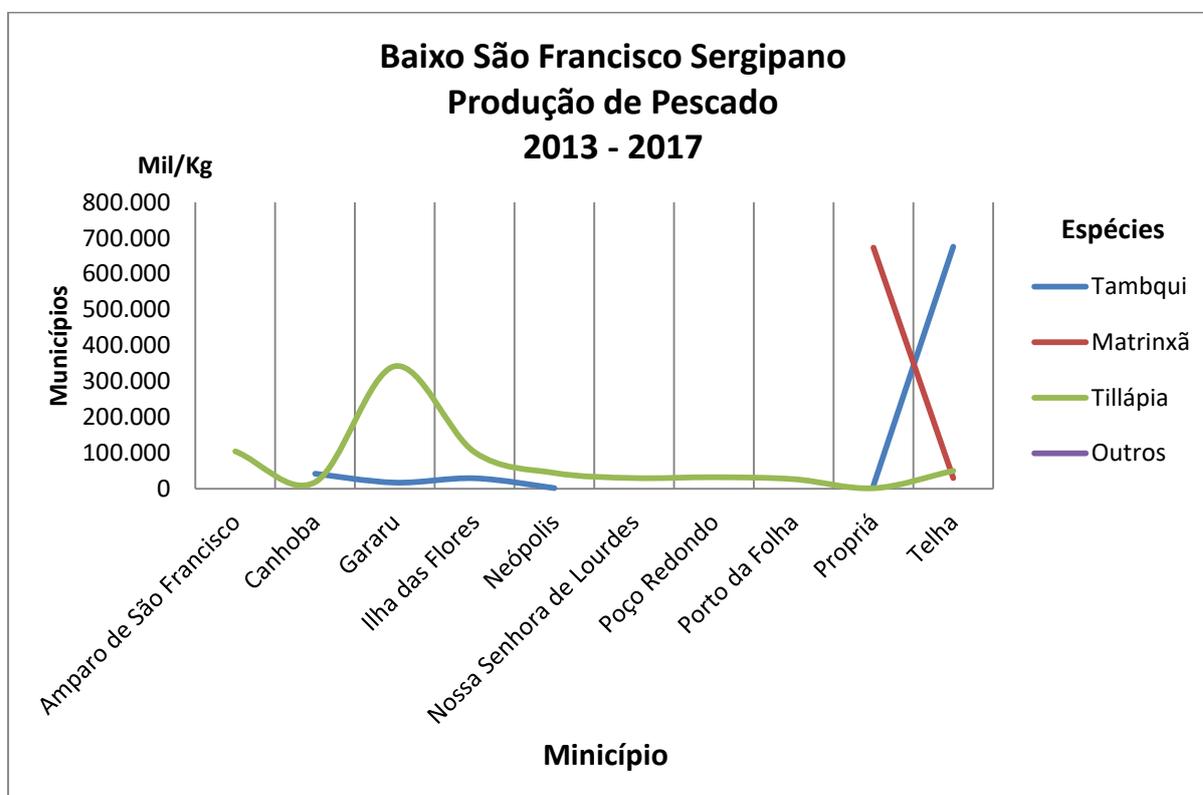
O projeto Cotinguiba-Pindoba, localizado também em Propriá e nos municípios de Japoatã, Neópolis, todos localizados no baixo São Francisco Sergipano, compreendem uma área de 2.232 ha de área irrigada, sendo que este total 1918 ha são destinados a lotes familiares, enquanto 296 ha são ocupados com lotes empresariais, ou seja, 20% da área, onde 96 km de rede de irrigação, 57 km em canais e 39 km em tubulações alimentadas por 16 estações de bombeamento. Muitos produtores residem em povoados situados na periferia do projeto. O projeto foi criado para atender exclusivamente os assentamentos de pequenos irrigantes colonizados, entretanto, em 1992, a CODEVASF aprovou a alteração do modelo original, permitindo o acesso de pequenos e médios empresários para que ocupassem até 20% da área. Atualmente é praticada na área do projeto atividades da agropecuária, e piscicultura com produção consideráveis de pescado, atendendo a mais de 2.144 empregos diretos e 3.171 indiretos, o que fomenta a economia da região, além de contribuir para a economia do Estado de Sergipe. Os projetos Propriá e Cotinguiba-Pindoba, juntos produziram mais de 1,7 mil toneladas de pescados segundo dados do último Censo (2017).

Embora a pesca artesanal tenha mostrado declínio, a prática da piscicultura no Baixo São Francisco Sergipano tem mostrado aumento na produção do pescado, de acordo com os últimos censos IBGE (2017). No município de Canhoba a produção de peixe entre os anos de 2013 e 2017 apresentou crescimento, principalmente das espécies Tambaqui com produção de 42.208 kg, Matrinxã 7.594 kg (2016), Tilápia 18.568 kg (Figura 80).

Em Amparo de São Francisco as espécies Tilápia 104.500 kg, e outras espécies como, Pintado, Cachara, Cachapira, Pintachara e Surubim apresentou produção de 300 kg. No município de Propriá a produção se apresentou mais expressiva, com Tilápia (1.648,210 Kg),

Matrinxã (673.420 kg), Tambaqui (9.359,592 kg), Pintado, Cachara, Cachapira, Pintachara e Surubim (87.320 kg).

**Figura 80:** Baixo São Francisco Sergipano – Produção de Pescado, 2013/2017.



Fonte: IBGE, Pecuária Municipal, 2017.  
Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Ilha das flores produziu 102.170 Kg de Tilápia. 29.430 Kg de Tambaqui. Já, o município de Neópolis produziu Tilápia (44.280 kg), Tambaqui (1.898.640 kg), Curimatã e Curimatã (4.500 kg), Piau, Piapara, Piaçu e Piava (8.000 kg). Telha, por sua vez, produziu Tilápia (50.220 kg), Tambaqui (675.988 Kg), Matrinxã (29.850 Kg), Tambacu e Tambatinga (86.600 kg). Gararu teve produção de Tilápia (342.280 kg) e Tambaqui (17.300 kg). Nossa Senhora de Lourdes produziu Tilápia (30.000 kg), o município de Porto da Folha produziu Tilápia (27.000 kg), Poço Redondo a produção de Tilápia foi de 32.250 kg, enquanto Canindé de São Francisco teve produção de Tilápia de 34.800 kg, enquanto Santana do São Francisco apresentou produção de Tilápia de 3.590 kg e Tambaqui de 1.130 kg.

Apesar de garantir o sustento e incrementar a economia dos municípios do Baixo São Francisco Sergipano, a piscicultura é uma atividade que causa impacto ambiental, uma vez que a prática é feita muito próxima do rio, e a construção dos viveiros requer a retirada de muito

material do solo, além da cobertura vegetal, principalmente da área de manguezal, que sede lugar para a implementação dessa atividade econômica, o que é visto em boa parte da extensão da região. Não obstante, a carcinicultura é outra atividade que impacta o ambiente natural.

A carcinicultura é uma atividade que se instalou no Baixo São Francisco Sergipano em meados da década de 1990. Essa atividade se firmou a partir da articulação entre empresas privadas em parceria com o governo do Estado para aproveitar o potencial da área de Planície de Maré Inferior por meio do planejamento e da implantação de tecnologias tais como: engenharia de projetos, insumos, equipamentos, biotecnologia entre outros. A iniciativa pioneira introduziu no perímetro irrigado Cotinguiba-Pindoba, em uma área, inicialmente de 5 ha, a qual atingiu 1,5 mil quilos por hectare.

O seu registro no Baixo São Francisco Sergipano encontra-se nos municípios de Brejo Grande com produção de 380.261 kg, Ilha das Flores com 23.000 kg, os quais juntos produzem 403.261 kg, sendo o primeiro maior produtor de camarão da região (IBGE, 2017).

## 5. DINÂMICA POPULACIONAL, SITUAÇÃO E CONDIÇÃO DE VIDA

### 5.1 - Aspectos evolutivos da população, Estrutura ocupacional e condições de vida

A fim de compreender como vem ocorrendo a dinâmica da população é necessário fazer um acompanhamento dos últimos censos demográficos, para se perceber em termos quantitativos a variação populacional num determinado espaço de tempo (Figura 82). A relação urbano-rural também se torna importante, pois abrange o nível de concentração desta população no espaço.

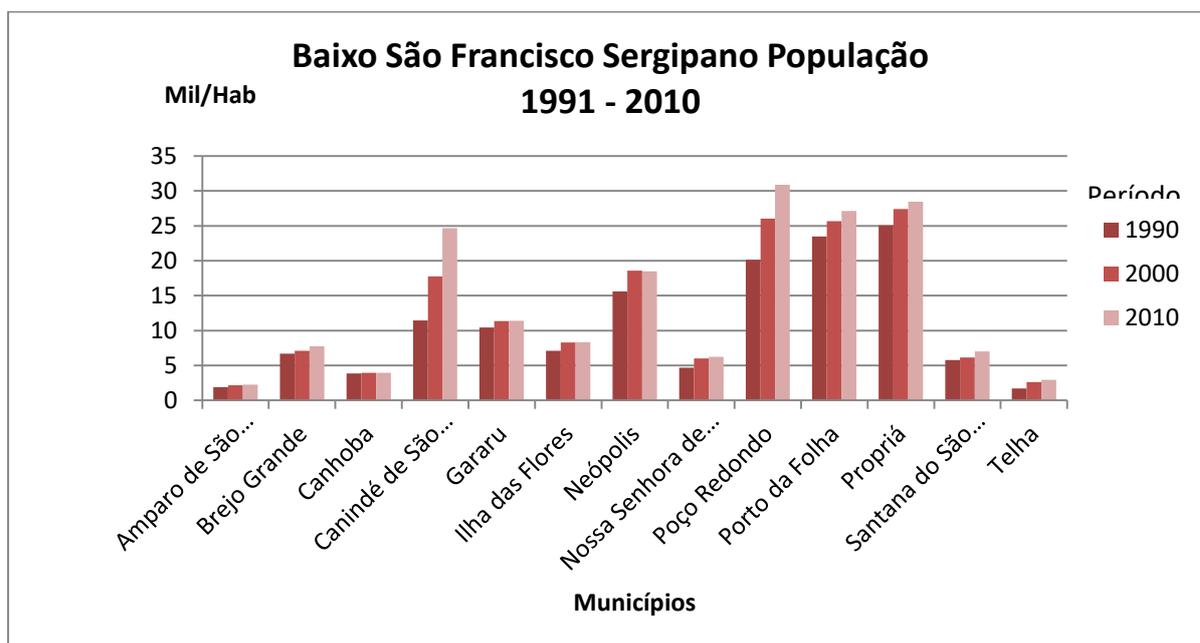
O estudo evolutivo do Baixo São Francisco, em especial o lado sergipano ao longo das três últimas décadas aponta crescimento demográfico expressivo se considerarmos que no Brasil, em decorrência de políticas antinatalistas, que contribuem para a redução das taxas de fertilidade e de natalidade vem apresentando tendências de estabilidade, inclusive no Estado de Sergipe que tem acompanhado essa tendência nos últimos anos.

Esse crescimento demográfico por si só implica em uma série de problemas ambientais que não se pronunciam quando a população está dispersa em áreas, como o lixo, abastecimento de água, saneamento básico, saúde pública e qualidade de vida (GONÇALVES, 2004).

Esses problemas tornam-se o principal desafio ambiental da atualidade, pois, as diferentes formas de uso e ocupação da terra são, na verdade, o reflexo do desenvolvimento do sistema técnico-científico.

Esse desafio assume maiores proporções à medida que se observam as condições socioeconômicas existentes no espaço compreendido pelo Baixo São Francisco Sergipano. A população total do Estado de Sergipe é de 2.278.308 habitantes segundo o Instituto Brasileiro de geografia e Estatística (IBGE, 2018), sendo que desse total 179.628 mil residem nos municípios drenados ou parcialmente drenados pelo Baixo São Francisco, correspondendo a 7,9% da população sergipana (Figura 81).

Analisando os números totais de concentração demográfica existente na região, percebe-se que existe disparidades na distribuição, com maiores proporções da população nos municípios de Poço Redondo com 30.880 mil/hab., seguidos de Propriá com 28.451 mil/hab., Porto da Folha com 27.146 mil/hab., e Canindé de São Francisco com 24.686 mil/hab., e em menores proporções nos municípios de Amparo de São Francisco com 2.275 mil/hab., Telha com 2.957 mil/hab., e Canhoba com apenas 3.956 mil/ha (Tabela 22).

**Figura 81:** Baixo São Francisco Sergipano – População 1990/2010.

Fonte: Censos Demográficos IBGE, 1991, 2000 e 2010.  
 Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Observando os últimos Censos 1990, 2000 e 2010, os municípios que apresentaram maior aumento foram Canindé de São Francisco (83,7%) e Telha (68,2%), e com menor crescimento, Gararu (9%) e Canhoba com apenas 2,8%, deixando transparecer um município estagnado, de pouca dinâmica econômica.

O município de Poço Redondo é quem mais se destaca com maior concentração populacional, enquanto Amparo de São Francisco apresenta menor. Outro fato que merece destaque é a urbanização, pois serve como instrumento facilitador, na variação da dinâmica urbano-rural para melhor compreender a evolução das transformações demográficas espaciais.

Ao analisar os municípios do Baixo São Francisco Sergipano, constatou-se que todos tiveram sua população urbana ampliada, sem exceção, variando nas três últimas décadas acima dos 16%, mantendo-se certa regularidade, apresentando menores crescimentos Gararu que aumentou 16%, seguido de Poço Redondo com 27%, enquanto Propriá teve aumento de 85%, seguido de Amparo de São Francisco com 80%, principalmente no intervalo entre os anos de 1990/2010.

**Tabela 22:** Baixo São Francisco Sergipano – Situação de Domicílio - 1990/2010.

MUNICÍPIOS	TOTAL			RURAL			URBANA			TAXA DE URBANIZAÇÃO	TAXA DE CRESCIMENTO ANUAL	
	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010	(%)	1990/2000	2000/2010
Amparo de São Francisco	1.891	2.182	2.275	842	977	435	1.049	1.205	1.840	80%	15,4%	4,3%
Brejo Grande	6.701	7.102	7.742	3.268	3.155	3.720	3.433	3.947	4.022	51%	6,0%	9,0%
Canhoba	3.863	3.965	3.956	2.510	2.370	2.457	1.353	1.595	1.499	37%	2,6%	0,2%
Canindé de São Francisco	11.473	17.754	24.686	6.151	8.451	10.623	5.322	9.303	14.063	56%	54,7%	39,0%
Gararu	10.465	11.363	11.405	8.086	8.375	8.573	2.379	2.988	2.832	16%	8,6%	0,4%
Ilha das Flores	7.125	8.281	8.348	3.944	4.485	2.913	3.181	3.796	5.435	65%	16,2%	0,8%
Neópolis	15.620	18.593	18.506	6.496	8.092	7.989	9.124	10.501	10.517	56%	19,0%	0,5%
Nossa Senhora de Lourdes	4.668	6.023	6.238	2.699	3.058	2.947	1.969	2.965	3.291	52%	29,0%	3,6%
Poço Redondo	20.155	26.022	30.880	15.473	19.662	22.342	4.682	6.360	8.538	27%	29,1%	18,7%
Porto da Folha	23.476	25.664	27.146	16.398	16.952	17.191	7.078	8.712	9.955	36%	9,3%	5,8%
Propriá	25.091	27.385	28.451	3.147	3.818	4.061	21.944	23.567	24.390	85%	9,1%	3,9%
Santana do São Francisco	5.791	6.135	7.038	5.791	2.084	2.515	-	4.051	4.523	64%	5,9%	14,7%
Telha	1.690	2.638	2.957	853	1.575	1.830	837	1.063	1.127	38%	56,1%	12,1%
<b>Baixo São Francisco</b>	<b>138.009</b>	<b>163107</b>	<b>179.628</b>	<b>75.658</b>	<b>83.054</b>	<b>87596</b>	<b>62.351</b>	<b>80.053</b>	<b>92.032</b>	<b>51,0%</b>	<b>20,7%</b>	<b>7,56%</b>

Fonte: IBGE, 2010/PNUD, 2010.

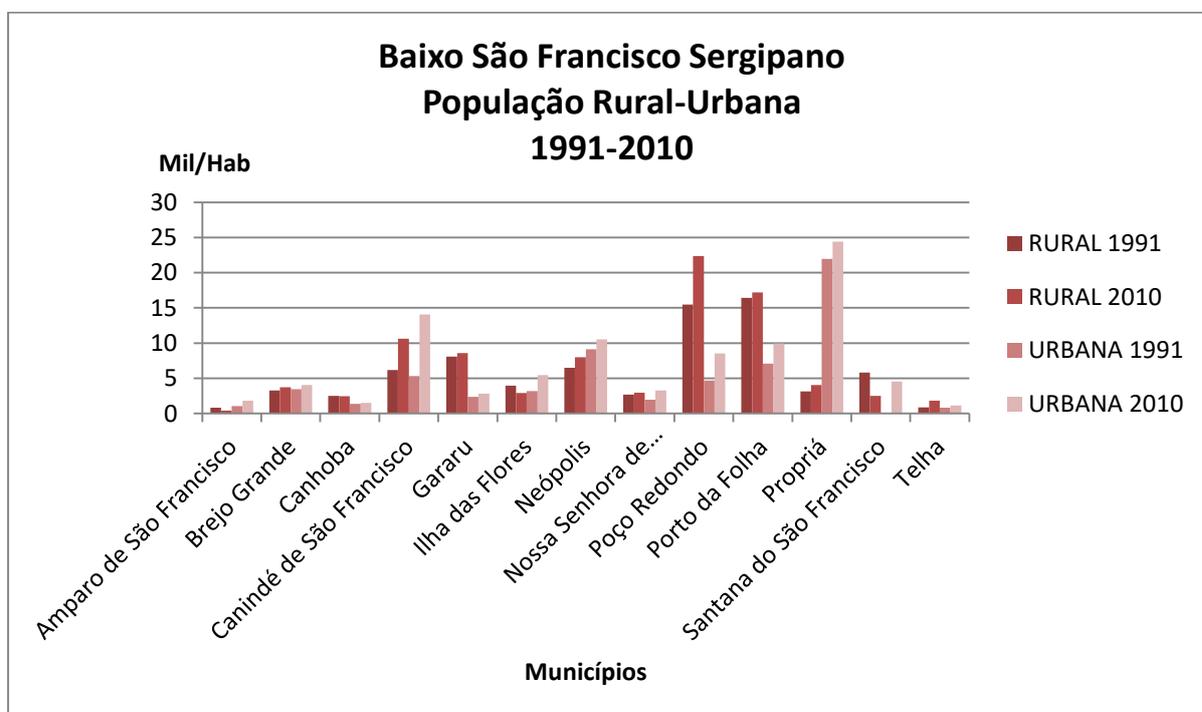
Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Observa-se que com o crescimento da população, as perdas da população rural dos municípios do Baixo São Francisco Sergipano não eram tão significativas até então, pois até 1990 abeirava 75.658 mil/hab., enquanto na área urbana a concentração era de 62.351 mil/hab., com maior concentração na área rural, entretanto, essa realidade foi mudada, se compararmos os censos de 1990 com o de 2010, percebemos que a população rural era 87.596 mil/hab. (43,1%), e a urbana de 90.032 mil/hab. (57,9%), ou seja, nesse período o aumento foi de 4.436 mil/hab., no total representando perdas na área rural de aproximadamente 5%.

Os dados coletados nos Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010, mostram que de modo geral, o aumento da população total passou de 138.049 em 1991 para 179.628 em 2010, uma variação de 30,16%. Esse fato foi impulsionado pelas condições de infraestrutura dos municípios e pelo aumento de serviços que atraíram parte da população rural para as áreas urbanas em busca de emprego e melhor qualidade de vida.

Essa configuração deu-se somente a partir dos anos 2000 quando todos os municípios do Baixo São Francisco Sergipano apresentaram população urbana superior à população rural, exceto Canhoba, Poço Redondo, Porto da Folha, e Gararu, Telha, que apresentaram população rural maior que urbana (Figura 82).

**Figura 82:** Baixo São Francisco Sergipano – População Rural/Urbana – 1991 e 2010.



Fonte: Censos Demográficos IBGE, 1991 e 2010.  
Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Embora, Brejo Grande apresentou-se com 80% de urbanização, e Propriá 85%, Canindé de São Francisco apresentou crescimento médio anual de 54,7% entre os períodos 1990/2000 e 39% entre 2000/2010, e Telha 56,1%, são os municípios que apresentaram maior crescimento nos últimos anos. Já, os municípios com tendência menor são Canhoba com 2,6% entre os anos de 1990/2000 e 0,2% entre 2000/2010, seguido de Gararu com crescimento de 8,6% entre 1990/2000 e apenas 0,4% entre 2000/2010.

A inserção da agricultura irrigada, com a promessa de empregos assalariados, atraiu parte da população da área rural para as áreas urbanas, intensificou a partir de 2000 maiores fluxos migratórios, transformando e dinamizando as formas de ocupação do espaço, ampliando o inchaço populacional e maior densidade demográfica em diversos municípios.

O povoamento foi mais intenso nos municípios de Propriá e Amparo de São Francisco em decorrência da proximidade entre os dois municípios e pelo fluxo do comércio oferecido, principalmente entre as cidades de Propriá, Neópolis e Brejo Grande, os quais apresentam grandes números de empreendimentos comerciais e industriais, além da agricultura voltada ao mercado externo.

Embora a melhoria das condições de vida no Baixo São Francisco Sergipano tenha resultado num crescimento da população nos últimos trinta anos, ainda assim, há uma forte tendência a atenuar taxas menores de crescimentos no futuro decênio, na medida em que os indicadores de longevidade e fecundidade atentam para isso (Tabela 23).

Em 2010 todos os municípios do Baixo São Francisco Sergipano reduziram consideravelmente suas taxas de mortalidade infantil quando comparados com as taxas dos anos anteriores (1991/2000). O município de Porto da Folha em 1991 apresentou maior taxa, alcançando 94,79 (por mil nascidos vivos), em 2000 diminuiu expressivamente ao apresentar 55,12 (por mil nascidos vivos) e em 2010 apenas 29,6 (por mil nascidos vivos). Esse fato no Baixo São Francisco Sergipano é consequência de melhoria nas condições de saúde da população por meio de investimentos em acompanhamento da saúde da família.

Observa-se que a esperança de vida ao nascer elevou-se em todos os municípios, que no conjunto apresenta uma média em 2010 de 69,4 anos, destacando-se individualmente os municípios de Gararu que apresenta expectativa de vida, hoje estimada em 71,95 anos e Santana do São Francisco que apresenta expectativa de vida de 71,58 anos. As taxas de fecundidade, por sua vez, não se apresentam altas uma vez que a média de filho por mulher atualmente gira em torno de 2,67 filhos, considerada baixa, às vezes preocupante, já que pode refletir além do crescimento, no envelhecimento da população.

**Tabela 23:** Baixo São Francisco Sergipano - Indicadores de Longevidade, Mortalidade, e Fecundidade 1990/2010.

MUNICÍPIOS	1991			2000			2010		
	Mortalidade Infantil (Por mil nascidos)	Esperança de vida ao nascer (anos)	Taxa de fecundidade Total (filhos por mulher)	Mortalidade Infantil (por mil nascidos)	Esperança de vida ao nascer (anos)	Taxa de fecundidade total (filhos por mulher)	Mortalidade infantil (por mil nascidos)	Esperança de vida ao nascer (anos)	Taxa de fecundidade total (filhos por mulher)
Amparo de São Francisco	86,81	55,26	4,56	52,43	62,23	2,64	31,9	68,66	2,5
Brejo Grande	86,81	55,26	6,52	59,59	60,46	4,19	37,6	67,03	3,56
Canhoba	69,75	58,51	6,05	54,16	61,79	3,4	33,1	68,3	2,78
Canindé de São Francisco	86,81	55,26	5,97	52,43	62,23	3,65	29,2	69,48	2,79
Gararu	81,75	56,18	4,88	43,91	64,54	3,37	22,0	71,95	2,42
Ilha das Flores	86,81	55,26	5,67	55,91	61,35	3,56	30,4	69,1	3,25
Neópolis	80,76	56,36	4,48	55,12	61,55	3,15	37,2	67,13	2,35
Nossa Senhora de Lourdes	86,81	55,26	4,75	55,91	61,35	3,28	33,6	68,13	2,45
Poço Redondo	86,81	55,26	5,41	50,99	62,61	4,25	25,8	70,58	2,79
Porto da Folha	94,79	53,87	5,07	55,12	61,55	3,56	29,6	69,36	2,53
Propriá	71,07	58,24	3,89	36,75	66,67	2,72	23,0	71,58	2,3
Santana do São Francisco	86,81	55,26	4,82	58,42	60,74	4,23	34,2	67,98	2,81
Telha	86,81	55,26	4,1	61,91	59,91	2,64	33,0	68,31	2,23
<b>Baixo São Francisco</b>	84,30	55,78	5,13	53,28	62,07	3,43	30,81	69,04	2,67

Fonte: IBGE, PNUD, 2010.

Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Analisando individualmente, as quedas bruscas na taxa de fecundidade em 2010 foram nos municípios de Telha (2,23 filhos); Santana do São Francisco (2,3 filhos) e Gararu (2,42 filhos), sendo que as maiores taxas, em 1991 se concentravam nos municípios de Brejo Grande com 6,52 filhos e respectivamente Canindé de São Francisco com 5,97 filhos, realidade essa reduzida em 48% em 2010.

A análise dos dados dos últimos três censos demográficos permitiram traçar um perfil no qual se constata a tendência progressiva da população do Baixo São Francisco Sergipano ao envelhecimento, esse fato decorre da melhoria das condições de vida e do planejamento familiar da população dessa região do Estado de Sergipe, cuja intervenção imposta pelo governo não foi suficiente, e tem sido muitas vezes feito livremente pela população de modo geral de maior poder aquisitivo e melhor nível educacional.

A participação relativa de jovens tem diminuído no conjunto da população total no período de 2010, tendo em vista a adoção de práticas anticonceptivas, em que se destaca entre outros, a esterilização de mulheres e de homens, cujo controle na taxa de fecundidade se mostra mais efetivo.

O censo demográfico de 1991 mostra que no Baixo São Francisco Sergipano, os jovens correspondem relativamente a 42.4% do conjunto da população, equivalendo 58.723 mil/hab. A população adulta corresponde a 69.567 mil/hab, equivalendo 50.21% do total de habitantes, e a população de idosos corresponde somente a 7.4%, o que corresponde a 10.262 mil/hab.

O censo de 2010 mostra que os jovens correspondem a 55.185 mil/hab, 30.9% da população total, enquanto, a população adulta (107.151 mil/hab.) representa 60%, sendo a mais expressiva e a idosa com 16.146 mil/hab, a menos expressiva, o que corresponde apenas a 9% neste mesmo período (Tabela 24 e 25).

**Tabela 24:** Baixo São Francisco Sergipano - População por grupos de idade e sexo 1991.

MUNICÍPIOS	GRUPOS DE IDADE						TOTAL
	0 a 14		15 a 59		60 ou mais		
	H	M	H	M	H	M	
Amparo de São Francisco	384	385	468	469	86	99	1.891
Brejo Grande	1.522	1.427	1.630	1.544	283	295	6.701
Canhoba	852	816	979	940	142	134	3.863
Canindé de São Francisco	2.582	2.502	3.034	2.880	241	234	11.473
Gararu	2.294	2.227	2.645	2.672	366	361	10.565
Ilha das Flores	1.545	1.542	1.709	1.720	270	339	7.125
Neópolis	3.307	3.210	3.893	3.900	552	758	15.620
Nossa Senhora de Lourdes	934	945	1.251	1.207	159	172	4.668
Poço Redondo	4.427	4.546	5.006	4.950	638	588	20.155

Porto da Folha	5.251	5.075	5.749	5.760	923	818	23.576
Propriá	4.733	4.640	6.394	7.117	921	1.286	25.091
Santana do São Francisco	1.257	1.326	1.415	1.354	192	247	5.791
Telha	340	654	433	448	70	88	2.033
<b>Baixo São Francisco</b>	<b>29.428</b>	<b>29.295</b>	<b>34.606</b>	<b>34.961</b>	<b>4.843</b>	<b>5.419</b>	<b>138.552</b>

Fonte: PNUD, 1991.

Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Indistintamente, o Baixo São Francisco concentra o seu maior contingente populacional no grupo de adultos (107.151 mil/hab.), correspondendo a 59.9%, o que acena para a perspectiva de um futuro envelhecimento da população, já que os números são representativos dos idosos, se considerarmos que em sua maioria, os municípios apresentam população total baixa, exceto Poço Redondo (30.880); Propriá (27.451); Porto da Folha (27.312) e Canindé de São Francisco (24.686), em 2010.

**Tabela 25:** Baixo São Francisco Sergipano - População por grupos de idade e sexo 2010

MUNICÍPIOS	GRUPOS DE IDADE						TOTAL
	0 a 14		15 a 59		60 ou mais		
	H	M	H	M	H	M	
Amparo de São Francisco	336	316	686	688	113	136	2.275
Brejo Grande	1.313	1.315	2.319	2.136	304	355	7.742
Canhoba	426	589	1.232	1.098	203	208	3.756
Canindé de São Francisco	4.321	4.201	7.212	7.405	760	787	24.686
Gararu	1.682	1.666	3.563	3.354	585	574	11.424
Ilha das Flores	1.364	1.313	2.441	2.409	363	458	8.348
Neópolis	2.681	2.579	5.671	5.691	881	1.013	18.516
Nossa Senhora de Lourdes	935	848	1.884	1.786	332	312	6.097
Poço Redondo	5.408	5.095	9.154	8.860	1.205	1.158	30.880
Porto da Folha	4.262	3.990	8.391	7.955	1.396	1.318	27.312
Propriá	3.957	3.654	8.738	8.280	1.151	1.671	27.451
Santana do São Francisco	1.068	1.042	2.201	2.125	268	334	7.038
Telha	420	404	932	940	124	137	2.957
<b>Baixo São Francisco</b>	<b>28.173</b>	<b>27.012</b>	<b>54.424</b>	<b>52.727</b>	<b>7.685</b>	<b>8.461</b>	<b>178.482</b>

Fonte: PNUD, 2010.

Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

O que se conclui é que a população do Baixo São Francisco está envelhecendo e, ao mesmo tempo, assumindo características heterogêneas e específicas, gerando a necessidade de adaptação a uma nova situação que se aproxima e que deve ser considerada como uma conquista, dentre as quais a superação das desigualdades sociais, que os dados revelam ter diminuído nos últimos censos de 2000 e 2010.

É importante ressaltar que um estudo das dimensões sociais e econômicas de qualquer sociedade pode prescindir de uma análise sobre a qualidade de vida, avaliada nos últimos anos, a partir do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que leva em consideração informações sobre educação, saúde e renda.

No quesito educação, os municípios do Baixo São Francisco Sergipano, apresenta um quadro evolutivo considerado, pois o nível educacional da população que frequentam a escola regularmente, nos ensinos fundamental, médio e superior revela que houve investimento no setor (Tabela 26 e 27).

**Tabela 26:** Baixo São Francisco Sergipano - Nível educacional da população adulta (25 anos ou mais) - 1991/2010.

MUNICÍPIOS	TAXA DE ANALFABETISMO			Expectativa de anos de estudo (média)		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Amparo de São Francisco	60,40	41,68	30,51	6,12	8,1	9,64
Brejo Grande	62,36	45,68	40,15	4,61	5,56	8,7
Canhoba	60,91	44,2	40,42	4,78	6,97	8,74
Canindé de São Francisco	62,24	50,21	39,65	4,97	5,08	8,81
Gararu	61,74	49,3	39,12	6,21	5,75	8,55
Ilha das Flores	55,33	40,4	32,15	5,84	7,17	8,5
Neópolis	46,70	38,96	28,25	6,29	6,53	8,15
Nossa Senhora de Lourdes	58,62	45,77	36,57	6,28	6,98	9,3
Poço Redondo	73,94	56,46	46,93	5,5	5,67	7,49
Porto da Folha	59,91	46,02	40,36	4,81	6,08	8,11
Propriá	39,12	29,98	23,54	7,33	7,83	8,98
Santana do São Francisco	55,86	42,76	27,84	4,52	6,9	9,62
Telha	50,70	41,53	35,41	4,9	6,97	9,43
Baixo São Francisco	57,52	44,07	35,45	5,55	6,58	8,77

Fonte: PNUD, 2010.

Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

A média educacional dos municípios do Baixo São Francisco Sergipano em 1991 era de 57,52% de analfabetos, com os maiores índices concentrados nos municípios de Poço Redondo (73,94%), seguidos de Brejo Grande (62,36%), Canindé de São Francisco (62,24%) e Gararu (61,74%).

Em 2000 houve diminuição nas taxas de analfabetismo com uma média de 44,07% sendo reduzida em 2010 para 35,45%, com destaque individual para os municípios de Propriá que apresentou apenas 23,54% na taxa de analfabetismo, seguido de Santana do São Francisco com taxa de 27,84%, enquanto que os índices mais altos nas taxas de analfabetismo foram

evidenciados nos municípios de Poço Redondo com 46,93%, Brejo Grande com 40,15%, Canhoba com 40,42% e Porto da Folha com 40,36%.

**Tabela 27:** Baixo São Francisco Sergipano - Indicadores de Renda, Pobreza e Desigualdade - 1991/2010.

MUNICÍPIOS	Percentual de Pobreza (%)			Renda per capita (média)			Índice GINI		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Amparo de São Francisco	84,90	65,31	37,22	94,58	155,75	275,32	0,45	0,61	0,51
Brejo Grande	82,25	72,48	55,65	105,92	118,53	197,69	0,42	0,52	0,51
Canhoba	82,43	71,86	47,32	116,64	132,42	249,30	0,52	0,52	0,52
Canindé de São Francisco	73,76	62,63	46,27	126,17	187,14	270,17	0,47	0,64	0,55
Gararu	82,88	69,58	54,22	102,87	136,15	236,06	0,52	0,61	0,61
Ilha das Flores	84,80	71,88	58,57	80,82	132,81	195,64	0,46	0,60	0,56
Neópolis	64,96	63,75	40,49	146,76	193,21	286,69	0,48	0,63	0,55
Nossa Senhora de Lourdes	63,97	46,88	39,99	182,1	216,07	261,29	0,57	0,49	0,49
Poço Redondo	83,88	76,59	58,45	90,75	103,75	202,24	0,51	0,64	0,59
Porto da Folha	82,45	75,11	53,99	98,45	119,7	226,66	0,49	0,58	0,56
Propriá	63,82	45,24	31,99	196,89	282,52	400,35	0,58	0,57	0,54
Santana do São Francisco	80,57	70,81	43,24	108,48	127,95	236,25	0,48	0,51	0,48
Telha	76,16	70,02	37,53	106,92	160,38	268,17	0,42	0,56	0,48
<b>Baixo São Francisco</b>	77,44	66,31	46,53	119,79	158,87	254,29	0,49	0,57	0,53

Fonte: PNUD, 2010.

Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Apesar da taxa ter diminuído, o decréscimo se deu por conta do acesso as escolas, através do incentivo pelos Governos municipais em parceria com os Governos Estadual e Federal, que por meio de Políticas Públicas viabilizaram por meio de transportes públicos, acesso as Escolas de diferentes níveis, inclusive o Ensino Superior à Distância implementado em 2007 pela Universidade Federal de Sergipe, o qual tem polos nos municípios de Brejo Grande, Propriá e Poço Redondo, e presencial com deslocamento feito por transportes de estudantes cedidos pelos municípios até as cidades que dispõem desse nível de Ensino.

O que se observa nos municípios do Baixo São Francisco Sergipano é que as taxas de alfabetização são baixas, principalmente no ano de 1991 onde apresentou maiores, embora o Estado tenha criado mecanismos para aumentar os dados quantitativos em 2010, sobre a educação, não há investimentos suficientes que venham melhorar a educação, pois refletindo

no processo ensino-aprendizagem da população, mostrando cada vez mais o contraste social na referida área.

O aumento da pobreza está relacionado ao baixo índice de alfabetização da população, associado à má distribuição de renda. O Baixo São Francisco Sergipano é detentor de elevados índices de desigualdades sociais e os dados referentes a educação e a saúde refletem na distribuição de renda concentrada. Os índices Gini, por exemplo, constata que na maioria dos municípios a desigualdade aumentou consideravelmente, sendo que acompanha a tendência do Estado (Tabela 28).

Em 1991, os municípios atingiram os maiores índices maiores de pobreza, 77,44%, sobressaindo-se Amparo de São Francisco (84,90%), seguido de Ilha das Flores (84,80%), Gararu (82,88%), Canhoba (82,43%) e Brejo Grande (82,25%), com percentual da renda concentrada pelos 10% da população.

Em 2000 os índices baixaram, embora a média tenha sido de 66,31%. Já em 2010, os índices decresceram para 46,53%, queda se comparados os anos de 1991 e 2010 foi de 66%, sendo uma queda considerável, embora ainda muito elevada.

**Tabela 28:** Baixo São Francisco Sergipano - Dependente do rendimento nominal mensal da pessoa responsável pelo domicílio - 1991/2010.

MUNICÍPIOS	TOTAL (MORADORES)	CLASSES DE RENDIMENTO (Salário mínimo %)														
		SEM RENDIMENTO			Até 1 Salário Mínimo			Mais de 1 e 2 Salários Mínimos			Mais de 3 e 5 Salários Mínimos			Mais de 5 Salários Mínimos ou +		
		1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Amparo de São Francisco	2.275	-	14,99	13,67	-	84,95	61,59	-	93,75	93,44	-	93,75	95,56	-	95,92	98,28
Brejo Grande	7.742	-	7,76	10,29	-	88,96	74,74	-	96,43	94,78	-	98,79	96,85	-	99,5	98,83
Canhoba	3.956	-	10,7	21,83	-	88,38	70,48	-	96,59	96,06	-	98,26	98,3	-	98,73	99,44
Canindé de São Francisco	24.686	-	14,05	18	-	75,6	62,14	-	92,17	89,27	-	95,04	93,41	-	97,98	96,51
Gararu	11.405	-	30,48	28,68	-	88,06	73,39	-	96,13	91,25	-	97,65	93,4	-	99,18	96,55
Ilha das Flores	8.348	-	18,75	18,96	-	85,66	69,19	-	94,87	91,85	-	97,15	96,87	-	99,1	98,6
Neópolis	18.506	-	14,47	18,54	-	77,51	45,91	-	89,73	86,17	-	93,54	92,07	-	96,69	97,09
Nossa Senhora de Lourdes	6.238	-	16,19	18,88	-	86,26	65,99	-	96,17	92,53	-	98,42	95,33	-	99,47	97,59
Poço Redondo	30.880	-	41,02	30,94	-	87,65	70,83	-	95,43	93,25	-	97,49	96,59	-	98,68	99,12
Porto da Folha	27.146	-	35,52	32,91	-	89,23	70,74	-	96,79	92,74	-	98,03	96,18	-	99,21	98,35
Propriá	28.451	-	7,76	6,75	-	70,86	37,78	-	88,78	82,87	-	93,48	89,23	-	96,96	94,5
Santana do São Francisco	7.038	-	17,11	20,93	-	85,35	61,91	-	95,47	93,36	-	97,61	97,08	-	99,46	99,07
Telha	2.957	-	0,34	4,71	-	85,71	42,5	-	93,97	89,1	-	95,9	95,17	-	97,3	98,32
<b>Baixo São Francisco</b>	<b>179.628</b>	<b>-</b>	<b>17,62</b>	<b>18,85</b>	<b>-</b>	<b>84,16</b>	<b>62,09</b>	<b>-</b>	<b>96,54</b>	<b>91,28</b>	<b>-</b>	<b>96,54</b>	<b>95,08</b>	<b>-</b>	<b>98,32</b>	<b>97,86</b>

Fonte: PNUD, 2010.

Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

\*(-) Informações não Disponíveis.

No geral a renda apropriada pelos 10% mais ricos supera os 40%, sendo um índice bastante elevado, quando comparado o percentual dos 90 mais pobres, que detêm 60% da renda do Baixo São Francisco Sergipano (Tabela 29).

**Tabela 29:** Baixo São Francisco Sergipano - Índice de Rendimento Municipal - 1991/2010.

MUNICÍPIOS	Índice de Desenvolvimento Humano				
	1991	2000	2010	Crescimento (%)	
				1991/2000	2000/2010
Amparo de São Francisco	0,314	0,420	0,611	33,76%	45,48%
Brejo Grande	0,284	0,377	0,540	32,75%	43,24%
Canhoba	0,318	0,411	0,569	29,25%	38,44%
Canindé de São Francisco	0,233	0,381	0,567	63,52%	48,82%
Gararu	0,249	0,391	0,564	57,03%	44,25%
Ilha das Flores	0,318	0,421	0,562	32,39%	33,49%
Neópolis	0,392	0,465	0,589	18,62%	26,67%
Nossa Senhora de Lourdes	0,34	0,459	0,598	35,00%	30,28%
Poço Redondo	0,228	0,363	0,529	59,21%	45,73%
Porto da Folha	0,256	0,387	0,568	51,17%	46,77%
Propriá	0,423	0,551	0,661	30,26%	19,96%
Santana do São Francisco	0,289	0,419	0,590	44,98%	40,81%
Telha	0,335	0,453	0,604	35,22%	33,33%
<b>Baixo São Francisco</b>	<b>0,306</b>	<b>0,422</b>	<b>0,580</b>	<b>40,24%</b>	<b>38,35%</b>

Fonte: PNUD, 2010.

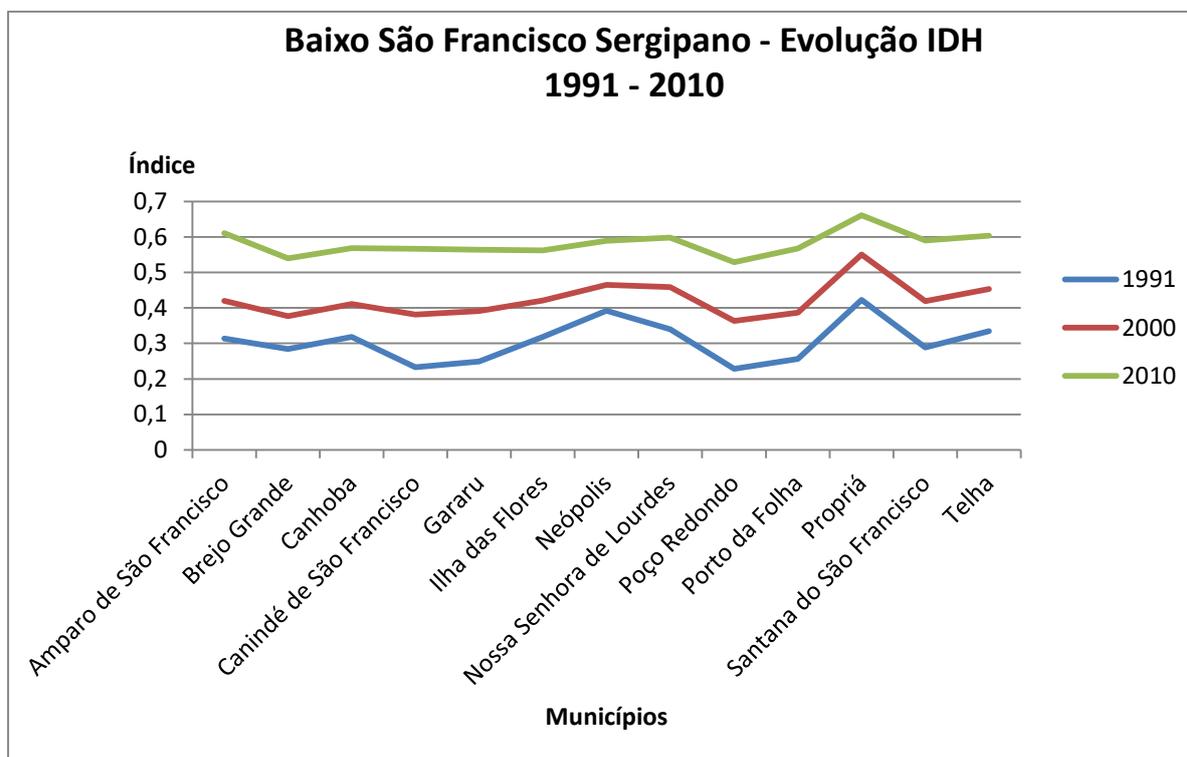
Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Outro indicativo para se obter uma visão geral da qualidade de vida da população do baixo São Francisco Sergipano é o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, que utiliza para verificar o seu índice, três critérios: a renda, a escolaridade e a longevidade. Nessa perspectiva, todos os municípios do Baixo São Francisco Sergipano apresentaram em 1990 baixos IDHs, refletindo as reais condições sociais da região, entretanto, em 2000 a realidade se mostrou melhor, e os efeitos, mesmos que poucos na educação, na saúde e expectativa de vida da população elevaram os índices, deixando-os em média com 0,422, superando o baixo índice somente em 2010 quanto atingiu, após 20 anos, 0,580, ou seja, médio IDH no quadro geral (Tabela 30).

O município de Amparo de São Francisco (0,611) e Propriá (0,661) foram os que mais se destacaram, seguido de Telha (0,604). Em termos percentuais, entre os anos de 1990 e 2000, Canindé de São Francisco apresentou aumento em 63,52%, seguido de Poço Redondo com

59,21%, Gararu com 57,03%. Todos os municípios conseguiram manter os índices de crescimento entre os anos de 2000 e 2010, ou seja, uma média de crescimento total de 38,35% (Figura 83).

**Figura 83:** Baixo São Francisco – Evolução IDH – 1991 e 2010.



Fonte: IBGE, 2010; PNUD, 2010.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

Dentre os aspectos que contribuíram para a evolução do IDH dos municípios do Baixo São Francisco Sergipano, merece destaque o saneamento básico, pois é o indicador socioambiental que leva em consideração o abastecimento de água, da população, o lixo, a drenagem, a coleta e o tratamento de esgotos que se traduz na destinação dos efluentes sanitários e resíduos sólidos (Tabela 30 e 31).

Embora os indicadores tenham contribuído para a qualidade ambiental, observando os dados dos Censos de 1991/2010, constatou-se que a disparidade entre os municípios ainda é muito grande, pois ao compararmos individualmente os municípios que mais se destacaram nesse período no que diz respeito ao abastecimento de água, Gararu mostrou um crescimento de 21,2% em 1991 para 73,65%, ou seja, um crescimento de 247,41% no abastecimento de água para a população, seguido dos municípios de Canindé de São Francisco que também obteve crescimento de 30,72% em 1991 para 79,23%, ou seja, 157,91%, Poço Redondo que

**Tabela 30:** Baixo São Francisco Sergipano - Indicadores de Qualidade Ambiental - 1991/2010.

MUNICÍPIOS	Abastecimento de água (%)			Saneamento Básico (%)			Coleta de Lixo (%)			Energia Elétrica (%)		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Amparo de São Francisco	61,74	69,83	80,65	17,8	61,12	76,67	-	100	99,07	78,48	93,46	99,29
Brejo Grande	48,48	60,01	74,63	24,17	58,40	70,00	-	72,7	85,13	73,85	85,05	93,75
Canhoba	37,38	56,61	86,88	19,92	57,07	74,28	-	24,02	96,42	51,45	87,09	97,39
Canindé de São Francisco	30,72	56,62	79,23	24,7	48,59	74,01	36,79	88,09	96,46	55,95	76,77	97,35
Gararu	21,20	41,99	73,65	10,68	30,32	56,43	36,33	65,24	97,56	34,58	55,91	98,99
Ilha das Flores	61,82	64,41	85,64	46,49	58,50	77,47	94,04	97,94	95,97	90,73	91,07	96,48
Neópolis	55,11	64,28	75,13	51,68	57,13	77,41	94,8	95,25	99,66	83,86	94,76	98,56
Nossa Senhora de Lourdes	44,48	71,50	91,41	28,95	59,59	82,81	70,11	90,56	99,35	68,45	87,51	98,31
Poço Redondo	29,29	52,89	73,96	22,57	42,93	69,69	47,49	94,89	95,39	35,38	56,53	97,95
Porto da Folha	41,40	61,53	78,72	27,75	50,27	72,69	61,82	94,19	99,47	46,76	66,71	97,92
Propriá	85,72	83,3	93,54	74,9	81,3	90,86	91,2	90,67	97,15	96,19	98,57	99,67
Santana do São Francisco	50,98	70,25	83,32	45,6	63,14	80,39	-	91,11	98,17	97,35	95,14	97,73
Telha	44,68	86,53	91,76	31,16	81,26	89,06	-	92,2	99,05	84,62	97,41	99,44
<b>Baixo São Francisco</b>	47,15	64,59	82,19	32,79	57,66	76,29	66,57	84,37	96,83	69,05	83,53	97,01

Fonte: IBGE, 2010; PNUD, 2010.

Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

\*(-) Informações não Disponíveis.

**Tabela 31:** Baixo São Francisco Sergipano - Indicadores de Qualidade Ambiental - 2010.

MUNICÍPIOS	Total	Abastecimento de água			Saneamento Básico		Destino do Lixo	
		Rede Geral	Poço ou nascente	Outras Fontes	Com Banheiro	Ligado a rede de esgoto	Lixo coletado	Outro Destino
Amparo de São Francisco	2.275	547	3	132	659	644	542	5
Brejo Grande	7.742	1.395	113	398	1.852	1.760	1.273	17
Canhoba	3.956	906	4	134	916	840	479	2
Canindé de São Francisco	24.686	4.933	47	1.278	5.806	5.407	4.986	8
Gararu	11.405	2.331	111	773	2.693	2.501	1.245	10
Ilha das Flores	8.348	1.865	21	307	2.123	2.018	1.984	5
Neópolis	18.506	3.779	846	469	4.830	4.419	3.808	-
Nossa Senhora de Lourdes	6.238	1.609	12	148	1.647	1.624	1.459	1
Poço Redondo	30.880	5.765	79	1.963	7.190	6.778	4.031	9
Porto da Folha	27.146	5.859	58	1.476	6.794	6.347	5.051	56
Propriá	28.451	7.532	83	449	7.955	7.684	7.687	78
Santana do São Francisco	7.038	1.534	36	282	1.763	1.712	1.735	1
Telha	2.957	766	2	69	817	805	799	2
<b>Baixo São Francisco</b>	<b>179.628</b>	<b>38.821</b>	<b>1.415</b>	<b>7.878</b>	<b>45.045</b>	<b>42.539</b>	<b>35.079</b>	<b>194</b>

Fonte: IBGE, 2010; PNUD, 2010.

Organização: Wesley Alves dos Santos, 2019.

\*(-) Informações não Disponíveis.

em 1991 registrou fornecimento de água para apenas 29,29% da população e em 2010 saltou para 73,96%, um crescimento de 152,21%, por sua vez, Canhoba que registrou fornecimento para apenas 37,38% da população em 1991, elevou o índice para 86,88% em 2010, registrando um crescimento médio de 132,42%, Telha no mesmo período obteve crescimento de 44,68% em 1991, e 91,76% em 2010, aumentando 105,37% no fornecimento para a população do município, seguidos de Nossa Senhora de Lourdes que obteve semelhante crescimento, em torno de 44,48% em 1991, para 91,41%, ou seja, 105,51%. Por sua vez, o município de Propriá apresentou um crescimento no fornecimento pouco expressivo, em 1991 de 85,72% para em 2010, 93,54% em 2010, ou seja, crescimento de apenas 9,12%, seguido dos municípios de Amparo de São Francisco (30,63%); Neópolis (36,33%), Ilha das Flores (38,53%), Brejo Grande (53,94%) e Santana do São Francisco (63,44%).

No quesito Saneamento Básico, a média total dos municípios foi 76,29%, destacando-se o município de Gararu que em 1991 registrou 428,37% possuía saneamento básico, seguido de Amparo de São Francisco que obteve crescimento entre os períodos de 1991 (17,8%) e 2010 (76,67%) de 330,73%, seguido dos municípios de Canhoba que saltou em 1991 de 272,89% para em 2010, 74,28%, ou seja, um crescimento muito elevado em comparação aos dois períodos, enquanto o município de Propriá mostrou-se pouco expressivo com apenas 21,31% de crescimento entre os dois períodos, seguido de Neópolis que registrou um crescimento de 49,79%, seguido de Ilha das Flores (66,64%) e Santana do São Francisco com 76,29%.

A deficiência no sistema de saneamento básico é maior nas áreas rurais dos municípios, onde o sistema de coleta de lixo, distribuição de energia elétrica e abastecimento de água são ainda precários, principalmente nas regiões distantes da sede administrativa dos municípios, os quais não dispõem dos serviços com a mesma eficiência de quem vive nas áreas urbanas.

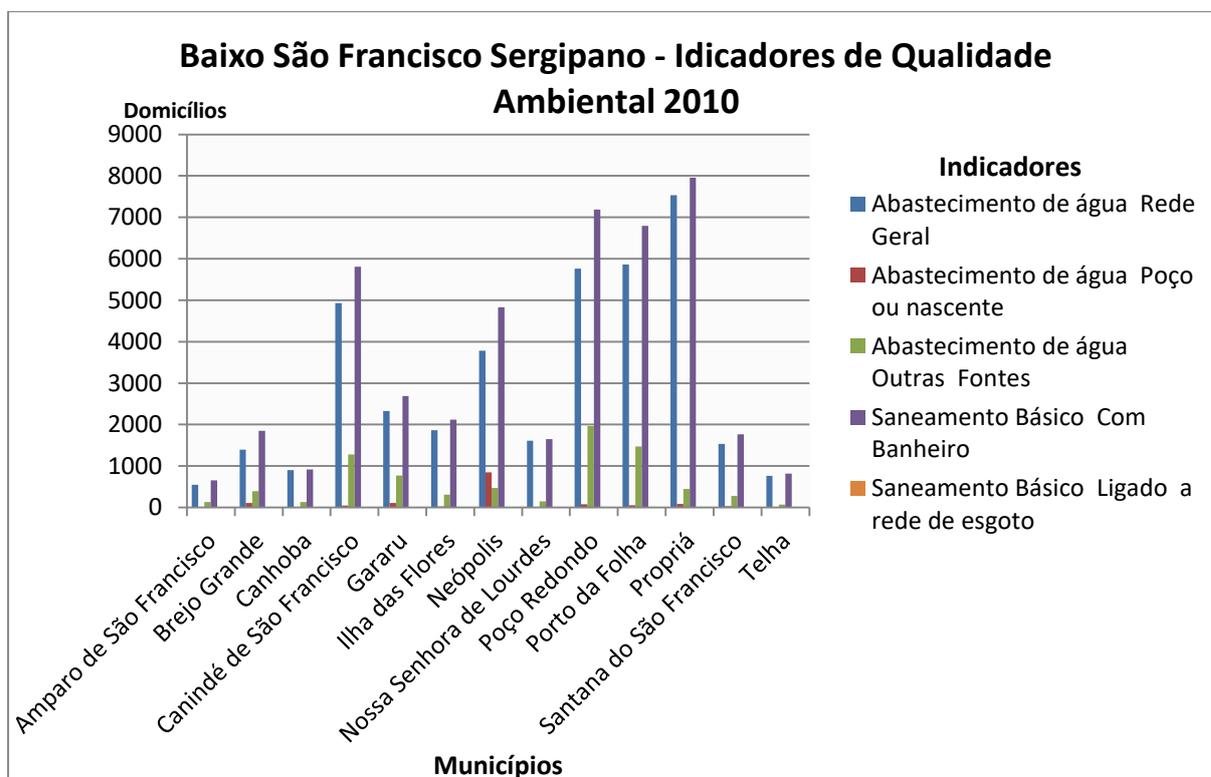
A coleta de lixo nos municípios do Baixo São Francisco em 1991 era apenas 66,57% aumentando para 96,83% em 2010, apresentando um crescimento de 31,26%. O município de Canhoba foi o que mais se destacou saltando de 24,02% em 1991 para 96,42% em 2010, um crescimento de 401,41%. Esse fato se deve a melhoria na infraestrutura dos municípios facilitando no acesso aos domicílios. O Fornecimento de energia também obteve crescimento entre os períodos de 1991 (69,05%) e 2010 (97,01%), em geral crescimento de 28,82% no fornecimento, vindo refletir no consumo de eletroeletrônicos e iluminação pública, fomentando o comércio local.

Analisando os dados de saneamento dos últimos três censos (1991, 2000 e 2010), observou-se que no Baixo São Francisco Sergipano, em 2010, do total de 48.261 domicílios,

82,19% estão ligados a rede geral de água, ou seja, 38.821, mas 17,81% dos domicílios ainda estão à margem desse tipo de abastecimento e se utilizam de água de poços, nascentes e outras fontes, representando 9.440 do total dos domicílios, a exemplo do município de Canindé de São Francisco (11.278 domicílios) seguido de Poço Redondo (1.963 domicílios) e Porto da Folha com 1476 domicílios.

Apesar do abastecimento de água não fazer parte da realidade de todos os domicílios dos municípios do Baixo São Francisco Sergipano, se compararmos os dados atuais com os dos censos de 1991 e 2000, verificar-se-á que houve um crescimento significativo da população com acesso a água encanada em todos os municípios, com destaque para Nossa Senhora de Lourdes que em 1991 apresentava uma taxa de 44,48% dos domicílios e elevou os índices para 91,41% em 2010, seguido de Propriá que 1990 a taxa era de 85,72% e manteve o crescimento que atingiu 93,54% dos domicílios e Telha que apresentou em 1991 taxa de 44,68% elevando os índices para 91,76% dos domicílios com este serviço em 2010 (Figura 84).

**Figura 84:** Baixo São Francisco Sergipano – Indicadores de Qualidade Ambiental, 2010.



Fonte: IBGE, 2010; PNUD, 2010.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

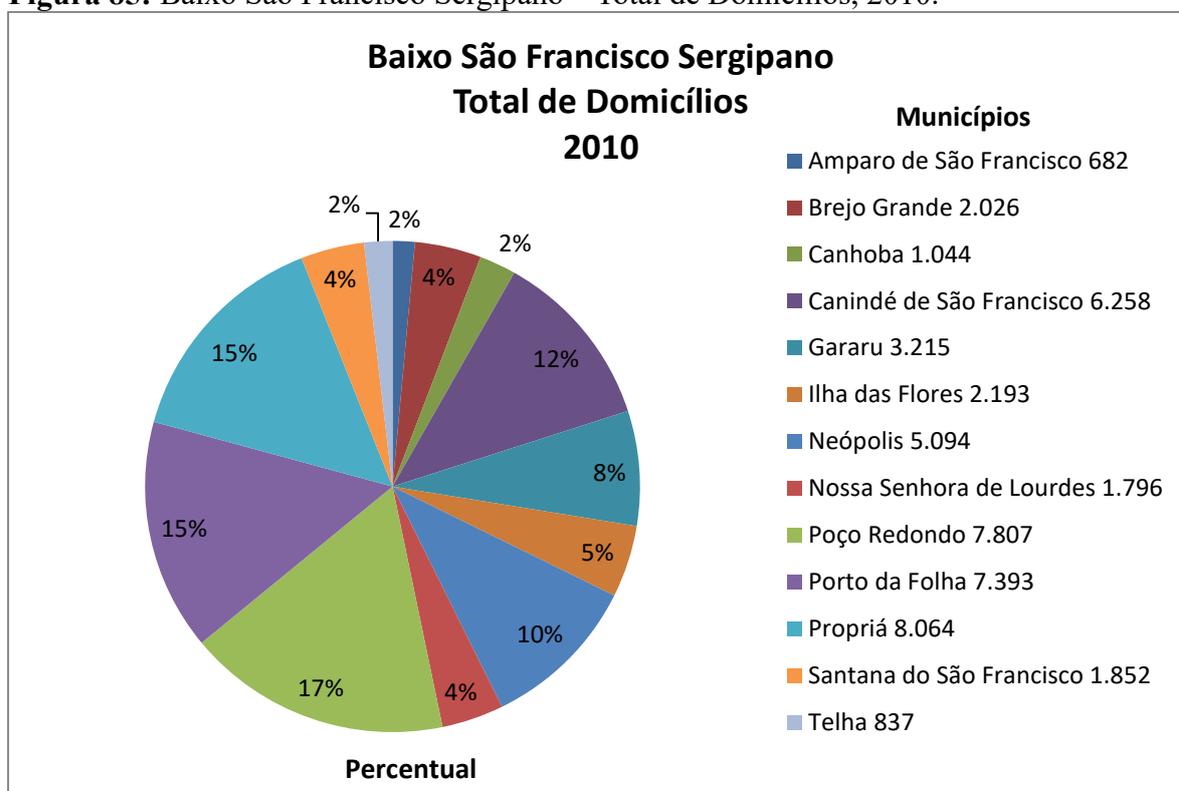
Outro fator que tem chamado à atenção e é motivo de preocupação para os municípios do Baixo São Francisco Sergipano é a instalação higiênico-sanitária, ainda que precária,

apresentou crescimento significativo no último censo (2010). Os domicílios com banheiro sanitário abrangem no geral 76,29% dos domicílios, diferentemente do censo de 1991 que apresentava somente 47,15% dos municípios com este serviço.

A coleta do lixo é feita regularmente e em 2010 atingiu 96,83%, ou seja, 35.079 mil domicílios dos municípios, índice superior ao do censo de 1991 que representava apenas 41,15% dos domicílios.

Os dados mostram que no geral a atual situação é de um melhor padrão de qualidade de vida para a população do Baixo São Francisco Sergipano, mostrando-se basicamente homogêneo o serviço de coleta nos municípios. A condição de ocupação também reflete no acesso aos bens de consumo. Dos 48.261 domicílios, 38.464 são próprios, segundo o censo (2010), ou seja, 79,7% do total, enquanto 5.255 são alugados, movidos a especulação imobiliária, representando 11% dos domicílios, que fomentam o setor de serviços (terciário), 4.159 cedidos (8,6%), somados 356, (0,7%) enquadrados em outras formas de moradia (Figura 85).

**Figura 85:** Baixo São Francisco Sergipano – Total de Domicílios, 2010.



Fonte: IBGE, 2010; PNUD, 2010.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

O município de Gararu é o que apresenta maior percentual de moradia própria (90,5%) do total de 2.908 domicílios, enquanto o menor percentual de moradia própria está em Propriá

com 70,4%, (5.678), seguido de Canindé de São Francisco com 72,7% (4.550 domicílios). Tabelas 32 e 33.

**Tabela 33:** Baixo Francisco Sergipano - Condição de Ocupação do Domicílio - 2010.

MUNICÍPIOS	TOTAL	PRÓPRIO		ALUGADO		CEDIDO		OUTRA CONDIÇÃO	
		Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Amparo de São Francisco	682	558	81,8%	58	9%	66	9,7%	-	-
Brejo Grande	2.026	1.670	82,4%	130	6%	161	7,9%	65	3,2%
Canhoba	1.044	922	88,3%	40	4%	75	7,2%	7	0,7%
Canindé de São Francisco	6.258	4.550	72,7%	914	15%	745	11,9%	49	0,8%
Gararu	3.215	2.908	90,5%	92	3%	204	6,3%	11	0,3%
Ilha das Flores	2.193	1.824	83,2%	219	10%	146	6,7%	4	0,2%
Neópolis	5.094	3.992	78,4%	616	12%	457	9,0%	29	0,6%
Nossa Senhora de Lourdes	1.796	1.561	86,9%	119	7%	85	4,7%	4	0,2%
Poço Redondo	7.807	6.640	85,1%	404	5%	681	8,7%	82	1,1%
Porto da Folha	7.393	5.855	79,2%	720	10%	756	10,2%	62	0,8%
Propriá	8.064	5.678	70,4%	1.756	22%	595	7,4%	35	0,4%
Santana do São Francisco	1.852	1.596	86,2%	134	7%	121	6,5%	1	0,1%
Telha	837	710	84,8%	53	6%	67	8,0%	7	0,8%
<b>Baixo São Francisco</b>	<b>4.8261</b>	<b>38.464</b>	<b>79,7%</b>	<b>5.255</b>	<b>11%</b>	<b>4.159</b>	<b>8,6%</b>	<b>356</b>	<b>0,7%</b>

Fonte: IBGE, 2010.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

\*(-) Informações não disponíveis.

Quanto aos bens de consumo, verificou-se no último censo (2010) que dos 48.261 domicílios, 39.576 possuem geladeiras, 43.279 possuem televisão, 35,057 possuem telefone e 5.524 possuem computador. O crescimento na aquisição dos bens de consumo ocorreu consoante ao crescimento no fornecimento de energia elétrica nos domicílios dos municípios de modo geral.

Com base nos dados apresentados, foi possível verificar o nível de vulnerabilidade socioeconômica da região do Baixo São Francisco Sergipano, e que cada município, individualmente apresenta. As políticas públicas de melhoria refletem diretamente na qualidade de vida da população.

Apesar dos indicadores apontarem crescimentos em alguns setores, percebe-se a necessidade urgente de Políticas Públicas voltadas a Educação, Saneamento Básico e Ambiental, além de investimentos em infraestrutura, essencial para a qualidade de vida da população e desenvolvimento econômico municipal.

**Tabela 33:** Baixo São Francisco Sergipano - Acesso a bens de consumo - 1991/2010.

MUNICÍPIOS	GELADEIRA			TELEVISÃO			TELEFONE			COMPUTADOR		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Amparo de São Francisco	-	-	601	-	-	617	-	-	407	-	-	68
Brejo Grande	-	-	1.553	-	-	1.614	-	-	1.493	-	-	91
Canhoba	-	-	827	-	-	875	-	-	920	-	-	79
Canindé de São Francisco	-	-	4.873	-	-	5.614	-	-	4.594	-	-	757
Gararu	-	-	2.669	-	-	2.798	-	-	2.404	-	-	225
Ilha das Flores	-	-	1.748	-	-	1.935	-	-	1.550	-	-	148
Neópolis	-	-	4.306	-	-	4.650	-	-	3.727	-	-	613
Nossa Senhora de Lourdes	-	-	1.562	-	-	1.603	-	-	1.314	-	-	183
Poço Redondo	-	-	5.666	-	-	6.735	-	-	5.244	-	-	404
Porto da Folha	-	-	6.114	-	-	6.632	-	-	5.036	-	-	770
Propriá	-	-	7.344	-	-	7.738	-	-	6.636	-	-	1.912
Santana do São Francisco	-	-	1.561	-	-	1.688	-	-	1.138	-	-	169
Telha	-	-	742	-	-	780	-	-	594	-	-	105
<b>Baixo São Francisco</b>	-	-	39.566	-	-	43.279	-	-	35.057	-	-	5.524

Fonte: IBGE, 2010.

Elaboração: Wesley Alves dos Santos, 2019.

\*(-) Informações não Disponíveis.

O baixo São Francisco Sergipano sempre se mostrou uma região preocupante. Desde a década de 1970 é palco de grandes intervenções estatais, além de ser um território influenciado diretamente pelo rio São Francisco, que tanto reflete nos aspectos sociais, quanto nos aspectos socioeconômicos da população dos treze municípios ribeirinhos (ESTEVEZ, 2012).

A região apresenta um dos piores indicadores socioeconômicos do Estado, como renda, emprego, educação, habitação, saúde, entre outros. Apesar dos investimentos, mesmo que pouco, pelo poder público, a região enfrenta problemas comuns a todo o território brasileiro, e o Estado de Sergipe não foge a regra, principalmente a região do Baixo São Francisco Sergipano, onde juntamente com a educação, e a renda, as condições de saúde e moradia ainda são os principais problemas da região, levando a pensar no cenário a falta de políticas públicas sociais mais eficazes, capazes de minimizar os impactos socioeconômicos e socioambientais.

Do ponto de vista da saúde pública o nível de desenvolvimento está diretamente relacionado com a ineficiência das prefeituras municipais em posto de saúde e falta de especialidades médicas para atender a população, associados à falta de infraestrutura e saneamento básico também inadequado. Apesar dos problemas serem comuns em todos os

municípios, Propriá é o que melhor apresenta um sistema de saneamento básico (90,86%), seguido do município de Telha (89,06%), enquanto Gararu apresenta um dos piores indicadores com apenas 56,43%.

Portanto, cabe aos gestores municipais ampliarem os investimentos nestas áreas, assegurando melhoria e qualidade de vida da população do Baixo São Francisco Sergipano, principalmente nas áreas rurais onde a concentração da pobreza é maior.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

A relação homem e meio ambiente nunca foi vista de maneira harmoniosa. A exploração e o uso dos recursos naturais para o suprimento das necessidades socioeconômicas sempre foi motivo de preocupação por diversas entidades governamentais, e sociedade civil.

A construção de barragens ao longo do curso do Rio São Francisco, vem alterando consideravelmente a dinâmica fluvial do rio, a partir da regularização da vazão ocasionando impactos ambientais no Baixo São Francisco, refletidos nas atividades sociais e econômicas da população, que está diretamente ligada aos recursos que o rio lhes oferece, além de modificações do processo natural, tem afetado o ecossistema fluvial e a dinâmica ambiental.

Para tal compreensão, a aplicação de métodos e metodologias tem sido pertinente para identificar o comportamento atual do sistema ambiental em áreas afetadas por grandes empreendimentos com a finalidade de geração de energia hidrelétrica. A aplicação da Teoria Geral dos Sistemas possibilitou à identificação dos Geossistemas com o aporte do GTP, proporcionou analisar e identificar neste estudo, os impactos socioambientais no território do Baixo São Francisco, a jusante da barragem de Xingó, e conseqüentemente mostrar a atual característica da paisagem do espaço geográfico dessa porção da bacia hidrográfica do São Francisco.

Constatou-se aqui que a obra de engenharia impactou consideravelmente todo o baixo São Francisco, principalmente na dinâmica ambiental e socioeconômica, com perdas significativas para a população estabelecida dos 22 municípios, das duas unidades federativas do país, tanto em Sergipe quanto em Alagoas, atingindo diretamente mais de 400 mil pessoas que vivem dos recursos disponíveis no rio São Francisco.

Outros fatores também foram identificados como, alteração na dinâmica fluvial, comprometimento do solo em boa parte do baixo São Francisco, principalmente de Propriá a Brejo Grande, área esta que contempla diversos projetos de desenvolvimento econômico: irrigação para a agricultura, pecuária, pesca e exploração mineral, dentre os que mais chamaram a atenção, a erosão foi um deles, pois as diversas alterações na vazão devido ao represamento da água pela barragem acelerou o processo, comprometendo as diversas atividades desenvolvidas a sua jusante.

Constatou-se também através da análise socioeconômica que alguns impactos foram positivos para a economia dos municípios do Baixo São Francisco, pois a irrigação garantiu

água para as práticas agrícolas voltadas a exportação, mas, o descaso dos órgãos competentes quanto a fiscalização fomentou o conflitos pelo uso da água. Muitos projetos são outorgados, mas não dispõe de estudos para minimizar as perdas hídricas e a erosão dos solos. O uso excessivo de fertilizantes e o excesso hídrico levou parte dos contaminantes diretamente para a calha do rio, contaminando-o. As perdas são irreparáveis, para isso é necessário políticas efetivas que viabilizem o uso sustentável dos recursos naturais, em conformidade com as leis ambientais vigentes. A retenção de sedimentos e o barramento do rio São Francisco comprometeram a fauna e a flora aquática a jusante da Barragem, o que levou ao desaparecimento de diversas espécies de peixes visto com frequência por pescadores e ribeirinhos.

Análise do uso da terra, produção agropecuária e pesqueira, abordando as formas e utilização da terra, pastagem, a agricultura e a estrutura, os projetos de irrigação: Jacaré/Curituba, Califórnia e Nova Califórnia, e o Platô de Neópolis, concluindo com uma síntese avaliativa das diversas atividades econômicas implementadas no baixo curso do São Francisco, mostrou impactos negativos, principalmente no ambiente aquático que refletiu diretamente nas atividades pesqueiras como: a alimentação, migração e a procriação devido as alterações nos fluxos do rio, por ter criado obstáculos impedindo os ciclos migratórios dos peixes (piracema).

Dos impactos observados, destaca-se, também, a qualidade da água pela falta de nutrientes no leito que retidos nas barragens juntamente com os sedimentos provenientes da montante, ou mesmo mudanças na sua temperatura, modificam as características dos fluxos efluentes a jusante da barragem, implicando na fauna aquática, muitas espécies não se adaptam às novas condições ambientais, permitindo o seu desaparecimento. O equilíbrio dos rios não só serve para a manutenção das piracemas, como também, a importância dos fenômenos ecológicos que são considerados verdadeiros “empórios” de nutrientes, receptores de organismos e nutrientes orgânicos e inorgânicos.

O que se percebe é que o ambiente aquático do rio vem sendo alterado constantemente, intensificando-se com o barramento do rio São Francisco com a finalidade de geração de eletricidade, agravando os conflitos de uso dos recursos naturais e a realidade da capacidade de manutenção dos estoques pesqueiros.

Ao analisar a dinâmica populacional: evolução e condições de vida, observou-se que os aspectos evolutivos da população, a estrutura ocupacional e condições de vida da população antes, durante e depois da construção da Barragem de Xingó.

Com base nos dados apresentados, foi possível verificar o nível de vulnerabilidade socioeconômica da região do Baixo São Francisco Sergipano, e que cada município, individualmente apresenta. As políticas públicas de melhoria refletem diretamente na qualidade de vida da população.

Apesar dos indicadores apontarem crescimentos em alguns setores, percebe-se a necessidade urgente de Políticas Públicas voltadas a Educação, Saneamento Básico e Ambiental, além de investimentos em infraestrutura, essencial para a qualidade de vida da população e desenvolvimento econômico municipal.

O baixo São Francisco Sergipano sempre se mostrou uma região preocupante. A região apresenta um dos piores indicadores socioeconômicos do Estado, como renda, emprego, educação, habitação, saúde, entre outros. Apesar dos investimentos, mesmo que pouco, pelo poder público, a região enfrenta problemas comuns a todo o território brasileiro, onde juntamente com a educação, e a renda, as condições de saúde e moradia ainda são os principais problemas da região, levando a pensar no cenário a falta de políticas públicas sociais mais eficazes, capazes de minimizar os impactos socioeconômicos e socioambientais.

Do ponto de vista da saúde pública o nível de desenvolvimento está diretamente relacionado com a ineficiência das prefeituras municipais em posto de saúde e falta de especialidades médicas para atender a população, associados à falta de infraestrutura e saneamento básico também inadequado. Apesar dos problemas serem comuns em todos os municípios, Propriá é o que melhor apresenta um sistema de saneamento básico, seguido do município de Telha, enquanto Gararu apresenta um dos piores indicadores com apenas socioeconômicos. Portanto, cabe aos gestores municipais ampliarem os investimentos nestas áreas, assegurando melhoria e qualidade de vida da população, principalmente nas áreas rurais onde a concentração da pobreza é maior.

Quanto à segurança e os riscos, a barragem de Xingó está entre aquelas no Brasil consideradas de alto risco, sem, no entanto, existir até os dias atuais um plano emergencial exigido legalmente. A segurança da barragem é outro fator que mostrou preocupação, pois com a instituição da Lei 12.334/2010, a ANA junto ao Plano Nacional de Segurança de Barragem - PNSB classificou a barragem de Xingó como de alto risco, e, por conseguinte, em ações que tramitam no MPF e Estadual, mostram preocupação por alegar que desde 1994 a barragem de Xingó não dispõe de um plano emergencial, e o descaso com a informação aos municípios a jusante é alarmante. Por fim, o olhar geográfico e a aplicação da visão sistêmica possibilitou a

compreensão da dinâmica de funcionamento dos elementos naturais e socioeconômicos do baixo São Francisco.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

AB'SABER, A. N. 1977. **Os domínios Morfoclimáticos da América do Sul**. Primeira aproximação. Geomorfologia, 1997.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Amazônia: do discurso à práxis**. São Paulo. EDUSP. 1996.

ALAGOAS. **Secretaria de Desenvolvimento Econômico**. Alagoas: estratégias de desenvolvimento. Maceió: Governo do Estado de Alagoas, 2004a.

\_\_\_\_\_. **Secretaria de Desenvolvimento Econômico**. Relatório sobre os efeitos da enchente do rio São Francisco sobre a piscicultura no estado de Alagoas. Maceió: Governo do Estado de Alagoas, 2004b.

\_\_\_\_\_. **Secretaria Coordenadora de Planejamento, Gestão e Finanças**. Anuário Estatístico. Maceió: SEPLAN-CGPLAN, v. 11, 2004c.

ANA - **Agência Nacional de Águas**. **Mapas da Bacia Hidrográfica do São Francisco**. <http://www.hidroweb.ana.gov.br/>. 30 out. 2015. ANA - Agência Nacional de Águas. Boletim de Monitoramento dos Reservatórios do Rio São Francisco, v.4, p.1-15, 2009.

ANEEL - BIG – **Banco de Informações de Geração**, fevereiro de 2012.

ANEEL - **Agência Nacional de Energia Elétrica (2006)**: Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico. Disponível em: <<http://sigel.aneel.gov.br/>>. acesso em: 05 nov. 2015.

ANEEL - **Agência Nacional de Energia Elétrica Atlas da energia elétrica do Brasil**. 2. ed. Brasília: ANEEL, 2005. 243 p.

ARAÚJO, C.A.S. de. **Projeto Califórnia – Avaliação Econômica e Ambiental do Projeto Califórnia**. Aracaju. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Meio Ambiente) – Núcleo de Pós-Graduação e Estudos do Semi-Árido, Universidade Federal de Sergipe, 1997.

ARAÚJO, Hélio Mário de. **A abordagem sistêmica nos estudos relacionados à bacia hidrográfica**. Revista Candeeiro. Aracaju, ano VI, v. 9, 10, 2003.

\_\_\_\_\_, Hélio Mário de. **Relações Socioambientais na Bacia Costeira do Rio Sergipe**. Núcleo de Pós-Graduação em Geografia – NPGeo. Universidade Federal de Sergipe – UFS. Tese (Doutorado em Geografia), São Cristóvão, 2007.

\_\_\_\_\_, Hélio Mário de. **A bacia hidrográfica como unidade geográfica de planejamento e gestão ambiental**. In: ARAÚJO, H. M. e SANTOS, N. D. dos. (Orgs). **Temas de Geografia Contemporânea: teoria, métodos e aplicações**. São Cristóvão: Editora UFS, Aracaju, Fundação Oviêdo Texeira, 2010.

ARAÚJO, Hélio Mário de. BEZERRA, Givaldo dos Santos, SOUZA, Acácia Cristina, **Hidrografia e hidrogeologia: qualidade e disponibilidade de água para abastecimento humano na bacia Costeira do rio Sergipe** In: ARAÚJO. Hélio Mário de.; VILAR, José Wellington Carvalho (Orgs). Território, Meio Ambiente e Turismo no Litoral Sergipano. São Cristóvão: editora UFS, 2010.

ARAÚJO, Silva de. **Apropriação dos recursos naturais e conflitos socioambientais no baixo São Francisco em Sergipe e Alagoas**. Programa de Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente – PRODEMA. Universidade Federal de Sergipe – UFS. Tese (Doutorado em Meio Ambiente), São Cristóvão, 2015.

BEDUSCHI, L. E. C. **Redes sociais em projetos de recuperação de áreas degradadas no Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Agroecossistemas), ESALQ/USP, Piracicaba – SP, Nov. 2003, p. 145.

BERMANN, Célio. **Impasses e controvérsias da hidroeletricidade**. Estud. av., jan./abr. 2007, vol.21, n°.59, p.139-153. ISSN 0103-4014

BERTALANFFY, L. Von. **General System Theory. Foundations, development and applications**. New York: George Braziler, 1968.

BERTALANFFY, L. et al. **Teoria dos Sistemas**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1976.

BERTALANFFY, L. ET AL. **Tendencias en la teoría general de sistemas**. Madrid: Alianza Editorial, 1972.

\_\_\_\_\_. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis (RJ): Editora Vozes, 1975.

\_\_\_\_\_. **Perspectivas en la teoría general de sistemas**. Estudios científico-filosóficos. Madrid: Alianza Editorial, 1975.

BRANDÃO, R.A. & ARAÚJO A.F.B. 1998. **A Herpetofauna de Águas Emendadas**. Pp. 9-21, IN: Vertebrados da Estação Ecológica de Águas Emendadas (Marinho-Filho, J.S., Rodrigues, F.H.G. & Guimarães, M.M., eds.). SEMATEC, Brasília.

BERTAND, G. **Paisagem física global. Esboço metodológico**. In: RA'É GA, Curitiba, UFPR, n° 8, p. 141-152, 2004.

\_\_\_\_\_, G. **Paisagem e geografia física global: Esboço Metodológico**. Caderno de Ciências da Terra: São Paulo, 2004. 1978, 27p.

\_\_\_\_\_, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. Cadernos de Ciências da Terra. São Paulo, v-13, 1972. 139

\_\_\_\_\_, G. **Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique**. Revue géographie des pyrénées et Du sud-ouest. Toulouse, v. 39, n.3, 1971.

BOLÓS, I; CAPDEVILA, M. d. **El geossistema, modelo teórico del paisaje**. In: manual de ciência del paisaje: teoria, métodos y aplicaciones. Barcelona: Masson, 1992. P. 31-46.

BOTELHO, Rosangela G. M.; SILVA, Antônio Soares da. **Bacia hidrográfica e qualidade ambiental**. In: A. C. Vitte; A. J. T. Guerra (Orgs). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2004.

\_\_\_\_\_, R. G. M. **Identificação de unidades ambientais na bacia do rio Cuiabá (Petrópolis-RJ) visando ao planejamento do uso do solo**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Rio de Janeiro, PPGG/UFRJ, 1996. 114 p.

BUSHER, E. H. Chaco and Caatinga – **South American arid sannas, woodlands and thickets**. P. 48-79 In: Ecology of Tropical Savanas (Huntesy, B. J. & Walthers, B.H. ed.), 1982.

BRANCO, S.M. Caatinga: **A paisagem e o homem sertanejo**. 9º ed. Coleção Desafios. São Paulo: Moderna, 1998.

BOURDEAUX, G. H. **Projeto e construção de Barragens de Terra e Enrocamento**. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil: Internacional de Engenharia S. A., 1980.

CARVALHO, J. F. **A construção e desconstrução do sistema elétrico brasileiro**. In: BRANCO, A. M. (Org.). Política energética e crise de desenvolvimento: a antevisão de Catullo Branco. São Paulo: Paz e Terra, 2002. p. 97-116.

CAVALCANTE, Amparo de Jesus Barros Damasceno. **Impactos nos processos morfológicos do baixo curso do Rio São Francisco**. Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós – Graduação e Pesquisa de Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro, 2011.

CHESF/ENGERIO. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da UHE Xingó, TOMO II – Diagnóstico Ambiental**. Volume 2, Meio Biótico, 1993.

CHRISTOFOLLETTI, Antônio. **Análise de Sistemas em Geografia**. HUCITEC/EDUSP, São Paulo, 1979.

\_\_\_\_\_, Antônio. **Geomorfologia**. 2ª Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

\_\_\_\_\_, Antônio. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo, Edgard Blücher. 1999, 236p.

\_\_\_\_\_, Antônio. **Análise Morfométrica das Bacias Hidrográficas**. Notícia Geomorfológica. Campinas, v. 9, n. 18, p. 35-64, 1969.

\_\_\_\_\_, Antônio. In GUERRA, Antônio José Teixeira e CUNHA, Sandra Baptista da org. **Geomorfologia uma Atualização de Bases e Conceitos**. 4ª edição Bertrand Brasil, 2001. Rio de Janeiro.

CARVALHO, P. F.; MAURO, C. A.; COSTA, J. L. R. **A questão ambiental demandando uma nova ordem mundial**. In. SOUZA, M. A. A.; SANTOS, M.; SCARLATO, F. C.; ARROYO, M. (Orgs.) Série: **O novo mapa do mundo**. Natureza e sociedade de hoje: uma visão geográfica. 2ª Ed., Editora Hucitec – ANPUR, São Paulo, 1994.

CAVALCANTE, Amparo de Jesus Barros Damasceno. **Impactos nos processos morfológicos do baixo curso do rio São Francisco, decorrentes da construção de barragens.** Núcleo de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro, 2001.

CHORLEY, R. J. Geomorfology and general systems theory United States. Geological Survey. Washington (500-B), 1962.

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. **Physical Geography: a systems approach.** London: Pictice hall, 1971.

CMB – Comissão Mundial de Barragens (WCD-World Commission on Dams). **Barragens e desenvolvimento – uma nova estrutura para a tomada de decisão.** (Dams and Development: a new framework for decision-making). UK/USA: Earthscan, 2000. 404p.

CODEVASF, Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. **Mapeamento temático de uso da terra no Baixo São Francisco.** Brasília/DF, 2002.

COIMBRA, J. A. A. **O outro lado do meio ambiente: uma incursão humanista na questão ambiental.** 2ª Ed. Campinas: Millennium, 2002.

COELHO, André Luiz Nascentes. **Geomorfologia fluvial de rios impactados por barragens.** Caminhos de geografia, V. 9, n 16, Uberlândia, 2008.

COPEL. Cd - Rom: **Engenharia e empreendimentos hidrelétricos.** Curitiba, 2005.

CRUZ, M.A.S.; RESENDE, R.S.; AMORIM, J.R.A. de; BASSOI; L.H. SILVA FILHO, J.G. **Aplicação do modelo LAWS na avaliação da eficiência do uso da água no Perímetro Irrigado Califórnia, em Sergipe.** Aracaju. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. 6 p. (Comunicado Técnico, n. 108).

CUNHA, Sandra Baptista. **Impactos das obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da bacia do rio São João (Rio de Janeiro - Brasil).** Rio de Janeiro: Instituto de Geociências, UFRJ, 1992.

CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. **Degradação Ambiental** In: CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. (Orgs). Geomorfologia e Meio Ambiente. Cap.7, p, 337-347. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2003.

CUNHA, Sandra Baptista da.; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Degradação Ambiental** In GUERRA, Antônio José Teixeira e CUNHA, Sandra Baptista da (org). Geomorfologia e Meio Ambiente. 4ª edição Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_, Sandra Baptista da. **Geomorfologia Fluvial.** In GUERRA, Antônio José Teixeira & CUNHA, Sandra Baptista da org. GEOMORFOLOGIA uma Atualização de Bases e Conceitos. 4ª ed. Bertrand Brasil, 2001. Rio de Janeiro.

COIMBRA, J. A. A. **O outro lado do meio ambiente: uma incursão humanista na questão ambiental.** 2ª Ed. Campinas: Millennium, 2002.

DAVIS, W. M. **The geographical cycle.** *Geographical Journal*. V. 14, n. 4, p. 481-504, 1899.

DRUMOND, J. A. **Desenvolvimento Sustentável: debates em torno de um conceito problemático.** *Hist. Cienc. Saúde-Manguinhos*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 3, 1999. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.pfp?script=sci\\_arttext&pid](http://www.scielo.br/scielo.pfp?script=sci_arttext&pid). Acesso em: 27 de Jun de 2015.

ENGE-RIO. **Usina Hidrelétrica de Xingó; Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.** Enge-Rio (Documento de circulação restrita), 1993.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 3 ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Informação Tecnológica. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** / editor técnico, Fábio César da Silva. – 2. Ed. Ver. Ampl. – Brasília - DF, 2009.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p. IBGE. Relatório de acompanhamento de safras, jul./2001. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/economia/agricultura>> Acesso em 16 fev. 2018.

ESTEVES, F. A., **Fundamentos de Limnologia.** 3ed. Rio de Janeiro, 2011, p 790.

FONTES, Aracy Losano. **Caracterização geoambiental da bacia do rio Japarutuba/SE.** Tese de Doutorado, Rio Claro, IGCE/UNESP, 1997.

FONTES, Cátia dos Santos. **Dinâmica dos processos erosivos em taludes do baixo curso do Rio São Francisco: desafios para seu controle com uso de geotêxteis.** Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGEO. Universidade Federal de Sergipe – UFS. Tese (Doutorado em Geografia), São Cristóvão, 2016.

FONTES, José Ailton Castro. **Caracterização Geoambiental da Sub-Bacia do rio Fundo.** Núcleo de Pós-Graduação em Geografia – NPGeo. Universidade Federal de Sergipe – UFS. Dissertação (Mestrado em Geografia), São Cristóvão, 2010.

FONTES, L. C. S. **Erosão marginal no baixo curso do rio São Francisco: um estudo de caso de impactos geomorfológicos a jusante de grandes barragens.** Dissertação (Mestrado) – Prodepa (Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Departamento de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe, 2002.

FORMOSO, Lucas Cupertino. **Erosão e sedimentação no delta do São Francisco: Considerações sobre a interferência dos Barramentos no sistema costeiro.** Curso de Graduação em Engenharia Ambiental – INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS. Universidade Estadual Paulista – UNESP, Monografia (Graduação), Rio Claro, 2008.

FURTADO, C. **O Mito do Desenvolvimento Econômico.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** – 5 Ed. – São Paulo: Atlas, 2010.

- GUIMARÃES, R. M. A. M. **Estado e Política Ambiental em Sergipe**. Núcleo de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e meio Ambiente – PRODEMA. Universidade Federal de Sergipe - UFS, Dissertação (Mestrando em Meio Ambiente), São Cristóvão, 2008.
- GUERRA, A. J. T. & MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.
- GARDA, E. C. **Atlas do meio ambiente do Brasil**. Editora Terra Viva, Brasília, DF. 1996.
- GODOY, Arilda Schmidt. **Introdução à pesquisa qualitativa – Tipos Fundamentais**. RAE – Revista de administração de empresas, São Paulo, v. 35, n. 3, 1995.
- GREGORY, K. J. **A Natureza da Geografia Física**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1992. 367p.
- HAESBAERT, Rogério. **O mito da des-territorialização: do “fim dos territórios” à multiterritorialização**. – 4 ed. Rio de Janeiro, 2009.
- HOWARD, A. D. **Equilíbrio e dinâmica dos sistemas geomorfológicos**. Notícia geomorfológica. Campinas. V. 13, n. 26, p. 3 – 20, 1973.
- KOMAGAWA, L. F. O. **Crescimento econômico, uso dos recursos naturais e degradação ambiental: uma aplicação do modelo EKC no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências – Economia Aplicada), ESALQ/USP, Piracicaba - SP, dez. 2003, p. 121.
- KOPPEN, W. Das **Geographische System der Klimer**. In: **KOPPEN, W, Geiger R** (Ed) Handbluch der Klimato-logie. Gebruder Borntraerger, Berlin, p1-44, 1936.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Dados populacionais e territoriais. [http:// www.ibge.gov.br.2016](http://www.ibge.gov.br.2016).
- INMET – **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em? <https://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep>>. Acesso em 30 ago. 2016.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Projeto de Monitoramento do Desenvolvimento dos Biomas Brasileiros por Satélite**. Disponível em: <http://visualizador.inde.gov.br.Acesso> em 13 abr. 2014.
- ICOLD. World register of dams. **Paris: International Commission on Large Dams**. 1998.
- LEFF, E. Epistemologia ambiental. São Paulo: Cortez, 2002.
- LIMA, Alex Souza. **Zoneamento Geoambiental da Sub-bacia do Rio Jacarecica (SE)**. Núcleo de Pós-Graduação em Geografia – NPGeo. Universidade Federal de Sergipe – UFS. Dissertação. (Mestrado em Geografia). São Cristóvão, 2008.
- LOPES, E. S. A., MOTA, D. M. **Tecnologia e renda na agricultura familiar irrigada de Sergipe**. São Cristóvão: UFS, Aracaju: EMBRAPA - CPATC, 1997.

MARQUES NETO, Roberto. **A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação.** Geografia, v. 17, n° 2 (Universidade Estadual de Londrina), 2008. <http://www.uel.br/revistas/geografia/>

MAXIMIANO, L. A. **Considerações sobre o conceito de paisagem.** In: RA'É GA, Curitiba, UFPR, n 8, p. 83-91, 2004.

MIRANDA, L. E. **A review of guidance and criteria for managing reservoirs and associated riverine environments to benefit fish and fisheries.** In: G. Marmulla, editor. Dams, fish and fisheries: opportunities, challenges and conflict resolution. Rome, Italy: FAO Fisheries Technical Paper, 2001. p. 93-141.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Caderno da Região Hidrográfica – São Francisco.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos, 2006.

MONTEIRO, C. A. de F. **Geossistemas: a história de uma procura.** São Paulo: Contexto, 2001.

OLIVEIRA, A. A. B. **A abordagem sistêmica no planejamento e gestão de bacias hidrográficas.** IN: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA (Anais). Rio de Janeiro: UERJ, 2003.

PASSOS, M. M. **Biogeografia e paisagem.** Maringá: UEM, 2ª ed.; 2003.

PINTO, N. L. de S. (et al.). **Hidrologia Básica.** São Paulo, Edgard Blucher, 1976.

PISSINATI, Mariza C.; ARCHELA, Rosely S. **Geossistema território e paisagem: Método de estudo da paisagem rural sob a ótica Bertrandiana.** Geografia, v. 18, n. 1, 2009. <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/>

PENTEADO-ORELLANA, M. M. **Metodologia integrada no estudo do meio ambiente.** Geografia, vol. 10, n.20, outubro de 1985, p. 125-148.

PEREZ FILHO, A.; CHISTOFOLETTI, A. **Estudo sobre a formação de bacias hidrográficas.** Boletim de geografia teórica. Rio Claro, v. 5, n. 9 e 10, p. 83-92, 1975.

PETTS, G. E. **Long-term consequences of upstream impaounndment.** Environment Conservation, 1980. p. 325-332

RESENDE, R.S.; AMORIM, J.R.A. de.; FONTES, H.R. **Manejo da água na produção integrada de coco anão no Distrito de Irrigação Platô de Neópolis -SE.** CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., João Pessoa, 2006. Anais... João Pessoa: SBEA, 2006. (CD-ROM).

ROCHA, A. A. **Análise Socioambiental da Bacia do Rio Verruga e os Processos de Urbanização de Vitória da Conquista.** Núcleo de Pós-Graduação em Geografia – PPGD – CCEN da Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Dissertação. (Mestrado em Geografia). João Pessoa, 2008.

RODRIGUES, Cleide. **A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais.** Revista do Departamento de Geografia USP, n°14, p. 69-77, 2001.

ROLOLÉM, N. P. **Geossistema, território e paisagem como método de análise geográfica.** IN: VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física; II Seminário Ibero Americano de Geografia Física (Anais). Universidade de Coimbra, 2010.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de Transição para o Século XXI.** São Paulo: Studio Nobel, Fundação do Desenvolvimento Administrativo, 1993.

SANTANA, Leandro de. **Análise Geoambiental dos Municípios Costeiros de Barra dos Coqueiros e Pirambu (SE).** Núcleo de Pós-Graduação em Geografia – NPGeo. Universidade Federal de Sergipe – UFS. Dissertação (Mestrado em Geografia), São Cristóvão, 2008.

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

SANTOS, R. A. dos; MARTINS, A. A.; NEVES, J. P.; LEAL R.A. (Orgs.) **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Sergipe.** Texto Explicativo do Mapa Geológico do Estado de Sergipe. Brasília: CPRM, Mapa color. Escala 1:250.000. Convênio CPRM – CODISE, 1998. p. 156.

SANTOS, Jader de Oliveira. **Vulnerabilidade Ambiental e Áreas de Risco na Bacia Hidrográfica do Rio Cocó – Região Metropolitana de Fortaleza – Ceará.** Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e meio Ambiente- PRODEMA. Universidade Federal do Ceará - UFCE. Dissertação (Mestrado em meio Ambiente), 2006.

SANTOS, C. M. **A erosão no baixo São Francisco sergipano e os mecanismos de desestabilização dos taludes na margem do rio.** Dissertação (Mestrado) – PRODEMA (Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e meio Ambiente), 2002.

SANTOS, R. A.; MARTINS, A. M; NEVES, J. P.; LEAL, R. A. **Geologia e recursos minerais do Estado de Sergipe.** Brasília. CPRM-CODISE, 1997.

SANTOS, Wesley Alves dos. **Ocupação e Dinâmica Socioambiental da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Cotinguiba.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e meio Ambiente). Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA, Universidade Federal de Sergipe – UFS, São Cristóvão, 2012.

SANTOS JUNIOR, J. B. O.; SILVA, P. S.; RESENDE, R. S.; AMORIM, J. R. A. **Eficiência do uso da água no Perímetro Irrigado Califórnia, Sergipe.** In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 16.2006, Aracaju. Anais... Aracaju: SBCS, 2006. (CD-ROM).

SANTOS, Milton. **O papel ativo: um manifesto.** Revista Território, v, n.9, p. 103-109 jul/dez. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <https://www.revistaterritorio.com.br/pdf9>. Acesso em 11 de out. 2013.

SANTOS, Milton. **Por uma globalização: do pensamento único à consciência universal.** 19º ed. Rio de Janeiro: Ed. Record, 2010.

SERGIPE. **Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia** – Superintendência de Recursos Hídricos. Sergipe: Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos. CD-ROM, 2004.

SERGIPE. **Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia** – Superintendência de Recursos Hídricos. Sergipe: Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos. CD-ROM, 2010.

SILVA, M. A. R.. **Economia dos recursos naturais**. In: Economia do meio ambiente: Teoria e prática. Rio de Janeiro: Editora: Campos, 2003.

SIMONS, D. B. Engineering analysis of fluvial systems. Fort Collins: Colorado, 1982.

SOTCHAVA, V. B. **O Estudo dos Geossistemas**. Métodos em questão. IGEOG/USP. São Paulo, 1976.

SOTCHAVA, V. B. **O Estudo de Geossistemas**. Métodos em questão, 16. São Paulo: IGUSP, 1977.

SOUSA, Lemgruber de. **Impacto Ambiental de Hidrelétricas: uma análise comparativa de duas abordagens**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético). Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, 2000.

STODDART, D. R. J. **Organismos e ecossistemas como modelos geográficos**. In: CHORLEY, R. J.: HAGGET. P. (Orgs.). Modelos integrados em geografia. Rio de Janeiro, livros técnicos e científicos, 1974. P. 67-100.

THORNHWAITE, C. W.; MATHER, C. **Na approach toward or rational classification of climate**. Geographical Review, 38 (1): 55-94, 1948.

TOMAZONI, J. C. et al. **A Sistematização dos fatores da EUPS em SIG para quantificação da erosão laminar na bacia do rio Anta Gorda (PR)**. Estudos Geográficos, Rio Claro. 3(1): 01-21, Fev./Mar. – 2010 (ISSN 1678-608X). Disponível em <http://www.rc.unesp.br/igce/grand/geografia/revista.html>>.; Acesso 12 outubro de 2015.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/ SUPREN, 1977.

\_\_\_\_\_, J.; KILLIAN, J. **L'éco-geographie et L'aménagement du milieu naturel**. Lib. François Maspero. Paris, 1979.

VASCO, Anderson Nascimento do. **Indicadores de alteração hidrológica: o declínio das vazões no baixo São Francisco**. Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA. Universidade Federal de Sergipe. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), São Cristóvão, 2015.

VICENTE, L. E.; PEREZ FILHO, A. – **Abordagem sistêmica e Geografia**. Geografia. Rio Claro, vol. 28, n. 3, 2003. p. 323-344

VIEIRA, Leonardo Gonçalves. **Avaliação de impacto ambiental e EIA/RIMA: Bases legais e problemas recorrentes**. Departamento de Geografia. Universidade Estadual de Londrina – UEL. Londrina, 2009.

LEROY, J. P. **Energia no Brasil: para quê? Para quem? – Crise e alternativas para um país sustentável**. São Paulo: Livraria da Física, Fase, 2002. p. 7-9.

QUEIROZ, Maria Isaura. **Relatos orais: do indizível ao dizível**. Ciência e Cultura n.3, 1987.

WCD - **World Commission on Dams. Dams and development: A framework for decisionmaking**, The World Commission on Dams, 2000.