



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

CLEIDINILSON DE JESUS CUNHA

**REGULARIZAÇÃO DA VAZÃO E
SUSTENTABILIDADE DE AGROECOSSISTEMAS
NO ESTUÁRIO DO RIO SÃO FRANCISCO.**

FORTALEZA – CEARÁ
2015

CLEIDINILSON DE JESUS CUNHA

REGULARIZAÇÃO DA VAZÃO E SUSTENTABILIDADE DE
AGROECOSSISTEMAS NO ESTUÁRIO DO RIO SÃO
FRANCISCO.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências e Tecnologia, da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de doutor em Geografia. Área de Concentração: Análise Geoambiental e Ordenamento de Territórios de Regiões Semiáridas e Litorâneas

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lidriana de Souza Pinheiro
Coorientador: Prof. Dr. José Wellington C. Vilar

FORTALEZA – CEARÁ
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Estadual do Ceará
Sistema de bibliotecas

Cunha, Cleidinilson de Jesus.

Regularização da vazão e sustentabilidade de agroecossistemas no estuário do rio São Francisco. [recurso eletrônico] / Cleidinilson de Jesus Cunha. - 2015.

1 CD-ROM: il.; 4 ¾ pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico com 231 folhas, acondicionado em caixa de DVD Slin (19 x 14 cm x 7 mm).

Tese (doutorado) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2015.

Área de Concentração: Análise Geoambiental e Ordenamento de Territórios de Regiões Semiáridas e Litorâneas.

Orientação: Prof^a. Dr^a. Lidriana de Souza Pinheiro.

Coorientação: Prof. Dr. José Wellington Carvalho Vilar.

1. Sustentabilidade de agroecossistemas. 2. Estuário do rio São Francisco. 3. Geomorfologia fluvial. I. Título.



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



UECE

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: "REGULARIZAÇÃO DA VAZÃO E SUSTENTABILIDADE DE AGROECOSSISTEMAS NO ESTUÁRIO DO RIO SÃO FRANCISCO"

Data da Defesa: 15/05/2015

Nome do Autor: Cleidnilson de Jesus Cunha

Nome da Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lidriana de Souza Pinheiro (UFC/PROPGeo-UECE)

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia – CCT/UECE, como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor em Geografia, Área de Concentração: Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semi-Áridas e Litorâneas.

BANCA:

Prof^a. Dr^a. Lidriana de Souza Pinheiro (UFC/PROPGeo-UECE)
1º Membro (Orientadora)

Prof. Dr. José Wellington Carvalho Vilar - UFS
Co-Orientador

Prof. Dr. Jader Onofre de Moraes - UECE
2º Membro Interno

Prof^a. Dr^a. Claudia Maria Magalhães Grangeiro - UECE
3º Membro Interno

Prof. Dr. Ernane Cortez Lima - UVA
4º Membro Externo

Prof. Dr. Davis Pereira de Paula - UVA
5º Membro Externo

Corre um boato na beira do rio
Que o velho Chico pode morrer
Virar riacho e correr Pro nada
Viajando por temporada
Quando a chuva do meu Deus
Dará chegar, dará chegar
Já dizia Frei Luiz de Xiquexique
Quão chique é ter
Um rio pra nadar a correr
Quão chique é ter
Um rio pra pescar e pra beber
Não deixe morrer
Não deixe o rio morrer
Se não que será de mim
Que só tenho esse rio pra viver
Que será
Que será de mim
Que será de José serafim
Qual será o destino do menino
Que nasceu e cresceu aprendendo a pescar surubim
Não deixe morrer
Não deixe o rio morrer
Se não morre o ribeirinho
De fome, de sede, de sei lá o quê
Se não morre o ribeirinho
De fome, de sede, de sei lá o quê.

Música: Boato Ribeirinho
(Nilton Freitas, Wilson Freitas e Wilson Duarte)

Dedico este trabalho a minha mãe Maria das Neves pela construção dos valores éticos, pelo respeito e formação; Ianne Luísa que veio confortar e trazer alegria nos momentos de angústia e a Isadora Fernanda, Isabella Freitas e Iris Tarciana que apesar da distância sempre estiveram presentes nessa trajetória.

Dedico ainda a Luciana Sobral, pelo companheirismo, cumplicidade e dedicação em todas as etapas desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

A professora Dr^a Lidriana de Souza Pinheiro, por acreditar e confiar na proposta de trabalho, pela oportunidade e disposição na orientação.

Ao professor Dr. José Wellington Carvalho Vilar pela contribuição na coorientação do trabalho, pelas discussões e sugestões pertinentes.

A todos aqueles que fizeram e fazem parte do Colégio Estadual Murilo Braga, pois nessa instituição de ensino recebi a formação básica e essencial para a construção do saber, seja como aluno, professor ou gestor.

À coordenação, professores e funcionários do Núcleo de Pós-graduação em Geografia PropGeo da Universidade Estadual do Ceará.

Aos colegas de turma Marco Túlio pelas prosas e Paulo Pessoa e família pelo acolhimento em seu lar.

Aos demais colegas de turma: Laura Mary, Camila Dutra, Ednéa, Tereza Sandra, Glauciana, Cristiane, Ricardo, Clairton, Maria Lucenir, Claudia Grangeiro, Keila Andrade e Francisco Sergio.

Aos colegas de trabalho e irmãos de concepções do Instituto Federal da Bahia Marcio Nicory e Mariana Seixas, bem como José Franco do Instituto Federal de Sergipe.

Aos amigos Paulo César e Amanda Matos pelo auxílio das atividades de campo e Paulo Maroti(UFS) e Fernanda(INPA) pelo incentivo.

Ao Governo do Estado de Sergipe por conceder o afastamento das atividades profissionais, que muito contribuiu para a realização desse trabalho.

Aos técnicos da CODEVASF e da SEPLAG/SE pelas informações e cessão de material de cunho cartográfico e textual.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização desta jornada.

RESUMO

O comprometimento do equilíbrio dos ecossistemas interfere na reorganização dos sistemas produtivos (agroecossistemas) e estabelece consequências à sustentabilidade das futuras gerações. A construção de barragens e a regularização da vazão tem implicação direta no sistema hidrológico do Baixo São Francisco (BSF), com reflexos nos processos de erosão e sedimentação concebendo no contexto da relação homem-natureza novas referências com o meio, colocando em risco o modo de vida tradicional da população ribeirinha, alterando sua percepção em relação ao estuário e as relações que se estabelecem com esse espaço de vida. O principal objetivo do trabalho consistiu em estudar o impacto da regularização da vazão do rio São Francisco na sustentabilidade dos agroecossistemas do estuário e entorno, suas consequências na dinâmica ambiental e na organização socioeconômica e cultural da população local. A abordagem sistêmica, a partir da metodologia MESMIS e da avaliação das propriedades dos agroecossistemas como proposto por Conway (1983 e 1987) e Marten (1988), constituiu como importante ferramenta para a compreensão da interação dos elementos do sistema ambiental do estuário, bem como a identificação e discussão dos impactos na estrutura, funcionalidade e avaliação das propriedades (produtividade, estabilidade e equidade) dos agroecossistemas, ocupando a área de estudo 1.399,3 Km², focando os municípios de Penedo e Piaçabuçu no Estado de Alagoas e Brejo Grande, Ilha das Flores e Neópolis no Estado de Sergipe. A regularização da vazão provocou mudanças na dinâmica ambiental e elementos naturais associados, reduzindo a agrobiodiversidade, elevando níveis de salinidade, comprometendo a sustentabilidade dos agroecossistemas e a oferta de alimentos para a fauna aquática, interferindo no processo de renovação das várzeas, provocando não somente a redução de oferta do pescado, mas também aumentando a pressão sobre o ecossistema em virtude da exploração dos recursos pesqueiros. Outros fatores ainda contribuem para impactar a dinâmica ambiental, como as variadas formas de uso e ocupação do espaço representado por agroecossistemas tradicionais e de rizicultura e o uso de técnicas predatórias de pesca e captura de caranguejo.

Palavras-chave: Sustentabilidade de Agroecossistemas, Estuário do São Francisco, Geomorfologia Fluvial.

ABSTRACT

The involvement of the balance of ecosystems interferes with the reorganization of production systems (agroecosystems) and establishes consequences to the sustainability of future generations. The construction of dams and regularizing the flow is directly implicated in the hydrological system of the Lower São Francisco (BSF), reflected in the erosion and sedimentation conceived in the context of man-nature relationship new references with the environment, endangering the way traditional life of the local population, changing their perception of the estuary and the relationships established with this living space. The main objective of this work was to study the impact of the regularization of the São Francisco river flow on the sustainability of the estuary and surrounding agricultural ecosystems, their consequences in environmental dynamics and socioeconomic and cultural organization of the local population. The systems approach, from the MESMIS methodology and assessment of the properties of agroecosystems as proposed by Conway (1983 and 1987) and Marten (1988), was an important tool for understanding the interaction of environmental estuary system as well as the identification and discussion of impacts on the structure, function and assessment of the properties (productivity, stability and equity) of agroecosystems, occupying an area of 1399.3 square kilometers study, focusing on the cities of Penedo and Piaçabuçu in the State of Alagoas and Brejo Grande, Ilha das Flores and Neópolis in the State of Sergipe. The regularization of the flow caused changes in environmental dynamics and associated natural elements, reducing biodiversity, increasing salinity levels, compromising the sustainability of agroecosystems and food supply for aquatic fauna, interfering in the process of renewal of wetlands, not only causing fish supply reduction, but also increasing the pressure on the ecosystem due to the exploitation of fishery resources. Other factors also contribute to impact the environmental dynamics, such as various forms of use and occupation of space, represented by traditional agroecosystems and rice culture and the use of predatory techniques of fishing and catching crabs.

Key words: Sustainable of Agroecosystems, Estuary San Francisco, Geomorphology River.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	14
LISTA DE QUADROS	17
LISTA DE TABELAS	18
LISTA DE GRÁFICOS	19
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	20
1 INTRODUÇÃO.....	25
1.1 Contextualizando a problemática.....	25
1.2 Questões norteadoras do trabalho.....	27
1.3 Objetivos.....	28
1.4 Hipótese da tese.....	28
1.5 Definição do tema e desenho da tese.....	29
1.6 Estrutura da tese.....	30
2 BASES CONCEITUAIS, REVISÃO TEÓRICA E METODOLOGIA	33
2.1 O paradigma do pensamento sistêmico em geografia e contribuições a compreensão da organização dos agroecossistemas.....	33
2.2 A paisagem como categoria de análise da complexidade em abordagens sistêmicas do espaço geográfico.....	38
2.3 A construção de barragens, energia hidrelétrica e a regularização da vazão em canais fluviais.....	39
2.3.1 A produção de energia hidrelétrica no Brasil: Contextualização e problemática.....	43
2.3.2 A bacia do rio São Francisco e a construção de grandes	

hidrelétricas.....	47
2.3.3 Dinâmica do sistema fluvial e efeitos geomorfológicos e hidrológicos a jusante de barragens.....	53
2.4 Espaço e sustentabilidade(s): pressupostos para a compreensão da organização, estrutura e dinâmica dos agroecossistemas.....	57
2.4.1 As bases históricas da discussão sobre sustentabilidade.....	57
2.4.2 O ideal da sustentabilidade numa perspectiva multidimensional e integrada dos agroecossistemas.....	60
2.4.3 Estrutura, funcionalidade e propriedades dos agroecossistemas.....	64
2.4.4 Ocupação e (des) organização do espaço.....	69
2.5 Métodos, técnicas e abordagem da pesquisa.....	72
2.5.1 Breve caracterização da área de estudo.....	72
2.5.2 Procedimentos metodológicos e abordagem da pesquisa.....	78
2.5.2.1 O pensamento e a abordagem sistêmica no âmbito do estudo.....	78
2.5.2.2 A metodologia MESMIS como subsídio a coleta de dados e estudo das propriedades dos agroecossistemas.....	82
2.5.2.3 Coleta e análise de informações.....	86

3 A REGULARIZAÇÃO DA VAZÃO DA USINA HIDRELÉTRICA DE XINGÓ COMO INDICADOR DE PRESSÃO HIDROGEOMORFOLÓGICO NO SISTEMA ESTUARINO.....	91
3.1 Condicionantes físico/ambientais para o histórico de vazões naturais do rio São Francisco.....	91
3.2 O controle de vazões e alterações hidrológicas no sistema fluvial a partir da barragem de Xingó.....	99
3.3 Alterações geomorfológicas na estrutura e dinâmica estuarina do rio São Francisco decorrentes da regularização da vazão.....	109
3.4 O controle de vazões e fluxo de sedimentos a jusante da barragem de	

Xingó e impactos ao sistema socioambiental.....	113
3.5 Mudanças na morfologia e dinâmica da foz e litoral adjacente.....	116

4 O IMPACTO DA SALINIDADE EM SISTEMAS SOCIOAMBIENTAIS E PRODUTIVOS NO ESTUÁRIO DO RIO SÃO FRANCISCO..... 120

4.1 Elementos e fatores pertinentes para a compreensão do aumento da intrusão salina	121
4.2 A influência da salinidade na reestruturação dos sistemas extrativistas e produtivos agrários locais.....	128
4.2.1 O controle de fluxos do canal fluvial e salinidade em agroecossistemas tradicionais.....	128
4.2.2 Vazão de restrição e processo de salinização em agroecossistemas de rizicultura irrigados.....	136
4.3 A salinidade como indicador e ferramenta para a gestão dos recursos hídricos.....	142

5 A ORGANIZAÇÃO ESPACIAL E SUSTENTABILIDADE DE AGROECOSSISTEMAS NO ESTUÁRIO DO RIO SÃO FRANCISCO. 146

5.1 Breve leitura dos sistemas produtivos.....	146
5.2 Funcionalidade e (re) organização dos agroecossistemas locais decorrentes das modificações na dinâmica ambiental.....	151
5.2.1 Elementos estruturantes dos agroecossistemas.....	152
5.2.2 Estrutura e funcionalidade de agroecossistemas.....	160
5.2.3 Propriedades dos agroecossistemas no estuário.....	162
5.3 O estudo dos agroecossistemas como pressuposto a implantação de sistemas agrários sustentáveis.....	171

6 DESAFIOS E PERSPECTIVAS DA SUSTENTABILIDADE EM AGROECOSSISTEMAS NO ESTUÁRIO DO RIO SÃO FRANCISCO..	174
6.1 Sustentabilidade de agroecossistemas.....	174
6.2 Caracterização das dimensões ambiental e socioeconômica para o estudo da sustentabilidade em agroecossistemas.....	176
6.2.1 Agroecossistemas familiares rizicultores em perímetros irrigados.....	177
6.2.1.1 A dimensão ambiental e pontos críticos a estabilidade dos agroecossistemas.....	179
6.2.1.2 A dimensão socioeconômica, atributos e pontos críticos à sustentabilidade.....	184
6.2.2 Agroecossistemas familiares tradicionais.....	187
6.2.2.1 A dimensão ambiental e pontos críticos a estabilidade dos agroecossistemas tradicionais.....	189
6.2.2.2 A dimensão socioeconômica, atributos e pontos críticos à sustentabilidade.....	193
6.3 A relação sociedade natureza e conflitos socioambientais: a dimensão ética da sustentabilidade.....	196
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	203
REFERÊNCIAS.....	210
ANEXOS.....	226
Anexo A: Descargas médias mensais (7h e 17h) em Propriá- m ³ /s no período de 1980 a 2012.....	227

Anexo B: Descargas médias mensais (7h e 17h) em Xingó- m ³ /s no período de 1995 a 2013.....	228
Anexo C: Distribuição espacial e características dos perímetros irrigados no Baixo São Francisco, estados de Alagoas e Sergipe.....	229
Anexo D: Condição das estações de captação (visualização) dos perímetros irrigados no estuário do rio São Francisco entre 21 e 24/05/2013, com vazão de restrição entre 1.118 e 1.175m ³ /s.....	230
Anexo E: Estação de captação com problemas em relação aos níveis de salinidade.....	231

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Desenho de tese.....	29
Figura 2.1: Hidrelétricas (UHE's) e postos fluviométricos do rio São Francisco.	49
Figura 2.2: Dimensões integrantes dos agroecossistemas.....	63
Figura 2.3: Propriedades dos agroecossistemas.....	66
Figura 2.4: Processos físicos em agroecossistemas.....	68
Figura 2.5: Área de estudo (destaque) em estuário e entorno do rio São Francisco.....	73
Figura 2.6: Estrutura operativa do MESMIS: a relação entre atributos e indicadores.....	85
Figura 3.1: Representação simplificada de um sistema fluvial.....	92
Figura 3.2: Precipitação média anual na bacia do São Francisco.....	94
Figura 3.3: UHE Xingó.....	101
Figura 3.4: Aumento do assoreamento nas proximidades da captação do projeto Platô de Neópolis/ Vazão de restrição temporária.....	108
Figura 3.5: Canal anastomosado e a área de estudo entre Penedo/Neópolis e a foz.....	110
Figura 3.6: No primeiro plano acima imagem do Google Earth, identificando a área de estudo. No plano inferior duas fotos (crédito do autor) representando a erosão marginal em Brejo Grande/SE.....	112
Figura 3.7: Principais reservatórios e geração das usinas do rio São Francisco em 19/06/2014.....	114
Figura 3.8: Morfologia da foz do rio São Francisco em três momentos distintos: Imagens 01 e 02 de 1979; imagens 03 e 04 de 1984 e Imagem 05 do Google Earth (2014). Imagens 01, 02, 03, 04 cedidas pela SEPLAG/SE.....	118
Figura 4.1: Tipos de estuário.....	123

Figura 4.2: Características de vazão e salinidade no verão para o estuário do rio São Francisco. (01) vazões médias diárias em Xingó (CHESF, 2009). Distribuição da salinidade no estuário na preamar de quadratura (02) e sizígia (03).....	125
Figura 4.3: Características de maré, vazão e salinidade no inverno para o estuário do rio São Francisco. (01) Marés de quadratura e (02) sizígia para a foz do São Francisco (FADURPE, 2011). (03) vazões médias diárias em UHE Xingó (CHESF, 2009). Distribuição da salinidade no estuário na preamar de quadratura (04) e sizígia (05).....	127
Figura 4.4: Principais produtos, segundo renda gerada, em manguezais no estuário do rio São Francisco.....	130
Figura 4.5: Condições de vazão na UHE Sobradinho, entre 01/10/2013 e 30/11/2013.....	133
Figura 4.6: Condições de vazão na UHE Xingó, entre 01/10/2013 e 30/11/2013.	134
Figura 4.7: Expansão do aumento da salinidade no estuário do rio São Francisco	135
Figura 4.8: Lote salinizado no perímetro irrigado de Betume, em Ilha das Flores/SE.....	139
Figura 4.9: Realização por parte dos agricultores da análise do solo no perímetro irrigado.....	140
Figura 5.1: Hierarquia e estrutura dos agroecossistemas no estuário do rio São Francisco.....	148
Figura 5.2: Localização e atividades desenvolvidas nos perímetros irrigados, segundo os municípios.....	150
Figura 5.3: Estrutura organizacional dos agroecossistemas do estuário do rio São Francisco.....	154
Figura 5.4: Mapa Geológico simplificado do litoral norte de Sergipe e sul de Alagoas.....	156
Figura 5.5: Primeiro plano acima, localização no Google Earth do canal de	

drenagem do perímetro irrigado de Betume em Ilha das Flores/SE. Segundo plano abaixo, imagens do canal de drenagem com visualização da parte interna e do lançamento no leito principal do rio, respectivamente.....	159
Figura 5.6: Tipo de mão de obra utilizada nos lotes dos perímetros irrigados. Betume (primeiro plano) e Cotinguiba/Pindoba (segundo plano).....	164
Figura 5.7: Estrutura sustentável ideal em agroecossistemas no estuário São Francisco.....	167
Figura 5.8: Fatores que contribuem para a redução de pescados em agroecossistemas tradicionais no estuário do rio São Francisco, segundo os ribeirinhos.....	169
Figura 5.9: Renda gerada no perímetro irrigado Betume por lote, segundo o produtor.....	170
Figura 5.10: Renda gerada por ribeirinhos no estuário, segundo o pescador/catador.....	170
Figura 6.1: Canal natural do rio utilizado como via de drenagem das águas dos lotes, no município de Ilha das Flores/SE.....	182
Figura 6.2 Estação de captação de Piaçabuçu/AL.....	183
Figura 6.3: Antiga área de vazante, hoje ocupada com piscicultura e criação de bovinos em margem alagoana do município de Penedo. Ao fundo, na margem direita, o município de Neópolis (SE).....	191
Figura 6.4: Formação de bancos de areia entre os municípios de Penedo (AL) e Neópolis (SE).....	193
Figura 6.5. Formas de abastecimento de água por pescadores e catadores.....	195
Figura 6.6. Representação de atuação da dimensão ética na sustentabilidade em agroecossistemas no estuário do rio São Francisco.....	199
Figura 6.7. Desmatamento em área de mangue para instalação de viveiros de camarão em Brejo Grande/SE.....	201

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1: Fatores ambientais e impactos previstos, para a construção de barragens.....	42
Quadro 2.1: Problemas ambientais decorrentes dos barramentos na área marginal.....	50
Quadro 2.2: Disponibilidade de água na Região Hidrográfica do São Francisco.....	51
Quadro 2.3: Mudança paradigmática da ciência.....	79
Quadro 3.1: Principais características da UHE Xingó.....	102
Quadro 6.1: Agroecossistemas familiares de rizicultura irrigada do estuário do rio São Francisco.....	178
Quadro 6.2: Produção e produtividade em perímetros irrigados.....	185
Quadro 6.3: Valor Bruto da Produção (VBP – R\$ 1.000,00) de arroz em agroecossistema familiar irrigado.....	185
Quadro 6.4: Agroecossistemas familiares tradicionais do estuário do rio São Francisco.....	188

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Investimentos previstos para infraestrutura pelo II PNB.....	46
Tabela 2.2: Metas de investimento em energia no II PNB	47
Tabela 2.3: Principais características físicas da bacia do São Francisco.....	75
Tabela 2.4: População residente nos municípios ribeirinhos da Bacia BSF nos Estados de Alagoas e Sergipe.....	76
Tabela 3.1: Capacidade de regularização do Sistema Interligado Nacional.....	103
Tabela 5.1: Dados históricos de carga de sedimentos no Baixo São Francisco.....	155
Tabela 5.2: Principais perímetros irrigados no entorno do estuário do rio São Francisco.....	165

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1: Volume e distribuição de chuvas em Propriá/SE.....	96
Gráfico 3.2: Volume e distribuição da pluviosidade para Aracaju e Maceió.	97
Gráfico 3.3: Vazões em Xingó.....	98
Gráfico 3.4: Participação relativa dos Estados na vazão do rio São Francisco.....	100
Gráfico 3.5: Geração Hidráulica por tipo de reservatório.....	104
Gráfico 3.6: Vazões naturais mensais e anual (média, mínima e máxima) na foz do rio São Francisco.....	105
Gráfico 3.7: Vazões afluentes, defluentes e vazões de restrição na UHE Xingó.....	106
Gráfico 3.8: Vazões de restrição em Propriá.....	107

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ADEMA: Administração Estadual do meio Ambiente

ANA: Agência Nacional de Águas

ANEEL: Agencia Nacional de Energia Elétrica

BIRD: Banco Mundial

BNDE: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BSF: Baixo São Francisco

CASAL: companhias de abastecimento de água em Alagoas

CBHSF Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco

CEMIG: Centrais Elétricas de Minas Gerais

CEPAL: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe

CHESF: Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

CMMAD: Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento

CODEVASF: Companhia de Desenvolvimento dos vales do São Francisco e Parnaíba

CODISE: Companhia de Desenvolvimento Econômico de Sergipe

COOS: Centro de Operação do Sistema

CPRM: Serviço Geológico do Brasil

CSN: Companhia Siderúrgica Nacional

CVRD: Companhia Vale do Rio Doce

DESO: Companhia de Saneamento de Sergipe

DORH: Divisão de Gestão de Recursos Hídricos

EMBASA: Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.

EPAGRE: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

FADURPE: Fundação Apolônio Sales

FPA: Frente Polar Atlântica

GIRA: Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropriada

GTP: Geossistema/Território/Paisagem

IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICOLD: International Commission on Large Dams

IDHM: Índice de Desenvolvimento Humano por Município

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia

MAB: Movimento dos Atingidos por Barragens

MEA: Massa Equatorial Atlântica

MESMIS: Marco para Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad

MMA: Ministério do Meio Ambiente

MPS: Material particulado em suspensão

MTA: Massa Tropical Atlântica

OCDE: Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OEA: Organização dos Estados Americanos

ONGs: Organizações Não Governamentais

ONS: Operador Nacional do Sistema Elétrico

ONU: Organização das Nações Unidas

PAE: Programa de Ações Estratégicas

PBHSF: Plano da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco

PEI/ER: Pressão-Estado-Impacto/Estado Resposta

PND: Plano Nacional de desenvolvimento

PNGC: Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II

PNRH: Plano Nacional de Recursos Hídricos

PNUD: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PNUMA: Programa das Nações Unidas Para o Meio Ambiente

SEMARH: Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente

SEPLAG: Secretaria de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão.

SEPLAN: Secretaria de Estado do Planejamento e do Desenvolvimento Econômico

SIH: Sistema de Informações Hidrológicas

SIN: Sistema interligado Nacional

SUDENE: Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste

UAS: Usina Apolônio Sales

UHE: Usina Hidrelétrica

ULG: Usina Luiz Gonzaga

UPA: Usina Paulo Afonso

UREs: Unidades de Redução de Emissões

USB: Usina de Sobradinho

UTM: Usina Três Marias

UXG: Usina de Xingó

VBP: Valor Bruto da Produção

VU: Volume Útil

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualizando a problemática

O atual modelo de desenvolvimento, baseado na grande produção e consumo de bens materiais, impõe uma acentuada pressão sobre os recursos naturais, contribuindo para uma gama de problemas ambientais, seja em nível local, regional ou global, que compromete o equilíbrio dos ecossistemas, interfere na reorganização dos sistemas produtivos (agroecossistemas) e permite vislumbrar consequências quanto à sustentabilidade das futuras gerações.

A discussão sobre a questão ambiental extrapola a simples e mecânica percepção da natureza enquanto apenas objeto de fascínio e do domínio pelo homem. No meio científico consolida-se uma nova concepção de natureza, que é percebida não mais como instrumento de dominação, mas na busca de relações de interdependência e de valorização da vida, sugerindo uma conduta mais harmônica com a natureza, respeitando seus limites e, evidentemente, atentando para relações socioambientais sustentáveis.

A compreensão dos agroecossistemas perpassa necessariamente pelo conhecimento dos elementos naturais decisivos à produção, bem como a interação e interdependência dos mesmos no sistema ambiental. A importância de elementos como a água e o solo são determinantes no processo produtivo, bem como o entendimento da complexidade ambiental, pois envolve questões e objetos de estudo das várias ciências da natureza e humanas, como as ambientais e agrárias, além dos conhecimentos associados a geomorfologia fluvial e hidrologia, colocando o estudo dos agroecossistemas em campo multidisciplinar.

Para o presente trabalho, no qual se propõe o estudo dos agroecossistemas do estuário do rio São Francisco, o espaço geográfico, no que concerne os conhecimentos associados a geomorfologia fluvial e agrária, desempenha papel delineador e determina as configurações metodológicas e teóricas para essa discussão. No primeiro caso, esse papel está associado a compreensão de sistemas produtivos no estuário (agroecossistemas) e interfaces

com processos geomorfológicos e hidrológicos, decorrentes das consequências da construção de barramentos e regularização da vazão do rio. E no segundo caso, o estudo das transformações da estrutura e funcionalidade dos sistemas agrários no estuário, representados pelos agroecossistemas familiares modernos e tradicionais. Em ambas as análises se pretende discutir o rebatimento dessas transformações na organização socioambiental e econômica da população estuarina.

O estudo dos sistemas produtivos sob a perspectiva dos agroecossistemas inaugura uma nova fase na pesquisa científica e permite um leque de possibilidades quanto ao uso racional e sustentável dos recursos naturais, mesmo porque vários setores da sociedade têm alertado para os limites quanto à exploração dos recursos e a necessidade de compreensão da estrutura e funcionamento dos ecossistemas para se alcançar a sustentabilidade em agroecossistemas.

O Baixo São Francisco (BSF) e especialmente o estuário do rio São Francisco se insere nesta problemática, pois a construção de barragens com o propósito de uso não consuntivo com a geração de energia, tem implicação direta no sistema hidrológico com reflexos nos processos de erosão e sedimentação, no aumento da salinidade do estuário, entre outros fatores; fatos que tem contribuído para alterar o ecossistema local, interferindo nas condições ambientais e nas condições socioeconômicas e culturais das comunidades, concebendo no contexto da relação homem-natureza novas referências com o meio, colocando em risco o modo de vida tradicional da população ribeirinha, alterando sua percepção em relação ao estuário e as relações que se estabelecem com esse espaço de vida.

A pesca e outras formas de uso tradicional dos recursos do estuário e entorno desempenham importante papel, pois representam não apenas a possibilidade de adquirir bens e serviços com a comercialização da produção, mas também se configuram como fonte de alimentação, manutenção e reprodução social da família. Assim é importante entender que o impacto ao ambiente estuarino pode representar prejuízos à produção e à organização social das comunidades. Entre os elementos mais importantes para entendermos essas mudanças no estuário, está a da Usina Hidrelétrica de Xingó, que passou a funcionar a partir de 1994, ocasionando impactos a jusante do canal do rio São Francisco, transformando as paisagens e impactando a organização do espaço.

Nessa perspectiva de estudo, a partir da dinâmica fluvial e sustentabilidade de agroecossistemas, faz-se necessário romper às barreiras ideológicas da ciência tradicional e introduzir novos pressupostos que torne a pesquisa um instrumento de discussão e validação de políticas para o aproveitamento racional dos recursos.

1.2 Questões norteadoras do trabalho

1. Em que medida a regularização da vazão decorrente da construção da barragem da Usina Hidrelétrica de Xingó contribui para a ampliação dos impactos socioeconômicos e ambientais no estuário do rio São Francisco e entorno?

2. Como a geomorfologia fluvial e a hidrologia contribuem para a compreensão das transformações na dinâmica ambiental e reorientação da estrutura e funcionalidade dos agroecossistemas do estuário?

3. Como o aumento da salinidade decorrente da regularização da vazão interfere na insustentabilidade dos Agroecossistemas do estuário e entorno?

4. Como as transformações recentes aos Agroecossistemas reorientam a organização socioambiental e econômica da população local?

5. Qual a importância da dinâmica oceânica e fluvial para a configuração dos sistemas produtivos e melhoria da qualidade de vida dos atores locais?

6. Qual a percepção dos agricultores e pescadores sobre os efeitos da regularização da vazão na organização dos sistemas produtivos locais?

1.3 Objetivos

Diante do exposto, propõe-se o seguinte objetivo geral: estudar o impacto da regularização da vazão do rio São Francisco na sustentabilidade dos agroecossistemas do estuário e entorno, suas consequências na dinâmica ambiental e na organização socioeconômica e cultural da população local.

Como objetivos específicos, podemos citar:

1. Relacionar a regularização da vazão, decorrente da construção da Usina Hidrelétrica de Xingó (AL/SE), com os impactos socioambientais e econômicos no estuário do rio São Francisco.
2. Analisar os impactos da salinidade na sustentabilidade da agrobiodiversidade em agroecossistemas no estuário do rio São Francisco.
3. Identificar barreiras à sustentabilidade dos agroecossistemas no estuário e entorno, diante dos impactos ocasionados pela regularização da vazão na área de estudo, a partir da análise integrada de elementos da paisagem, dos indicadores socioambientais e econômicos da população local.

1.4 Hipótese da tese

O trabalho sinaliza para a seguinte hipótese: a regularização da vazão, decorrente da construção da Usina Hidrelétrica de Xingó, provocou mudanças na dinâmica ambiental e elementos naturais associados, reduzindo a agrobiodiversidade, comprometendo a sustentabilidade dos agroecossistemas, bem como interferindo na organização socioambiental, econômica e cultural das comunidades no estuário do rio São Francisco e entorno.

1.5 Definição do tema e desenho da tese

Para compreensão espacial do sistema de objetos e de ações envolvidas nesse estudo, procurou-se representar a partir de um desenho de tese (figura 1.1) os elementos norteadores para a organização da estrutura e funcionalidade dos agroecossistemas do estuário do rio São Francisco.



Figura 1.1 Desenho de tese.

Organização: Elaborado pelo autor, 2014.

O trabalho trata das consequências que a regularização da vazão trouxe para estrutura e funcionalidade dos agroecossistemas no estuário do rio São Francisco (SE/AL) e

entorno, bem como as implicações na organização socioeconômica, ambiental e cultural das comunidades locais, focando os municípios de Penedo e Piaçabuçu no Estado de Alagoas e Brejo Grande, Ilha das Flores e Neópolis no Estado de Sergipe. O principal condicionante atribuído para o aumento desses impactos foi a construção de barragens no rio São Francisco, tendo como recorte histórico o período posterior ao início de funcionamento da usina hidrelétrica de Xingó, ocorrida em 1994, impactando em mudanças a jusante da barragem.

1.6 Estrutura da tese

Este trabalho de tese doutoral apresenta-se organizado em seis capítulos. O primeiro capítulo trata da contextualização da problemática diante da discussão dos agroecossistemas no âmbito de suas vulnerabilidades em relação às mudanças na dinâmica ambiental e as interfaces com a construção e organização do espaço geográfico, bem como se procura estabelecer as questões que orientam esse trabalho e que foram determinantes na elaboração dos objetivos e na formulação da hipótese desse estudo.

O segundo capítulo estabelece as principais diretrizes metodológicas e conceituais do trabalho, enfatizando a importância do espaço geográfico e da paisagem e do pensamento sistêmico para a compreensão da sustentabilidade em agroecossistemas. Também se procura estabelecer a contextualização da construção de barramentos para a geração de energia hidrelétrica a partir da modernização e internacionalização da economia brasileira no pós-guerra. Em seguida discute-se a dinâmica ambiental na perspectiva da geomorfologia fluvial e da hidrologia e os impactos ocasionados a jusante das grandes barragens, bem como o seu rebatimento para a agrobiodiversidade e organização socioambiental.

Para contemplar o viés da sustentabilidade, procura-se discutir a formação desse conceito no âmbito das ciências, em especial, no seio do espaço geográfico e sua importância para a organização dos agroecossistemas, incorporando ainda as noções de sistemas agrários e o caráter multidimensional da sustentabilidade. Por fim se discute a estrutura, funcionalidade e principais propriedades (produtividade, estabilidade, equidade e autonomia) dos agroecossistemas como suporte ao entendimento da organização do espaço e interfaces com os conflitos socioambientais.

Para encerrar esse capítulo apresenta-se a abordagem metodológica da pesquisa, com os procedimentos utilizados e formas de coleta de dados no estuário e também dos municípios envolvidos, tendo em vista que a delimitação física do empírico não coincide com a delimitação espacial, pois as análises para compreensão dos agroecossistemas do estuário vão além do próprio limite físico do estuário. Reforça-se então a importância do pensamento e abordagem sistêmica para a realização das etapas do trabalho, dialogando com autores que trabalham nessa perspectiva e com a metodologia utilizada nesse trabalho.

A dinâmica ambiental do estuário do rio São Francisco é discutida no terceiro capítulo. Apropriou-se para essa discussão de conhecimentos da geomorfologia fluvial e de processos associados, tomando como pressuposto a construção da barragem de Xingó e a regularização da vazão e suas implicações ao complexo ambiental do estuário. As alterações geomorfológicas (erosão/sedimentação) e hidrológicas são estudadas na perspectiva do uso e ocupação do espaço e suas consequências à população ribeirinha.

Já no capítulo quatro há preocupação em discutir a problemática do aumento da salinidade no estuário, seja quanto as suas causas, aqui atribuída a regularização da vazão, seja quanto as consequências aos sistemas produtivos desenvolvidos ao longo da área de estudo. Também se associa a ampliação da salinidade as vazões de restrição adotadas pela CHESF, já que as mesmas tornaram-se cada vez mais comuns nos últimos anos. Por fim, se analisa as consequências da salinização das águas do estuário às formas de organização produtivas, como os agroecossistemas tradicionais e os modernos com base na rizicultura, bem como a importância da gestão integrada dos recursos hídricos para o uso racional dos recursos.

No capítulo cinco, o estudo se concentra na sustentabilidade dos agroecossistemas do estuário, destacando inicialmente as modificações nas variadas formas de uso e ocupação dos recursos pelas populações locais e a introdução de novas atividades, oriundas da (re) organização do espaço. Utiliza-se para esse estudo a ideia de que as modificações produzidas na dinâmica ambiental local pela regularização da vazão produziram mudanças na estrutura e funcionalidade dos agroecossistemas. Para esse estudo apoia-se nas propriedades dos agroecossistemas na perspectiva da implantação de sistemas agrários sustentáveis, discutindo as bases da cadeia produtiva local a partir da pesca e da rizicultura de base familiar.

Diante dos vários problemas relacionados aos sistemas produtivos decorrentes das transformações a dinâmica ambiental, se procura no capítulo seis estabelecer os principais obstáculos e perspectivas a sustentabilidade dos agroecossistemas do estuário, a partir da identificação de pontos críticos ao sistema e da construção de atributos e critérios de diagnósticos para os agroecossistemas familiares tradicionais e modernos da rizicultura. Para ampliar a discussão sobre o uso dos recursos e a sustentabilidade em agroecossistemas, finaliza-se o capítulo com uma breve exposição da relação homem natureza na perspectiva da ética como dimensão hierárquica maior na discussão de questões socioambientais.

Para não concluir, pois consideramos prematura essa ideia, apontamos algumas considerações finais para as questões apresentadas e discutidas ao longo do trabalho, bem como algumas recomendações para o uso sustentável dos recursos e organização dos agroecossistemas do estuário do rio São Francisco.

2 BASES CONCEITUAIS, REVISÃO TEÓRICA E METODOLOGIA.

2.1 O paradigma do pensamento sistêmico em geografia e contribuições à compreensão da organização dos agroecossistemas.

Parece providencial nesse momento tentarmos estabelecer as devidas conexões, mesmo diante da complexidade (relações internas e externalidades), entre os sistemas ambientais e suas interfaces com os sistemas socioeconômicos, o que torna primaz perceber a partir desse prisma como estão organizados os agroecossistemas. Assim, partiremos dos geossistemas para compreender a dinâmica dos agroecossistemas. Para tal análise, vamos nos apropriar de algumas teorias e conceitos, já bastante difundidos no âmbito da ciência geográfica.

As questões de ordem teórica e metodológica dos geossistemas foram amplamente discutidas, entre outros autores, por Sotchava (1977); Tricart (1977); Christofolletti (1999) e Bertrand (1972). Vale destacar que em todos estes trabalhos mencionados, os estudos da geografia física apresentaram abordagens sistêmicas, fato que cria uma interface com os sistemas naturais e suas consequências na estrutura e funcionalidade dos agroecossistemas.

A geografia física baseada em princípios sistêmicos pode ocupar posições firmes na moderna geografia aplicada, apoiada no planejamento de desenvolvimento socioeconômico do país, e sugerir medidas para o desenvolvimento e reconstrução de seus territórios (SOTCHAVA, 1977).

Ressalte-se que na perspectiva desse autor, o estudo dos geossistemas deve focar as conexões e dinâmica entre os elementos da natureza. O estudo dos geossistemas pode contribuir para demandas importantes nos agroecossistemas, tendo em vista que uma análise da dinâmica dos elementos da paisagem torna-se necessário à construção de sistemas agrícolas sustentáveis.

Nessa perspectiva, o estudo dos elementos dos ecossistemas torna-se um elo entre a proposta de Sotchava para os geossistemas e os agroecossistemas, pois nesse último a produção agrícola é compreendida a partir dos componentes bióticos e abióticos do sistema, levando em conta as propriedades e suas interações. Sobre a contribuição dos geossistemas no planejamento e organização do espaço agrário, pode-se mencionar:

O centro de gravidade no trabalho do geógrafo é representado pela elaboração de **projetos de organização produtivas**, onde o seu trabalho de maior responsabilidade consiste na modelização de geossistemas, calculando os meios ideais (optimum), destinados a interferir, nas estruturas e funções desses geossistemas, **em conexão com medidas agrônômicas ou de engenharia** (...). Os projetos para transformação do escoamento difuso das águas (runoff) e para a melhoria das técnicas agrárias (...). A participação dos geógrafos nas pesquisas, inspeções e **experimentos ligados a conservação do ambiente**, assume, em nossa opinião um especial, e cada vez maior significado na importante tarefa da geografia aplicada (SOTCHAVA, 1977, p. 48 e 49, grifo nosso).

Ainda sobre a importância dessa temática, pode-se mencionar o estudo de Christofolletti (1999) em seu trabalho “a modelagem de sistemas ambientais”. O autor desenvolve a caracterização do sistema ambiental, analisando a importância da ecologia, dos ecossistemas e das paisagens para a caracterização do sistema ambiental físico (geossistemas).

Nesse estudo, Christofolletti (1999) afirma que os sistemas ambientais físicos possuem uma expressão espacial na superfície terrestre, funcionando através da interação areal dos fluxos de matéria e energia diante dos seus componentes. Assim, os ecossistemas locais são integrados nessa organização mais abrangente e de maior complexidade hierárquica. Sobre a intervenção nessa composição da paisagem realizada pelo homem, ele afirma:

Por meio da ocupação e estabelecimento das suas atividades, os seres humanos vão usufruindo desse potencial e modificando os aspectos do meio ambiente inserindo-se como agente que influencia nas características visuais e nos fluxos de matéria e energia, **modificando o “equilíbrio natural” dos ecossistemas e geossistemas**. Para avaliar a intensidade da ação humana na modificação do meio ambiente, ao longo dos séculos, penetra-se no estudo dos impactos antropogênicos, que têm origem e **são causados pelas atividades socioeconômicas** (CHRISTOFOLETTI, 1993, p. 129, grifo nosso).

Cabe ressaltar o destaque que Sochava (1977) e Christofolletti (1999) apontavam nesses trabalhos, demandando reflexões teóricas aos geógrafos quanto ao entendimento dos componentes, estrutura e funcionalidade dos ecossistemas para a compreensão dos sistemas ambientais físicos. Claro que, em ambos os casos, nota-se preocupações em explicitar a organização espacial dos geossistemas como sendo de maior complexidade em relação aos ecossistemas.

Em outro trabalho bastante discutido entre os geógrafos, Jean Tricart (1977) propõe o estudo dos geossistemas na perspectiva da ecodinâmica. Como nos demais trabalhos apresentados, Tricart também se preocupa com a estrutura e funcionalidade dos ecossistemas, quando trabalha alguns conceitos e recursos ecológicos e sua relação com os problemas do meio ambiente para avaliar a instabilidade ou estabilidade dos geossistemas. Nesse contexto, para avaliar a ecodinâmica do ambiente (meios estáveis, meios *intergrades* e os fortemente instáveis) ele considera a morfogênese e a pedogênese e as ações antrópicas ao meio ambiente.

O componente mais importante da dinâmica da superfície terrestre é o morfogênico. Os processos morfogênicos produzem instabilidade da superfície, que é um fator limitante muito importante do desenvolvimento dos seres vivos. Do ponto de vista ecológico, a morfodinâmica é uma limitação. Onde a morfodinâmica é intensa – por exemplo, num campo de dunas ou em área de intenso ravinamento – a vegetação é pobre e muito aberta, com biomassa reduzida e pouca variedade específica. Existe, portanto, uma antinomia entre a morfodinâmica e o desenvolvimento da vida. Um dos objetivos da administração e ordenamento do meio ambiente é, necessariamente, diminuir a instabilidade morfodinâmica (TRICART, 1977, p. 29).

Em “A geomorfologia, a edafologia e ordenamento do espaço rural”, Tricart (2003) enfatiza a importância da geomorfologia para a organização do projeto agrícola, representando ganhos substanciais ao meio ambiente e a produtividade. A leitura desse trabalho não deixa dúvidas sobre a importância do sistema ambiental físico, aqui representado pela geomorfologia e edafologia, para a sustentabilidade dos agroecossistemas.

Quanto à necessidade da interface entre os geossistemas (nesse caso a geomorfologia e edafologia) e agroecossistemas (uso sustentável do solo para a atividade agrícola), podemos fazer alguns recortes da posição de Tricart (2003), que são:

Sobre a modernização da agricultura:

Os progressos técnicos permitem facilmente o uso de adubos artificiais. Porém seu emprego requer forçosamente um gasto que muitos orçamentos camponeses podem suportar com dificuldade. Seria vantajoso, por conseguinte, ter em conta os riscos da erosão, como os que resultam conjuntamente das características dos solos e das condições geomorfológicas, para aconselhar sua aplicação. Efetivamente, ali onde as enxurradas correm maior risco de desencadear-se, impõe-se mais recorrer aos esterco orgânicos, independentemente de seu efeito direto sobre os rendimentos que é tema dos agrônomos (TRICART, *op. cit.* p.140).

Sobre a percepção e abordagem dos problemas quanto ao uso do solo:

É preciso, portanto, ter em conta uma ideia, muito natural entre os geomorfólogos, porém que os agrônomos geralmente esquecem: os danos provocados por uma acentuação antrópica da morfogênese se deixam sentir tanto nas zonas originárias de materiais (erosão das terras cultivadas) como nas de acumulação (coluvionamento ao pé das vertentes ou no fundo de pequenos vales, modificação do modelado das planícies aluvionais, assoreamento dos cursos d'água e dos estuários, depósito em cones de dejeção) (TRICART, *op. cit.* p.140).

E finalmente, sobre as investigações preparatórias da geomorfologia:

Inicialmente uma análise mais detalhada dos processos da morfogênese agrícola por meio de medidas sobre o terreno e levantamento cartográfico detalhado das terras a escalas cadastrais (1:1000 a 1:15000), concebidos segundo o princípio dos mapas geomorfológicos porém com um fundo edafológico (TRICART, *op. cit.* p.143)

Ao focar essa problemática, Troppmair e Galina (2006, p. 84), afirmam que “ao pesquisar os geossistemas, que são sistemas dinâmicos, devemos abordar os elementos abióticos, bióticos e noóticos, não somente os existentes no momento; mas levar em consideração também sua história”. Nesse sentido os autores destacam a importância do elemento tempo (linear, cíclico e antrópico ou de impactos) para a compreensão dos geossistemas.

Outra contribuição para a análise que nos propusemos a fazer é o esboço metodológico apresentado por Bertrand que estabelece, para o estudo da paisagem, um sistema taxonômico com unidades superiores (Zona, Domínio e Região Natural) e inferiores (Geossistemas, Geofácies e Geótopo). Vale destacar a definição clássica de paisagem proposta por Bertrand (1972):

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o 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 (BERTRAND, 1972, p. 02).

A caracterização dos geossistemas resulta da combinação de fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos, identificados como o potencial ecológico e a exploração biológica e ação antrópica. Bertrand (*op.cit.*) afirma que, com efeito, o geossistema é um complexo essencialmente dinâmico mesmo em um espaço-tempo muito breve, por exemplo, de tipo histórico. O “clímax” está longe de ser sempre realizado. O potencial ecológico e a ocupação biológica são dados instáveis que variam tanto no tempo como no espaço.

Presume-se que essa proposta teórica e metodológica apresentada por Bertrand pode contribuir com a redução de impactos ambientais produzidos pela produção agrícola, colaborando assim com a sustentabilidade dos agroecossistemas. Como exemplo desse fato, podemos citar o trabalho de pesquisa de Pissinati e Archela (2009), que procurou aplicar a teoria do sistema tripolar (GTP), como fundamentação científica para o estudo do meio rural, sendo seu empírico o bairro rural Águas das Sete Ilhas, situado no município de Sertãoópolis, norte do estado do Paraná.

Sobre os resultados da pesquisa, Pissinati e Archela (2009) afirmaram que a aplicabilidade do método GTP - Geossistema, Território e Paisagem - para o estudo do meio rural se mostraram totalmente viável, pois em trabalho realizado no bairro rural Águas das Sete Ilhas, foi possível avaliar a área para estudo sob a ótica bertrandiana contribuindo para melhor compreensão da estrutura daquela paisagem.

2.2 A paisagem como categoria de análise da complexidade em abordagens sistêmicas do espaço geográfico.

Nos estudos das temáticas geográficas torna-se primaz o uso de atributos dessa ciência para discussão e compreensão da organização do espaço vivido pelos grupos sociais e das transformações manifestadas nas paisagens. As modificações realizadas pelas sociedades às paisagens ao longo da história, a partir do trabalho promoveu no pensamento geográfico a discussão e análise na tentativa de compreensão e abordagem dessa categoria em diversas diretrizes metodológicas e epistemológicas importantes na construção da ciência geográfica.

A concepção de paisagem que abordamos nesse trabalho assenta-se numa perspectiva de análise complexa e sistêmica, configurando-se na construção de um novo paradigma da geografia, tendo em vista que a paisagem é composta por elementos que interagem e se encontram dialeticamente organizados.

Essa pretensa renovação no entendimento da paisagem para os estudos da geografia consolida-se com a retomada da discussão de clássicos, como as contribuições do “naturalista” prussiano Alexander Von Humboldt que na sua obra *Cosmos* já evidenciava a importância da paisagem (*Landschafts*) como retrato e ligação entre observador e objeto, sendo inclusive desdobramento de suas reflexões sobre natureza (NETO e ALVES, 2010).

Para Vitte (2007, p.71), por meio do conceito de paisagem, o imaginário social transforma culturalmente a natureza, ao mesmo tempo em que os sistemas técnicos agregam ao território as formas-conteúdo da paisagem constituída por representações sociais.

Na sua análise, a paisagem é concebida como resultado imediato da intencionalidade humana na superfície terrestre. Nessa concepção a paisagem é uma representação do espaço.

Os estudos da geografia física ganharam consistência metodológica e epistemológica ao estabelecer o estudo da paisagem sob uma abordagem sistêmica. Vários trabalhos abordam essa nova percepção de paisagem e de pensamento sistêmico a partir dos da apropriação teórica e metodológica dos geossistemas, como Sotchava (1977); Bertrand (1972); Tricart (1977); Christofolletti (1979); Troppmair (1983), entre outros, que estabeleceram novas concepções teóricas e conceituais que orientam vários trabalhos acadêmicos nos dias atuais. Evidentemente que esse novo paradigma recebeu consistente influência da obra clássica Teoria Geral dos Sistemas (Bertalanffy, 1968), onde foi proposto o sistema como um conceito fundamental para a pesquisa e para a compreensão do mundo.

Tornou-se visível a necessidade e a exequibilidade da abordagem dos sistemas. A necessidade resultou do fato do esquema mecanicista das séries causais isoláveis, do tratamento por partes terem se mostrado insuficientes para atender aos problemas teóricos, especialmente nas ciências biossociais, e aos problemas práticos propostos pela moderna tecnologia. (BERTALANFFY, 1968).

No entendimento de Christofolletti (1999), o arcabouço teórico dos sistemas proporciona uma análise desse pensamento para a caracterização dos sistemas ambientais físicos, bem como para a organização espacial dos geossistemas que, na sua percepção configura-se com a preocupação com a organização espacial dos sistemas ambientais físicos, ou ainda como objeto da geografia física.

2.3 A construção de barragens, energia hidrelétrica e a regularização da vazão em canais fluviais.

As barragens sempre fizeram parte da paisagem dos vários continentes, especialmente a partir da necessidade gerada pela capacidade organizacional do homem em

torno de modos de produção que permitiram a fixação dos grupos sociais (sedentarismo), obrigando-os a desenvolver técnicas que permitissem a otimização dos espaços produtivos.

Na concepção de Santos (2009), as características da sociedade e do espaço geográfico, em um dado momento de sua evolução, estão em relação com um determinado estado das técnicas. Assim aponta-se para o caráter indissociável entre o sistema de ações e sistema de objetos como formadores do espaço geográfico e, por conseguinte, da geografia. Nesse sentido, uma cidade, barramento, estrada, por exemplo, constituem um sistema de objetos que devem ser compreendidos a partir da sua inexorável relação com o sistema de ações.

Assim o espaço geográfico é compreendido como a relação dinâmica entre elementos que compõem as paisagens humanizadas e naturais. Sobre a necessidade dessa integração, Hartshorne(1978) propõe:

É absurdo, em face dessa situação, considerar a Geografia humana como separada da Geografia Física. O homem pertence a terra, é terrestre, como Ritter acentuou ao falar em *“die irdish erfüllten Räume der Erdoberfläche”*. Qualquer obra material do homem quer seja uma casa, uma fazenda ou uma cidade, constitui uma combinação de elementos naturais e culturais (HARTSHORNE, 1978, p. 71).

A intervenção do homem na natureza, transformando o espaço vivido a partir da construção de barragens denota que as evoluções do conhecimento e da técnica estiveram historicamente associadas, para a satisfação da produção de bens e oferta de serviços. Daí a necessidade emergente de controle de elementos da natureza para melhor aproveitamento dos recursos e, nesse caso especificamente, o domínio técnico do conhecimento para a construção de barragens que possibilitassem armazenar e controlar o uso da água para a irrigação de terras para a agricultura, tendo em vista a importância dessa atividade para a manutenção e reprodução dos grupos sociais.

O estudo das técnicas ultrapassa, desse modo, largamente, o dado puramente técnico e exige uma incursão bem mais profunda na área das próprias relações sociais. São estas, finalmente, que explicam como, em diferentes lugares, técnicas, ou conjuntos de técnicas semelhantes, atribuem resultados diferentes

aos seus portadores, segundo combinações que extrapolam o processo direto da produção e permitem pensar num verdadeiro processo político da produção (SANTOS, 1994, p. 64).

Portanto, a construção de grandes barragens insere questões inerentes aos estudos geográficos, diante da complexidade que as mesmas trazem em termos de configuração ao espaço diante dos reflexos no campo ambiental, socioeconômico e cultural das comunidades, expressando relações de poder.

A difusão de grandes barramentos ocorreu a partir da necessidade do uso múltiplos da água, mas que no século XX e atualmente têm vinculação direta com a geração de hidreletricidade e para o desenvolvimento de projetos de irrigação de grandes áreas, devido a expansão e modernização da agricultura..

As barragens remetem amplas possibilidades de uso e de suporte para o desenvolvimento de diversas atividades que são inerentes às políticas de desenvolvimento, no entanto cabe ressaltar os diversos impactos que se apresentam associados a esse processo. A identificação desses impactos acontece a montante bem como a jusante dos barramentos, como se observa no quadro 1.1.

Para o ICOLD (2008), em sua publicação intitulada *Dams & The World's Water* onde privilegia análises em torno da importância da construção de grandes barragens para o uso da água no planeta, uma barragem para ser considerada grande e incluída no registro deve ter altura de 15 metros ou 10 a 15 metros com capacidade de contenção de mais de três milhões de metros cúbicos de água em seu reservatório.

A maioria das barragens que estão registradas junto ao Comitê Internacional de Grandes Barragens é de uso único, apesar do crescimento do número de barragens de usos múltiplos (irrigação, hidreletricidade, controle de enchentes, recreação, navegação, piscicultura, etc); sendo que a irrigação é o objetivo mais comum das grandes barragens.

O uso dos recursos hídricos em barramentos compreende os de uso consuntivo, como a água usada no abastecimento urbano/industrial, para irrigação e dessedentação animal, bem como o uso não consuntivo representado pela geração de energia elétrica, navegação e atividades de recreação.

Quadro 1.1. Fatores ambientais e impactos previstos na construção de barragens.

AMBIENTE	FATOR AMBIENTAL	IMPACTO
FÍSICO	Condições climáticas	Possibilidade de alteração do clima com consequências no meio ambiente.
	Geologia e geomorfologia	Sismicidade induzida, instabilidade de taludes marginais do reservatório, inundação das jazidas minerais.
	Mudanças na paisagem regional	Desaparecimento de extensas áreas de terras, solos e capacidade de uso da terra, degradação de solos para a construção de barragens, mudança na capacidade de uso das terras.
	Uso do solo	Mudanças no uso do solo Intensificação dos processos erosivos, assoreamento do reservatório, erosão das margens e a jusante da barragem.
	Recursos hídricos	Transformação do meio hídrico, contaminação e eutrofização das águas, proliferação de macrofitas aquáticas, redução do valor fertilizante da água efluente.
BIÓTICO	Vegetação	Desaparecimento de áreas florestadas e de outras formações vegetais, decomposição da biomassa submersa, criação de impedimentos à navegação, à pesca e as atividades de lazer.
	Fauna terrestre	Redução da fauna, alterações na composição da fauna, deslocamento de animais no enchimento.
	Fauna aquática	Interrupção da migração de peixes, alterações na composição da ictiofauna, mortalidade de peixes a jusante da barragem.
ANTRÓPICO	Situação demográfica rural e urbana	Transferência compulsória da população afetada, aumento da taxa de desemprego, problemas habitacionais durante a fase de construção da barragem, desagregação das relações sociais.
	Aspectos sociais e culturais	Desarticulação dos elementos culturais, surgimento de situações de apreensão e insegurança, surgimento de choques entre a população local e o contingente alocado a construção.
	População indígena	Transferência compulsória de população, desagregação da organização social vigente e desarticulação dos elementos culturais.
	Núcleos populacionais	Inundação de áreas urbanas, alterações na rede de polarização regional, criação de polos de atração com consequente aumento de demanda de serviços e equipamentos sociais.
	Setor primário	Desorganização das atividades agrícolas e pesqueiras, perda de áreas agrícolas, aumento da taxa de desemprego rural.

Fonte: Adaptado de Farias e Melo (2005).

No passado, as barragens eram construídas com o único propósito de fornecimento de água para abastecimento ou irrigação. À medida que as civilizações se desenvolveram, cresceram suas necessidades de fornecimento de água, irrigação, controle de enchentes, navegação, controle de qualidade da água, controle de sedimentos e energia. As barragens são, portanto, construídas para um fim específico e são as bases do desenvolvimento e da gestão dos recursos hídricos das bacias fluviais. As barragens de usos múltiplos são projetos muito importantes para países em desenvolvimento, pois as populações recebem benefícios domésticos e econômicos de um único investimento (ICOLD, 2008).

A perspectiva quanto ao uso múltiplo dos recursos hídricos está expressa na lei Nº 9.433 de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, propondo a descentralização da gestão dos recursos hídricos com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades em geral.

No Brasil, a construção de grandes barramentos para a geração de energia hidrelétrica está intrinsecamente associada às políticas governamentais a partir da Era Vargas e se caracterizaram inicialmente por uma mudança de modelo, requerendo a atenção das ações públicas para o setor urbano e industrial, com maciços investimentos na indústria de base. Como exemplo desse modelo pode-se citar a construção da CSN, em 1941 e da CVRD, em 1942, bem como da infraestrutura para geração de energia a partir da criação da CHESF, em 1951, e da PETROBRAS, em 1953. Os investimentos no setor industrial seguem com a política de Juscelino Kubistchek que inaugura o plano de METAS objetivando a internacionalização da economia brasileira.

2.3.1 A produção de energia hidrelétrica no Brasil: Contextualização e problemática

A partir da Segunda Revolução Industrial, a crescente necessidade de energia foi suprida pela exploração do petróleo. Mas, pelo menos até os anos 70, havia uma extrema

polarização da produção em países subdesenvolvidos do Oriente Médio, que usavam essa fonte energética como força de pressão política e estratégica em relação aos países ricos. Prova incontestável dessa situação foi o uso político dos “choques do petróleo” nos anos 70, obrigando a elevação dos preços do petróleo, e ao mesmo tempo possibilitando o investimento em outras fontes energéticas.

O Brasil, assim como o México e Argentina, vivenciou sua consolidação industrial no período posterior a Segunda Guerra Mundial (fase da internacionalização da economia), decorrente da abertura ao capital internacional, necessitando desenvolver a economia de base e oferecer o suporte necessário à instalação de indústrias. O planejamento estatal foi crucial nesse sentido, pois vários planos de desenvolvimento econômico se processaram na segunda metade do século XX. Os mesmos constituíam-se em estratégias do governo brasileiro em permitir investimentos em setores considerados estratégicos para a consolidação da atividade industrial.

Um novo impulso à industrialização foi dado com a ascensão de Juscelino Kubitschek ao poder e o Plano de Metas por ele adotado. Aprofunda-se a intervenção do Estado na economia, com duas diferenças importantes em relação às experiências anteriores: a motivação principal já não é o combate à dependência externa e a defesa da intervenção não se apoia no nacionalismo. Ao contrário, a importância do capital estrangeiro para o financiamento da industrialização brasileira é explicitamente reconhecida. Em mais uma rodada de avanço no reforço das bases técnicas indispensáveis ao planejamento governamental, o Programa de Metas tirou proveito dos trabalhos conduzidos pelo Grupo Misto BNDE-CEPAL e manteve o foco de suas atenções na remoção dos pontos de estrangulamento da economia, mediante investimentos na melhoria da infraestrutura e fortalecimento das indústrias de base, expandindo o alcance da política industrial para promover o desenvolvimento das indústrias produtoras de máquinas e equipamentos e da indústria automobilística (REZENDE, 2010, p. 09).

Os investimentos do Plano de Metas atingiram, dentre as várias áreas de base, o setor de energia que contemplava o maior percentual dos recursos. Para Kon (1994), o setor de energia era planejado e 43,4% do total do investimento seriam aplicados na elevação da capacidade de geração de energia elétrica, produção de carvão mineral e produção e refinação de petróleo.

Com o Regime Militar vieram planos econômicos que atendessem a demanda por investimentos no setor de energia, já que a indústria ainda era concebida como a propulsora do desenvolvimento do país. Assim foram criados o I Plano Nacional de Desenvolvimento (I PND – 1972/74) e o II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND – 1975/79).

O auge da expansão do setor elétrico ocorreu com o lançamento do II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), lançado em 1974, fase em que a periferia nacional é acionada para participar do processo de industrialização a partir de investimentos direcionados à exploração de recursos naturais em torno da montagem da indústria de bens de capital. É a partir do planejamento e investimento estatal que foram edificadas as grandes hidrelétricas, como UHE Sobradinho (1979), UHE Itaparica (1988), UHE Tucuruí (1984) e a binacional UHE Itaipu (1984) (WERNER, 2011, p. 02).

Os anos 70 foram marcados por uma grave crise energética a nível mundial, com a primeira grande crise do petróleo. Isso fez com que os países centrais fossem em busca de novas formas de gerar energia já pensando em como substituir a falta de petróleo. Com isso, os países com potencial em outras fontes começaram a ser alvo de estudos e implantação de formas “renováveis” de geração de energia.

No Brasil, a Eletrobrás foi responsável por desenvolver um estudo aprofundado sobre o potencial hidrelétrico, análise dos rios e bacias hidrográficas. Como nosso país é rico em água doce e rios com grande volume de água e quedas suficientes para gerar energia elétrica, a conclusão do estudo foi um mapeamento detalhado de onde se poderiam construir usinas hidrelétricas (MOVIMENTO DOS ATINGIDOS POR BARRAGENS, 2011).

A orientação que tomou a política energética a partir do II PND procurou privilegiar a substituição do petróleo por outras fontes de energia, principalmente hidrelétrica, ao mesmo tempo em que buscou ampliar sua exploração e a produção doméstica. Outras fontes de geração de energia, tais como xisto, carvão e nuclear, foram objeto de projetos específicos.

Com o II PND, a política energética brasileira privilegiou fontes que viessem auxiliar o processo de desenvolvimento industrial, bem como substituir, mesmo parcialmente o petróleo em alguns setores da economia brasileira. Assim a energia hidrelétrica passou a receber investimentos do governo para ampliar a geração de eletricidade como demonstra a

tabela 2.1. Percebe-se portanto, que a ampliação da produção de eletricidade atenderia a demanda dos ramos industriais priorizados, como o setor automobilístico e de comunicações.

Tabela 2.1 – Investimentos previstos para infraestrutura pelo II PNB

SETORES	US\$ MILHÃO	%
Energia	30.776	44
Elétrica e nuclear	18.676	27
Petróleo, carvão e gás.	12.100	17
Transportes	27.338	39
Ferrovias	6.875	10
Construção naval	3.656	5
Rodovias	8.125	12
Portos	1.538	2
Transporte aéreo	1.375	2
Reparo naval	119	0
Outros	5.650	8
Comunicações	12.268	17
Telefonia	8.313	12
Correios	1.330	2
Outros	2.625	4
Total	70.381	100

Fonte: BNDES (1974).

Para Pinto (2004), a energia hidrelétrica verificou-se como a alternativa prioritária, em vista dos custos, da geração de empregos e do desenvolvimento regional. Esses aspectos devem-se ao fato de o sistema elétrico brasileiro, desde as suas origens, ter sido concebido em operação solidária, o que implicava necessariamente deslocar para a esfera federal a coordenação da expansão dos sistemas.

Como se observa na tabela 2.2 ocorreu aumento não apenas da potência instalada de energia elétrica, mas também grande elevação do consumo, que entre 1974 e 1979, período de vigência do II PND, aumentou em 75%. Para garantir a manutenção da frota de veículos e contribuir com os níveis de crescimento da indústria automobilística e ainda reduzir a dependência externa do petróleo, investiu-se na produção e refino do mesmo.

Tabela 2.2 - Metas de investimento em energia no II PNB

FONTES	1974	METAS PARA 1979	AUMENTO ENTRE 1974 E 1979(%)
Energia elétrica			
Potencia instalada (GW)	17,6	28,0	59
Consumo (TWh)	61,0	107,0	75
Petróleo			
Capacidade de refino (mil barris/ dia).	1.020,0	1.650,0	62
Investimento em Exploração e produção (Cr\$ bilhões de 1975)	2,2	8,0	264
Investimento total (Cr\$ bilhões de 1975)	26,0	56,0	115

Fonte: PINTO, 2004.

2.3.2 A bacia do rio São Francisco e a construção de grandes hidrelétricas.

As usinas hidrelétricas do rio São Francisco integram o subsistema Nordeste que agregados aos demais subsistemas constituem o Sistema Interligado Nacional (SIN), que trata da produção e transmissão de energia elétrica. Complementa esse subsistema as usinas térmicas presentes na região Nordeste.

As hidrelétricas em operação na bacia do São Francisco são fundamentais para o atendimento do subsistema Nordeste, representando a base de suprimento de energia da região, cujo potencial já está exaurido. (...) Como o potencial não explorado na Bacia não traz acréscimos significativos em termos de energia, os planos de expansão e operação do setor elétrico incluem a diversificação da matriz energética para atendimento do subsistema, através da utilização de fontes térmicas (gás natural e combustíveis alternativos) e do aumento da capacidade de importação de energia de outros subsistemas do Sistema Interligado Nacional, com a construção de linhas de transmissão. Ressalte-se que com o crescimento dos usos múltiplos na bacia, a tendência atual é que haja uma diminuição da

disponibilidade de energia nas usinas localizadas na bacia do rio São Francisco, como já vem sendo considerado no planejamento da operação e da expansão do setor elétrico (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004a, p. 43 e 44).

No Nordeste, a produção de hidreletricidade se iniciou no rio São Francisco. O empreendedor Delmiro Gouveia, aproveitando as águas da cachoeira de Paulo Afonso, construiu a usina de Angiquinho que foi inaugurada em 1913 para atender a fábrica da pedra, de sua propriedade, para produção de linhas. A partir da criação da CHESF em 1948, foram construídas várias usinas hidrelétricas.

Bermann (2007) identifica vários problemas ambientais decorrentes das usinas hidrelétricas, destacando: alteração do regime hidrológico, comprometendo as atividades a jusante do reservatório; comprometimento da qualidade das águas, em razão do caráter lântico do reservatório, dificultando a decomposição dos rejeitos e efluentes; assoreamento dos reservatórios, em virtude do descontrole no padrão de ocupação territorial nas cabeceiras dos reservatórios, submetidos a processos de desmatamento e retirada da mata ciliar; emissão de gases de efeito estufa, particularmente o metano, decorrente da decomposição da cobertura vegetal submersa definitivamente nos reservatórios; aumento do volume de água no reservatório formado, com consequente pressão sobre o solo e subsolo pelo peso da massa de água represada, em áreas com condições geológicas desfavoráveis (por exemplo, terrenos cársticos), provocando sismos induzidos; problemas de saúde pública, pela formação dos remansos nos reservatórios e a decorrente proliferação de vetores transmissores de doenças endêmicas; e dificuldades para assegurar o uso múltiplo das águas, em razão do caráter histórico de priorização da geração elétrica em detrimento dos outros possíveis usos como irrigação, lazer, piscicultura, entre outros.

Devido à inserção da bacia do rio São Francisco em áreas topograficamente favoráveis ao longo do canal fluvial foram construídas barragens (Figura 2.1), promovendo a regularização da vazão, com o propósito de geração de energia com a instalação de usinas hidrelétricas. Esse fato permitiu modificações à dinâmica ambiental não somente localmente, mas também nas áreas a montante e a jusante como é o caso do estuário, base empírica do presente trabalho.

Na investigação realizada por (GENZ, 2006, p. 03) sobre os efeitos da barragem Pedra do Cavalo sobre a circulação estuarina do rio Paraguaçu (BA), constatou que “as

barragens tem consequências marcantes, pois além de alterar fortemente o tempo de resposta da vazão, também mudam a quantidade de sedimento e matéria orgânica e inorgânica liberadas para jusante, uma vez que a retenção de sedimentos nos reservatórios pode ser grande, a depender das características do regime hidrossedimentológico”.

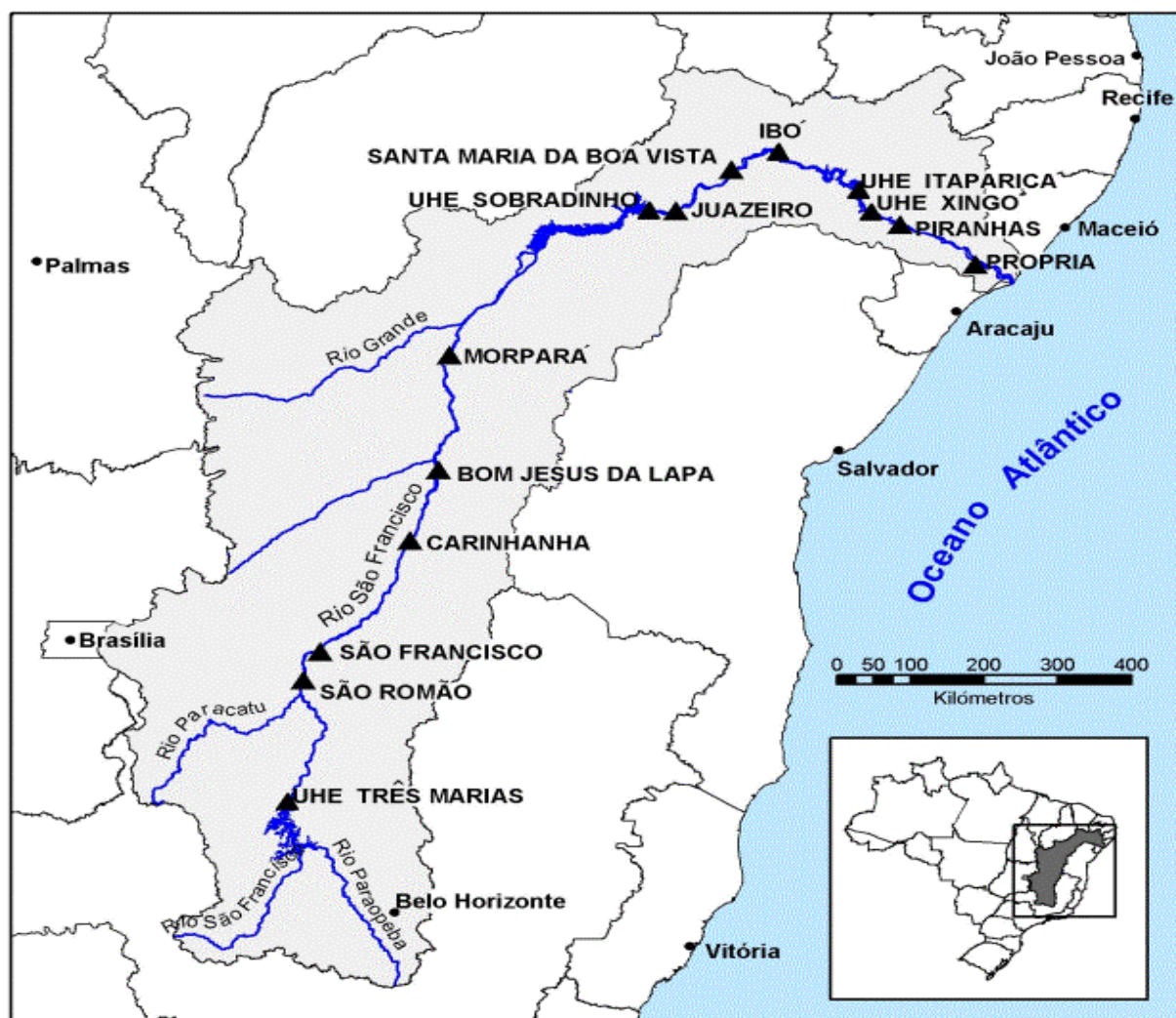


Figura 2.1- Hidrelétrica (UHE's) e postos fluviométricos do rio São Francisco.
Fonte: ANA, 2004b.

Torna-se necessário compreender que as ações impactantes do homem ao longo da bacia e seu rebatimento sobre a organização produtiva no estuário do rio São Francisco, estão intimamente associados, não somente pelas mudanças na interação entre a dinâmica fluvial e os vários elementos que compõem o ecossistema, mas também por reduzir o aporte

de nutrientes para os peixes e crustáceos e interferir na vazão e respectivas cheias, que inundavam as várzeas, ambientes importantes para o sistema natural, bem como para reprodução social das comunidades locais. Nesse sentido, muitos problemas foram gerados nas várzeas inundáveis com a construção dos barramentos (Quadro 2.1).

Quadro 2.1 Problemas ambientais decorrentes dos barramentos na área marginal.

ÁREA MARGINAL (VÁRZEAS INUNDÁVEIS)
Extinção das lagoas marginais devido à falta de alimentação de águas durante as cheias. Nas enchentes as lagoas eram abastecidas de águas, sedimentos e nutrientes, fertilizando o solo e repondo os alimentos para a ictiofauna. Os solos enriquecidos das várzeas e lagoas eram utilizados tradicionalmente para o plantio do arroz.
Inviabilização da agricultura tradicional nas lagoas e várzeas As populações ribeirinhas, antes da construção das barragens, utilizavam-se da agricultura de vazante, no período de seca, feita sobre o húmus deixado pelo rio após as cheias. Atualmente, essas populações dependem, para sua subsistência, da chuva ou da irrigação, sendo que a grande maioria não tem acesso a esta última.
Mudanças no ciclo reprodutivo da ictiofauna Interrupção da utilização das lagoas marginais, como parte do ciclo reprodutivo, da sua condição de “berçários” reprodutores das espécies nativas. As águas calmas e ricas em nutrientes favoreciam o abrigo e alimento para inúmeras espécies no período da reprodução. Tradicionalmente, a pesca era fácil e abundante, durante todo o ano e, particularmente no período de vazante, após as cheias.

Fonte: Adaptado de Fontes, 2002.

A interferência no processo sedimentológico a partir da construção de barragens também foi objeto de estudo de MEDEIROS *et al*, (2007, p. 220), no estuário do rio São Francisco, onde ele afirma que: “De uma maneira geral, direta ou indiretamente, a regularização da vazão é a maior responsável pela alteração do balanço hídrico e sedimentar

do ecossistema. A redução na hidrodinâmica induz maior sedimentação do MPS dentro do rio, erosão das suas margens e assoreamento, como também a erosão costeira, graças à perda do equilíbrio de energia entre o rio e o mar e a perda de reposição de sedimentos fluviais na costa”. O quadro 2.2 oferece informações que permitem mensurar a disponibilidade hídrica da Região Hidrográfica do São Francisco em relação ao Brasil.

Quadro 2.2 - Disponibilidade de água na Região Hidrográfica do São Francisco

Região Hidrográfica	Pop. (hab)	Área (km ²)	Q _m (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q (L/s.km ²)	R ₉₅	P (mm)	Q (mm)	ETr (mm)	ETr/P (%)
São Francisco	12.823.013	638.323	3.037	1.077	4,8	0,36	1.036	150	886	86
Brasil	169.542.392	8.532.770	160.067	77.873	18,8	0,48	1.800	592	1.208	67
Região hidrográfica	Unidade de referência para o PNRH									
Área (km ²)	Área de contribuição em território brasileiro									
Q _m (m ³ /s)	Vazão média natural de longo termo									
Q ₉₅ (m ³ /s)	Vazão excedida 95% das vezes. Denominada vazão crítica de referência e adotada como disponibilidade hídrica.									
q(L/s.km ²)	Vazão específica média									
r ₉₅	Relação entre a vazão crítica de referência Q ₉₅ e a Q _m									
P _m (mm)	Precipitação média, em milímetros.									
Q (mm)	Vazão média, em milímetros									
ETr (mm)	Evapotranspiração real (estimada com base no balanço simplificado: ETr = P _m - Q _m , desprezando outras eventuais perdas e os usos consuntivos)									

Fonte: MMA, 2006.

Na publicação Caderno da Região Hidrográfica do São Francisco do Ministério de Meio Ambiente de 2006, aponta-se que o Plano de Recursos Hídricos conforme definido na Lei nº 9.433/1997 implica numa avaliação da situação atual dos recursos hídricos, na análise da evolução do desenvolvimento, inclusive dos padrões de ocupação do solo, na elaboração do balanço entre disponibilidades e demandas, com identificação de conflitos, no estabelecimento de metas de racionalização do uso e aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis, em proposição de criação de áreas sujeitas a restrição de uso, entre outros.

Segundo o MMA (2006) o CBHSF, considerando a avaliação apresentada pelo PBHSF, que indicou como alocável 380 m³/s, decidiu pelos seguintes aspectos:

- A vazão média diária de 1.300 m³/s foi adotada como a vazão mínima ecológica para a foz do rio São Francisco, enquanto que a vazão média anual de 1.500 m³/s foi adotada como a vazão remanescente na foz. Esses valores foram confirmados, provisoriamente, na Deliberação CBHSF nº 08/2004, até que seja feita nova revisão do Plano;

- A operação dos reservatórios do setor elétrico se constitui em um processo complexo e sujeito a contingências que podem afetar as vazões efluentes, reduzindo a disponibilidade hídrica na calha;

- A determinação das disponibilidades hídricas possui imprecisões e aproximações inerentes à avaliação de variáveis representativas de fenômenos naturais;

- A garantia da sustentabilidade da Bacia impõe que seja estabelecida uma reserva estratégica tanto para fazer face aos eventos hidrológicos críticos, como para permitir a viabilização de novos empreendimentos não previstos no horizonte do Plano; e

- Adotou, provisoriamente, como vazão máxima de consumo alocável na Bacia, o valor de 360 m³/s, constante da Deliberação CBHSF nº 08/2004. Observa-se que esse valor, mesmo inferior aos 380 m³/s propostos, também permite o atendimento de todos os consumos efetivos previstos para o horizonte do Plano Decenal.

Devido às características da bacia hidrográfica do São Francisco quanto a sua inserção em condições climáticas distintas, o período de maior vazão para o BSF corresponde ao período de menor pluviosidade para a área de estudo, pois as chuvas no estuário e entorno ocorrem no período de outono/inverno.

Em relação às condições climatológicas, o estado de Sergipe, localizado na porção oriental da região Nordeste, está sob a influência das massas de ar Tropical Atlântica (mTa) e Equatorial Atlântica (mEa) e de sistemas frontológicos que se individualizam na Frente Polar Atlântica (FPA) e nas Correntes Perturbadas de Leste (Ondas de Leste) que são decisivas na manutenção de um regime pluviométrico caracterizado por chuvas mais abundantes no período outono/ inverno. Os ventos alísios oriundos do centro de alta pressão do Atlântico Sul atuam durante todo o ano, variando de SE para NE, a depender do próprio deslocamento do Anticiclone (CARVALHO e FONTES, 2007).

Essa caracterização dos sistemas climatológicos do leste de Sergipe aplica-se também ao Baixo São Francisco do Estado de Alagoas, fato que explica a distribuição e volume da pluviosidade nesta área. As chuvas frontais de outono/inverno ocorrem em toda a faixa da Zona da Mata de Alagoas e Sergipe, entre os meses de março e setembro.

2.3.3 Dinâmica do sistema fluvial e efeitos geomorfológicos e hidrológicos a jusante de barragens.

A construção de barragens e consequente modificação do regime hidrológico acarretam consequências aos sistemas ambientais a jusante do rio (PINHEIRO e MORAIS, 2010; GENZ, 2006; LIMA *et al* , 2010; BACHMAN e RAND, 2008; ROBINSON e UEHLINGER, 2008; BRANDT, 2000, 2005; GRAF, 2006; KINGSFORD e HANKIN, 2010, entre outros), como impactos sobre os processos de sedimentação e erosão, aumento da salinidade, estrutura e funcionalidade dos agroecossistemas, reorganização espacial socioeconômica local, dentre outros.

O conhecimento das características hidrológicas dos canais fluviais (GRAF, 2006) deve integrar o planejamento estratégico em bacias hidrográficas e, em especial, na formulação de propostas de desenvolvimento em regiões estuarinas, devido aos impactos da construção de barragens (CHARLTON, 2008), e influência da magnitude, da frequência e da duração da descarga líquida. Essas informações são críticas para qualquer intervenção humana num sistema fluvial (MANYARI, 2007).

Em trabalho realizado por Genz (2006) sobre as modificações hidrológicas oriundas da construção da barragem Pedra do Cavalo/BA e regularização da vazão verificou-se a interferência na dinâmica da região estuarina do rio Paraguaçu, tendo em vista a redução das vazões médias mesmo em período de cheias, bem como o reflexo da propagação de marés de sizígia e quadratura, inclusive na modificação dos índices de salinidade do estuário.

Ainda segundo o referido autor, o impacto da Barragem Pedra do Cavalo sobre o regime hidrológico do estuário do Rio Paraguaçu está associado à tática operacional dos usos do reservatório e aos dispositivos de descarga. A inexistência de um dispositivo de descarga

de fundo limita a liberação de vazões baixas, compatíveis com o período de estiagem. Esta limitação associada à operação de fechamento das comportas levou ao grande número de vazões nulas ocorridas até 1997. As reduções nas vazões mensais no período úmido do Recôncavo foram decorrentes das regras operacionais adotadas pela EMBASA e poderiam ter sido evitadas com a abertura permanente de uma comporta.

Noutro trabalho que também avalia a circulação e mistura em estuário, nesse caso no rio Jacuípe, decorrente do impacto ocasionado pela construção da barragem de Santa Helena no litoral norte da Bahia, Lima *et al* (2010) constatou que as condições variadas de descarga fluvial e altura de maré permitiram o registro de diferentes situações de fluxo e mistura no estuário.

De modo geral, observou-se que em sizígia a coluna d'água se mantém bem misturada e, em quadratura, parcialmente misturada. Devido à menor capacidade de mistura em quadratura, formam-se bolsões de água salgada, com elevado gradiente vertical de salinidade, em depressões topográficas nos primeiros 6 km do estuário.

Sobre as consequências dos barramentos para o regime hidrológico do estuário, Pinheiro e Moraes (2010), em estudo realizado no rio Catu/CE, averiguaram que os barramentos representavam fator de pressão, promovendo a degradação ambiental e comprometendo a capacidade de suporte do estuário, promovendo a diminuição da vazão de água doce, contribuindo para a hipersalinização.

O aproveitamento das águas fluviais, com o fechamento de um rio para a formação do reservatório, assim como o aproveitamento da planície de inundação, através de obras de canalização, está associado à geração de uma série de alterações fluviais, com repercussões na zona costeira. A construção de barragens em vales fluviais, sejam elas através de processos naturais ou antrópicos, rompe a sequência natural dos rios em três áreas distintas: na parte a montante da barragem, o nível de base local é levantando, alterando a forma do canal e a capacidade de transporte sólido (...). Isso ocasiona o aumento de sedimentos no reservatório, modificando o seu tempo útil, mudanças na qualidade da água armazenada e na biota local. Na parte jusante do reservatório, o regime do rio sofre modificações, devido ao controle artificial das descargas líquidas e de sedimentos. Com isso acarreta o aprofundamento do rio podendo causar significativas mudanças na foz (PINHEIRO E MORAIS, 2010, p. 239 e 240).

Os estudos nessa perspectiva apontam para a preocupação com impactos que a construção de barramentos e a consequente regularização da vazão promovem a jusante do canal fluvial. Esses impactos nos sistemas ambientais (MANYARI, 2007) e na sustentabilidade ambiental dos ecossistemas (PINHEIRO E MORAIS, 2010) funcionam como indicadores de pressão para as atividades socioeconômicas do estuário, desestruturando, especialmente quando se trata das tradicionais formas de uso e ocupação desse espaço (RAHMAN *et al*, 2011; VARGAS, 1999; RAMOS, 1999) e reestruturando e configurando novas formas de uso dos recursos e de produção de bens agrícolas.

A carga de sedimentos do canal fluvial é alterada devido aos barramentos construídos funcionarem como indicador de pressão (GUIMARÃES, 2004; GENZ, 2006) e como obstáculos ao material em suspensão, ocasionando problemas no baixo curso do rio. Várias alterações de ordem geomorfológica permitem mudanças às características de sedimentação (SILVA *et al*, 2010; CHARLTON, 2008) e erosão marginal ao canal (CASADO *et al*, 2000; FONTES, 2002; GUERRA E CUNHA, 2011).

A retenção de sedimentos pelos barramentos e a regularização da vazão introduzem novas configurações a dinâmica e a morfologia da foz (OLIVEIRA *et al*, 2010; OLIVEIRA, 2003; FELIPPE *et al*, 2008), bem como ao litoral adjacente (CUNHA, 2011; MEDEIROS *et al*, 2007).

Diante das transformações a dinâmica do ambiente estuarino decorrentes dos fluxos de vazão e sedimentos no canal fluvial, os ecossistemas situados a jusante, como a mata ciliar (GORDON E MEENTEMEYER, 2006), bem como a organização socioeconômica e ambiental também são impactados pelas novas condições impostas aos múltiplos usos dos recursos no ambiente estuarino (BACHMAN e RAND, 2008; ROBINSON e UEHLINGER, 2008) e a elevação dos níveis de salinidade (NEJAD *et al*, 2010; GUTIÉRREZ-ESTRADA *et al*, 2007; KINGSFORD e HANKIN, 2010; OLIVEIRA, 2003; OLIVEIRA *et al*, 2008; MEDEIROS *et al*, 2008; ALMEIDA e SILVA JUNIOR, 2007; FADURPE, 2011).

Em trabalho realizado por Rahman *et al* (2011), sobre o delta do rio Ganges em Bangladesh, verificou-se que a construção da barragem de Farakka e consequente desvio de águas para o rio Hugina Índia, interferia no regime de vazões do rio, diminuindo de forma significativa a vazão, provocando a entrada mais frequente e substancial de água do mar no rio aumentando a salinidade de águas superficiais e subterrâneas especialmente na estação

seca, modificando a agrobiodiversidade (espécies frutíferas e arroz), bem como a oferta de pescados. O estudo foi realizado em três aldeias, Putia em Kaliganj sub-distrito de Satkhira, Srifaltala em Rampal, no sub-distrito de Bagerhate Hogolbunia e em Batiaghata sub-distrito de Khulna, na Divisão Khulna em Bangladesh, selecionadas com base em seus sistemas agrícolas e níveis de salinidade.

O aumento da salinidade na área costeira em Bangladesh teve impactos negativos significativos sobre o total da agro-biodiversidade. A invasão dos viveiros de camarão perto das áreas aumentou os níveis de salinidade, causando impactos como a diminuição da quantidade e qualidade das variedades de arroz nativo. O cultivo de alto rendimento, as variedades de arroz tolerante ao sal foram aumentadas em relação às variedades de arroz indígenas, exceto em Hogolbunia. Diversas variedades de inverno e verão de legumes, que eram abundantes algumas décadas atrás, agora estavam ausentes ou raros, tanto em termos qualitativos e quantitativos, devido à intrusão salina. Em algumas áreas, a diversidade de árvores frutíferas aumentou devido aos programas de florestação costeiras por organizações governamentais e não-governamentais, mas, apesar destes programas muitas espécies de árvores desapareceram (RAHMAN *et al*, 2011, p. 466).

Os trabalhos acadêmicos nessa perspectiva, ou seja, relacionando a rizicultura com a questão ambiental na Ásia é de suma importância, não apenas pelo arroz se constituir como alimento básico neste continente, mas também por se caracterizar como cultura produzida em pequenas e médias propriedades em planícies inundáveis e em deltas, utilizando técnicas tradicionais (milênas). Ressalta-se ainda a importância econômica e social para as populações de baixa renda, especialmente para o sul e sudeste da Ásia. Esse entendimento fica mais claro ou mais complexo, quando percebemos a bacia fluvial como um sistema, onde se apresenta com uma estrutura e uma funcionalidade que pode ser alterada a partir de externalidades ou até mesmo de ações internas ao sistema.

Para Charlton (2008), os impactos da regulação do fluxo em um determinado sistema fluvial são dependentes de vários fatores, incluindo o número e tamanho das barragens, a distância a partir de um represamento a jusante e a proporção da área da bacia de drenagem a montante, que é regulada. O tipo de operação, por exemplo de geração de energia hidrelétrica, também é significativo. Um dos principais efeitos é a redução dos picos de inundação, que desempenham um papel vital no ciclo de vida de muitas espécies. A jusante de usinas hidrelétricas o fluxo pode variar consideravelmente em apenas algumas horas.

2.4 Espaço e sustentabilidade(s): pressupostos para a compreensão da organização, estrutura e dinâmica dos agroecossistemas.

2.4.1 As bases históricas da discussão sobre sustentabilidade

Somente na segunda metade do século XX é que ocorre a primeira Conferência Global Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, evocando a emergência da discussão de um desenvolvimento que levasse em conta os limites e tempo de renovação dos recursos naturais e o comprometimento com as gerações vindouras quanto à disponibilidade e uso dos mesmos. Essa discussão permeou a Conferência de Estocolmo na Suécia, ocorrida no início dos anos 1970, na qual foram debatidas questões sobre meio ambiente e desenvolvimento, alertando para os problemas ambientais globais ocasionados pelo atual modelo de desenvolvimento urbano-industrial.

Em 1987 foi publicado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) da ONU o relatório Brundtland (Nosso Futuro Comum), que procurava conciliar o desenvolvimento econômico e a conservação dos recursos naturais e afirmava que a definição sobre desenvolvimento econômico consistia num processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão de acordo com as necessidades atuais e futuras.

O Relatório da Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento-CMMAD (1988), também denominado Relatório Brundtland ou “Nosso Futuro Comum”, chama a atenção para o drama das proporções assumidas pela crise do modelo de desenvolvimento adotado, alertando para a possibilidade de um futuro ameaçado. No entanto, a ênfase que assume na percepção da relação homem-natureza e a gestão dos recursos fazem parte de princípios do paradigma neoliberal (SILVA, 1998).

Para Pelizzoli (2002), a linha de pensamento da conferência de Estocolmo e de outras seguintes primou pelo desenvolvimento da tecnologia e da economia para resolver problemas socioambientais. Traz à tona o debate sobre o desenvolvimento sustentável, na esteira de programas de busca de eficiência empresarial, qualidade total e inserção social. Não questiona radicalmente o modelo civilizatório, a matriz econômica e a divisão desigual da renda.

Segundo Martins (2001), no Seminário de Founex (1971), preparatório para a Conferência de Estocolmo, evidenciou-se que não deve haver uma contradição absoluta entre desenvolvimento e meio ambiente, porque este é um tema de preocupação tanto dos ricos como dos pobres e que a degradação ambiental está relacionada com os problemas sociais.

A Conferência sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente ocorrida no Brasil (RIO-92) concentrou discussões em torno da avaliação das decisões de Estocolmo e estabeleceu perspectivas futuras quanto à contribuição dos países para a conservação dos recursos e a melhoria das condições de vida da população.

Nessa ocasião vários documentos foram aprovados: a Declaração do Rio, Convenção Sobre Alterações Climáticas; Convenção Sobre Biodiversidade; Declaração Sobre as Florestas; e a Agenda 21. Este último tratava da definição de metas para o estabelecimento de políticas que destacassem o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida das populações.

O impostergável processo de redefinição epistemológica do termo desenvolvimento sustentável começou quase imediatamente após o término da Rio 92. Com a questão social recrudescendo primeiramente a partir do Leste Europeu e avançando por todo o mundo, passou-se a pensar o desenvolvimento em termos da necessidade de redução das desigualdades sociais e da superação da pobreza no mundo, como estratégia de alívio das tensões sociais globais (RUA, 2007, p. 29).

Em 1997, vários países se reuniram em Kioto, no Japão, para discutir os efeitos da degradação ambiental sobre as condições climáticas do planeta, sendo elaborado um protocolo que estabelecia limites à emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa global. Alguns países desenvolvidos encontraram saídas de emergência, introduzindo no protocolo o

comércio de emissões de carbono (UREs) com os países periféricos, passando o saldo ou créditos de carbono aos países ricos.

Em 2002, na África do Sul, uma nova conferência global, conhecida como Cúpula Mundial Sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+ 10), avaliou a execução e o alcance das metas estabelecidas na Agenda 21 com a Rio 92. Entre os temas discutidos, mereceram destaque o uso da energia, saneamento básico, subsídios agrícolas, AIDS, diversidade biológica e pobreza.

Para Rua (2007), na conferência Rio+10, o termo desenvolvimento sustentável foi utilizado com um novo significado. Os critérios para “desenvolvimento” adotados em Joanesburgo passaram a ser os de equidade social, erradicação da pobreza, precaução, participação popular, responsabilidades comuns, porém diferenciadas, e o novíssimo conceito de governança, apontando claramente para o reconhecimento de novos interlocutores localizados na esfera pública não estatal, cujo agente principal era a sociedade civil organizada, para além dos Estados nacionais.

Cavalcanti (1996) destaca que um grande esforço se faz hoje para entender com rigor de que forma a questão ambiental deve ser incorporada à análise dos problemas sociais, tornando-os sujeitos a condicionamentos que têm sido persistentemente ignorados. Por “questão ambiental” aqui se entende não o discurso sobre o “verde” - que salienta o caráter de amenidade do ecossistema - e sim o problema da base biofísica, de matéria e energia, em que se assentam a vida e a sociedade.

Para Carmo (1998), na atualidade a banalização dos termos sustentabilidade, meio ambiente e ecologia pode mascarar a seriedade necessária ao manuseio e operacionalidade dessas terminologias, levando a uma vulgarização inconsequente da chamada questão ambiental. Os problemas da natureza têm de ir além de um modismo, mesmo que consequente e catastroficamente impressionável.

Para Leff (2001) fica evidente a necessidade de se estabelecer formas mais sustentáveis na relação homem-natureza. Assim, os desafios do desenvolvimento sustentável se fundamentam na necessidade de formar capacidades para orientar um desenvolvimento com bases ecológicas, de equidade social, diversidade cultural e democracia participativa.

Souza e Leitão (2000) afirmam que o conceito de “desenvolvimento sustentável” é empregado muitas vezes, como a existência de condições ecológicas necessárias para dar suporte à vida humana em um nível específico de bem-estar através de futuras gerações. Todavia, esta visão compreende o conceito de “sustentabilidade ecológica” e não de “desenvolvimento sustentável”. Na realidade, a “sustentabilidade ecológica” ou a “insustentabilidade da interação Homem-Natureza” é influenciada pelas conjunturas sociais e ecológicas.

Portanto, quando se evoca a necessidade de práticas mais sustentáveis em relação à utilização dos recursos naturais, em especial dos usos múltiplos das águas do rio São Francisco e dos recursos, pretende-se identificar a importância que os mesmos representam para o equilíbrio ecológico, bem como para a reprodução e manutenção dos estoques pesqueiros e dos sistemas agrícolas adjacentes, tão significativos para a população local. A insustentabilidade em áreas do estuário no Baixo São Francisco é notória e preocupante, necessitando rediscutir formas mais sustentáveis de ocupação e uso desse espaço.

2.4.2 O ideal da sustentabilidade numa perspectiva multidimensional e integrada dos agroecossistemas.

Na concepção de Sachs (1993), a sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável deve atender um conjunto de dimensões que integradas podem favorecer a melhor compreensão da proposta por esse ideal. Assim ele estabelece as seguintes dimensões da sustentabilidade:

- sustentabilidade social - preocupação com os direitos e redução das desigualdades sociais entre as populações;
- sustentabilidade econômica - gestão eficiente de recursos e investimentos nos projetos de desenvolvimento;
- sustentabilidade ecológica - redução do consumo de recursos naturais e a produção de resíduos, e tecnologias limpas e poupadoras de recursos e sua adequação para a proteção ambiental;

- sustentabilidade espacial - equilíbrio entre o rural e o urbano e uma melhor distribuição do território e a preocupação com a concentração metropolitana;
- sustentabilidade cultural - respeito às peculiaridades locais, cultura e de cada ecossistema.

Segundo Ferraz (2003), o agroecossistema é a unidade básica para a análise da sustentabilidade.

Para D'Agostini & Schlindwein (2002), a construção de um conceito de agroecossistemas necessariamente tem que reintegrar o homem à natureza de forma a não percebê-lo mais como expectador privilegiado dela, abstraído, mas protagonista do diálogo (e não da tortura) que com ele deve estabelecer.

O atual modelo de desenvolvimento construído a partir da lógica da sociedade industrial, o qual é baseado na capacidade de produção e consumo de bens materiais, tem permitido uma ampla discussão sobre o uso dos recursos naturais e o estabelecimento de formas sustentáveis, tomando como referência o funcionamento equilibrado dos ecossistemas naturais, isto é, produzindo alimentos observando a estrutura e funcionamento dos agroecossistemas sustentáveis.

Conforme Ortega (2003), o desenvolvimento econômico e a agricultura atual baseados nos recursos energéticos fósseis, de natureza não renovável, portanto, são insustentáveis. Alguns ecossistemas já atingiram seus limites de exploração (por exemplo, a pesca marinha), as terras aráveis praticamente se esgotaram, as florestas deixaram de existir nos países desenvolvidos e, sob pressão destes, estão desaparecendo no mundo periférico.

A construção dessa nova consciência pressupõe entender que a “história não acabou”. O aumento da pobreza no interior do “norte desenvolvido” é a expressão viva de um sistema em crise, com reações contrárias à exportação desse modelo para o mundo subdesenvolvido pautado no domínio e exploração (MARTINS, 2001).

Sobre a exploração dos recursos, observa-se que o nível de produtividade pesqueira tem-se reduzido sensivelmente, fato este preocupante, pois várias comunidades dependem dos estoques pesqueiros para sobreviverem. No estuário do rio São Francisco várias comunidades mantêm laços de sobrevivência em relação ao manguezal. São pescadores

artesanais e catadores de caranguejo que dependem da dinâmica ambiental e do equilíbrio do ecossistema para manter a produção e consumo de produtos.

Nessa ótica, a sustentabilidade pode ser definida simplesmente como a capacidade de um agroecossistema manter-se socioambientalmente produtivo ao longo do tempo. Portanto, a sustentabilidade em agroecossistemas (ou em etnoecossistemas, para incluir a dimensão das culturas humanas no manejo dos ecossistemas agrícolas) é algo relativo (CAPORAL E COSTABEBER, 2002).

Em estudo realizado na última década sobre a pesca artesanal no Estuário da Lagoa dos Patos e complexo lagunar Mirim-Mangueira, no Rio Grande do Sul, tem-se vivenciado a franca diminuição dos estoques pesqueiros e dificuldades para a pesca e os pescadores. As razões dessa situação têm sido o uso de equipamentos predatórios e a presença de pescadores de outras regiões que exploram o ambiente com grande intensidade, tendo em vista o caráter temporal de sua permanência (GEOBRASIL, 2004).

No estudo dos agroecossistemas, a análise integrada e sistêmica condiz com a necessidade de busca do ideal da sustentabilidade envolvendo as diversas dimensões e suas interações, permitindo uma avaliação mais eficiente do sistema econômico, como se observa na figura 2.2.

Segundo Valenti (2002), a aquicultura pode ser uma alavanca de desenvolvimento social, mas pode gerar impactos sociais negativos se não houver harmonia com as comunidades locais. Os principais impactos são: o deslocamento ou eliminação de área extrativista, comprometendo o trabalho de comunidades locais; o desrespeito à propriedade comum (ex. alterações nos recursos hídricos de modo a comprometer outras atividades econômicas ou de lazer) e a descaracterização da cultura das comunidades locais. Por outro lado, os recursos naturais podem ser aproveitados de forma efetiva, com a geração de renda, criação de postos de trabalho assalariado e/ou auto-emprego.

As dimensões devem ser estudadas de maneira integrada, mas de forma hierárquica, apresentando na sua análise mais ampla a conduta do homem em relação a natureza e ao sistema econômico, representada pela dimensão ética, que estabelece as formas de apropriação e uso do espaço, diante das relações utilitaristas com a natureza.

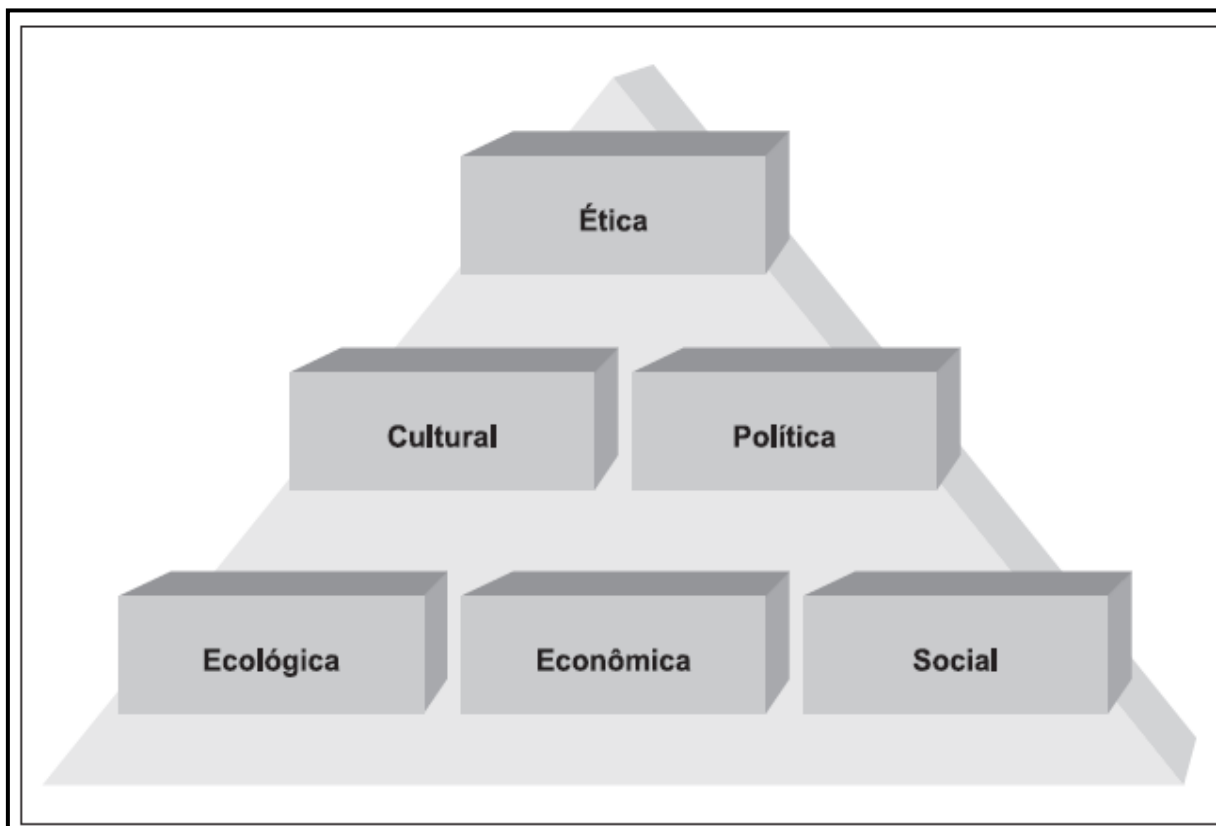


Figura 2.2. Dimensões integrantes dos agroecossistemas.

Fonte: Caporal e Costabeber, 2002.

Quem trabalha com sistemas físicos sabe que a sustentabilidade dos agroecossistemas é bem mais do que uma simples contabilidade monetária entre os custos dos insumos utilizados na produção agrícola e o rendimento final em quilos/hectare. Depende da possibilidade de abastecimento dos recursos para seu funcionamento, da eliminação dos resíduos gerados e de sua capacidade para controlar as perdas, principalmente no que diz respeito aos recursos ambientais (MARTINS, 2001).

Nessa perspectiva, Caporal e Costabeber (2002) afirmam que não importam quais sejam as estratégias para a intervenção técnica e planejamento do uso dos recursos – uma microbacia hidrográfica, por exemplo – mas importa ter em mente a necessidade de uma abordagem holística e um enfoque sistêmico, dando um tratamento integral a todos os elementos dos agroecossistema que venham a ser impactados pela ação humana.

Na análise dos agroecossistemas é imprescindível que se observe a capacidade de suporte dos ecossistemas, pois na avaliação da sustentabilidade, cabe verificar as modificações ocorridas ao meio e as consequências que elas trarão à sustentabilidade ambiental, econômica e social futuras. Na compreensão dos agroecossistemas locais cabe ainda, a identificação das várias externalidades que interferem, numa perspectiva sistêmica, na sua estrutura e funcionalidade.

2.4.3 Estrutura, funcionalidade e propriedades dos agroecossistemas.

A construção de barragens e a regularização da vazão promovem alterações aos sistemas ambientais e nas paisagens, na medida em que compromete o comportamento da dinâmica fluvial e estuarina. No entanto, cabe ressaltar que esse fato também se reflete na organização do espaço tendo em vista os impactos ocasionados à sustentabilidade dos agroecossistemas locais, bem como as condições de vida da população estuarina e entorno. Cabe, portanto, identificar e caracterizar os agroecossistemas, seus componentes, estrutura e funcionalidade.

Apesar de vários autores discutirem em seus trabalhos a importância dos agroecossistemas, (ASTIER *et al*, 2000; HART, 1985; CONWAY, 1983, 1987; MARTEN, 1988; GLIEESMAN, 2001; D'AGOSTINI, 1999; ALTIERI, 1999), percebe-se que em suas proposições há uma busca incessante em condicionar aos agroecossistemas a possibilidade de construir sistemas produtivos agrários sustentáveis, considerando a disponibilidade e uso racional dos recursos naturais para a produção.

Para Altieri (1999), os agroecossistemas apresentam-se com configurações próprias em cada região, sendo um resultado das variações locais de clima, solo, das relações econômicas, da estrutura social e da história. Dessa maneira, um estudo acerca dos agroecossistemas de uma região está destinado à produção de agriculturas comerciais como também a de subsistência, utilizando níveis altos e baixos de tecnologia, dependendo da disponibilidade de terra, capital e mão de obra.

Entre as várias formas de entendimento do agroecossistema, pode-se mencionar o pensamento de Gliesman (2001) que o entende como um local de produção agrícola, mas “compreendido como um ecossistema,” enquanto MARTEN, (1988, p. 294), define-o como um “complexo de ar, água, solo, plantas, animais, micro-organismos e tudo mais que estiver na área modificada pelo ser humano para propósitos de produção agrícola”.

No cerne da funcionalidade do agroecossistema está a capacidade de suporte dos ecossistemas, que pode ser avaliada a partir das suas propriedades (produtividade, estabilidade, sustentabilidade e equidade). Essas propriedades foram propostas por CONWAY (1983, 1987), conforme figura 2.3.

Agroecossistema é um sistema aberto, interagindo com a natureza e com a sociedade, através do desenvolvimento de um sistema alimentar sustentável, que trabalha a eficiência do processo de conversão de recursos naturais no alimento presente na mesa das pessoas. Em termos de sistemas, agroecossistemas se posicionam na interface entre os sistemas naturais e sociais, e que não somente agem como fonte de *inputs* (insumos), mas também como dreno de *outputs* (produção) (HOLANDA, 2003).

Na perspectiva de Marten (1988), no estudo das propriedades deve-se acrescentar, a autonomia, entendida como a autossuficiência do agroecossistema. Marten também diferenciou a autonomia do sistema de tecnologia agrícola¹. Vale destacar que as três primeiras propriedades dos agroecossistemas (produtividade, estabilidade e sustentabilidade) são comuns também aos ecossistemas.

¹ Para o autor, um sistema de tecnologia agrícola é um projeto para o agroecossistema, isto é, um desenho (modelo) ou imagem mental de tecnologias que cada agricultor ou comunidade usa para moldar uma determinada área. Os sistemas de tecnologia agrícola podem estar em qualquer nível de generalidade. Como regra, a tecnologia pode ser aplicada a uma grande área geográfica ou a uma larga extensão de condições ambientais e sociais, enquanto um sistema de tecnologia agrícola se aplica a uma localidade em particular. Ela integra, portanto, juntamente com as condições ambientais e dos agricultores e de suas condições sociais, a estrutura do agroecossistema.

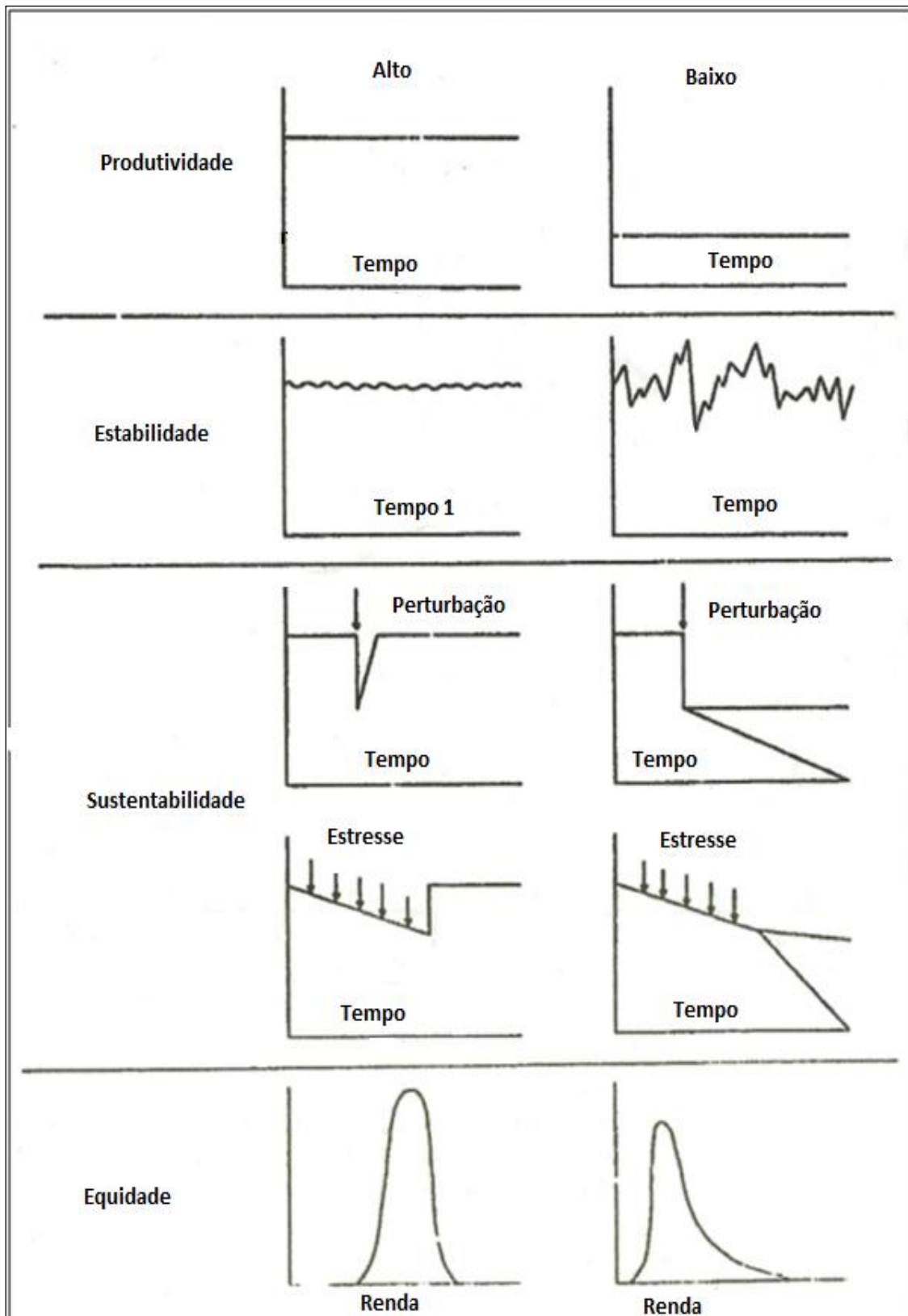


Figura 2.3 - Propriedades dos agroecossistemas.

Fonte: Conway (1983).

Cabe destacar que na proposta metodológica de estudo dos agroecossistemas, Conway (1983, 1987) define a sustentabilidade como uma propriedade que pode avaliar o sistema agrícola quando o mesmo sobre um *stress* ou perturbação contribuindo, momentaneamente, com instabilidade ao sistema. Essa propriedade determinará o grau de recuperação do agroecossistema diante do *stress* ou perturbação.

Tratando da complexidade da estrutura e funcionalidade dos agroecossistemas, deve-se, segundo D'Agostini (1999), ser considerada a modalidade de *Sistemas Adaptativos*, porque de um ponto de vista evolutivo estes sistemas “aprendem” e se adaptam no “limite do caos²”. Ademais são complexos, pois a partir de interações locais e não locais os agroecossistemas manifestam propriedades emergentes. A interação equilibrada e sustentável entre os componentes do sistema contribui para a conservação dos recursos disponíveis para a produção, pois os níveis de produtividade sustentáveis interferem diretamente na estabilidade dos agroecossistemas.

O agroecossistema apresenta-se com componentes bióticos que podem ser representados por seres vivos, que interagem com os componentes abióticos. Assim poderíamos definir subsistemas como, por exemplo, solo e água. O subsistema solo é responsável por estabelecer processos bióticos importantes como a atividade de micro-organismos, bem como promover os processos biogeoquímicos importantes para a sustentabilidade ecológica, econômica e social.

Outra discussão necessária é como delimitar os agroecossistemas, se são compreendidos como sistemas abertos e instáveis. Na definição de seus limites, podemos constatar que sua espacialidade é de certa forma arbitrária, devido à complexidade interna e a rede de conexões que os mesmos estabelecem.

No entanto, é possível identificar um limite físico, por exemplo, da propriedade familiar, além de um limite espacial, que se refere a uma rede de interações entre a propriedade e as áreas vizinhas, as áreas urbanas, o mercado, etc., e um limite cronológico

² Segundo D'agostini(1999) a expressão “limite do caos” foi cunhada por Norman Packart, para designar uma condição de sistemas complexos, cujo comportamento se encontra na fronteira entre aquele descrito por regras caóticas.

tendo em vista os períodos de maior e menor produção, dependendo do sistema de tecnologia agrícola utilizado em cada agroecossistema familiar.

Dois componentes físicos do sistema agrário, e por conseguinte dos agroecossistemas, desempenham papel crucial no desenvolvimento das atividades econômicas: o solo e a água (Figura 2.4), pois se constituem em subsistemas, sendo elementos que diretamente relacionados a compreensão da dinâmica ambiental, bem como apresentam importância para os novos empreendimentos representados pela piscicultura e culturas de irrigação e antigas formas de uso dos recursos representados pelos pescadores artesanais (familiar), catadores de caranguejo e pequenos agricultores, como é o caso dos ambientes estuarinos.

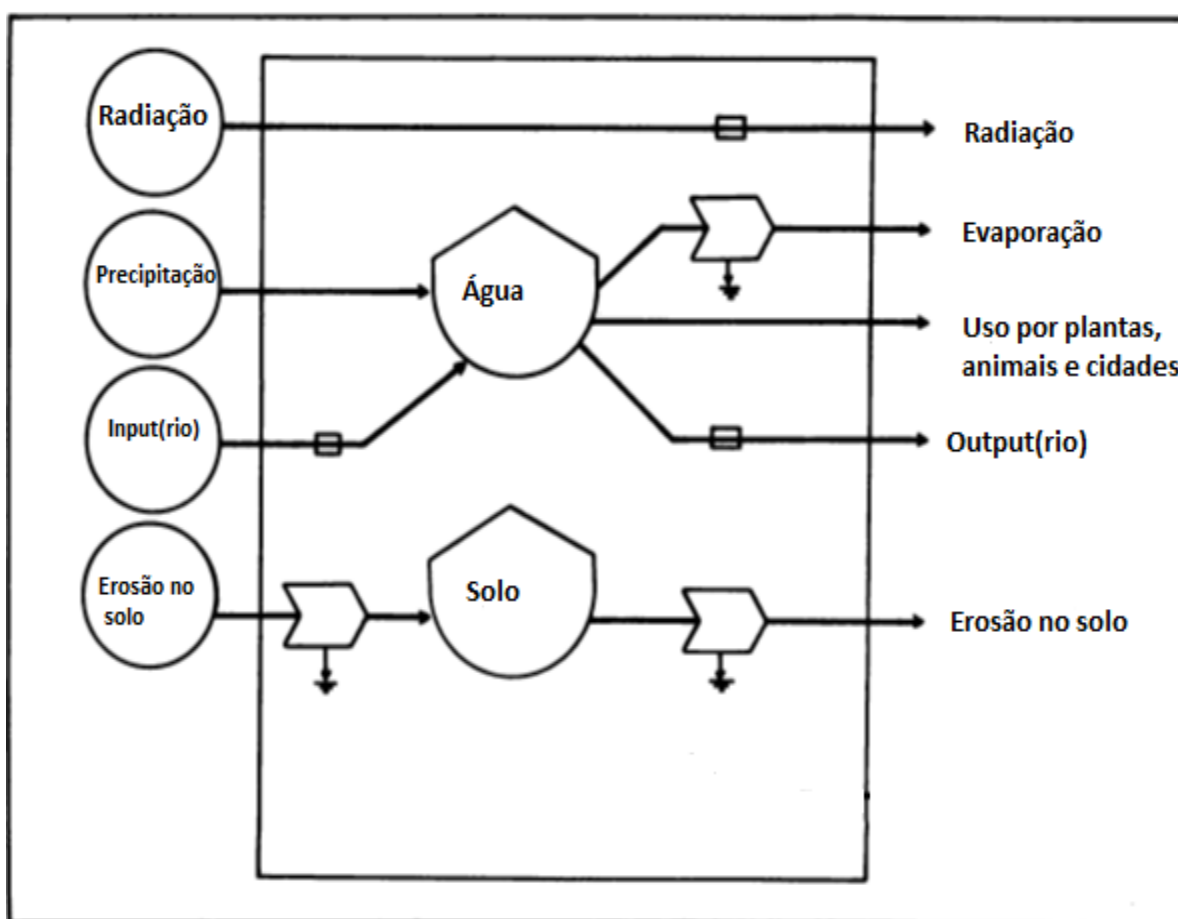


Figura 2.4 - Processos físicos em agroecossistemas.

Fonte: Adaptado de Hart, 1985.

A funcionalidade dos agroecossistemas associados aos fluxos de energia, matéria e informações entre os subsistemas indica o processamento das entradas. O processamento dessas entradas no agroecossistema vai permitir a possibilidade de saídas representadas pela produção agropecuária.

As informações que entram no sistema podem ser originadas de duas fontes principais: as informações que se associam ao processo de inovação da atividade agrícola e as informações que ocorrem entre os agricultores, os quais se encarregam de reproduzir a partir da família o conhecimento tradicional acumulado e repassado de geração a geração.

Observa-se que na análise das propriedades dos agroecossistemas é preciso focar o caráter multidimensional e inter-relacional das mesmas, pois as modificações ocorridas a uma das propriedades podem significar mudanças nas demais. As características da estrutura e função dos agroecossistemas bem como de suas propriedades podem variar no tempo e no espaço. É preciso compreender os vários mecanismos de complexidade dos ecossistemas naturais e procurar alcançar a produção, a partir da aproximação da funcionalidade dos sistemas naturais.

2.4.4 Ocupação e (des)organização do espaço.

O homem, ao longo de sua História, estabeleceu mecanismos de dominação à natureza para a utilização de seus recursos, visando a satisfazer suas necessidades materiais, quase sempre impondo condições de insustentabilidade aos ecossistemas naturais. Esse processo dilapidou os recursos naturais e impôs uma discussão ainda mais acirrada nas últimas décadas do século XX e atualmente, quanto ao estudo dos agroecossistemas, devido à lógica destrutiva das economias modernas.

Compreender os processos sociais e ambientais, a partir da análise das relações estabelecidas entre sociedade e natureza, compõe as temáticas investigadas pela Geografia desde sua origem, enquanto Ciência, muito embora o estudo integrado das questões sociais e ambientais na Geografia seja questão nova, ainda em construção. O estudo da temática ambiental não é tarefa de uma única ciência, mas sim, ponto chave para uma discussão interdisciplinar, mesmo considerando que o ambiente sempre faz parte da história da ciência geográfica desde a sua origem (SOUZA, 2011, p.793).

Para Armond e Afonso (2010), na aurora do século XXI, as transformações da sociedade contemporânea prosseguem a demandar análises cada vez mais complexas de sua conjuntura e perspectivas, principalmente em um momento em que os limites dos “avanços” da alta tecnologia e da ciência são questionados. Nesse sentido, o papel dos geógrafos na construção científica se constitui elemento fundamental na elaboração de outras racionalidades.

Um estudo elaborado em conformidade com a *geografia socioambiental* deve emanar de problemáticas em que situações conflituosas, decorrentes da interação entre a sociedade e a natureza, explicitem degradação de uma ou de ambas. A diversidade das problemáticas é que vai demandar um enfoque mais centrado na dimensão natural ou mais na dimensão social, atentando sempre para o fato de que a meta principal de tais estudos e ações vai na direção da busca de soluções do problema, e que este deverá ser abordado a partir da interação entre estas duas componentes da realidade (MENDONÇA 2001, p.124).

Falar em ambiente é falar em pessoas e suas relações, ou seja, em ética, o que, por sua vez, não é apenas falar em normas morais e comportamentos, mas também em formas de conhecimento (que são sempre relações), visões de mundo; daí a cosmologia, a ontologia e a antropologia envolvidas, a saber, visões de sentido do mundo/universo, do ser/essência e do humano/ético (PELIZZOLI, 2002).

Segundo Sachs (2004), a economia e a ética estão interligadas, desde Aristóteles, por duas questões centrais de fundo: o problema da motivação humana (como deveríamos viver?) e a avaliação das conquistas sociais. Esse autor acrescenta que as conquistas econômicas tornaram-se preponderantes, a ponto de fazer a ética ser praticamente esquecida. O desenvolvimento, distinto do crescimento econômico, cumpre esse requisito, visto que os objetivos do desenvolvimento vão bem além da mera multiplicação da riqueza material.

A importância em manter formas de utilização mais sustentáveis dos recursos tem sido discutido no âmbito das ciências que tratam com a questão socioambiental, já que se aponta para o problema do uso incondicional e irrestrito dos recursos naturais dos estuários,

bem como os impactos associados a construção de barragens e consequências à dinâmica fluvial (erosão e sedimentação).

Conclama-se no meio científico para a preocupação com que a degradação dos recursos naturais em estuários pode refletir negativamente na qualidade ambiental da região, bem como a urgência em encontrarmos alternativas sustentáveis quanto ao uso dos recursos. Evidencia-se ainda a importância do estudo da intervenção humana nos ecossistemas, os chamados agroecossistemas, tendo em vista a busca necessária pelo respeito aos limites dos recursos.

Foi, sem dúvida, nesse sentido que emergiram as contribuições de geógrafos quando da proposição da chamada Geografia Ambiental, se diferenciando das abordagens historicamente realizadas por grande parte dos geógrafos físicos e se caracterizando justamente pela busca de análises de caráter mais conjuntivo para a análise de uma contemporaneidade que demanda outras racionalidades para dar conta de sua compreensão. A emergência e significativa proliferação praticamente contemporânea dessas ‘correntes’ ambientais no interior da Geografia Física podem representar uma tendência à busca de análises mais integradas. Na verdade, apesar de rotuladas através de adjetivos, elas podem representar um retorno às abordagens da Geografia (sem adjetivos!), ciência da “relação sociedade e espaço” (aqui já compreendendo as dimensões da natureza) a partir de outros pontos de partida (ARMOND E AFONSO, 2010, p. 09).

Em relação à natureza “exterior”, há uma ética velada que diz que o homem sempre quis dominar a natureza bruta, selvagem, e transformá-la para uso com finalidade humana, mesmo quando o homem promulga a “proteção da natureza” (áreas naturais), seria para que ele viva melhor e desfrute dela; não obstante, ele quer sempre uma natureza comportada, a partir de sua estética urbana e moderna, com aquilo que ele acha benéfico e sem os seres que ele vê como maléficos. Nesse sentido, o uso de pesticidas, tanto em lavouras quanto nas casas, o uso de venenos químicos, a terra vista ao modo da indústria agrícola seriam algo perfeitamente “natural” nesse âmbito (PELIZZOLI, 2002).

Para Cunha (2004), o nível de utilização dos recursos naturais correspondia às necessidades sociais de uma economia de pequena escala e se dava a partir da disponibilidade dos recursos naturais existentes. Em geral, a atividade produtiva pautava-se na extração de recursos naturais renováveis, no caso da pesca, ou da extração de recursos vegetais em escala

pequena; as técnicas utilizadas eram, em sua maior parte, adaptadas às condições dos ecossistemas locais.

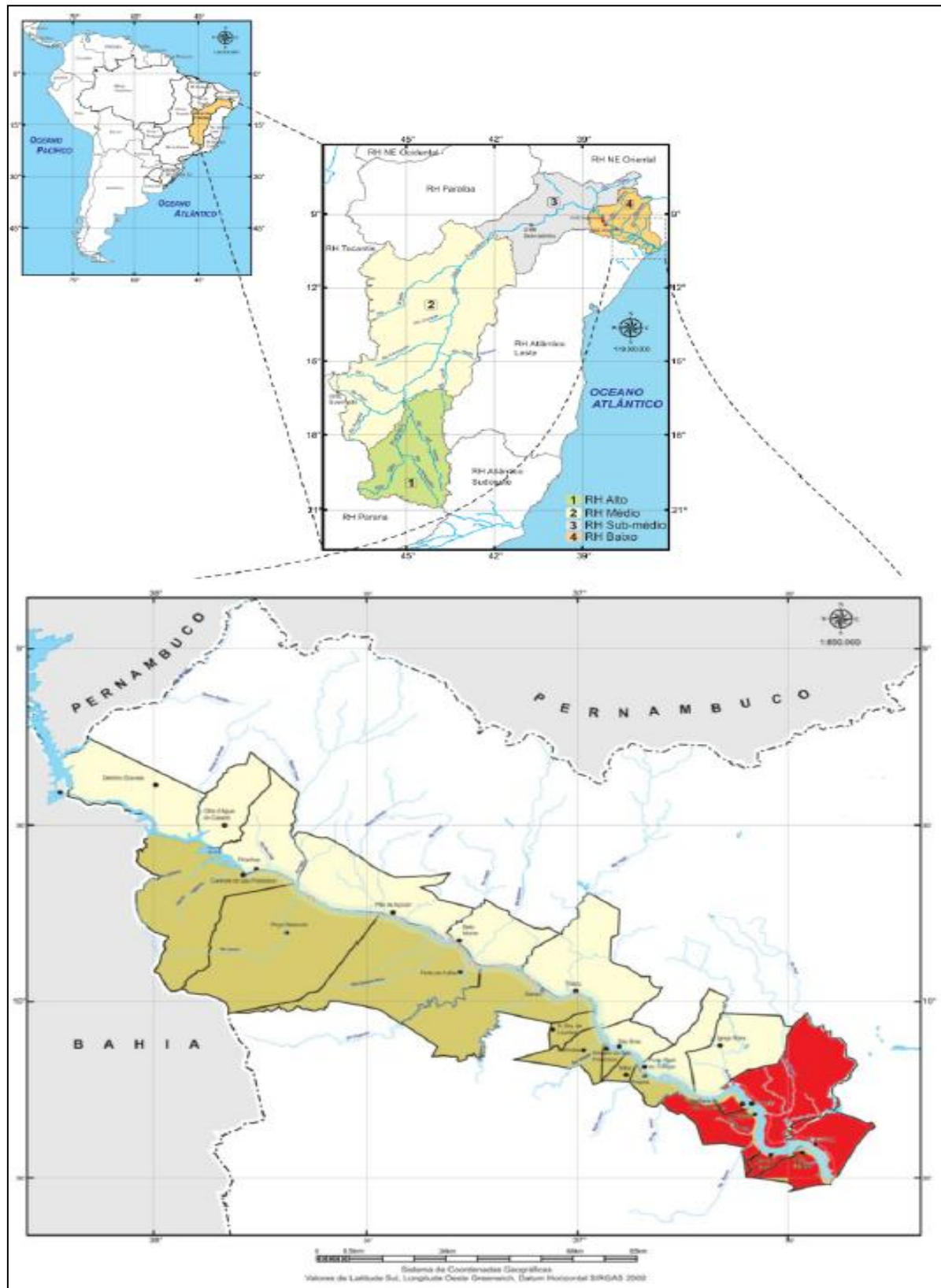
Na concepção de Morais e Melo (2013), a degradação da vida ambiental e social, resultante de um modelo de desenvolvimento perverso, vem instigando a ciência de modo geral, objetivando encontrar um ponto comum de racionalização do modelo socioeconômico vigente, problemática esta, estabelecida na relação dinâmica entre a sociedade e a natureza. O arcabouço teórico metodológico da Geografia Socioambiental vislumbra a análise da inter-relação da sociedade com a natureza e tem como proposta para equacionamento das questões resultante desta inter-relação, a convivência harmônica entre ambas. Para tanto, acredita-se que é necessário repensar a própria relação existente entre os homens, como forma de garantia para um mundo mais igualitário.

É, indubitavelmente, uma identificação inovadora da e na geografia – ambiental –, que possui sua originalidade, mas que não se coloca como excludente a nenhuma das outras possibilidades de realização do conhecimento geográfico. Nas seguintes palavras deste último autor, emprestadas de Merleau-Ponty, é possível identificar os traços mais gerais, mas não exclusivos, da perspectiva metodológica dessa corrente da geografia, em sua fase contemporânea aqui nominada corrente *socioambiental da geografia* (MENDONÇA, 2001, p.128).

2.5 Métodos, técnicas e abordagem da pesquisa.

2.5.1 Breve caracterização da área de estudo

O empírico do trabalho compreende o estuário do rio São Francisco e entorno (Figura 2.5), incorporando os municípios de Piaçabuçu e Penedo no Estado de Alagoas e os municípios de Brejo Grande, Ilha das Flores e Neópolis no Estado de Sergipe.



Figuras 2.5. Área de estudo (destaque em vermelho) em estuário e entorno do rio São Francisco.

Fonte: Adaptado de NASCIMENTO, (2013).

A bacia do São Francisco cuja área é de 639.219 km², corresponde a cerca de 7,5% do território nacional. Seu comprimento mais longilíneo é de 2.863km, com nascente no rio Samburá. Áreas de seis estados da Republica Federativa do Brasil, além de uma pequena parte do Distrito Federal, estão incluídas na Bacia. Cerca de 343.784 km² da bacia do São Francisco, ou seja, 53,8%, estão incluídos no Polígono das Secas, compreendendo 251 municípios e mais de 5.680.000 habitantes. A Bacia do São Francisco está dividida em quatro zonas fisiográficas: o Alto, o Médio, o Submédio e o Baixo São Francisco (ANA, 2004).

Segundo Bandeira (2005), o Baixo São Francisco situa-se em áreas dos Estados da Bahia, Pernambuco, Sergipe e Alagoas, e compreende as bacias dos rios Ipanema e Capivara. Os limites de separação da região fisiográfica do Submédio com o Baixo São Francisco é a linha divisória que passa próximo à cidade de Belo Monte-AL, seguindo o divisor de águas que separa as subbacias dos rios Ipanema e Traipu, afluentes da margem esquerda do rio São Francisco, e pela margem direita, o divisor de águas entre as bacias do rio Capivara e do rio Gararu.

O baixo curso (Tabela 2.3) abrange uma área de 19.986,67 m², equivalente a 3,14 % da área total da bacia. O comprimento do trecho principal é 140 km, com altitude de 480m e uma declividade de 0,10m/km, até alcançar a baixa planície do litoral, quando flui mansamente para o oceano. O clima da área é quente, do tipo semiúmido, temperatura média anual de 25 °C, e apresenta estação chuvosa entre os meses de março e setembro (CONEJO, 2003).

O rio São Francisco corta vários estados (Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe), integrando as regiões Nordeste e Sudeste do país. Ao longo de seu percurso, observam-se várias formações vegetais, como a caatinga, cerrado, mata Atlântica, restinga e manguezais. Em Sergipe, atravessa três sub-regiões importantes: o domínio semiárido com o predomínio da caatinga, a Zona da Mata sob o domínio do clima tropical subúmido e a Zona de transição do Agreste.

O Baixo São Francisco contribui com as menores demandas de água quanto ao uso urbano, rural, animal, industrial e irrigação em relação às demais zonas fisiográficas da bacia. Observa-se que a maior demanda de água no Baixo São Francisco, bem como no Médio e Submédio, vincula-se ao aproveitamento para irrigação.

Tabela 2.3 - Principais características físicas da bacia do São Francisco.

Característica	Regiões Fisiográficas			
	Alto	Médio	Submédio	Baixo
Área (km ²)	100.076 (16%)	402.531 (63%)	110.446 (17%)	25.523 (4%)
Altitudes (m)	1.600 a 600	1400 a 500	800 a 200	480 a 0
Trecho principal (km)	702	1.230	550	214
Declividade do rio	0,70 a 0,20	0,10	0,10 a 3,10	0,10
Principal (m/km)				
Contribuição da vazão natural média (%)	42,0	53,0	4,0	1,0
Vazão média anual	Pirapora	Juazeiro	Pão de Açúcar	Foz
máxima (m ³ /s)	1.303 em fevereiro	4.393 em fevereiro	4.660 em fevereiro	4.999 em março
Vazão média anual	Pirapora	Juazeiro	Pão de Açúcar	Foz
mínima (m ³ /s)	637 em agosto	1.419 em setembro	1.507 em setembro	1.461 em setembro
Sedimentos (10 ⁶ t/ano)	Pirapora	Morpará	Juazeiro	Própria
E área (km ²)	8,3 (61.880)	21,5 (344.800)	12,9 (510.800)	0,41 (620.170)

Fonte: ANA/PNUMA/OEA (2004a).

Segundo Fontes (1990), o sistema estuarino-lagunar do rio São Francisco é caracterizado por apresentar rede de canais que ocupam a faixa litorânea com largura de 5 km e extensão de 25 km entre a desembocadura do rio e a localidade de Ponta dos Mangues. Parte da planície costeira holocênica é constituída por uma sucessão de ilhas – Arambipe, Sal, Capim, Cruz, Esperança, Cacimba, Flores, Feijão e Funil – destacadas do continente por canais de maré. Os canais de maré têm seu fluxo d'água regido, principalmente, pelo regime das mesomarés e um gradiente hialino crescente do canal de Parapuca em direção à Barra Nova, por receber mais diretamente a influência das águas oceânicas.

Os municípios envolvidos na pesquisa estão diretamente associados à dinâmica e conflitos socioambientais estuarinos, pois no baixo curso é que são mais contundentes os impactos dos barramentos, já que os mesmos desenvolvem, historicamente, atividades que contemplam os elementos da paisagem representada especialmente pelo rio São Francisco, inclusive compondo a foz e litoral adjacente, como os municípios de Brejo Grande/SE e Piaçabuçu/AL. Os demais municípios localizam-se a montante como Penedo/AL, Ilha das Flores/SE e Neópolis/SE, como destacado na tabela 2.4.

Observa-se que os municípios inseridos no BSF, caracterizam-se por apresentarem importante participação da população rural no conjunto da população total, demonstrando forte vinculação com as atividades do campo, aqui entendidas como aquelas associadas a pesca a captura de caranguejo e agricultura tradicional e moderna. Nota-se ainda que os municípios mais populosos estejam incluídos na área de estudo do trabalho, como Neópolis e Penedo, respectivamente, em Sergipe e Alagoas.

Tabela 2.4. População residente nos municípios ribeirinhos da Bacia BSF nos Estados de Alagoas e Sergipe

UF	MUNICÍPIO	POPULAÇÃO 2010			
		Urbana	Rural	Total	%
Alagoas	Belo Monte	1.171	5.859	7.030	1,59
	Delmiro Gouveia	34.854	13.242	48.096	10,86
	Igreja Nova	4.775	18.517	23.292	5,26
	Olho d'Água do Casado	4.027	4.462	8.491	1,92
	Pão de Açúcar	10.769	13.042	23.811	5,38
	Penedo	45.020	15.358	60.378	13,64
	Piaçabuçu	10.436	6.767	17.203	3,89
	Piranhas	13.189	9.856	23.045	5,21
	Porto Real do Colégio	6.606	12.728	19.334	4,37
	São Brás	3.183	3.535	6.718	1,52
	Traípu	8.027	17.675	25.702	5,81
	Total de habitantes em municípios alagoanos	142.057	121.043	263.100	59,43
Sergipe	Amparo de São Francisco	1.840	435	2.275	0,51
	Brejo Grande	4.022	3.720	7.742	1,75
	Canhoba	1.499	2.457	3.956	0,89
	Canindé de São Francisco	14.063	10.623	24.686	5,58
	Gararu	2.832	8.573	11.405	2,58
	Ilha das Flores	5.435	2.913	8.348	1,89
	Neópolis	10.517	7.989	18.506	4,18
	Nossa Senhora de Lourdes	3.291	2.947	6.238	1,41
	Poço Redondo	8.538	22.342	30.880	6,97
	Porto da Folha	9.955	17.191	27.146	6,13
	Propriá	24.390	4.061	28.451	6,43
	Santana do São Francisco	4.523	2.515	7.038	1,59
	Telha	1.127	1.830	2.957	0,67
	Total de habitantes em municípios sergipanos	92.032	87.596	179.628	40,57

Fonte: IBGE (2010).

Organização: autor, 2014.

A realidade dos municípios ribeirinhos analisados mostra que a taxa de urbanização foi de 52,87%, ou seja, inferior às médias de crescimento alcançadas ao longo dos últimos vinte anos. Tal fato pode estar relacionado ao acanhado dinamismo econômico da região, bem como a carência de serviços essenciais, tais como educação, saneamento básico e saúde. O Índice de Desenvolvimento Humano por Município (IDHM), baseado no censo do IBGE 2010, publicado em julho de 2013 no Atlas de Desenvolvimento Humano (2013) por meio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), correspondente ao Baixo São Francisco revela o quadro de desigualdades sociais vivenciados pela população da bacia hidrográfica em seu último trecho entre os estados de Sergipe e Alagoas (NASCIMENTO, 2013, p.30 e 31).

O antigo povoado Cabeço foi quase que completamente tragado pelas águas do Oceano, resultado das alterações provocadas no rio ao longo das últimas décadas, sobretudo depois da construção da Usina Hidrelétrica de Xingó. Em 1998, os moradores tiveram de abandonar o local. Hoje resta apenas uma faixa de areia e parte de um farol histórico, erguido em 1876, que ficava a 1,5 km do oceano e, agora, está dentro da água. Exposta ainda, a torre envergada está a ponto de tombar e afundar definitivamente.

A área municipal de Brejo Grande está totalmente englobada pelas Coberturas Superficiais Continentais Cenozoicas representadas por: a) depósitos de pântanos e mangues atuais (materiais argilo-siltosos ricos em matéria orgânica); b) terraços marinhos (areias litorâneas bem selecionadas com conchas marinhas e tubos de *Callianassa*; c) depósitos flúvio-lagunares (areia e siltes argilosos ricos em matéria orgânica); d) depósitos eólicos litorâneos.

O Diagnóstico do Município de Brejo Grande, produzido pela CPRM, com apoio do Governo de Sergipe em 2002, mostra que o município está localizado no extremo nordeste do referido estado, em zona de planície litorânea, junto a foz do rio São Francisco. Limita-se a norte com o estado de Alagoas, a oeste com o município de Ilha das Flores, e a sudoeste e sul com Pacatuba. A sede municipal é determinada pelas coordenadas de 10°25'28" de latitude sul e 36°07'44" de longitude oeste, com altitude média de 6,0 metros. O acesso de Aracaju a sede do município é efetuado pelas rodovias pavimentadas BR-235, BR- 101, SE-304 e SE-202, num percurso total de 137 km.

Já em trabalho realizado pela CPRM, o Diagnóstico do Município de Piaçabuçu de 2005, enfatiza que o município está localizado na região sul do Estado de Alagoas, limitando-se a norte com os municípios de Penedo e Feliz Deserto, ao sul com o rio São Francisco, a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com Penedo, inserida na mesorregião do Leste Alagoano e na microrregião de Penedo.

A sede do município tem uma altitude de aproximadamente 3,0 m e coordenadas geográficas de 10°24'20,6'' de latitude sul e 36°26'04,0'' de longitude oeste. O acesso a partir de Maceió é feito através da rodovia pavimentada AL-101, com percurso em torno de 184 km. O município de Piaçabuçu encontra-se geologicamente inserido na Província Borborema, representada pelos litótipos dos Depósitos de Pântanos e Mangues, Depósitos Flúvio-lagunares e Depósitos Litorâneos. Os Depósitos de Pântanos e Mangues constituem-se de areia, silte e materiais orgânicos. Os Depósitos Flúvio-lagunares englobam filitos arenosos e carbonosos. Os Depósitos Litorâneos são constituídos por areias finas e grossas e dunas móveis.

2.5.2 Procedimentos metodológicos e abordagem da pesquisa

2.5.2.1 O pensamento e a abordagem sistêmica no âmbito do estudo

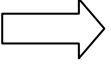
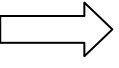
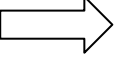
Todo e qualquer método de abordagem da pesquisa deve atender as expectativas do pesquisador quanto as suas análises, pois é primaz que se busque caminhos metodológicos e procedimentos que sejam compatíveis com seu objeto, seu referencial e especialmente seu olhar na construção de argumentos para subsidiar os objetivos as pesquisa.

Sobre a busca de concepções metodológicas que possam romper com paradigmas tradicionais na pesquisa, Bastos (2009) afirma:

Na realidade, caso estivéssemos ainda sob a égide da física de Newton, a qual – além de tender para a busca de certezas inquestionáveis em detrimento dos ruídos da instabilidade, do caos, da subjetividade –, era praticamente a base do paradigma hegemônico da física clássica, tal ponto de vista seria irretocável e estaria coberto de razão (BASTOS, 2009, p.26).

Dessa forma entendemos que estamos nos deparando com uma proposta que envolve a diversidade e a complexidade que são inerentes aos sistemas naturais, econômicos e sociais, cabendo a abordagem sistêmica auxiliar no desenvolvimento dos propósitos da pesquisa, como aponta Vasconcelos (2008) sobre a mudança paradigmática da ciência quanto às abordagens da ciência tradicional e da ciência sistêmica (Quadro 2.3).

Quadro 2.3 - Mudança paradigmática da ciência

CIÊNCIA TRADICIONAL		CIÊNCIA SISTÊMICA
SIMPLICIDADE Análise Relações causais lineares		COMPLEXIDADE Contextualização Relações causais recursivas
ESTABILIDADE Determinação - previsibilidade Reversibilidade - controlabilidade		INSTABILIDADE Indeterminação – imprevisibilidade Irreversibilidade – incontrolabilidade
OBJETIVIDADE Subjetividade entre parênteses Uni-verso		INTERSUBJETIVIDADE Objetividade entre parênteses Multi-versa

Fonte: Vasconcelos, 2008.

Na mudança do pensamento mecanicista para o pensamento sistêmico, a relação entre as partes e o todo foi invertida. A ciência cartesiana acreditava que em qualquer sistema complexo o comportamento do todo podia ser analisado em termos das propriedades de suas partes. A ciência sistêmica mostra que os sistemas vivos não podem ser compreendidos por meio da análise. As propriedades das partes não são propriedades intrínsecas, mas só podem ser entendidas dentro do contexto do todo maior (CAPRA, 1996, p. 36).

Em seu livro, denominado Ponto de Mutação, Fritjof Capra (1982) já defendia a necessidade de percebermos que a sociedade atual vivenciara uma mudança de paradigma, ou seja, a mudança da visão de mundo mecanicista para a visão de mundo que ele considerava ecológica.

Em sua obra O Método: a natureza da natureza, Edgar Morin (1977) defende o entendimento do conhecimento a partir da complexidade, quando afirmava que:

Temos de caminhar em direção ao sistema-problema, não ao sistema-solução. O meu propósito não é empreender uma leitura sistêmica do universo; não é cortar, classificar, hierarquizar os diferentes tipos de sistemas, desde os sistemas físicos até ao sistema homo. O meu propósito é mudar o olhar sobre todas as coisas, da física ao homo. Não é dissolver o ser, a existência e a vida no sistema, mas compreender o ser, a existência e a vida, com a ajuda também do sistema (MORIN, 1977, p.145).

Se pensarmos de maneira sistêmica, os sistemas naturais e sociais estão inseridos na análise dos estudos dos sistemas agrários que interagem com ecossistemas, geossistemas e agroecossistemas, pois estão (des)organizados na representação ou composição, bem como na interação dos elementos e estrutura. Numa perspectiva bertrandiana de estudo dos geossistemas, teríamos condicionantes elementares na formação dos ecossistemas, tendo em vista que este se preocupa com os sistemas de organismos vivos e a troca de matéria e energia com o meio. Já para o estudo dos agroecossistemas, o potencial ecológico (clima-hidrologia-geomorfologia) e exploração biológica, representada principalmente pelo subsistema solo, onde ocorrem os processos biogeoquímicos, são essenciais para a produção agrícola.

Como aponta Tricart (2003), o solo fica modificado em seu equilíbrio pelo cultivo. As condições microclimáticas às quais está exposto são totalmente diferentes. O cultivo que explora as plantas não forma camada protetora no campo. O húmus, abundante no solo natural, se rarifica.

O sistema é a complexidade de base. Vamos, sobre esta base, tentar seguir os desenvolvimentos da complexidade dos fenômenos organizados, isto é, os desenvolvimentos da diversidade na unidade, da autonomia dos indivíduos, das formas de inter-relação cada vez

mais flexíveis, dos polissistemas cada vez mais ricos e emergentes. Não existe desenvolvimento linear da complexidade; a complexidade é complexa, isto é, desigual e incerta (MORIN, op.cit.).

Nessa mesma linha de pensamento, Vasconcelos (2008) considera a complexidade como uma importante dimensão, ou pressuposto epistemológico, que distingue nessa ciência novo-paradigmática. Não é a complexidade que é nova, mas é o seu reconhecimento pela ciência que é muito recente.

Aliás, cabe destacar que o pensamento sistêmico e o estudo dos sistemas fluíram para várias áreas do conhecimento, constituindo-se no paradigma emergente da ciência contemporânea, delineando novas formas de pensar e agir na sociedade. Nesse contexto, Vasconcelos (2008, p. 101 e 102), defende que o pensamento sistêmico é o novo paradigma da ciência e sugere que os avanços ocorram em três dimensões epistemológicas, ou três eixos que são:

1 - Do pressuposto da simplicidade para o pressuposto da complexidade: o reconhecimento de que a simplificação obscurece as inter-relações de fato existentes entre todos os fenômenos do universo e de que é imprescindível ver e lidar com a complexidade do mundo em todos os seus níveis.

2 - Do pressuposto da estabilidade para o pressuposto da instabilidade do mundo: o reconhecimento de que “o mundo está em processo de tornar-se”. Daí decorre necessariamente a consideração da indeterminação, com a consequente imprevisibilidade de alguns fenômenos, e da sua irreversibilidade, com a consequente incontabilidade desses fenômenos.

3 - Do pressuposto da objetividade para o pressuposto da intersubjetividade na constituição do conhecimento do mundo: o reconhecimento de que “não existe uma realidade independente de um observador” e de que o conhecimento científico do mundo é construção social, em espaços consensuais, por diversos sujeitos/observadores. Como consequência, o cientista trabalha as múltiplas versões da realidade, em diferentes domínios linguísticos de explicações.

Pressupostos associados ao pensamento sistêmico, como o da complexidade, intersubjetividade e instabilidade são, no nosso entendimento, cruciais para a compreensão da

organização do espaço no estuário, não apenas possibilitando melhor compreensão do sistema ambiental, mas identificar e discutir os impactos aos sistemas produtivos locais, aqui denominados de agroecossistemas, e seus reflexos na organização socioeconômica e cultural da população estuarina da área de estudo.

Observa-se, portanto, que na abordagem sistêmica a percepção do todo e de suas conexões no âmbito da complexidade são condições imprescindíveis, isto é, como um todo complexo e instável. Assim, a análise integrada da paisagem proposta pelo estudo dos geossistemas pode representar arcabouço metodológico e teórico determinante para o planejamento e desenvolvimento de sistemas produtivos sustentáveis (agroecossistemas).

A falta de reflexão metodológica traduz também, imediatamente, um tipo de mediocridade científica que é a crença em evidências dadas. A ciência começa precisamente aí, quando não se reconhecem evidências dadas. Problematicar as vias do conhecimento é ir à busca de outras, com vistas a um conhecimento mais realista e profundo (DEMO, 1985).

2.5.2.2 A metodologia MESMIS como subsídio a coleta de dados e estudo das propriedades dos agroecossistemas.

A representatividade e consistência desse arcabouço teórico e metodológico fundamentado a partir dos sistemas, com contribuições dos geossistemas para os agroecossistemas e destes para os sistemas agrícolas, serão avaliadas com a construção de indicadores para averiguar a sustentabilidade dos sistemas produtivos agrários no estuário do rio São Francisco e entorno. A metodologia MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Mediante Indicadores de Sustentabilidad) será adaptada para se adequar às necessidades da pesquisa tendo em vista a construção de indicadores para a avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas e a valorização da participação dos atores sociais, aqui representados especialmente por pescadores, catadores de caranguejo e produtores rurais.

As metodologias de avaliação emergiram como ferramentas úteis para operacionalizar o conceito de sustentabilidade, pois tem permitido clarear e reforçar os aspectos teóricos da discussão sobre o tema, assim como formular recomendações técnicas e

de políticas para a construção de sistemas de manejo mais sustentáveis dos recursos naturais. O projeto que deu origem a metodologia de avaliação da sustentabilidade MESMIS se insere nessa discussão (MASERA *et al*, 2008).

Essa metodologia foi desenvolvida pelo GIRA (Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropriada), constituído por profissionais de várias áreas do conhecimento. Os princípios que regem os trabalhos dentro do grupo são o enfoque sistêmico, a abordagem interdisciplinar e uma perspectiva participativa tendo como meta o desenvolvimento sustentável no espaço rural.

A concepção dessa metodologia está assentada na ideia de que a sustentabilidade não pode ser definida de forma universal, pois tem caráter multidimensional e dinâmico. Assim ela aparece no sistema como um todo, sendo importante para determinado lugar ou escala espacial e período.

Para Masera *et al* (2008), no nível metodológico, o MESMIS se insere dentro de esforços por romper com o enfoque produtivista e de curto prazo, atualmente dominante no manejo de recursos naturais. Este paradigma, e mais amplamente o modelo de desenvolvimento socioambiental que o sustenta, está hoje em crise. Enfatiza-se a necessidade de uma visão interdisciplinar e dinâmica dos sistemas.

Nesse sentido, a metodologia propõe etapas ou passos para que se obtenha resultados mais próximos da realidade, possibilitando discutir recomendações de uso sustentável dos recursos orientando novas estratégias em relação a dinâmica ambiental e sua importância para as populações que historicamente mantiveram laços socioeconômicos e culturais com o estuário e entorno.

Em linhas gerais a estrutura operativa da metodologia e permite sua adaptação aos objetivos da pesquisa. Várias abordagens da estrutura operativa da metodologia MESMIS será considerada nesse trabalho ou mesmo adaptada para atender aos objetivos propostos. A concepção estrutural baseada na análise da sustentabilidade dos recursos naturais e a necessidade de sistemas de manejo mais racionais contemplam o ideal proposto pelo trabalho.

Astier *et al* (2000), define os passos ou etapas na estruturação da metodologia em questão:

- Determinação do objeto de avaliação. Nesta etapa, se define os sistemas a serem avaliados, suas características e seu contexto econômico e socioambiental.
- Identificação de pontos fortes e fracos que podem afetar a sustentabilidade de sistema a ser avaliado.
- Seleção de indicadores. Define-se os critérios de diagnóstico para obtenção de indicadores estratégicos para realizar o estudo.
- Avaliação e monitoramento de indicadores. Esta etapa inclui a concepção e instrumentos de análise para a obtenção da informação desejada.
- Apresentação e integração dos resultados. Compara-se a sustentabilidade dos sistemas analisados e indica-se os principais obstáculos para a sustentabilidade, bem como os aspectos que favorecem isso.
- Conclusões e recomendações. Finalmente, neste passo é um resumo da análise e sugestões são propostas para reforçar a sustentabilidade dos sistemas de manejo, e para melhorar o processo de avaliação.

Assim a concepção de sustentabilidade é definida a partir de cinco atributos aos agroecossistemas (Figura 2.6): produtividade (geração de bens e serviços); estabilidade (capacidade de manter constante a produtividade); confiabilidade (capacidade de manter a produtividade diante de variações ambientais); resiliência (capacidade de retornar a estabilidade depois de uma perturbação grave); adaptabilidade (capacidade de encontrar novos níveis de estabilidade diante de mudanças de longo prazo); equidade (distribuição justa dos benefícios e custos do sistema de manejo); e autodependência (capacidade de controlar as interações com o exterior, priorizando objetivos e valores endógenos).

Essa avaliação deve ocorrer a partir da definição de uma escala espacial, o estuário e entorno, e uma escala temporal. O período posterior a construção da UHE Xingó. Sugestiona-se que o processo de desenvolvimento das atividades envolvam os atores locais, representados aqui por pescadores, catadores e agricultores, bem como outros agentes que possam intervir no processo (pesquisadores, técnicos, gestores, etc.). Outro aspecto da estruturação dessa metodologia é o princípio da analogia, já que propõe comparar o sistema em estudo com outros ao longo do tempo, bem como com um sistema alternativo.

Os Sistemas de gestão e manejo de avaliação incorporando indicadores de sustentabilidade (MESMIS) tratam de sistemas agrários, silvicultura e pecuária, realizada coletivamente ou individualmente e orientada para o desenvolvimento local e/ou da investigação. Com a estrutura, pretende-se estabelecer instrumentos que sirvam como suporte para operacionalizar o conceito de sustentabilidade na busca de sistemas de manejo que promovam o desenvolvimento social mais justo e comunidades rurais ambientalmente saudáveis (ASTIER *et al*, 2000).

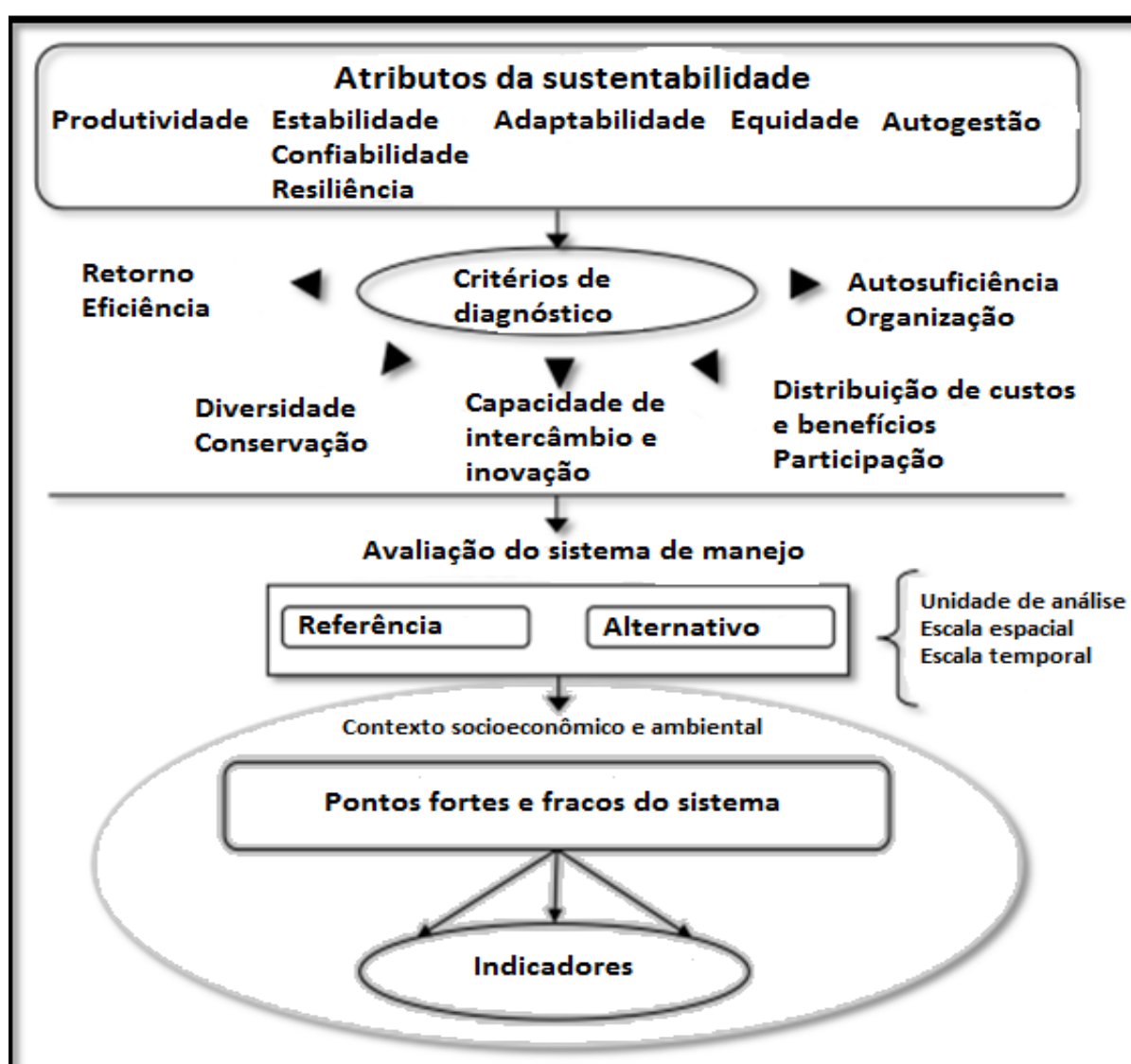


Figura 2.6. Estrutura operativa do MESMIS: a relação entre atributos e indicadores

Fonte: Mesera *et al*, 2008.

Nesse sentido, a complexidade no contexto do novo paradigma holístico relaciona-se não apenas à complexa rede de interações comuns aos elementos naturais constituintes dos agroecossistemas, mas também, e principalmente, às questões sociais, econômicas e ambientais a eles inerentes, buscando assim um todo complexo e instável em nível dos elementos naturais e da organização social das comunidades.

Diante da complexidade de fatores que envolvem a definição e caracterização, bem como a estrutura e funcionalidade dos sistemas agrários e dos agroecossistemas, necessário se faz para o estabelecimento dos indicadores propostos pela metodologia MESMIS, discutir a estrutura, função e propriedades dos agroecossistemas no estuário do rio São Francisco a partir das propriedades apresentadas e discutidas por Marten (1988); Conway (1983, 1987); Altieri (1999); Gliessman (2001); Cunha e Holanda (2007); entre outros. Numa perspectiva sistêmica, pretende-se, a partir das transformações recentes no estuário decorrente da ação antrópica, compreender a estrutura e o funcionamento dos agroecossistemas locais.

O estudo das propriedades dos agroecossistemas aplicar-se-á às atividades agrícolas desenvolvidas no estuário e entorno, em diversas estruturas agrárias locais, bem como as atividades de pesca e captura de crustáceos ocorridos no estuário nos municípios de Brejo Grande e Ilha das Flores, em Sergipe e Piaçabuçu e Penedo, em Alagoas.

As propriedades dos agroecossistemas são atributos que podem ser utilizados na identificação, caracterização e avaliação dessas unidades de produção. Cabe, portanto, destacar que os usos das propriedades auxiliam na compreensão da estrutura e funcionalidade dos agroecossistemas (CUNHA E HOLANDA, 2007). As propriedades dos agroecossistemas não devem ser analisadas e discutidas de forma isolada, mas compreendendo-as a partir da complexidade e integração na constituição da estrutura e funcionalidade dos agroecossistemas.

A identificação e caracterização de agroecossistemas familiares no estuário ocorreram com a aplicação das propriedades (produtividade, estabilidade, sustentabilidade e equidade) definidas por Conway (1987) e Marten (1988).

2.5.2.3 Coleta e análise de informações.

Para atender os propósitos expostos pelos objetivos do trabalho, recorreu-se a dados secundários que exprimam componentes que colaborem para o entendimento e discussão do objeto da tese em questão. Nesse sentido, buscou-se fundamentar-se numa extensa bibliografia que auxiliasse no entendimento do problema. Inicialmente foram selecionados diversos trabalhos publicados no país e no exterior com o propósito de estabelecer analogias com o objeto e empírico do trabalho.

Sobre os trabalhos publicados no Brasil e no exterior privilegiou-se aqueles que traduzissem questões relativas aos impactos da construção de barragens no sistema hidrosedimentológico fluvial e estuarino, bem como suas consequências aos ecossistemas e organização dos agroecossistemas.

Outros dados secundários foram coletados em órgãos governamentais e não governamentais, a partir de pesquisa bibliográfica sobre o que foi publicado quanto a temática nos órgãos públicos das esferas federal, estaduais e municipais e os vários documentos que contribuíram para o desenvolvimento da pesquisa. No decorrer do trabalho de campo foram realizados registros fotográficos, bem como a análise de mapas, cartas e imagens que subsidiaram os objetivos da pesquisa.

Os dados hidrológicos foram obtidos na Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) a partir do sistema de controle e gerenciamento de dados hidrológicos, bem como do Sistema de Informações Hidrológicas (SIH), da Agência Nacional das Águas (ANA). As estações fluviométricas (Traipu e Propriá) utilizadas para leitura e interpretação foram àquelas situadas a jusante da Usina Hidrelétrica de Xingó.

As séries históricas referiram-se ao período anterior e posterior a construção da UHE Xingó, com dados de vazões normais, restrição, médias diárias (07h e 17h) mensais e anuais máximas e mínimas. Também se coletou dados relativo ao comportamento dos reservatórios de Xingó e aqueles a montante, tendo em vista a capacidade de retenção de águas do canal fluvial das barragens de Sobradinho e Itaparica e devido ao caráter sazonal de descargas do rio São Francisco no seu baixo curso e em especial no estuário.

Entre os vários órgãos públicos de importante contribuição para o trabalho estão: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Agência Nacional de Águas (ANA), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF), Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba

(CODEVASF), Fundação Apolônio Sales (FADURPE) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Os trabalhos científicos que algumas universidades desenvolveram ou desenvolvem na área de estudo, também foram alvo de análise e interpretação, destacando as seguintes instituições: UFS, UFAL, UFBA, UECE, UFC, entre outras.

No Estado de Sergipe, merecem destaque a Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SEMARH), Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA), Secretaria de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão (SEPLAG), em especial a diretoria de cartografia desse órgão. Já no Estado de Alagoas, destacamos a Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), e a Secretaria de Estado do Planejamento e do Desenvolvimento Econômico (SEPLAN). Do ponto de vista municipal, esse trabalho focou em dados e informações das prefeituras de Brejo Grande e Ilha das Flores, no Estado de Sergipe, e Piaçabuçu e Penedo, no Estado de Alagoas.

Para averiguar a percepção da população local em relação aos objetivos do trabalho, as colônias de pescadores (Z12 em Penedo; Z16 em Brejo Grande; e Z19 em Piaçabuçu) foram alvo de visitas para a construção do arcabouço da pesquisa. Também foi considerado a atuação de ONGs, destacando a Canoa de Tolda que atua em todo o Baixo São Francisco e possui sede em Brejo Grande e Piaçabuçu.

No trabalho de análise cartográfica para auxiliar na compreensão da dinâmica ambiental do estuário, estão os seguintes mapas:

- Mapas do projeto RADAM BRASIL, na escala 1:1. 000.000 de 1983, folhas AJU/REC SC.24/25 (Geomorfológico, Geológico, Potencial dos Recursos Hídricos, Vegetação, Exploratório de Solos).

- Cartas topográficas produzidas pela SUDENE, na escala 1:100.000 de 1973, com equidistância de 40 metros:

- * Cabeço – SC.24-Z-B-VI.

- * Pão de Açúcar - SC.24-X-D-IV.

- * Piaçabuçu - SC.24-Z-B-III.

* Piranhas - SC.24-X-C-VI.

* Propriá - SC.24-Z-B-II.

- Mapa Geológico do Estado de Sergipe produzido pela CPRM/CODISE, na escala 1:250.000 de 1997.

- Carta geológica do rio São Francisco (Folha SC.23), na escala 1:1.000.000, da CPRM de 2004.

Outras fontes cartográficas consideradas importantes são: a classificação dos solos da Bacia do Rio São Francisco na escala 1:350.000, de 2010; o Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos do Estado de Sergipe de 2004, produzido pela SEMARH; mapas exploratórios de solos dos municípios do estuário e entorno, produzidos pelos governos do Estado de Sergipe e Alagoas em diferentes escalas.

Os dados primários foram coletados nas campanhas de campo, a partir de roteiro de entrevista previamente elaborado e aplicado de forma aleatória, objetivando averiguar a organização dos sistemas produtivos e a importância do sistema ambiental para a comunidade estuarina, bem como as condições socioeconômicas e culturais da população da área em foco, além da percepção desses atores quanto aos problemas dos sistemas agrícolas e agroecossistemas locais.

Para Lakatos e Marconi (2006), as técnicas são um conjunto de preceitos ou processos de que se serve uma ciência; é também a habilidade para usar esses preceitos ou normas, na obtenção de seus propósitos. Correspondem, portanto, a parte prática de coleta de dados.

Foram utilizadas técnicas de observação direta intensiva (observação e entrevista), bem como a observação direta extensiva a partir do uso de roteiro de entrevistas para assegurar a comparação entre as opiniões dos atores sociais.

A formulação de perguntas para a entrevista obedeceu a um roteiro previamente estabelecido, mas permitindo ao entrevistado a liberdade e tempo para manifestar opiniões. Assim nas campanhas de campo foi utilizada a técnica da conversação informal para ampliar as informações sobre a problemática da pesquisa. Portanto, as entrevistas abordaram a percepção dos atores quanto à dinâmica ambiental local e sua interface com as atividades

econômicas desenvolvidas por eles, bem como sua conexão com a exploração dos recursos naturais e mudanças recentes ocorridas ao sistema de produção agrícola.

As entrevistas classificadas como informes e testemunhos orais realizados verbalmente oferecem ao investigador a peculiar maneira de como o entrevistado vê e pensa os acontecimentos em determinada circunstância social e temporal (MOTA, 2003).

A observação direta e as anotações no diário de campo estiveram presentes em todas as campanhas de campo, bem como a conversa informal com os agricultores e pescadores. Estas técnicas permitiram uma melhor compreensão da realidade local.

A observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. A observação ajuda o pesquisador a identificar e a obter provas a respeito de objetivos sobre os quais os indivíduos não têm consciência, mas que orientam seu comportamento (MARCONI e LAKATOS, 1990).

A partir do levantamento dos dados primários e secundários, as informações obtidas no trabalho de campo e escritório, foram catalogadas e serviram para a construção de quadros, mapas, tabelas e gráficos que serão interpretados e discutidos nos capítulos seguintes.

As campanhas de campo ocorreram no segundo semestre de 2013 e primeiro semestre de 2014, utilizando tanto a via fluvial em embarcações de pequeno porte, bem como a via terrestre a partir das rodovias estaduais (AL-225, SE-200 e SE-204) e vicinais que margeiam o rio São Francisco, respeitando os limites dos municípios de Brejo Grande, Ilha das Flores e Neópolis no Estado de Sergipe e os municípios de Piaçabuçu e Penedo no Estado de Alagoas, sendo estes diretamente integrados socioambientalmente à dinâmica estuarina (zona de mistura) e seu entorno. Nas visitas de campo foram utilizados procedimentos e técnicas de pesquisa que possibilitassem maiores informações sobre o objeto de estudo.

Na ocasião foram desenvolvidas técnicas como a observação direta, processos de comunicação direta (entrevistas livres) com pescadores, agricultores, gestores de associações, técnicos da CODEVASF, etc. Posteriormente, foram construídos gráficos, tabelas, mapas a partir dos dados coletados em visitas de campo com pescadores e agricultores do estuário e entorno do São Francisco.

3 A REGULARIZAÇÃO DA VAZÃO DA USINA HIDRELÉTRICA DE XINGÓ COMO INDICADOR DE PRESSÃO HIDROGEOMORFOLÓGICO NO SISTEMA ESTUARINO.

3.1 Condicionantes físico/ambientais para o histórico de vazões naturais do rio São Francisco

O estudo do regime de fluxos nos canais fluviais nos permite indagações acerca da importância da compreensão da força exercida no seu leito e margens, especialmente quando se trata de modificações quanto ao controle desses fluxos a partir da construção de barramentos em regiões estuarinas. O conhecimento da funcionalidade dos fluxos e sua sazonalidade natural permite estabelecer conjecturas sobre o sistema fluvial. Com base nessa premissa, é de interesse que as análises no âmbito dos fluxos de canais fluviais considerem o estudo totalizador e integrado da paisagem ao sistema fluvial.

Os sistemas fluviais são abertos com estrutura decorrente da bacia de drenagem e podem ser divididos em subsistemas (CHARLTON, 2008) como os morfológicos (*Hillslopes/sistema de encostas e Channel floodplain system/sistema de várzea*), em cascata (refere-se ao fluxo de água e sedimentos do sistema morfológico) e processo de resposta (decorrente das características e modificações aos sistemas anteriores, ajustando-se as condições reais).

Ainda segundo o referido autor, as mudanças em variáveis externas e internas (Figura 3.1) podem interferir no padrão de drenagem, declividade dos *hillslope*, tipo de solo, descarga de fluxo, produção de sedimentos, padrão e profundidade dos canais. Isso se deve a interação existente no âmbito dos elementos que constituem o sistema fluvial.

Analogamente, verifica-se ao longo da bacia de drenagem do rio São Francisco, modificações ao seu sistema morfológico, como nos *hillslopes*, que devido à ação antrópica diante do uso e ocupação do solo, seja por atividades agropecuárias tradicionais ou ainda a partir de novas atividades decorrentes da penetração consistente do capitalismo diante da

presença de cultivos comerciais em larga escala, interfere no processo erosivo e hidrossedimentológico, adicionando a esse fato o agravante de barragens em cascata no seu médio e baixo curso.

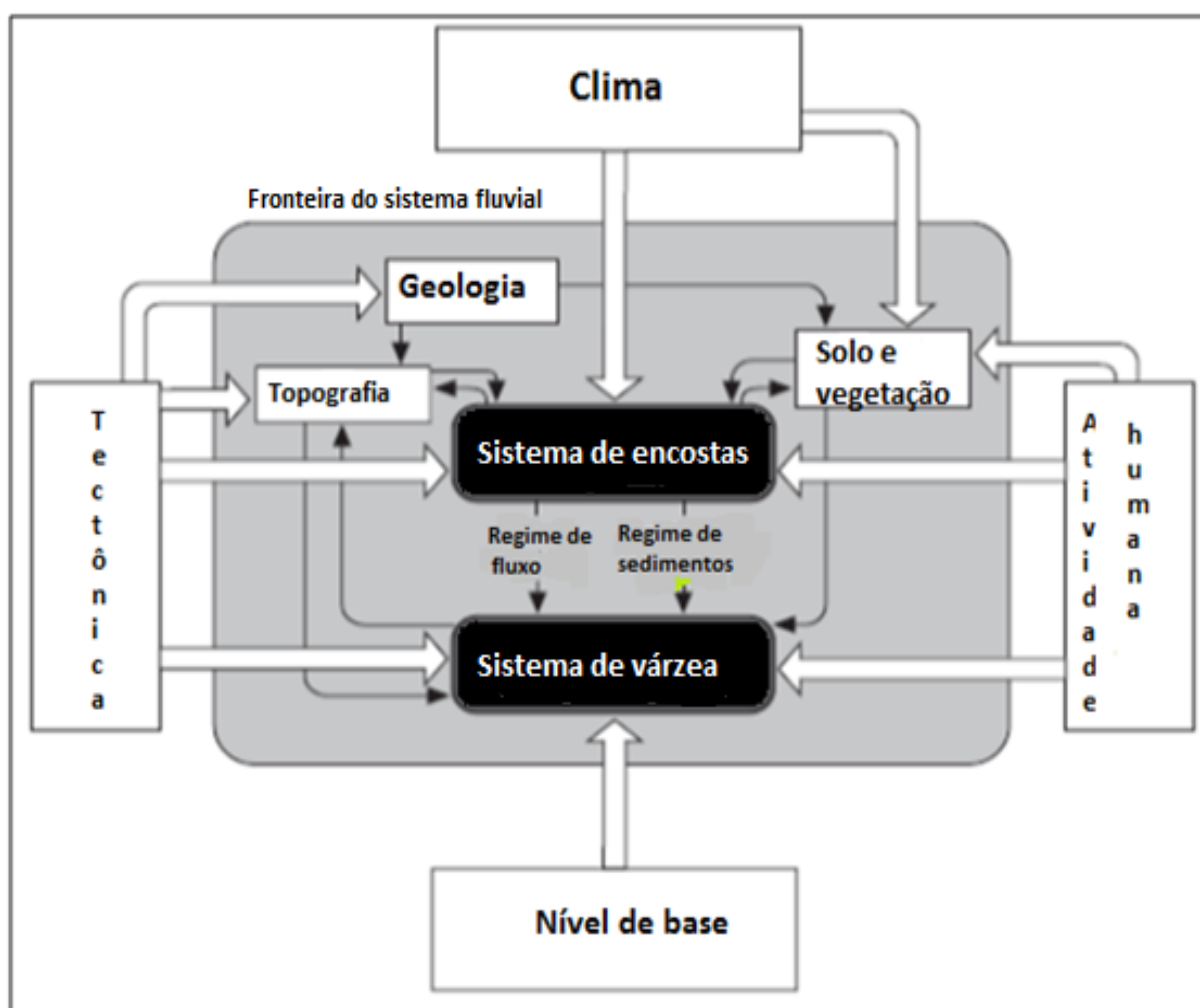


Figura 3.1: Representação simplificada de um sistema fluvial.

Fonte: Adaptado de Charlton (2008).

No tocante ao baixo curso do rio, fonte de estudo deste trabalho, as transformações ao sistema morfológico configura-se no *floodplain system*, devido a redução de fluxos e de sedimentos decorrentes da construção de barragens, interferindo no equilíbrio e manutenção de ecossistemas locais e consequente impacto as comunidades locais. Nesse controle remete-se a necessária compreensão da integração entre os elementos que compõem a estrutura, bem como da complexidade inerente ao sistema em questão.

De acordo com Penteado (1980), na abordagem dos sistemas de processos e respostas, há uma combinação de sistemas em sequência e morfológicos. Os primeiros indicam os processos e os segundos a forma, sendo esta uma resposta a determinados estímulos (processos).

Facilmente se presume que nos sistemas fluviais, levando em conta a bacia de drenagem, há um processo natural entre os fatores ou elementos que promovem *inputs* e *outputs* ao sistema em questão. Os *inputs* de energia são oriundos da precipitação, e dos *outputs*, relacionados a água e sedimentos oriundos da erosão fluvial e encostas existentes no âmbito da bacia (GUERRA E MENDONÇA, 2011).

A bacia de drenagem, enquanto uma unidade hidrogeomorfológica, constitui um exemplo típico de sistema aberto na medida em que recebe impulsos energéticos das forças climáticas atuantes sobre sua área e das forças tectônicas subjacentes, e perde energia por meio da água, dos sedimentos e dos solúveis exportados pela bacia no seu ponto de saída (CHORLEY *apud* NETTO, 2011, p. 98).

Nota-se como resultado desse processo a formação de aquíferos, ou ainda dos materiais constituintes das planícies aluvionais e que são modificados a partir do uso dos recursos da bacia. Desse modo, para compreender a funcionalidade do sistema fluvial do São Francisco, cabe averiguar os componentes naturais que dão complexidade a sua estrutura, tendo em vista a sazonalidade de suas vazões naturais, decorrentes dos índices de pluviosidade do alto curso, responsável pela maior contribuição a vazão.

O regime natural de fluxos do rio caracteriza-se por elevadas amplitudes de vazões ao longo do ano, contribuindo para o equilíbrio dos ecossistemas (ROBINSON E UEHLINGER, 2008) do estuário e manutenção dos estoques de pesca, fortalecimento e manutenção das várzeas, que contribuem para a reprodução de peixes e da rizicultura (RAHMAN *et al*, 2011), outrora desenvolvida pela propriedade familiar, adquirindo importância na reprodução social das comunidades estuarinas.

Seguindo as condições de distribuição das zonas fisiográficas da bacia, podem-se notar maiores taxas de concentração pluviométrica no alto curso e na zona estuarina, com índices entre 1000 e 1800 mm/ano. Assim o médio, submédio e a maior parte do baixo curso

(extenso trecho a jusante de Xingó) apresenta índice pluviométrico baixo, situando-se entre 500 e 900 mm/ano, conforme observado na Figura 3.2.

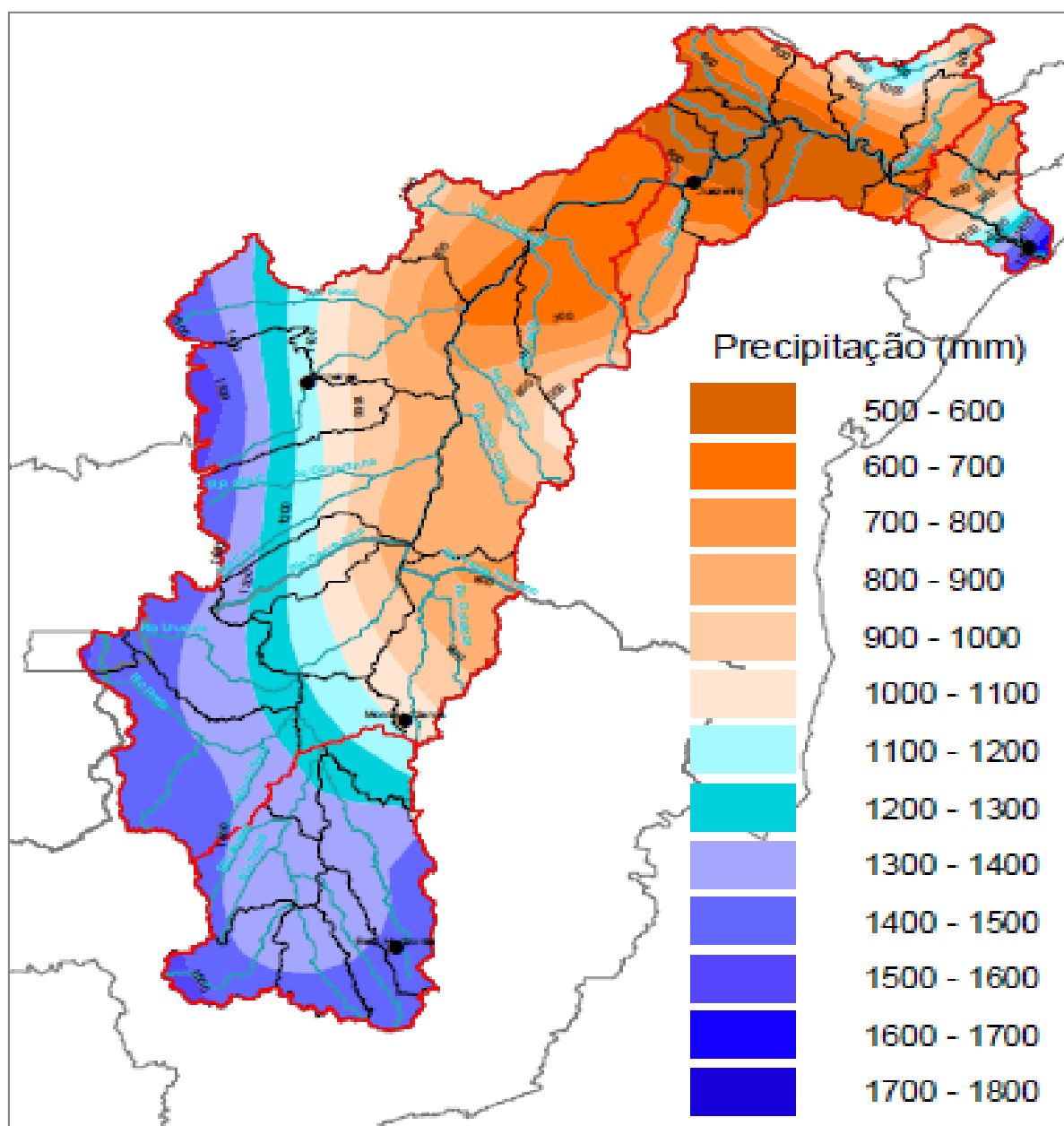


Figura 3.2. Precipitação média anual na bacia do São Francisco

Fonte: ANA (2004a).

Os condicionantes hidrológicos e seus reflexos ao regime fluvial caracterizado pela sazonalidade de fluxos naturais são determinados pela diferenciação quanto a intensidade

e distribuição da pluviosidade na bacia (*inputs*). Soma-se a esse fator a disposição espacial da bacia em domínios morfoclimáticos diferenciados.

De acordo com Netto (2011), as quantidades relativas de precipitações (volume), seus regimes sazonais ou diários (distribuição temporal) e as intensidades de chuvas individuais (volume/duração) são algumas das características que afetam a natureza e a magnitude do trabalho geomorfológico em bacias de drenagem e, portanto, devem ser considerados no planejamento de áreas urbanas, industriais ou rurais.

Convém, no entanto, ressaltar que os regimes de chuvas são bem distintos nas zonas fisiográficas da bacia. Enquanto no alto e médio curso caracteriza-se especialmente por chuvas de primavera/verão, isto é, entre outubro e fevereiro, no baixo curso as chuvas são frontais e ocorrem no outono/inverno, ou seja, entre os meses de abril e setembro. Acrescente-se a esse fato a diferenciação do nível de pluviosidade no baixo curso (SE/AL), decorrente do efeito da continentalidade o que justifica o sensível aumento das chuvas no sentido oeste/leste, ou seja, da UHE Xingó em direção da foz.

A porção oriental da região Nordeste, está sob a influência das massas de ar Tropical Atlântica (mTa) e Equatorial Atlântica (mEa) e de sistemas frontológicos que se individualizam na Frente Polar Atlântica (FPA) e nas Correntes Perturbadas de Leste (Ondas de Leste) que são decisivas na manutenção de um regime pluviométrico caracterizado por chuvas mais abundantes no período outono/ inverno. Os ventos alísios oriundos do centro de alta pressão do Atlântico Sul atuam durante todo o ano, variando de SE para NE, a depender do próprio deslocamento do Anticiclone (CARVALHO E FONTES, 2007).

Nesse contexto, é necessário apontar para a importância da pluviosidade no alto curso para o regime de fluxo do rio, tendo em vista sua maior contribuição (1372 mm/ano), diferentemente do submédio (1052 mm/ano), médio (693 mm/ano) e baixo curso com 957 mm/ano (ANA, 2004a).

O município de Própria, situado a 40 km da foz do rio São Francisco, apresenta as mesmas condições de pluviosidade (Gráfico 3.1) do baixo curso, como é o caso dos municípios que se sucedem em direção a foz como Neópolis, Ilha das Flores, Brejo Grande, Penedo e Piaçabuçu, sendo que a pluviosidade se eleva em virtude da ação da maritimidade. Observa-se a concentração da pluviosidade nos meses de abril a agosto, demonstrando

pequena influência nas vazões naturais do rio, já que os maiores picos de vazão se dão entre fevereiro e abril, decorrente das chuvas do alto curso.

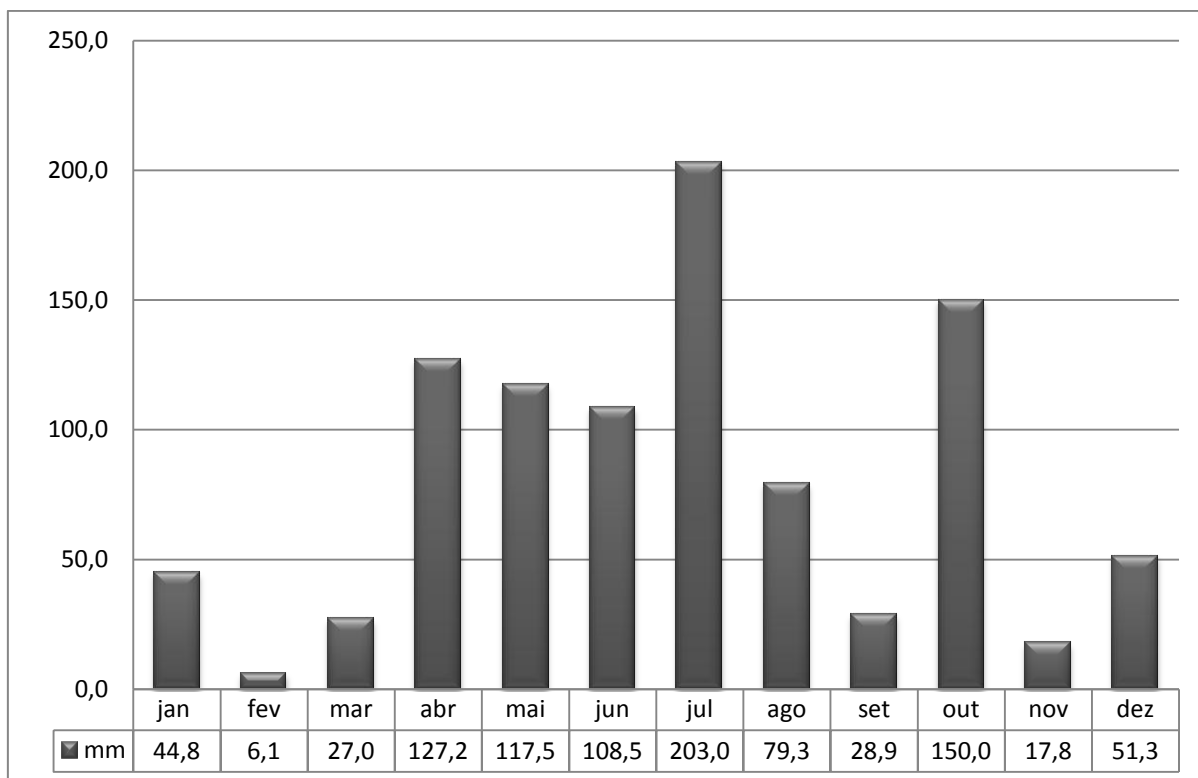


Gráfico 3.1: Volume e distribuição de chuvas em Propriá/SE.

Fonte: INMET (2014).

A maior parte da bacia está inserida no semiárido nordestino que possui distinção entre o Baixo e as demais zonas fisiográficas quanto à distribuição da pluviosidade, pois a montante de Xingó, responsável pela maior parte das chuvas na bacia, a concentração se dá nos meses de novembro a janeiro, e o período seco entre os meses de junho a agosto, sendo oposto, portanto, ao período de chuvas no Baixo São Francisco.

A este propósito pode-se comprovar a distribuição e intensidade da pluviosidade para a região estuarina no gráfico 3.2, onde as capitais Aracaju e Maceió, situadas respectivamente ao sul e ao norte da área de estudo, apresentam concentração e distribuição pluviométrica decorrentes da atuação dos mecanismos de leste (MTA) e do sul (MPA), promovendo as chuvas frontais entre março e setembro, marcando o período chuvoso do

outono/inverno, responsáveis pelo desenvolvimento da agricultura nos estados de Alagoas e Sergipe.

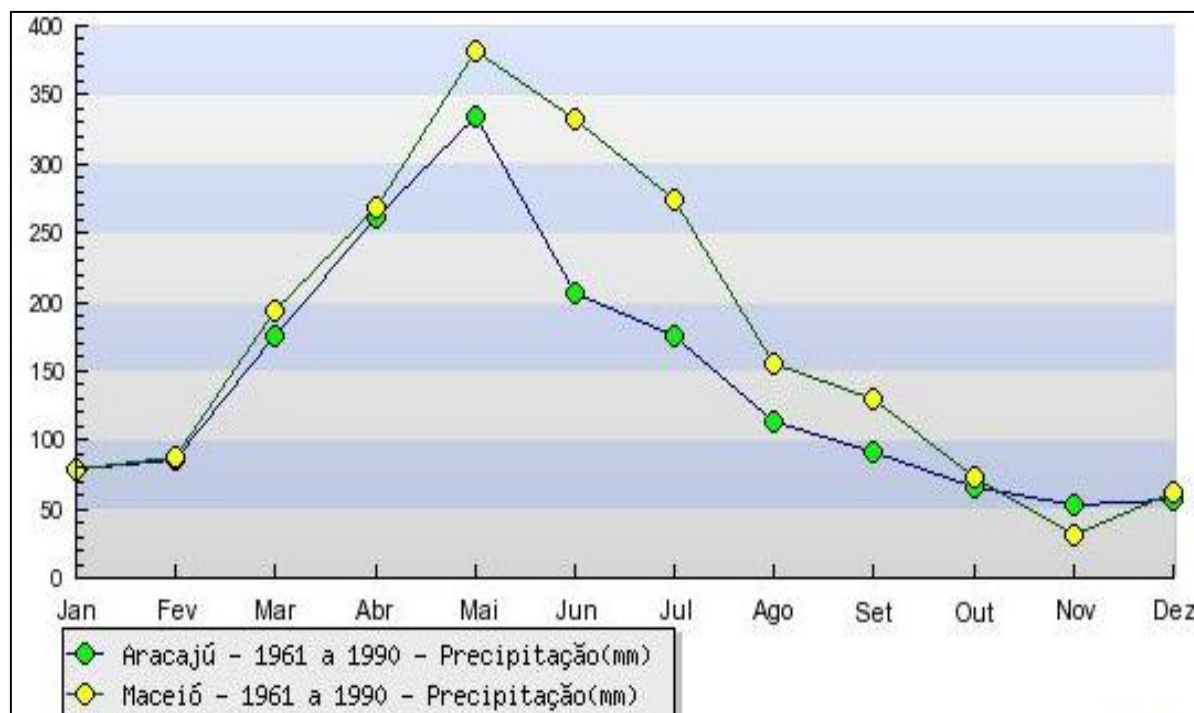


Gráfico 3.2: Volume e distribuição da pluviosidade para Aracaju e Maceió. (1961-1990)

Fonte: INMET (2014).

No período anterior a construção de barragens, e mesmo depois da construção das mesmas, mas de forma esporádica, o regime de fluxo sazonal contribuiu em diversos momentos e em localidades variadas para as cheias no Baixo São Francisco. Nesse caso as cheias ocorrem devido ao extravasamento das águas para o leito maior e a planície de inundação ou aluvionais.

Com relação à ocorrência das cheias e enchentes, a estação de Própria (SE) apresentou, em 1979, uma experiência marcante, quando o rio São Francisco apresentou altura das águas na cota de 9,40m. Apesar de a concepção original do projeto de Sobradinho não prever a finalidade de controlar as cheias, esse empreendimento conseguiu reduzir o pico de enchente de cerca de 30% (de 18.000 para 13.000 m³/s). Com essa preocupação, a barragem de Sobradinho, por recomendação da Comissão Interministerial (1980), passou a reservar um volume de espera de 8,2 bilhões de m³ (30% do volume útil do reservatório) e uma descarga de restrição de 8.000m³ (maior vazão que pode ser liberada do reservatório sem causar danos às áreas ribeirinhas adjacentes) (CUNHA, 2011, p. 357).

As cheias em grandes bacias, como é o caso da bacia do rio São Francisco caracteriza-se por uma duração que pode ser da ordem de semanas, causada por sobrelevação dos níveis dos principais rios da bacia e consequente alagamento das suas várzeas, após um período de chuvas frontais (ANA, 2004b).

Convém, no entanto, destacar que a contribuição dos afluentes tanto da margem esquerda como direita do rio São Francisco em seu baixo curso, bem como a pluviosidade média, não são decisivos para grande volume de vazão para essa região fisiográfica da bacia. No Baixo São Francisco os períodos de maior vazão natural do rio compreende o momento posterior ao trimestre chuvoso no alto curso.

Ressalta-se que apesar da vazão da UHE Xingó resultar das descargas em cascatas, isto é, depender dos fluxos defluentes especialmente das barragens de Sobradinho e Itaparica, podem ocorrer eventos climáticos extremos como o que ocorreu em fevereiro de 2004, onde as elevadas vazões registradas em Xingó (Gráfico 3.3) foram resultantes das fortes chuvas que ocorreram a jusante de Sobradinho.

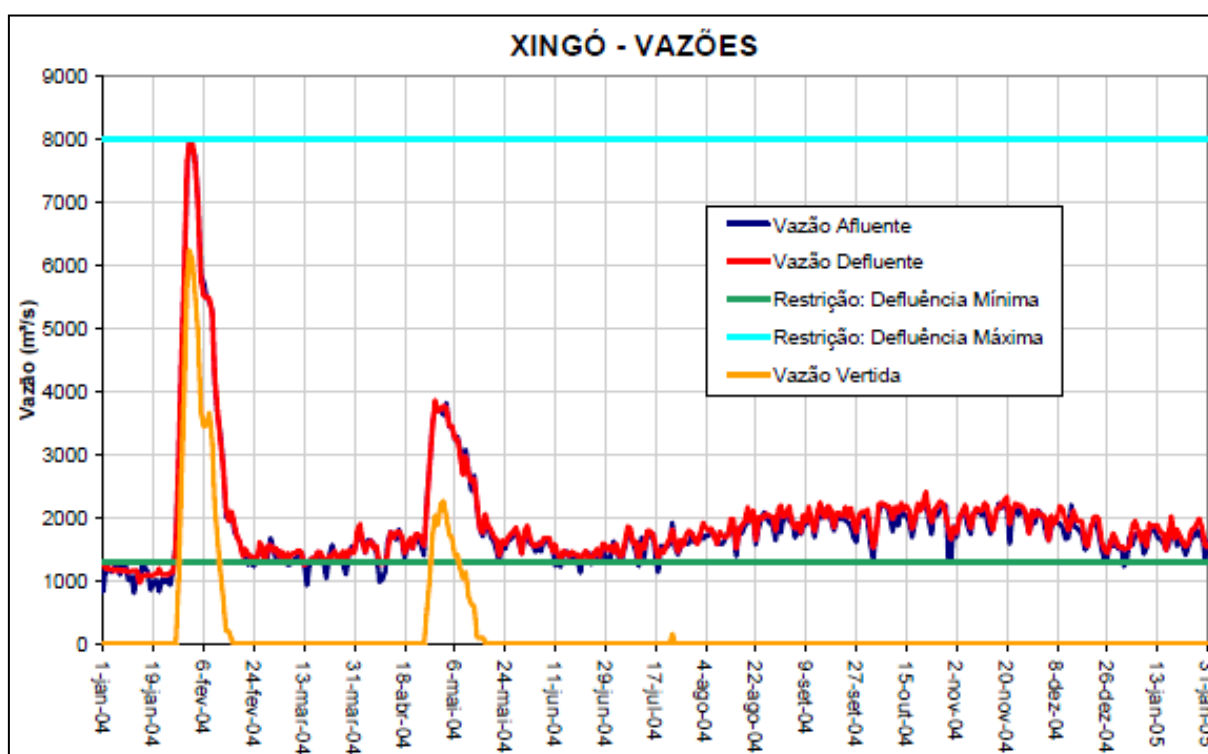


Gráfico 3.3: Vazões em Xingó.

Fonte: ANA (2004b).

Após as intensas chuvas que caíram no mês de janeiro e fevereiro de 2004, e que obrigou a CHESF a liberar um volume maior de água das barragens, o panorama foi modificado quando a vazão do rio aumentou de seu volume normal, 2000 m³/s para 3.500 m³/s e logo depois para 8.000 m³/s na foz, chegando até 9.500 m³/s, segundo informações de técnicos da CODEVASF. No dia 06/fevereiro/2004, a vazão foi reduzida a 5.500m³/s, com possibilidades de diminuir, de acordo com a ocorrência das chuvas, mesmo porque, segundo técnicos, a barragem de Sobradinho não estava na área de abrangência das chuvas e operava com apenas 32% (trinta e dois por cento) da sua capacidade (GUIMARÃES, 2004, p. 80).

A autora citada ainda afirma que o fator que contribuiu para essa vazão incremental da bacia foi especialmente os rios afluentes do São Francisco como o Paracatu, Urucuia, Carinhanha, Paraopeba, Das Velhas, Jequitáí e Verde-Grande com nascentes em Minas Gerais e Corrente e Grande com nascentes na Bahia e aponta para o fato da barragem de Xingó funcionar a fio d'água, não podendo reter o fluxo intenso originado na área a jusante de Sobradinho.

3.2 O controle de vazões e alterações hidrológicas no sistema fluvial a partir da barragem de Xingó.

As operações das barragens com a regularização da vazão funcionam como indicadores de pressão a jusante do canal (GUIMARÃES, 2004), pois modificam o regime fluvial e alteraram o comportamento hidráulico (GRAF, 2006) e sedimentológico (MEDEIROS *et al*, 2007), trazendo desequilíbrio morfológico ao rio (FONTES, 2002). Promove ainda a falta de cheias naturais, contribuindo para a degradação socioeconômica e ambiental que, diretamente, causou mudanças extraordinárias no cotidiano dos pescadores (VARGAS, 1999; RAMOS, 1999).

As barragens construídas ao longo do rio São Francisco desempenham papéis múltiplos quanto ao seu aproveitamento. Como a bacia corta áreas geográficas bastante diferenciadas quanto às características climáticas, as vazões médias dependem dessa

condição, tendo em vista a diferenciação de índices e regime pluviométricos. Assim, o Estado que contribui com a maior parte da vazão é Minas Gerais, seguido da Bahia. Já o Baixo São Francisco, representado pelos Estados de Alagoas e Sergipe, contribuem com baixos percentuais para a vazão do rio, como demonstra o gráfico 3.4.

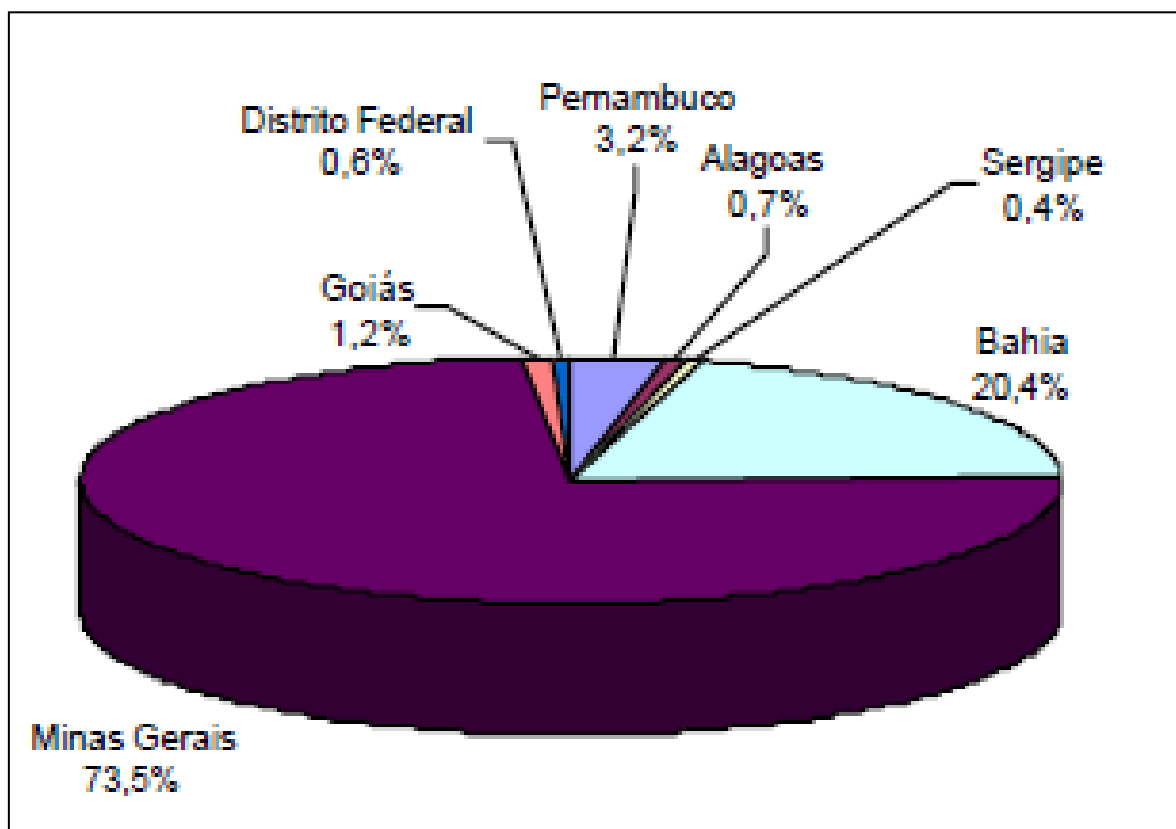


Gráfico 3.4: Participação relativa dos Estados na vazão do rio São Francisco.
Fonte: Adaptado de PBHSF, 2004.

Os estudos que contemplam o gerenciamento e monitoramento de vazões em rios com grandes barragens são essenciais para a eficiência do sistema, pois há a necessidade de avaliação de impactos a montante e a jusante das usinas. No caso da bacia do rio São Francisco, as preocupações são exponenciais, tendo em vista a grande diversidade de regimes climáticos e o caráter de multiusos da mesma. Objetiva-se o uso racional dos recursos hídricos levando em conta a quantidade de água disponível no sistema, que possibilite menor impacto aos ecossistemas.

O conhecimento da magnitude, da frequência e da duração da descarga líquida são informações críticas para qualquer intervenção humana num sistema fluvial. Alguns exemplos da aplicabilidade do conhecimento do comportamento hidrológico de um canal ou bacia se encontram na necessidade de estimar a resistência ou o estresse das forças hidráulicas no caso de quaisquer obras de engenharia, na antecipação de níveis de cheias e, portanto, na decisão de abrir ou fechar vertedouros ou na execução de 82 projetos de irrigação. Assim também, no caso de impactos causados por represamento de rios e a consequente regularização do fluxo, esta análise se torna uma ferramenta fundamental (MANYARI, 2007, p. 81 e 82).

A última barragem de grande porte construída no rio São Francisco foi UHE Xingó, localizada entre os estados de Alagoas e Sergipe (Figura 3.3 e Quadro 3.1), situando-se a 12 km do município de Piranhas/AL e a 6 km do município de Canindé do São Francisco/SE e tendo o início de suas obras em 1987 e o início de sua operação em 1994. A usina está localizada à cerca de 65 km a jusante do Complexo de Paulo Afonso. Ressalte-se que se encontra em apreciação um projeto que visa à implantação de mais uma usina hidrelétrica, agora a jusante de Xingó, no município de Pão de Açúcar/AL.



Figura 3.3: UHE Xingó.

Fonte: CHESF, 2010.

Quadro 3.1 Principais características da UHE Xingó

Longitude	37° 47' Oeste
Latitude	9° 37' Sul
Distância da foz	179 km
Potência instalada	3.162.000 kW (6 UGs)
Início de funcionamento	12/94
Área do reservatório	60 Km ²
Volume total do reservatório	3.800 x 10 ⁶ m ³
Volume útil do reservatório	41 Hm ³
Vazão regularizada	Fio d'água
Nível máximo maximorum	139,00 m
Nível máximo operativo normal	138,00 m
Nível mínimo operativo normal	137,20 m
Comprimento do reservatório	60 km

Fonte: CHESF, 2014.

A UHE Xingó funciona a fio d'água, ou seja, possui capacidade de regularização reduzida, dependendo sua vazão das usinas em cascata com capacidade de armazenamento a montante como as barragens de Sobradinho e Luiz Gonzaga que possuem reservatórios de acumulação e com capacidade de regularizar vazões por longos períodos. Apesar das desvantagens do ponto de vista ambiental, as usinas com grande capacidade de acumulação podem servir como controle estratégico para a geração de energia elétrica.

Com a redução da capacidade de controle da regularização de vazões no canal fluvial, o Sistema Interligado Nacional (SIN) minimiza sua capacidade de intervir nos momentos cruciais onde há maior necessidade para a geração de energia no atendimento das demandas cada vez mais crescentes. A tabela 3.1 mostra essa redução da capacidade de regularização do sistema. Observa-se que entre 2001 e 2012 ocorreu uma efetiva redução de 1,46 para 1,14 meses, levando em conta o nível mínimo dos reservatórios, já para o nível máximo e considerando o mesmo período a redução da capacidade de regularização cai de 5,57 para 4,36 meses.

Tabela 3.1- Capacidade de regularização do Sistema Interligado Nacional.

Nível dos Reservatórios	Capacidade de Regularização Efetiva (meses)		
	2001	2012	2021
Mínimo (23,2%)	1,41	1,14	0,78
Médio (63,8%)	4,00	3,13	2,14
Máximo (88,8%)	5,57	4,36	2,98
Completo (100%)	6,27	4,91	3,35

Fonte: Sistema Firjan, 2013.

Como observado no gráfico 3.5, as usinas a fio d'água apresentam níveis de produção hidrelétrica semelhantes às usinas com grande capacidade de acumulação nos reservatórios. A UHE Xingó, apesar de possuir uma área inundada pequena se comparada as outras usinas do rio São Francisco, apresenta a maior produção de energia da bacia com 3.162.000 KW. Ressalte-se o fato de que a mesma alcança grande produção em virtude do sistema de cascatas no canal do rio.

Com a atual política de gestão energética esses índices permanecerão em queda, como previsto para 2021, para qualquer nível dos reservatórios, demonstrando uma necessária discussão sobre o uso das fontes energéticas no território brasileiro. Vale destacar que a partir do momento que o sistema hidrelétrico não atende a demanda de energia, o sistema termelétrico passa a funcionar com maior intensidade para complementar com índices de geração mais elevados, perpetrando na sociedade críticas quanto ao uso de fontes não renováveis, mais caras e “suja” responsáveis pelos gases estufa (GEE).

Quando tratamos da regularização da vazão a partir da UHE Xingó ficam evidentes vários aspectos: o primeiro em relação a dependência da defluência da usina em relação ao sistema de cascata de barragens a montante; segundo que a regularização em Xingó restringe-se a espaços de tempo bastante reduzidos; terceiro, mesmo com a regularização a partir de um sistemas de cascatas ao longo do canal fluvial, ainda ocorrem, mesmo que esporadicamente, cheias a jusante de Xingó e em especial no baixo curso do rio; e

por fim destacam-se as mudanças proporcionadas ao sistema fluvial a partir da carga sólida e efeitos na sedimentação e erosão no canal.

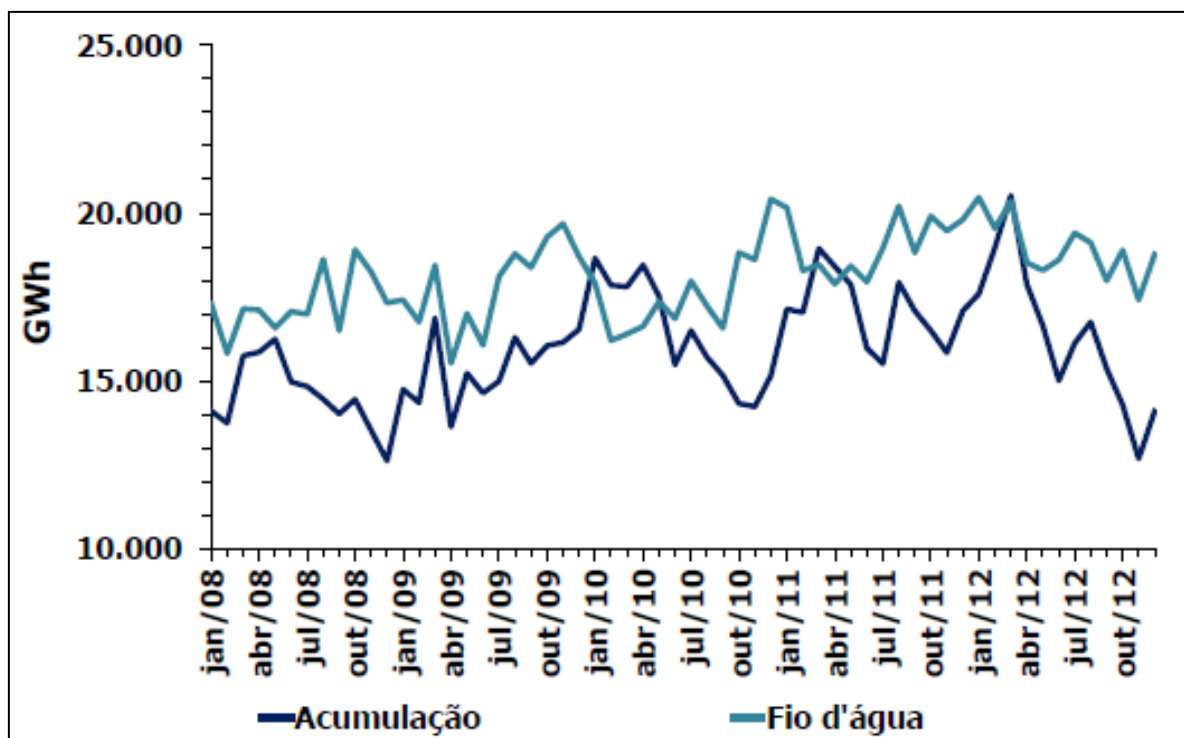


Gráfico 3.5: Geração hidráulica por tipo de reservatório.

Fonte: Sistema Firjan, 2013.

A vazão natural média anual (Gráfico 3.6) do rio São Francisco é de 2.850 m³/s. Entre 1931 e 2001 esta vazão oscilou entre 1.461 m³/s e 4.999 m³/s. Ao longo do ano, a vazão média mensal pode variar entre 1.077 m³/s e 5.290 m³/s. Na bacia, as descargas costumam ter seus menores valores entre os meses de setembro e outubro. Em 95 % do tempo, a vazão natural na foz do São Francisco é maior ou igual a 854 m³/s. As maiores descargas são observadas em março (ANA, 2004a).

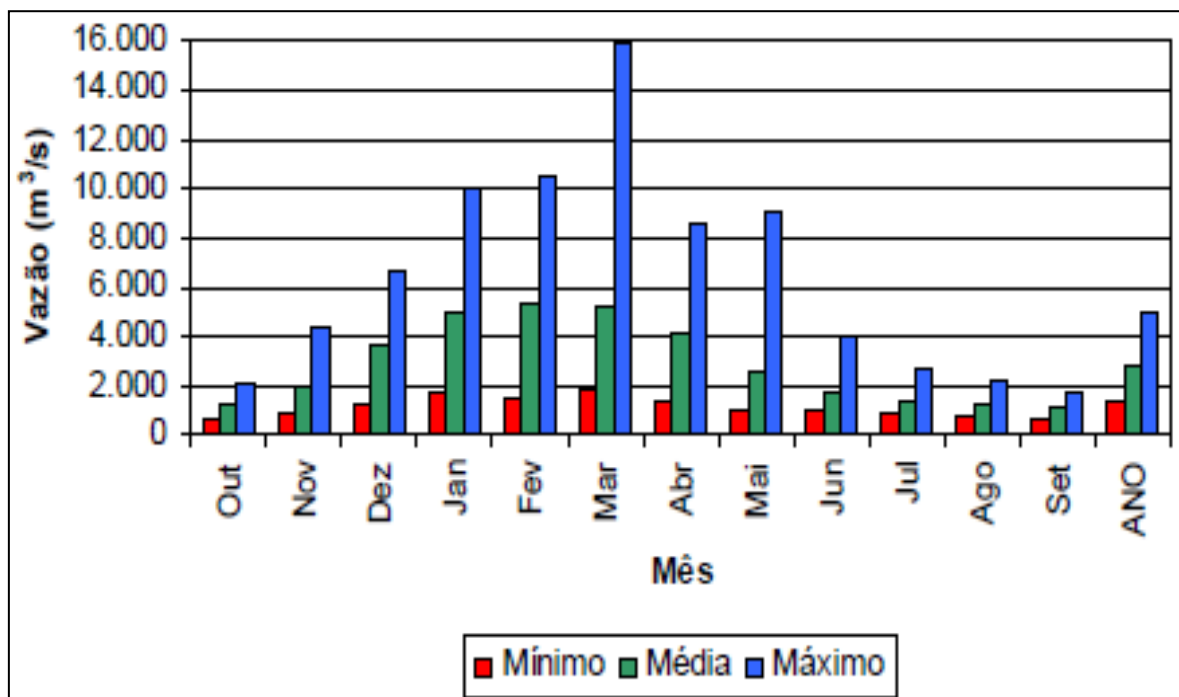


Gráfico 3.6 – Vazões naturais mensais e anual (média, mínima e máxima) na foz do rio São Francisco (2004).

Fonte: ANA (2004b).

Na avaliação de Vargas (1999), bem como de Souza e Leitão (2000), a vazão média do rio São Francisco sofreu reduções com a construção de barragens. A primeira autora aponta que em épocas de cheias, entre os meses de novembro a março, era de 13.000 m³/s, reduzindo, na vazante, para 900 m³/s. Já a segunda autora afirma que no ano de 1993 mediu 2.592 m³/s diminuindo em 1996, para 1.742 m³/s voltando a aumentar em 1997 para 1.870 m³/s, ficando estabilizada uma vazão muito próxima a esta, com pequenas variações para mais ou para menos.

O aproveitamento de Xingó, devido a seu reduzido volume útil, constitui-se em um reservatório a fio d'água, não exercendo, portanto, nenhum controle sobre cheias provenientes dos reservatórios de montante. Na ocorrência de eventos extremos, em função de suas características, a defluência de Xingó será igual a sua afluência, devendo-se manter o nível do reservatório 0,30 m abaixo do seu nível máximo operativo normal para amortecer possíveis elevações das defluências de Paulo Afonso, devido às oscilações de carga ao longo do dia, mantendo-se o patamar das vazões defluentes (ONS, 2014, p. 35).

Merecem aqui discutir dois pontos cruciais na compreensão da vazão do rio. O fato de que a média pode não representar a “vazão ideal”, ou seja, aquela que se aproxima da vazão natural, e a previsão de vazão mínima não tem se concretizado nos últimos anos, ou seja, a vazão real do rio ficou inferior àquela prevista e amplamente divulgada pelos órgãos oficiais.

Em publicação no diário oficial da União do dia 10 de abril de 2013, a resolução da ANA comunicava sobre a redução da descarga mínima defluente instantânea dos reservatórios de Sobradinho e Xingó, de 1300 m³/s para 1100 m³/s, ficando o acompanhamento de controle das defluências por parte das estações fluviométricas de Juazeiro (ANA 48020000) e Propriá (ANA 49705000).

A vazão de restrição de 1300m³/s passaria para 1.100m³ de forma temporária como demonstra o gráfico 3.7 para a UHE Xingó, observando-se a afluência, defluências e as vazões de restrição (anterior e atualmente adotada), e o gráfico 3.8 que trata das vazões de restrição adotada e temporária para o posto fluviométrico de Propriá, atendendo determinação da ANA, inicialmente até 31/12/2013, e posteriormente prorrogada para 31/07/2014.

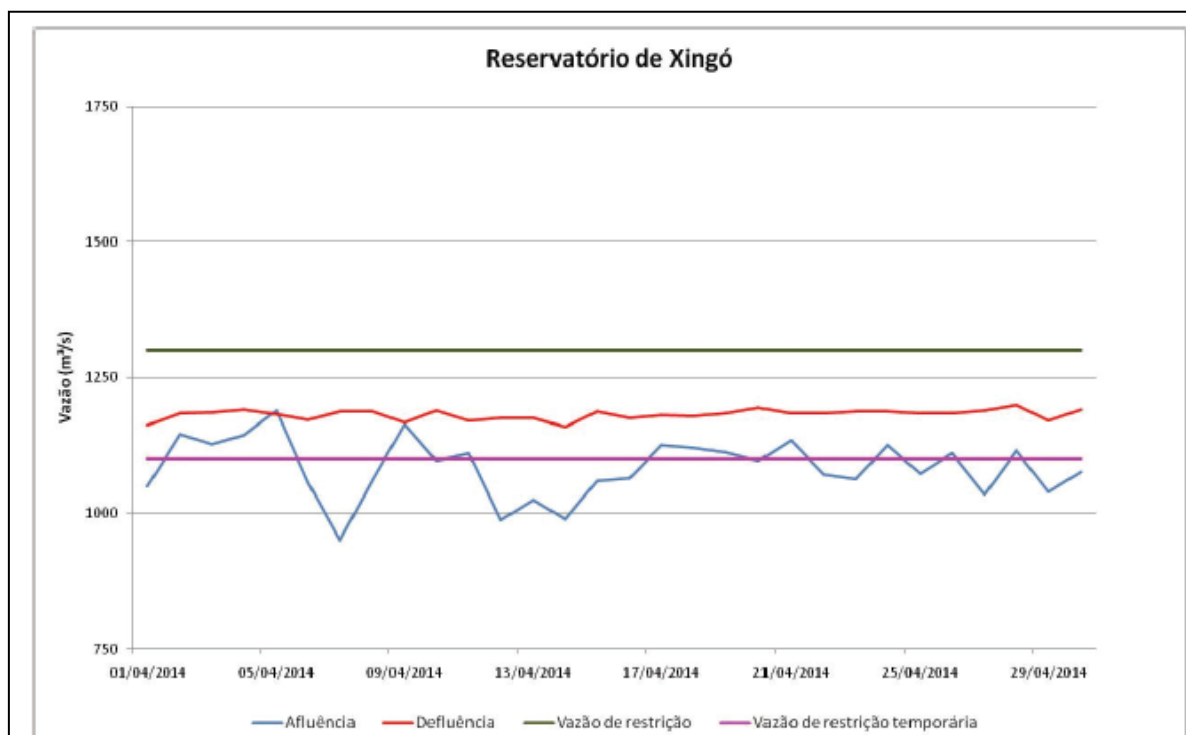


Gráfico 3.7: Vazões afluentes, defluentes e vazões de restrição na UHE Xingó.
Fonte: CHESF (2014b).

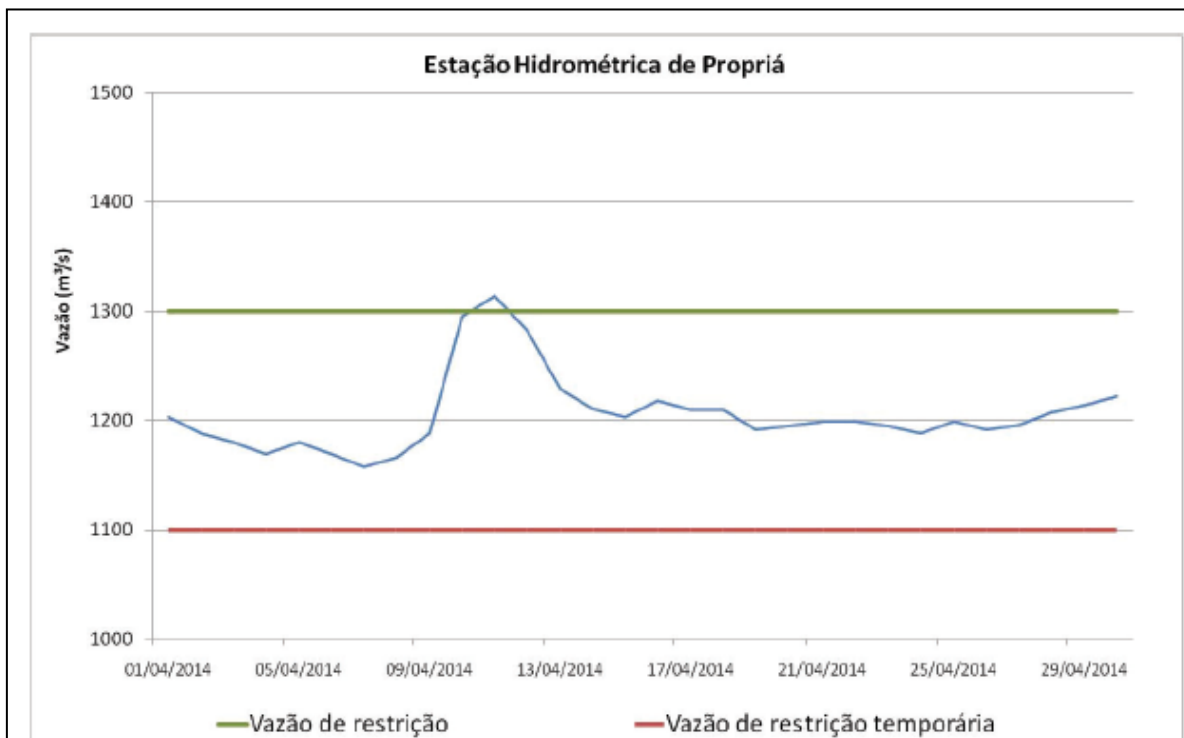


Gráfico 3.8: Vazões de restrição em Propriá.

Fonte: CHESF (2014b).

Esse fato representou preocupações aos usos múltiplos da bacia, pois a redução da defluência mínima poderia ocasionar problemas na manutenção de projetos de irrigação, bem como problemas na captação de adutoras que abastecem as cidades no baixo curso do rio, como a adutora do São Francisco que abastece Aracaju, e de Porto da Folha que abastece municípios do Sertão Sergipano. No entanto, não se verificou por parte dos órgãos oficiais preocupação quanto às consequências sobre a dinâmica ambiental e conservação dos ecossistemas fluviais estuarinos a jusante da UHE Xingó.

A Divisão de Gestão de Recursos Hídricos (DORH) da CHESF elaborou relatório em junho de 2013, sobre as condições de usos múltiplos do rio São Francisco com a vazão de restrição de 1100m³/s, a partir da UHE Xingó em Canindé do São Francisco, em Sergipe e o município de Piaçabuçu, em Alagoas. O relatório decorreu de uma inspeção visual e aérea do mencionado trecho.

Dentre as conclusões do relatório, pode-se destacar: a redução da vazão contribuiu para a visualização de bancos de areia e afloramentos rochosos abaixo de Xingó; houve aumento do percurso na travessia das balsas entre Pão de Açúcar em Alagoas e Niterói em Sergipe; observou-se dificuldades no abastecimento das captações dos projetos agrícolas de Propriá e Cotinguiba/Pindoba e assoreamento próximo a captação do Projeto Platô de Neópolis (Figura 3.4); dificuldades de operação da captação Morro do Gaia, em São Brás em Alagoas; dificuldades na captação da DESO Propriá em Sergipe, apesar de ter havido dragagem no local da captação; Problemas da SAAE em Penedo/AL em manter o funcionamento pleno das três bombas utilizadas na captação da água.



Figura 3.4: Aumento do assoreamento nas proximidades da captação do projeto Platô de Neópolis/Vazão de restrição temporária.

Fonte: CHESF (2013a).

3.3 Alterações geomorfológicas na estrutura e dinâmica estuarina do rio São Francisco decorrentes da regularização da vazão.

A compreensão das modificações geomorfológicas a jusante de Xingó, em especial, na região estuarina deve ser compreendida diante do regime de vazões do canal fluvial, não somente diante da regularização estabelecida a partir das barragens de Sobradinho e Itaparica, mas também a partir do sistemas de gestão integrada da bacia, tendo em vista, nos últimos anos, a redução da vazão de restrição, para atender a demanda de produção energética e assegurar o controle do sistema.

Alguns trabalhos científicos procuraram identificar, quantificar e cartografar os pontos de erosão marginal (CASADO *et al*, 2000; FONTES, 2002; CUNHA, 2011) no Baixo São Francisco. Na área de estudo, compreendida entre os municípios de Neópolis/SE e Penedo/AL local com campos de areia e remanescentes de dunas vegetadas até a foz (OLIVEIRA, 2003), o canal assume padrão anastomosado, conforme figura 3.5, diferentemente do padrão geométrico entrelaçado do trecho anterior (Propriá até Penedo) (CUNHA, 2011). O processo de erosão marginal bem como de assoreamento do canal estarão presentes até a foz.

O estudo de Fontes (2002) quantificou e cartografou os pontos de erosão marginal e apontou o agravamento da situação a partir dos anos 80, em especial, na etapa posterior a operação de Sobradinho, identificando os barramentos construídos como indicador de pressão ao sistema fluvial, produzindo a degradação ambiental decorrente da erosão marginal (GUIMARÃES, 2004).

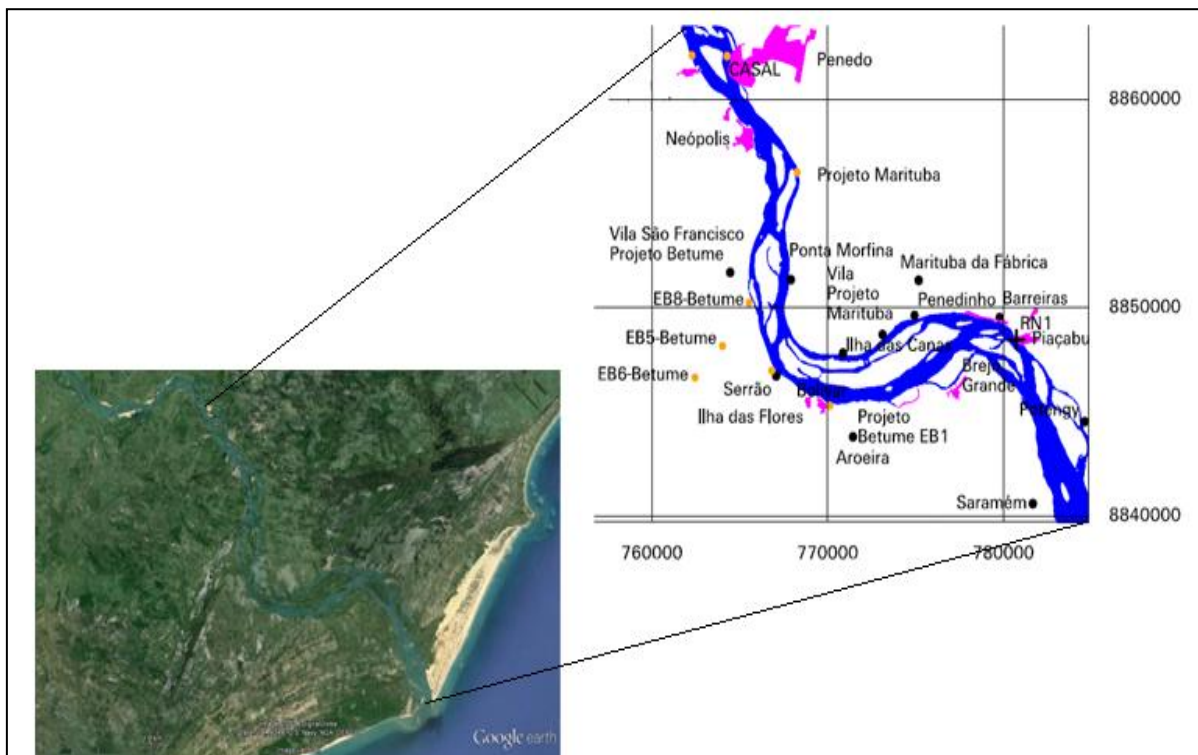


Figura 3.5: canal anastomosado e a área de estudo entre Penedo/Neópolis e a foz.

Fonte: imagem Google Earth/2014.

Organização: autor, 2014.

Na concepção de Guerra e Cunha (2011), os canais anastomosados caracterizam-se por apresentar grande volume de carga de fundo que, conjugado com as flutuações de descargas, ocasionam sucessivas ramificações, ou múltiplos canais que se subdividem e se reencontram, separados por ilhas assimétricas e barras arenosas. Essas barras são bancos ou coroas de detritos móveis carregados pelos cursos de água e ficam submersas durante as cheias. As ilhas são mais fixas ao fundo do leito, apesar da ação erosiva e da sedimentação, podendo ficar parcialmente emersas no decorrer do período das cheias. Também as barras podem ser estabilizadas pela deposição de sedimentos mais finos e/ou pela fixação da cobertura vegetal durante os intervalos de enchentes.

Em estudo realizado por Cunha (2011) sobre os impactos geomorfológicos decorrentes da barragem de Xingó ao BSF (Baixo São Francisco), as mudanças geomorfológicas foram agrupadas hierarquicamente em mudanças de primeira ordem (modificações ao regime hidrológico e sedimentológico); segunda ordem (aumento do poder erosivo do fluxo do canal ao entalhe do leito do rio); e terceira ordem (mudanças no perfil

longitudinal e no gradiente do rio, os processos de erosão nas margens e as mudanças no perfil transversal, e as modificações na dinâmica da foz).

A autora citada ainda menciona a identificação de 72 focos de erosão marginal ativos entre Pão de Açúcar/AL e a foz, sendo que no trecho entre Própria/SE e a foz é onde ocorre maior concentração desses focos (57), correspondendo a 29,9 km sob erosão na margem direita e 17,8 km na margem esquerda.

Fontes (2002), Guimarães (2004) e Casado *et al* (2000) concluíram que o principal trecho do rio onde ocorre o maior número de pontos de erosão marginal é entre o município de Propriá (SE) a Penedo (AL), mas esse problema pode ser observado em vários pontos até a foz entre os municípios de Piaçabuçu (AL) e Brejo Grande (SE).

Nas campanhas de campo realizadas no segundo semestre de 2013 e no primeiro semestre de 2014, foi possível observar vários pontos de erosão como os que estão representados na figura 3.6. No município de Brejo Grande, por exemplo, foram identificados vários trechos do rio onde a erosão pode ser identificada, como é o caso da erosão marginal no povoado Saramém, onde esse processo foi responsável pelo deslocamento do entreposto de pesca para outra localidade situada a cerca de 200 metros em direção à foz.

Eis a razão da reclamação latente dos pescadores com as modificações ocorridas com a construção de barragens a montante e seus impactos múltiplos na morfologia do canal, que nesse caso promoveu o deslocamento dos mesmos para área situada rio abaixo. Também é notória, na fala dos mesmos, a insatisfação com o controle de vazão do rio e sua implicação na renovação e manutenção dos estoques de pesca, bem como da sua sobrevivência enquanto pescador artesanal ou familiar.

Ainda conforme a visão dos atores sociais locais verificou-se nesse trecho, a partir das entrevistas aos pescadores e ribeirinhos, a dificuldade apresentada pelas barras arenosas submersas e relativamente rasas para a navegabilidade daqueles que utilizam com determinada frequência o transporte fluvial, bem como foi constatado em entrevistas com técnicos de companhias de abastecimento de água em Alagoas (CASAL) e Sergipe (DESO) quanto aos problemas de captação nas adutoras do BSF. Esse problema se acentua diante da aplicação da vazão de restrição temporária de 1100 m³/s em 2013 e 2014, como foi exposto no item anterior.



Figura 3.6: No primeiro plano acima imagem do Google Earth, identificando a área de estudo. No plano inferior duas fotos representando a erosão marginal em Brejo Grande/SE. Organização: autor, 2014.

3.4 O controle de vazões e fluxo de sedimentos a jusante da barragem de Xingó e impactos ao sistema socioambiental.

A regularização da vazão decorrente de barragens em cascatas, como a de Três Marias operada pela CEMIG (Centrais Elétricas de Minas Gerais), situada no alto curso do rio e demais barramentos construídos no Médio, Submédio e Baixo, operadas pela CHESF (Companhia Hidrelétrica do São Francisco), como Sobradinho, Itaparica, Apolônio Sales-Moxotó, Paulo Afonso I, Paulo Afonso II, Paulo Afonso III, Paulo Afonso IV e Barragem de Xingó, promoveram retenção de sedimentos que contribuem entre outros impactos, para mudanças na morfologia do canal.

Na sinopse do dia 19 de junho de 2014, o Centro de Operação do Sistema (COOS), da CHESF, como demonstra a figura 3.7, divulgou nota técnica onde demonstra as características do sistema de produção energética, com dados que comprovam a vazão de restrição temporária da bacia do rio São Francisco. Vale observar que a vazão de Xingó é de 1.133 m³/s, sendo totalmente turbinada. Aliás, nota-se que em nenhuma das usinas ocorre água vertida, configurando um momento de baixa nos reservatórios do sistema como observado em Sobradinho (50,69 %) e Itaparica (24,92%).

Outro aspecto pode ser notado é que a produção de energia do sistema está bem abaixo da média, como pode ser verificado em Xingó que tem potencial instalado para produzir 3.000 MW e, no entanto, aparece apenas com 1.273 MW. Como reflexo da baixa geração de energia no sistema CHESF, o governo brasileiro recorre a produção de energia termelétrica, como a Usina Térmica de Camaçari/BA, ou hidreletricidade de outras regiões devido a complementaridade e integração do sistema.

As barragens tem em comum o fato de interferir no fluxo de sedimentos do canal fluvial, independente que a usina funcione a fio d'água ou não, pois os barramentos se constituem como obstáculos artificiais, promovendo a acumulação desses sedimentos e promovendo uma descarga líquida com maior energia a jusante, interferindo assim na morfologia fluvial.

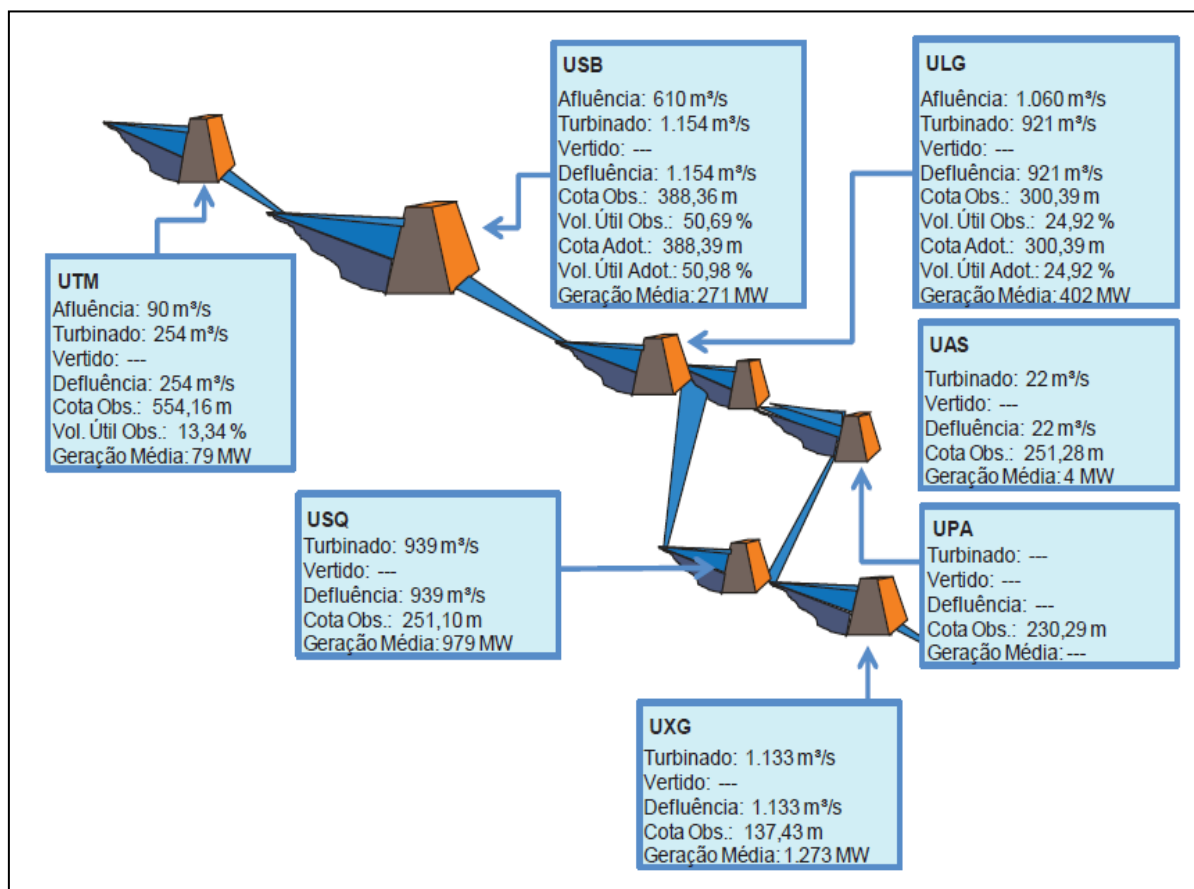


Figura 3.7 Principais reservatórios e geração das usinas do rio São Francisco em 19/06/2014.

Fonte: CHESF, 2014.

Brandt (2000) afirma que dependendo da localização do reservatório, a captura de sedimentos, especialmente em regiões tropicais e áridas com prevalente erosão do solo, muitas vezes perturba o sistema fluvial a montante e a jusante do reservatório. Os reservatórios passam a interceptar mais sedimento, significando que a água a jusante das barragens será relativamente clara.

A esse respeito, Fontes (2002) pontua que a retenção de sedimentos promovida pelas barragens pressupõe uma descarga líquida mais leve, consequentemente, com maior energia, o que acentua o processo da erosão marginal e no leito do rio, se constituindo em uma resposta do sistema fluvial às alterações hidrosedimentológicas do canal devido aos efeitos geomorfológicos a jusante das barragens. Outros estudos realizados por MEDEIROS (2007), CUNHA (2011), OLIVEIRA (2003), OLIVEIRA *et al* (2010) e SILVA *et al* (2010)

relatam os impactos advindos da contenção dos fluxos de sedimentos para as regiões a jusante dos barramentos.

Estudo realizado por Zahar *et al* (2008) sobre o impacto a jusante da barragem de Sisi Salem na Tunísia sobre as condições de fluxo do rio Medjerda, comprovou significativas mudanças na morfologia do canal e consequente assoreamento do mesmo.

No trabalho realizado por Silva *et al* (2010) onde se realizou coleta de amostras de água entre agosto de 2007 e julho de 2008 em Piaçabuçu/AL, a uma profundidade média de 40 cm abaixo da linha da água, com utilização do método de Strickland e Parsons (1972) para a análise da quantificação do material em suspensão. A concentração de material em suspensão ficou em $2,62 \times 10^6$ T/ano, diferentemente das respostas encontradas por Medeiros (2003) $2,28 \times 10^6$ T/ano; Santos (1993) 21×10^6 T/ano e Milliman (1975) com 69×10^6 T/ano.

A jusante da Barragem de Xingó, a água é excessivamente límpida e a carga sólida total atual representa cerca de 4% da carga existente anteriormente à construção das barragens a montante da área em estudo (FONTES, 2002).

Como se observa, a construção de barragens é fator decisivo na redução da descarga sólida em suspensão no canal fluvial e que é necessário considerar que parte dessa carga de sedimentos que ocorre no baixo curso do rio e, em especial, na área de estudo, ou seja, entre Penedo/Neópolis e a Foz, decorrem da descarga específica do próprio trecho, resultantes do processo de erosão marginal (barrancas) e nos *hillslopes* da bacia de drenagem, associando-se aos processos erosivos aos solos adjacentes.

De acordo com Charlton (2008), grande parte dos sedimentos tem origem no alto curso do rio, considerando importante a erosão marginal para a produção de sedimentos transportados pelos canais fluviais. No entanto, o autor reconhece que outros fatores são determinantes na compreensão na quantificação dos sedimentos, como o transporte encosta abaixo por diferentes tipos de processos de movimento de massa; a erosão da superfície do solo pela ação de pingos de chuva, escoamento superficial e fluxo concentrado em sulcos e voçorocas; e a atividade humana que pode levar a problemas quanto a acelerada erosão e gestão.

3.5 Mudanças na morfologia e dinâmica da foz e litoral adjacente

Os reflexos mais significativos da regularização do fluxo de carga líquida e sólida ocorrem no baixo curso do rio (CHARLTON, 2008), especialmente quando tratamos de um canal fluvial com barragens em cascata como é o caso do rio São Francisco. A dinâmica estuarina (PINHEIRO e MORAIS, 2010; GENZ, 2006) e a foz são diretamente afetados pelo controle de fluxos e mudanças ao regime hidrossedimentológico (BRANDT, 2000, 2005) e morfologia do canal.

Rahman *et al* (2011) realizou estudo no delta do rio Ganges em Bangladesh, e concluiu que a construção da barragem de Farakka e consequente desvio de águas para o rio Hugina, na Índia, interferia no regime de vazões do rio, impactando e modificando a dinâmica do estuário.

Para Oliveira (2003), o controle da distribuição de sedimentos na foz do rio São Francisco é de uma forma geral controlado pela influência fluvial e pelos fenômenos marítimos. Esta influência atua na remoção e deposição de sedimentos ao longo desse sistema.

A dinâmica litorânea adjacente a foz é influenciada, como na maior parte do Nordeste brasileiro, pela corrente do Brasil que se movimenta no sentido norte/sul. De acordo com OLIVEIRA *et al* (2008), no inverno, a direção de onde vem as ondas se desloca para S e SE, acelerando desta forma a erosão das praias da margem direita do rio São Francisco.

O mecanismo de bloqueio dos sedimentos, pelas correntes do rio, pode acumular sedimentos ao norte da foz, em decorrência da exposição da linha de praia e das ondas virem do SE. O transporte de sedimentos de praia pela deriva litorânea para o Sudoeste, de Alagoas para Sergipe, forma bancos de sedimentos marinhos no rio (OLIVEIRA, 2003).

Esse fato justifica maior processo erosivo ocorrido na margem direita, contribuindo com o recuo da praia do cabeço e provocando o deslocamento da população do povoado Cabeço para área mais segura no interior e com a berma de praia sendo mudada para a área de manguezais. A dinâmica fluvial colabora com esse processo, pois com a construção

dos barramentos e a contenção dos fluxos líquidos e sólidos, ocorre o déficit de sedimentos na foz e área adjacente sergipana.

No Baixo São Francisco as principais modificações na dinâmica da foz relacionam-se a erosão acentuada na foz (litoral sul) e ao recuo da linha de costa adjacente, em especial no povoado Cabeço, pela ausência de aporte de sedimentos. (...) O equilíbrio entre os processos marinhos, costeiros e fluviais foi atingido pela mudança do regime de fluxo e de sedimentos do baixo rio São Francisco, gerado pelas grandes obras de usinas hidrelétricas que resultaram nos impactos da foz (CUNHA, 2011, p. 371).

Pinheiro e Moraes (2010), em estudo realizado no rio Catu/CE, comprovou que os barramentos representavam fator de pressão, promovendo a degradação ambiental e comprometendo a capacidade de suporte do estuário, diante da diminuição da vazão de água doce.

Na figura 3.8 observa-se a evolução da morfologia da foz em três momentos distintos: o primeiro correspondente as imagens 01 e 02, de 1971, onde fica evidente a elevada carga de sedimentos na foz, bem como sua turbidez e formação de esporão na margem direita (Sergipe). Nas imagens 03 e 04, de 1984, já se pode perceber mudanças na morfologia da foz com a formação de esporões semissubmersos na margem alagoana e contínuo na margem sergipana.

Vale ressaltar que a UHE Sobradinho já estava em pleno funcionamento. A Imagem 05 de 16/05/2010 mostra mudanças mais significativas na foz, pois a formação de um longo esporão na margem esquerda (AL) funciona como barreira ao fluxo do canal, promovendo um deslocamento desse fluxo para a margem direita (SE) e contribui para o maior processo erosivo. Convém, no entanto, evidenciar que nesse momento já estava em operação a UHE Xingó.

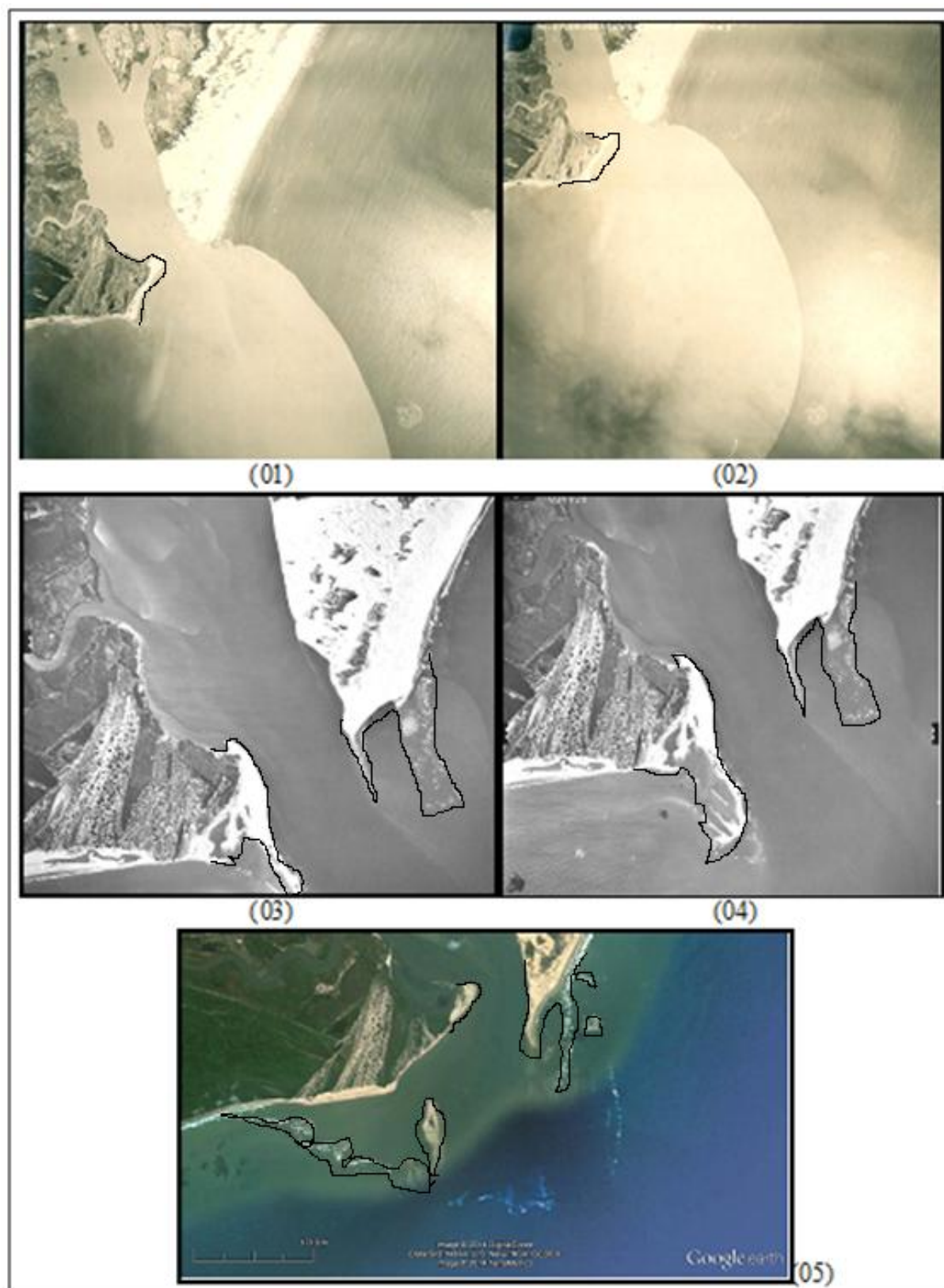


Figura 3.8. Morfologia da foz do rio São Francisco em três momentos distintos: Imagens 01 e 02 de 1979; imagens 03 e 04 de 1984 e Imagem 05 do Google Earth (2014). Imagens 01, 02, 03, e 04 cedidas pela SEPLAG/SE.

Fonte: Organizado pelo autor, 2014.

Sobre as mudanças a morfologia da foz do rio São Francisco a partir de imagens no período de 1979 a 2008, se conclui que houve uma grande alteração na dinâmica de energia do rio nesse mesmo período, muito provavelmente relacionada à Usina de Xingó. Como resultantes dessas modificações, pode-se verificar o estreitamento da foz – promovido pelo aumento da deposição no contato das margens com a costa; o aumento da área emersa das barras – diretamente relacionado ao aumento da carga fluvial; e turbilhonamento do fluxo – evidenciado na formação de uma língua na margem direita, mas que certamente também se relaciona à energia marinha (FELIPPE *et al* 2008).

A morfologia da foz do rio São Francisco é modificada tendo em vista dois processos que atuam concomitantes: a deriva litorânea promovendo acumulação (esporões arenosos) na margem alagoana, e erosão na margem sergipana decorrente da não reposição de sedimentos de fluxo fluvial, bem como as mudanças ao canal fluvial a montante com a regularização da vazão do rio.

4 O IMPACTO DA SALINIDADE EM SISTEMAS SOCIOAMBIENTAIS E PRODUTIVOS NO ESTUÁRIO DO RIO SÃO FRANCISCO.

Os canais fluviais são profundamente modificados a jusante das grandes barragens, diante das mudanças da carga sólida e líquida (GRAF, 2006; MEDEIROS *et al*, 2007), atribuindo novas características ao sistema fluvial (CHARLTON, 2008; PENTEADO, 1980; GUERRA E MENDONÇA, 2011), com reflexos na dinâmica do canal quanto aos trabalhos de erosão (FONTES, 2002; CASADO *et al*, 2000), transporte e deposição de sedimentos, perfil longitudinal e gradiente do rio (CUNHA, 2011; GUERRA e CUNHA, 2011), além de contribuir com mudanças a dinâmica da foz e litoral adjacente (OLIVEIRA *et al*, 2010; GENZ, 2006).

Além das consequências mencionadas para a regularização da vazão, apresenta-se ainda o comprometimento que o aumento da salinidade pode trazer para a dinâmica do estuário e a organização dos agroecossistemas locais, com reflexos evidentes na organização socioambiental.

Dois fatores serão considerados nesse estudo: o primeiro sobre o fato, diante dos trabalhos acadêmicos em várias partes do mundo (BECHMAN e RAND, 2008; NEJAD, 2010; HOCHENSMITH, 2004; GUTIÉRREZ-ESTRADA *et al*, 2007; KINGSFORD, 2010 e no Brasil (OLIVEIRA, 2003; OLIVEIRA *et al*, 2008; MEDEIROS, 2008; ALMEIDA, 2007; PINHEIRO e MORAIS, 2010; FADURPE, 2011), de que o nível de salinidade aumenta no estuário devido a construção de barramentos; outro, que fatores inerentes a desembocadura do rio e litoral adjacente podem contribuir para diferenciação dos índices de salinidade como a altura das marés.

Assim, no estudo do estuário do rio São Francisco a redução dos níveis de vazão e o fluxo de marés definem o padrão de salinidade desse ambiente que, de certa forma, sofre profundas modificações na sua dinâmica ambiental, ocasionando forte pressão aos ecossistemas associados e os sistemas econômicos implantados.

4.1 Elementos e fatores pertinentes para a compreensão do aumento da intrusão salina.

O estuário do rio São Francisco se estende até quase 75 km de sua foz, próximo a cidade de Própria (SE), região esta onde termina a oscilação do nível do rio devido às marés. As inversões do sentido das correntes de marés podem ocorrer só até 40 km, nas proximidades da cidade de Penedo (AL), e a penetração de massas de água do oceano até 8 km, a jusante da cidade de Piaçabuçu (AL) (OLIVEIRA *et al*, 2008).

Na abordagem realizada por Genz (2006), o estuário é um corpo de água costeiro semi fechado que se estende seu limite até a influência da maré, dentro do qual a água marinha que entra por uma ou mais conexões com o mar aberto, ou qualquer outro corpo de água salina, é significativamente diluída com água doce proveniente da drenagem do continente, e pode sustentar espécies biológicas eurohalinas em parte ou em todo o seu ciclo de vida.

O estuário corresponde a uma massa de água costeira semi fechada que possui uma ligação livre com o mar aberto. Um estuário, assim, é fortemente afetado pela ação das marés e, dentro dele, a água marinha mistura-se (de modo geral, sendo sensivelmente diluída) com água doce oriunda das áreas terrestres. Uma foz de rio, uma baía costeira, um alagado marinho e massas de água atrás de restingas são exemplos. Os estuários poderiam ser considerados zonas de transição ou ecótono entre os habitats de água doces e marinhos, porém muitos dos seus atributos físicos e biológicos mais importantes não são transnacionais, porém exclusivos (ODUM, 1988).

A região estuarina, com o seu pulso de oscilação de nível da água devido às marés, se estende por cerca de 40 km, até a ponte da BR 101 entre Propriá (SE) e Porto Real do Colégio (AL), entretanto a região com inversão do fluxo de correntes, com a vazão normal do rio, é menor do que a metade desta distância, podendo ser ampliado se a vazão do rio for reduzida. Nesta área ocorre a salinização das águas. Com a vazão do rio em torno de 2000 m³/s a salinização é inferior a 7 km, ou seja, a jusante da cidade de Piaçabuçu (AL), localizada a aproximadamente 12 km da foz. Entretanto os residentes da cidade afirmam que

com as grandes estiagens, anteriores a regularização das vazões do rio, a água ficava salinizada nas tomadas de água para abastecimento de Piaçabuçu (FADURPE, 2011).

A dinâmica e hidrologia do estuário do São Francisco são determinadas pelas características da corrente fluvial, bem como pela redução do seu caudal e seu regime de fluxos sazonal, devido a participação mais contundente do alto curso na constituição do mesmo. Com isso os efeitos das marés, em especial as de sizígia, passam a desempenhar fator decisivo na compreensão da dinâmica estuarina.

Devido a redução acentuada da vazão do fluxo fluvial, o conhecimento e variação das marés (seja no plano vertical ou horizontal com as correntes de maré) passam a desempenhar significativa importância para a navegação, pesca e comportamento da dinâmica ambiental no estuário.

A classificação de Pritchard definiu os estuários segundo a variação e padrão da salinidade, onde apontava para três tipos básicos: cunha salina (a), parcialmente misturado (b) e verticalmente homogêneo (c). O estuário do rio São Francisco é classificado, quanto ao padrão de mistura ou variação de salinidade, como de cunha salina (MEDEIROS, 2003; MEDEIROS *et al*, 2008; OLIVEIRA *et al*, 2008; FADURPE, 2011), como verificado na figura 4.1.

Observa-se que nos estuários em que ocorre a cunha salina (a) evidencia-se a estratificação entre as massas de água do fluxo fluvial, predominando na porção superior, por ser menos densa do que a corrente de água oceânica sendo mais densa e ocupando porções mais inferiores da massa de água, apresentando maior perfil vertical nas proximidades da foz. O gradiente de salinidade seja verticalmente ou longitudinalmente pode modificar-se diante do nível de descarga fluvial a partir da redução de vazão para atender demandas das usinas hidrelétricas, bem como o tipo e caracterização da maré.

Em relatório da FADURPE (2011), constatou-se que o menor fluxo de vazão do rio é fator que determina o aumento da salinidade no estuário do rio São Francisco, sendo que os índices tornam-se mais elevados e mais graves quando associados ao tipo das correntes de marés, como as de sizígia.

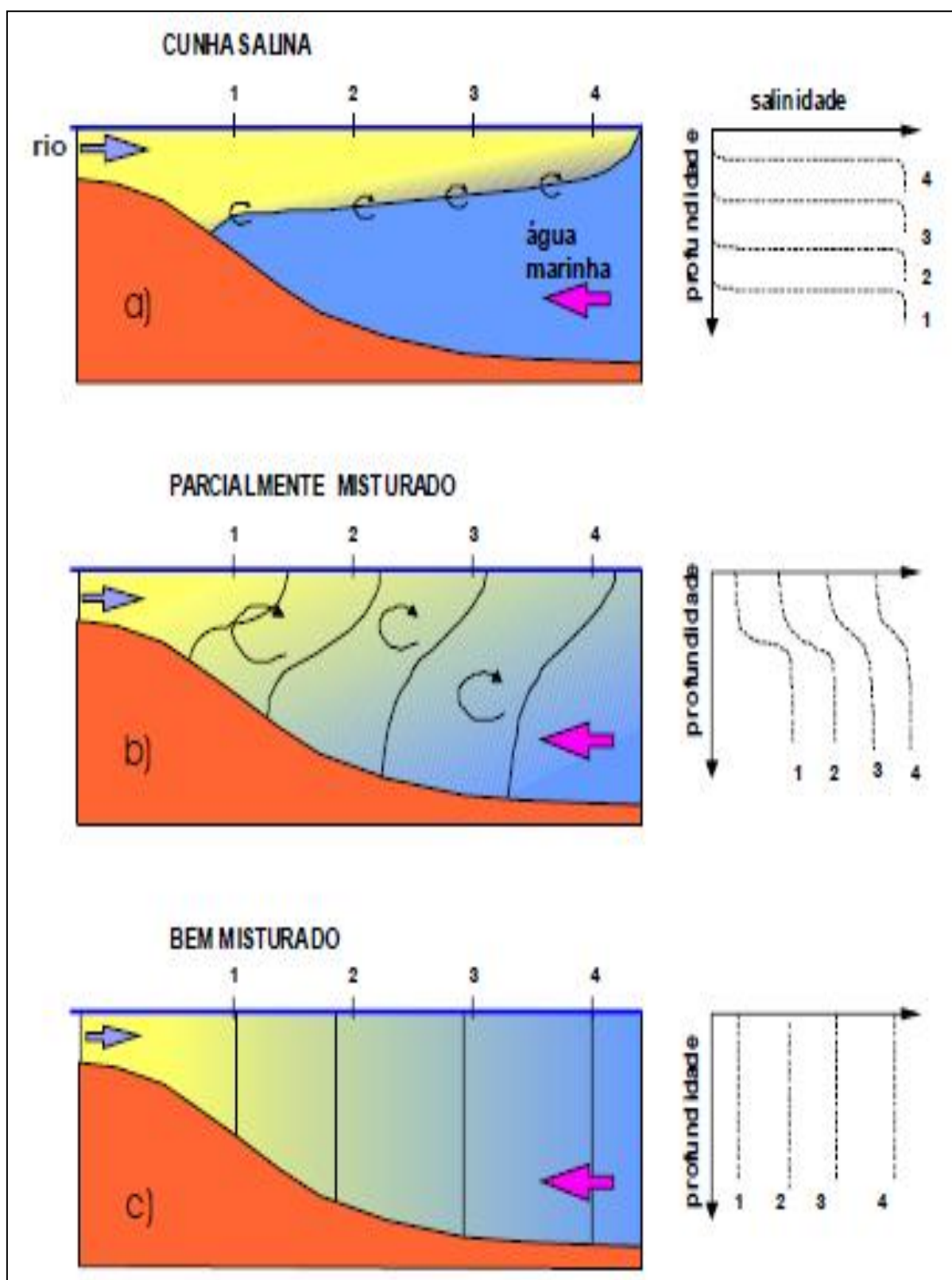


Figura 4.1. Tipos de estuário.

Fonte: Pritchard *apud* Genz (2006).

Observando-se a figura 4.2 que trata das características de vazão e níveis de salinidade no estuário do rio São Francisco no verão (dezembro de 2009), nota-se que a distribuição longitudinal da salinidade e o alcance da mesma em direção ao interior do estuário é minimizada pela vazão defluente da UHE Xingó, que apresenta consistente oscilação da vazão ao longo do mês de dezembro, com média superior a 2.000 m³/s, constituindo-se numa barreira a expansão para o interior da cunha salina.

Ressalte-se que dois níveis mais baixos de salinidade (1 e 10 ups) podem ser identificados a mais de 6 km da foz tanto na maré de sizígia como de quadratura, enquanto que o índice mais elevado (30 ups) avança até cerca de 4 km da foz.

Em princípio, percebe-se que não há grandes diferenças entre as marés de sizígia e quadratura quanto à distribuição longitudinal da salinidade. Esse fato deve ser associado a variação da vazão defluente da UHE Xingó para o período mencionado.

Observa-se que há redução da vazão média defluente de Xingó para o período de medida do nível de salinidade longitudinal na maré de quadratura, fazendo com que maximize o avanço da cunha salina em direção ao interior do estuário. Também se observa que no momento da maré de sizígia, onde a corrente de água salina deveria penetrar com maior força, ocorre que a vazão defluente de Xingó se eleva no período e minimiza o efeito da penetração da cunha salina no estuário.

Tais observações tornam-se importantes quando relacionamos a vazão e o nível de salinidade a estação do ano, como demonstrado nas figuras 4.2 e 4.3 que tratam respectivamente das características da salinidade e vazão no verão e inverno. Acrescente-se o fato de que o comportamento das amplitudes das marés na foz do rio São Francisco evidenciam traços de semidiurnas e meso-marés.

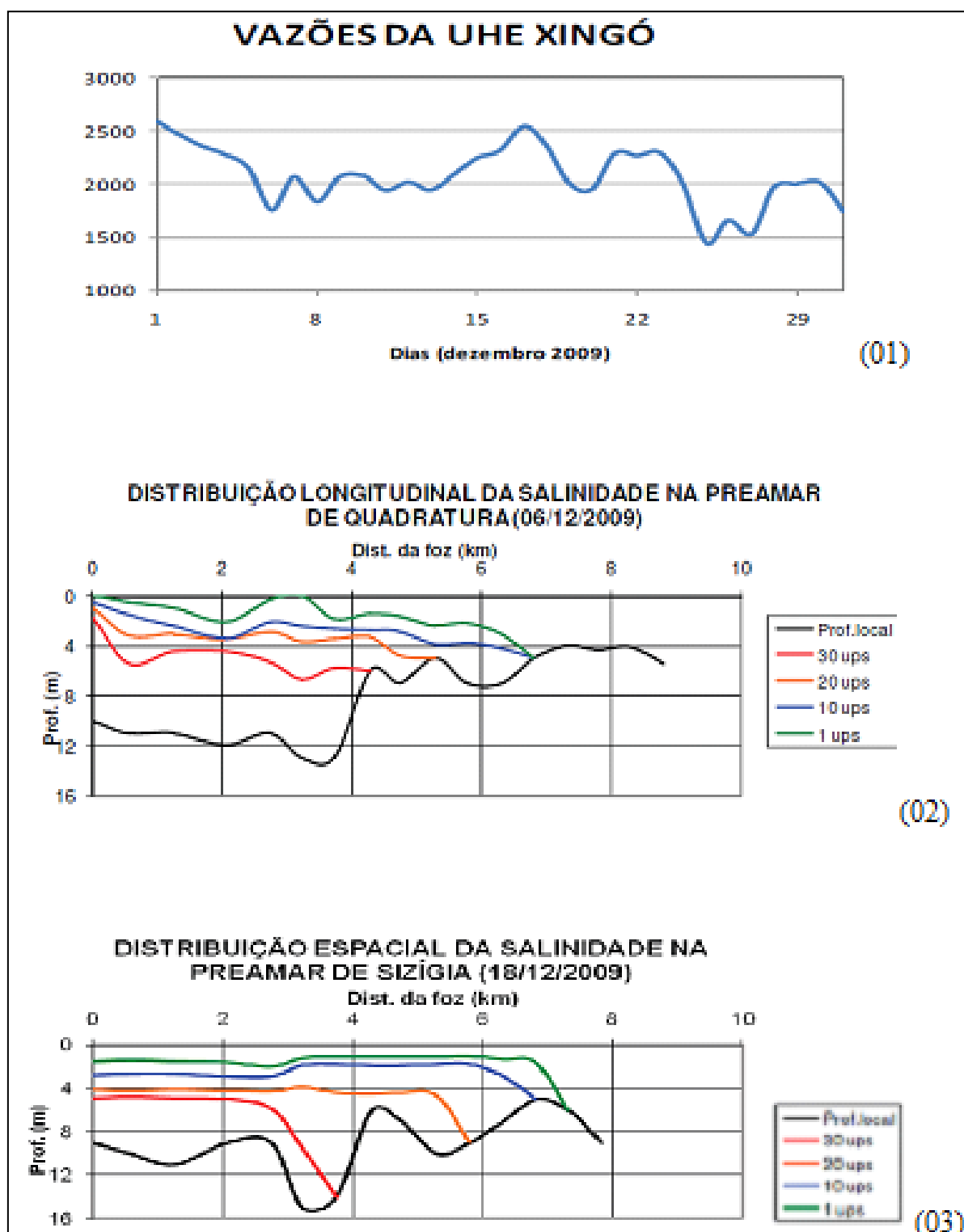


Figura 4.2. Características de vazão e salinidade no verão para o estuário do rio São Francisco. (01) vazões médias diárias em Xingó (CHESF, 2009). Distribuição da salinidade no estuário na preamar de quadratura (02) e sizígia (03).

Fonte: FADURPE (2011).

Organização: autor (2014)

A análise das informações apresentadas na figura 4.3 nos permite concluir que, diferentemente do verão, as vazões são mais reduzidas oscilando na faixa de 1500 m³/s, fazendo com que a influência da preamar seja mais notória em ambas as marés (sizígia e quadratura), naturalmente a sizígia se sobressaindo em relação a maior amplitude de maré, com máximas próximas a 250 cm, ao contrário da quadratura com máximas pouco superiores a 150 cm.

Da mesma forma que no verão (Figura 4.2), no inverno (Figura 4.3) há incontestável relação entre o maior avanço longitudinal da salinidade no estuário e os níveis de vazão defluente da UHE Xingó. As amplitudes de marés mais elevadas na sizígia associada a menor vazão em relação ao verão permite a presença de níveis de salinidade (1 e 10 ups) a distância de cerca de 8 Km da foz. Já para a maré de quadratura, esses níveis de salinidade alcançam cerca de 4,5 km da foz.

Diante disso justificam-se os posicionamentos dos ribeirinhos quando afirmam que a construção de barramentos intensificou e expandiu a salinidade em direção ao interior do estuário, comprometendo em determinados momentos do ano o abastecimento para comunidades locais.

Estudos realizados em outros estuários tem comprovado o fato do aumento da salinidade e consequências socioambientais decorrentes da construção de barramentos e regularização da vazão do rio, como o trabalho de Rahman *et al* (2011), que evidencia os efeitos sobre a redução da biodiversidade em comunidades rurais de Bangladesh; Hockensmith (2004) que estudou esse impacto na flora e fauna do estuário do rio Santee no Estado da Carolina do Sul (EUA); Bachman E Rand (2008) que estudaram os efeitos da salinidade do estuário em espécies de peixes no sul da Flórida; Pinheiro E Moraes (2010) que mostraram, entre outros impactos, a tendência de hipersalinidade para o estuário do rio Catu (CE).

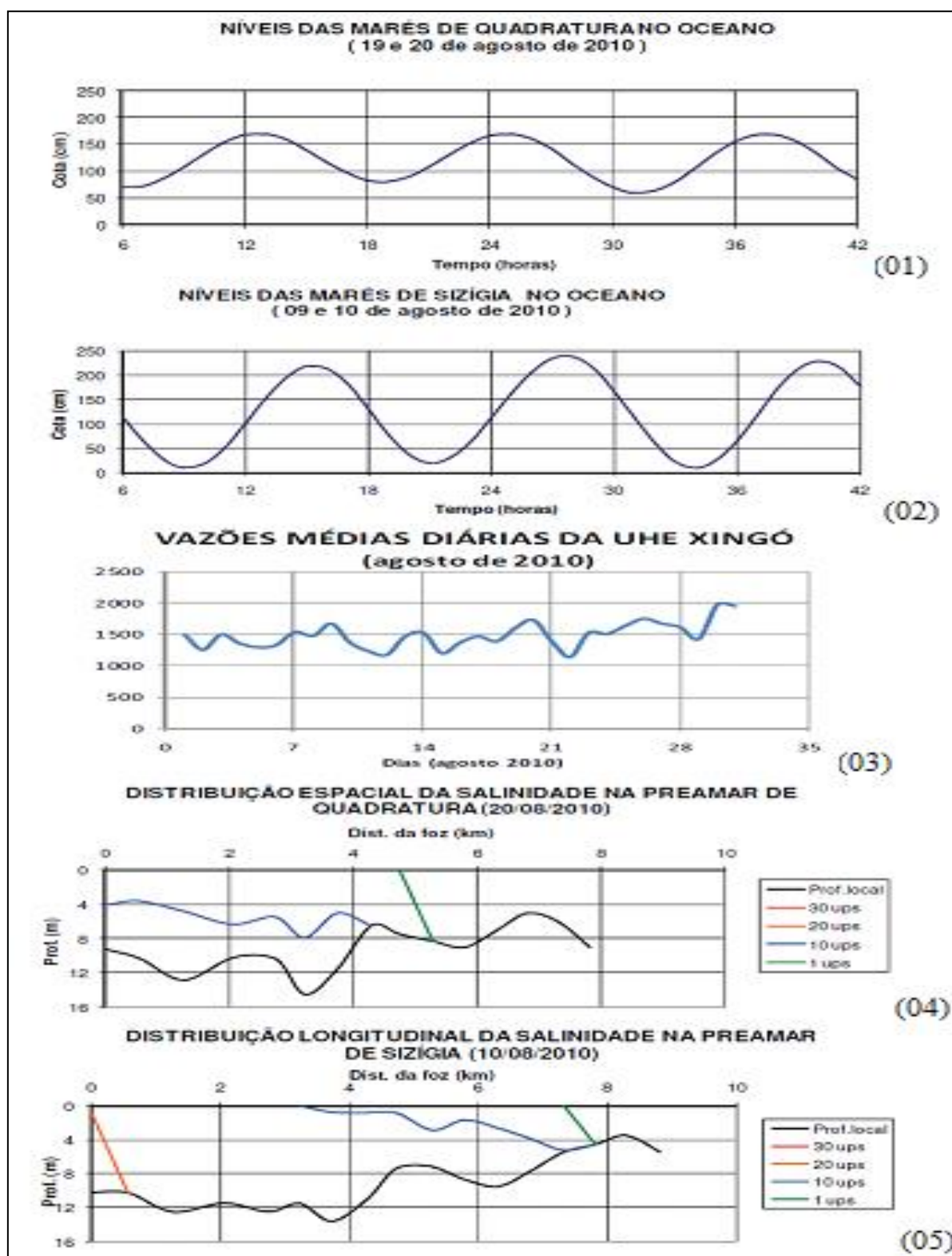


Figura 4.3. Características de maré, vazão e salinidade no inverno para o estuário do rio São Francisco. (01) Marés de quadratura e (02) sizígia para a foz do São Francisco (FADURPE, 2011). (03) vazões médias diárias em UHE Xingó (CHESF, 2009). Distribuição da salinidade no estuário na preamar de quadratura (04) e sizígia (05).

Fonte: FADURPE (2011).

Organização: autor (2014).

Convém, no entanto, ressaltar que nos últimos anos a CHESF tem introduzido a redução da vazão de restrição de 1300 m³/s para 1100 m³/s (Resolução N° 442 de 08 de abril de 2013). Esse fato tende a intensificar o problema da salinidade para áreas mais distantes da foz, interferindo na organização dos ecossistemas e agroecossistemas do estuário e dificultando o uso da água para o abastecimento das populações ribeirinhas e outros múltiplos usos.

4.2 A influência da salinidade na reestruturação dos sistemas extrativistas e produtivos agrários locais

No estuário ocorre grande diversidade de fauna e flora, sendo um ambiente ecótono de suma importância para a reprodução de várias espécies, bem como para a manutenção dos estoques de pesca e decisivo na organização das atividades socioeconômicas locais.

O controle de fluxos de massas líquidas a partir da regularização que gera o aumento da salinidade no estuário (KINGSFORD, 2010; HOCKENSMITH, 2004) tende a interferir na agrobiodiversidade (RAHMAN *et al*, 2011), seja na área de misturas das águas com a fauna (BACHMAN E RAND, 2008) e flora estuarina, seja nas atividades em terra que margeiam esse ambiente, como na diversidade de culturas e, em especial, a rizicultura (NEJAD, 2010).

4.2.1 O controle de fluxos do canal fluvial e salinidade em agroecossistemas tradicionais.

O estuário do rio São Francisco sempre se caracterizou por apresentar expressiva produção pesqueira e captura de caranguejo na porção sergipana onde o manguezal é expressivo, mas que nas últimas décadas, especialmente nos últimos anos, tem se reduzido a produção devido a questões de ordem interna ao ecossistema decorrente da exploração dos

recursos por parte do grande número de pescadores, bem como a fatores de ordem externa ao estuário relacionados aos efeitos da construção de barragens.

Nas visitas de campo observou-se que a população estuarina não associa a salinidade com a redução do pescado, mas identifica uma diversidade de problemas associados, como o depoimento do vice-presidente da Associação dos Pescadores de Brejo Grande (APBG): “Nos últimos tempos a água do rio São Francisco tem baixado muito e o mar está avançando deixando o rio mais salinizado. Devido a isso as tartarugas tem dado um grande trabalho aos pescadores, porque elas adentram para o lado de cá (estuário) e acabam se enrolando nas redes de pesca e com isso danificam, causando grande prejuízo”.

Em Ponta dos Mangues, litoral norte de Sergipe, em áreas ainda sob influência da foz do São Francisco, ocorre uma importante área de desova de tartarugas marinhas que tem o controle e fiscalização do projeto TAMAR (Tartarugas Marinhas). Assim, essa mudança de ambiente e rota (em direção ao estuário) das tartarugas marinhas pode representar um indicador da elevação dos índices de salinidade nesse ambiente, pois não era comum em passado recente, segundo depoimento de ribeirinhos, a presença de tartarugas no estuário.

Assim, outros fatores são apontados para a redução do pescado como o grande número de pescadores, a ausência de cheias naturais, as técnicas predatórias de pesca e a ausência de alimentos para peixes e crustáceos resultante da redução de material em suspensão, decorrente da construção de barragens que se constituem em obstáculo a presença de sedimentos no estuário.

Nesse sentido, observa-se que há uma associação direta e intrínseca entre a regularização, o aumento da salinidade e os fatores apontados. Os ribeirinhos, que estão associados aos agroecossistemas tradicionais, caracterizados pela pesca e captura de caranguejo, apresentam dificuldades em manter suas atividades.

A captura de caranguejo realizado em manguezais na foz do rio São Francisco tem apresentado forte redução de produção, tendo em vista os fatores associados a construção de barragens, bem como a implantação e ampliação da carcinicultura. Ainda assim a captura de caranguejo está entre os principais produtos, segundo os ribeirinhos, representando importância na composição da renda familiar, como aponta a figura 4.4.

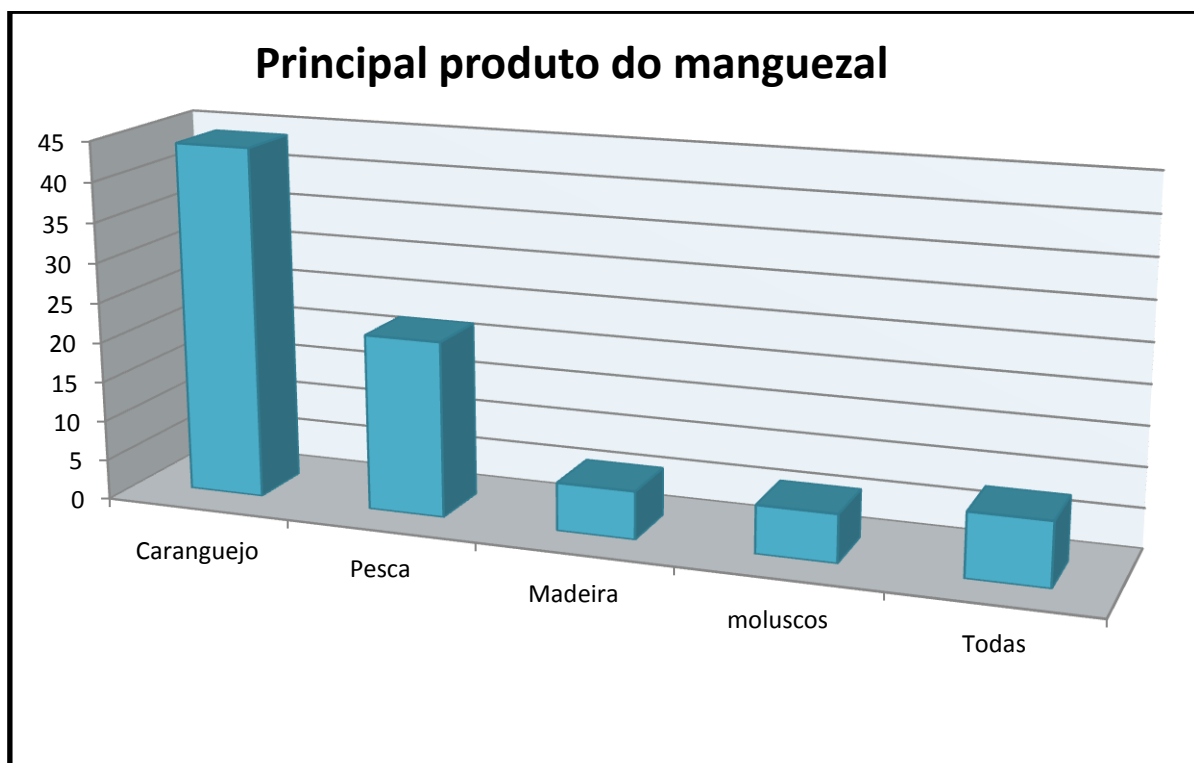


Figura 4.4. Principais produtos, segundo renda gerada em manguezais no estuário do rio São Francisco.

Fonte: Trabalho de campo, 2014.

Quando se trata dos fatores que determinam a queda da produção, os ribeirinhos também apontam para a difusão dos empreendimentos de carcinicultura, pois argumentam que não se realiza o manejo adequado quanto ao uso de substâncias químicas nos viveiros afetando a manutenção dos estoques de caranguejo, impactando o ciclo reprodutivo do mesmo. Também mencionam como fator as mudanças na foz, as alterações decorrentes da erosão marinha em área de manguezais.

Vieira e Almeida (2011) afirmam que de acordo com o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) devem ser elaborados os zoneamentos de usos e atividades na Zona Costeira, dando prioridade à conservação e proteção aos recursos naturais renováveis e não renováveis, recifes, ilhas costeiras e oceânicas, sistemas fluviais, estuarinos e lagunares, restingas e dunas, florestas litorâneas e manguezais, dentre outros.

No artigo 7º ficou estabelecida que a degradação dos ecossistemas, do patrimônio e dos recursos naturais da Zona Costeira, implicará ao agente a obrigação de reparar o dano causado e a sujeição às penalidades previstas no art. 14 da Lei Nº 6.938/81. Na prática até o

momento pouco foi feito em relação a atendimento ao que preconiza o PNGC em Sergipe. Falta a elaboração de instrumentos de gestão e exploração dos recursos existentes na zona costeira.

O Nordeste brasileiro concentra a maioria dos viveiros de camarão do Brasil e, apesar da queda de produção a partir de 2003, tem havido mais recentemente um aumento da produção. Ao longo do processo de implantação, expansão, crise e retomada do crescimento, a carcinicultura apresentou-se como indicadora de pressão ao ecossistema manguezal em vários estados.

A carcinicultura, como as demais atividades produtivas, provoca alterações no meio ambiente. São inúmeros os impactos ambientais causados, desde contaminação dos recursos hídricos naturais, através do lançamento de matéria orgânica produzida ao longo de todo o processo de despesca, destruição de manguezais e vegetação nativa e, no caso em questão, a salinização do solo e, conseqüentemente da água nas áreas próximas às fazendas de camarão (FERREIRA *et al*, 2008, p. 75).

Estudos acadêmicos realizados indicam o impacto da carcinicultura sobre os ecossistemas, como o trabalho de Meireles *et al* (2007) que trata dos impactos ambientais no estuário do rio Acaraú; Rodrigues E Kelting (2010), que estudou as modificações na paisagem decorrentes da introdução da carcinicultura em manguezais no rio Jaguaribe; Ferreira *et al* (2008), que estudou a relação entre o cultivo de camarão e o aumento da salinização do solo no RN; e, ainda Carvalho e Fontes (2007) que traçaram um perfil da carcinicultura no litoral sergipano e suas nuances com a dinâmica ambiental, inclusive referindo-se a área de manguezais do estuário do rio São Francisco.

No estudo de Meireles *et al* (2007), foram identificados os seguintes impactos ambientais promovidos pela carcinicultura aos estuários dos rios Jaguaribe e Acaraú, no estado do Ceará:

- i) Descaracterização geoambiental e ecodinâmica do ecossistema manguezal por desmatamento da vegetação; ii) Desmatamento do carnaubal que se associa lateralmente com as áreas de apicum e manguezal; iii)

Impermeabilização do solo nas proximidades das áreas urbanas e vilas de pescadores, suprimindo áreas de recarga do aquífero; iv) Riscos de salinização do aquífero em virtude da ocupação de extensas áreas de recarga; v) Bloqueio da maré, impedindo acesso da água (nutrientes e sementes) em áreas com vegetação de mangue e em setores de apicum; vi) Inviabilizou a participação da água doce proveniente do aquífero (ciclo de renovação da água e lixiviação dos sais minerais) na ecodinâmica interna do apicum e, conseqüentemente, para o estuário; vii) Extinção de áreas de expansão da vegetação de mangue (apicuns e salgados); mudanças estruturais (perda de material sedimentar, soterramento e compactação) e pedológicas do solo do apicum e de setores desmatados; viii) Erosão dos taludes dos viveiros de camarão (ação pluvial e contato com as oscilações diárias da maré) e assoreamento das áreas com vegetação de mangue e de apicum; ix) Descarte direto de efluentes em gamboas; x) Morte de vegetação (manguezal, carnaubal e caatinga) decorrente, é provável, da infiltração de água salobra e bloqueio das trocas laterais com a implantação dos tanques e obras de infraestrutura; xi) Foram alteradas as propriedades biológicas que dão sustentação à base da complexa cadeia alimentar, ao suprimirem setores do ecossistema manguezal produtores e disseminadores de nutrientes; xii) As reações químicas do ecossistema manguezal ao serem suprimidos setores de apicum (atua como reguladora da alcalinidade, pH, compostos nitrogenados e oxigênio dissolvido) e de vegetação de mangue; e xiii) As propriedades físicas do ecossistema manguezal, ao ser inviabilizada a dinâmica das marés em áreas desprovidas temporalmente de bosque de manguezal (apicum) e reguladoras da temperatura e salinidade da água (MEIRELES *et al*, 2007, p. 98 e 97).

O aumento nos níveis de salinidade no estuário promove mudanças que vão além da (re)organização produtiva das atividades locais, pois tem interferido na oferta de água para o abastecimento de comunidades rurais e urbanas, inclusive em municípios como o de Piaçabuçu (município alagoano mais próximo da foz), que tem problemas no abastecimento de água devido ao efeito da salinidade.

A baixa vazão, como se observa na figura 4.5 constitui como fator determinante no aumento da salinidade do estuário. O reservatório de Sobradinho, no período entre 01/10/2013 e 30/11/2013, operava com afluência média inferior a 900 m³/s, enquanto a defluência média foi bem superior, acima de 1300 m³/s, fato que pode ser entendido pelo uso do volume útil do reservatório que no final do período em questão estava com 21% do VU.

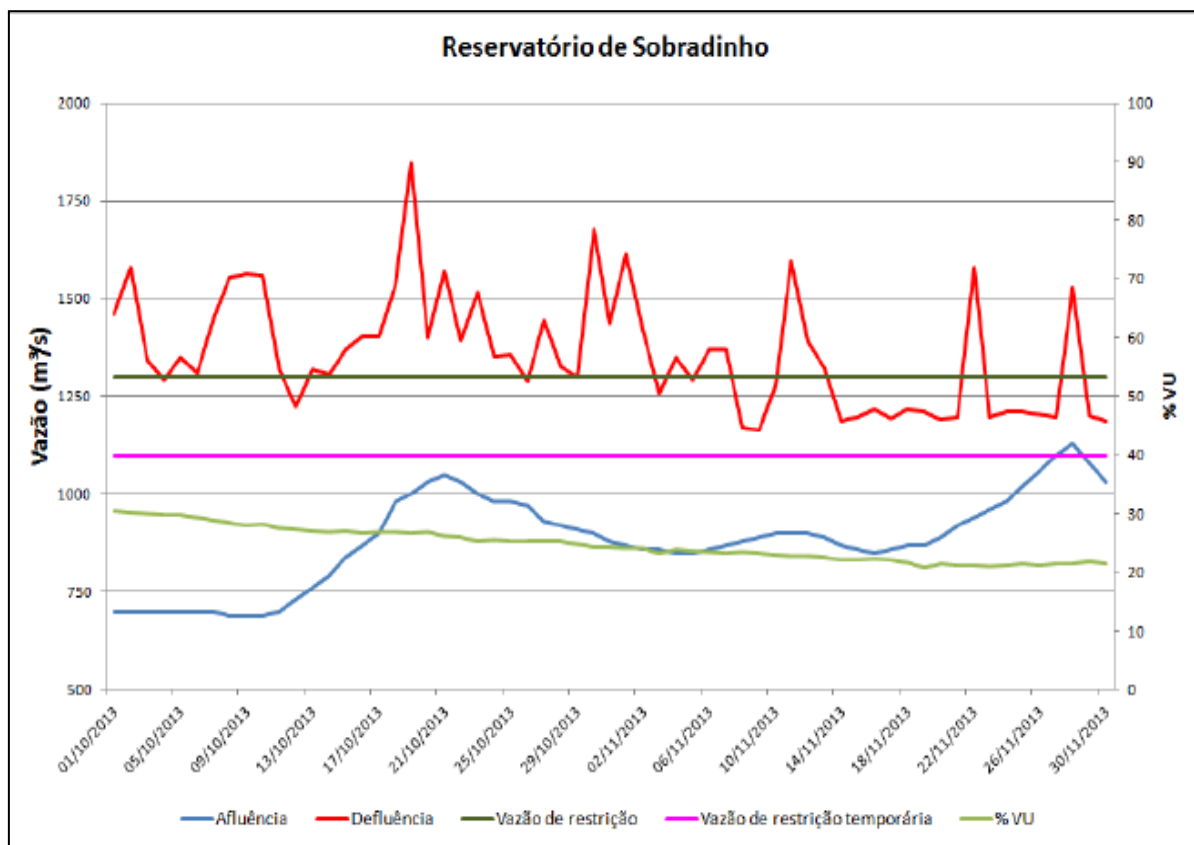


Figura 4.5. Condições de vazão na UHE Sobradinho, entre 01/10/2013 e 30/11/2013. Fonte: CHESF, 2014b.

Entre os fatores para a baixa afluência em Sobradinho está o período de estiagem que perdura até 2014, bem como ações antrópicas como desmatamento, assoreamento dos afluentes, queimadas, dentre outros fatores que acometem o alto curso do rio São Francisco. Ressalte-se que a primavera-verão corresponde ao período chuvoso nas cabeceiras do alto curso do São Francisco, fato que não tem ocorrido nos últimos dois anos.

As defluências maiores que $1300 \text{ m}^3/\text{s}$ em Sobradinho ocorreram em função da necessidade do setor elétrico, com a finalidade de atender em especial, ao SIN (Sistema interligado Nacional) que propunha maior demanda de vazão para a geração de eletricidade nas usinas hidroelétricas situadas a jusante, como o caso de Itaparica, PA IV e Xingó. As máquinas das usinas de PA I, II e III em Paulo Afonso (BA) não funcionaram na maior parte do tempo em 2013/2014 em virtude de toda vazão ser turbinada pela usina de PA IV.

Já da observação e análise das vazões do reservatório de Xingó, considera-se o fato de sua característica em funcionar a fio d'água, ficando dependente das vazões defluentes

de Sobradinho e Itaparica, como pode ser observado na figura 4.6. Esse fato permite que as vazões defluentes sejam ligeiramente maiores que as afluentes, que em alguns momentos do período estudado, chega a ser inferior a vazão de restrição temporária, ou seja, menor que $1100 \text{ m}^3/\text{s}$.

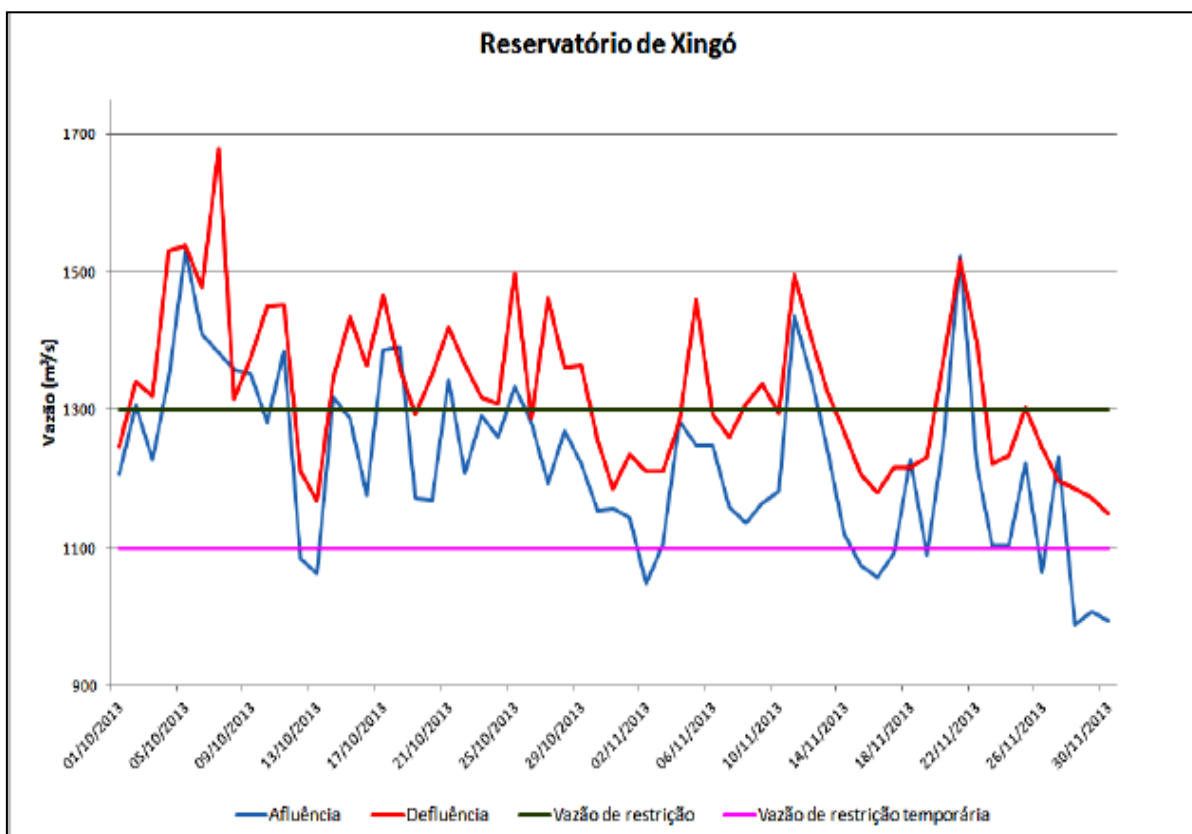


Figura 4.6. Condições de vazão na UHE Xingó, entre 01/10/2013 e 30/11/2013. Fonte: CHESF, 2014b.

Também se observa a grande variação diária de vazão, seja afluente ou defluente do reservatório, como em 07/10 que atinge $1680 \text{ m}^3/\text{s}$, e $1180 \text{ m}^3/\text{s}$ em 13/10. Isso implica em alterações geomorfológicas e hidrológicas a jusante, como a erosão marginal e mudanças na configuração e estrutura da foz, bem como explica a variação dos níveis de salinidade no estuário.

Observa-se na figura 4.7, organizado pela ONG Canoa de Tolda, que a ampliação do processo de salinização se propaga pelo estuário a montante, prejudicando áreas urbanas, como os povoados de Saramém em Sergipe e Potengy em Alagoas, com problemas

mais evidentes de abastecimento, devido a proximidade da foz com a influência das marés e da baixa vazão do rio.



Figura 4.7. Expansão do aumento da salinidade no estuário do rio São Francisco
Fonte: TOLDA (2014).

A ONG Canoa de Tolda, que atua na Região do Baixo São Francisco (Usina de Xingó até a foz), com vários serviços prestados em defesa do Velho Chico, reúne documentos variados sobre as condições socioambientais do baixo curso do rio. Entre os problemas identificados, está o registro de maiores níveis de salinidade até proximidades do município de Piaçabuçu/AL e o comprometimento da qualidade da água, tendo em vista seu uso para o abastecimento da população.

Nas situações em que há variação dos níveis de vazão conjugada com a influência da maré de sizígia, necessita-se de manejo adequado dos operadores da companhia de saneamento para captação de água.

Segundo informação prestada por técnicos da companhia de abastecimento, esse problema tem se intensificado nos últimos anos em virtude da adoção, por parte da CHESF, de vazões de restrição cada vez menores. No povoado Potengy (ver localização na figura 4.7), essa situação é ainda mais grave. Esse fato coincide com depoimentos de pescadores do município, onde ratificam o fato da pequena vazão do rio nos últimos anos como fator para explicar o aumento da salinidade nesse município ribeirinho.

4.2.2 Vazão de restrição e processo de salinização em agroecossistemas de rizicultura irrigados.

As áreas irrigadas estudadas compreendem os perímetros sob gestão da CODEVASF (Cotinguiba/Pindoba e Betume, em Sergipe e Boacica, em Alagoas) e que estão inseridas em área sob influência do estuário do rio São Francisco, sendo nos dias atuais fortemente determinados pela redução da vazão de restrição do canal fluvial e da ação das marés.

A área onde estão localizados os projetos São Francisco I e II é de 13.300 km² e incluía 47 municípios dos estados de Alagoas e Sergipe, respectivamente às margens esquerda e direita do rio. Essa região não forma um todo homogêneo. Devido às limitações da topografia e dos solos e à deficiência de águas subterrâneas, as possibilidades de irrigação eram limitadas às poucas várzeas inundáveis, próximas à foz, de solos aluviais férteis, nos locais onde os tributários deságuam no rio. Existem aí nove grandes várzeas, com superfície entre 1.300 e 9.000 ha, a jusante da cidade de Propriá (SE), e 67 pequenas várzeas, de tamanho entre 1 e 400 ha, a montante (GOIS, 1992, p. 06).

Os perímetros foram criados em antigas áreas de planícies aluvionais ou de várzeas que anteriormente à construção de barragens a montante, eram inundadas

naturalmente pelas cheias do rio São Francisco em determinados períodos do ano, especialmente quando ocorriam as chuvas nas cabeceiras no seu alto curso.

A implantação dos projetos de irrigação surgiu como medidas de compensação às regiões e populações afetadas diretamente com a construção da barragem de sobradinho no Baixo São Francisco, bem como as exigências que o Banco Mundial (BIRD) condicionou para a realização dos empréstimos para os projetos de Sobradinho e construção de PA IV em Paulo Afonso/BA, de forma que a CHESF e o Governo Brasileiro assumiram o compromisso de programar o plano emergencial de desenvolvimento integrado para a região.

Inicialmente, o projeto de construção de Sobradinho previa uma vazão mínima de 2000 m³/s para a região do Baixo, fato que poderia, na avaliação dos técnicos, comprometer 9.000 hectares de terras usadas pela rizicultura. Esse fato não se concretizou tendo em vista as vazões mínimas sempre inferiores às previstas no planejamento do projeto de construção de barragens.

Além dos problemas comuns aos agroecossistemas tradicionais diante da influência da salinidade na pesca tradicional e captura de caranguejo, podemos ainda identificar os problemas socioambientais gerados nos agroecossistemas modernos que, apesar de se constituírem em sistemas familiares, apresentam interferência das ações públicas, como da CODEVASF, com os perímetros irrigados que estão orientados predominantemente para a produção de arroz.

Tratando-se da atividade agrícola deve-se ficar atento a dois aspectos que podem intervir no processo de salinização do solo da propriedade e comprometimento dos níveis de produção: o nível de salinidade da água usada no sistema agrícola e o processo de salinização no solo em função da elevada evapotranspiração e baixa pluviosidade além de drenagem deficiente, quando o lençol freático ascende até próximo à superfície do solo.

O Baixo São Francisco apresenta características termopluviométricas que requerem manejo adequado do solo e da água para evitar a salinização. As temperaturas são elevadas o ano inteiro e as chuvas são irregulares, concentrando-se no outono/inverno, ou seja, entre os meses de abril a setembro.

O clima da região do Baixo São Francisco divide-se entre tropical semiárido e tropical semiúmido, passando a divisão mais ou menos por Pão de Açúcar/AL. A temperatura

média anual situa-se em torno dos 25°C, variando de 22°C, em agosto, a 27°C, entre janeiro e março. A evapotranspiração varia de 600 a 700 mm, na estação úmida, e de 750 a 800 mm, na estação seca. As precipitações anuais, entre 400 e 1200 mm, decrescem a partir da costa, sendo que de 70-75% das chuvas ocorrem entre março e agosto. O período de setembro a fevereiro é seco, com chuvas inferiores a 50 mm/mês, embora a precipitação varie consideravelmente de um ano para outro. Esse regime de chuvas contrasta com o da parte superior da bacia do São Francisco, onde o período principal de chuvas vai de dezembro a abril (GOIS *et al*, 1992).

Os maiores níveis de salinidade nas lavouras de arroz estão condicionadas a deposição de sais pela água da irrigação e a gênese do solo (CARMONA, 2011), fato observado nas lavouras do Rio Grande do Sul (SCIVITTARO *et al*, 2012; CARMONA, 2011), bem como nos campos de arroz de Santa Catarina (SILVA E FILHO, 2010), diante do uso de água com elevados teores de sais.

Os perímetros irrigados visitados situam-se na zona estuarina e devido a redução do fluxo do canal fluvial e ação das marés tem promovido uma aceleração da concentração de sais na água, fato que tem obrigado aos operadores a realizarem manejo adequado da água nas áreas de captação.

A água é um elemento determinante na estabilidade do sistema e sua qualidade interfere na produção e produtividade, como afirmam Silva e Filho (2010) sobre a produção de arroz em Santa Catarina:

A qualidade da água utilizada na lavoura pode ser modificada em função da adição de fertilizantes às culturas, ou pelo aumento de material em suspensão, nos períodos de preparação do solo. Além disso, as concentrações de silicato podem potencialmente serem modificadas, pois o arroz é reconhecidamente um acumulador de silício. Esta alteração pode ser significativa para o estuário em períodos de baixa descarga fluvial, quando o total de água captada nas culturas pode chegar a até 50 % da descarga fluvial do sistema (SILVA E FILHO, 2010, p. 27).

A maior concentração de sais nas águas do estuário do rio São Francisco, associado às elevadas temperaturas e modestos e/ou baixos níveis de pluviosidade, bem como do manejo incorreto do solo e água nos lotes, tem conduzido a salinização em área de

lavouras ou contribuído, em alguns casos, para a redução da produtividade do arroz na região, como demonstra a figura 4.8, lote do perímetro irrigado de Betume que devido à salinização do solo, não se utiliza para produção.



Figura 4.8. Lote salinizado no perímetro irrigado de Betume, Ilha das Flores/SE.

Fonte: Trabalho de campo, 2014.

Em relação ao solo, além de prejudicar as atividades agrícolas, a salinização pode causar a degradação do ecossistema e da paisagem e diminuição da cobertura vegetal. Essa degradação ocasiona a desertificação da área atingida, decorrente da mortalidade de vegetações rasteiras e espécies arbóreas típicas da região (coqueiros, cajueiros, mangueiras, etc.) (FERREIRA *et al*, 2008).

Para Scivittaro *et al* (2012), o efeito do estresse salino sobre o crescimento e produção do arroz varia com sua intensidade e duração, bem como entre genótipos. A estatura de planta e a produção de matéria fresca e de matéria seca da parte aérea dos genótipos de

arroz diminuem proporcionalmente ao aumento do nível de sal na água de irrigação aplicada na fase vegetativa.

Além dos fatores apontados para a salinização dos lotes, ainda podemos citar o uso indiscriminado de fertilizantes químicos, com uso bastante acentuado nos lotes. O estudo de Carmona (2011), em lavouras de arroz no Rio Grande do Sul identificou aumento da salinidade a partir do uso de fertilizante químico como o potássio.

Apesar da recomendação dos técnicos da CODEVASF, quanto a necessidade de avaliação da qualidade do solo a partir das análises físico-químicas, a maioria dos agricultores não realizam a análise dos solos, utilizando aleatoriamente fertilizantes químicos, sem conhecer a necessidade nutricional da planta, como pode se observa na figura 4.9.

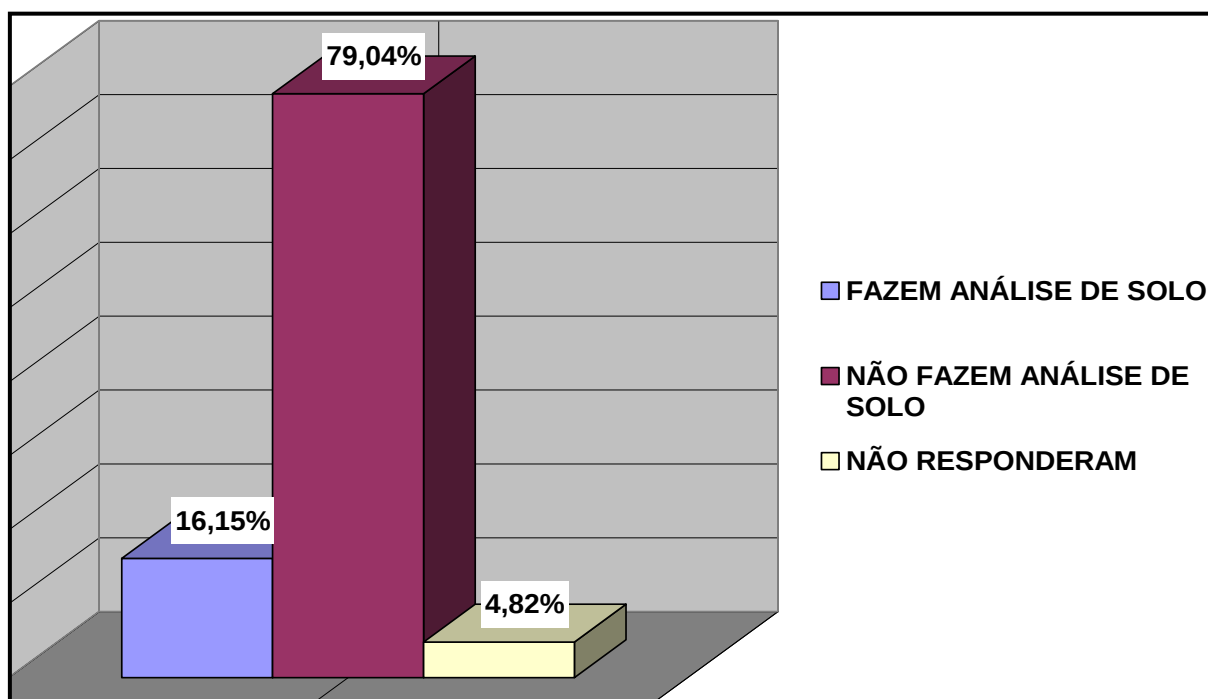


Figura 4.9. Realização por parte dos agricultores da análise do solo no perímetro irrigado. Fonte: CODEFASF (2009).

Como o sistema de drenagem dos lotes apresenta deficiência e não há qualquer tipo de tratamento para a água com resíduos agroquímicos oriundos das propriedades, a carga

desses resíduos segue diretamente para o canal fluvial, impactando a fauna e representando perigo a população ribeirinha que depende do uso múltiplo das águas do rio.

O uso inadequado de fertilizantes nitrogenados pode trazer problemas à lavoura e ao meio ambiente. A utilização incorreta desses fertilizantes pode causar problemas de eutrofização, gerando um grande desenvolvimento de algas comprometendo a qualidade da água através da contaminação de mananciais hídricos por nitrogênio e fósforo, além de intensificar o processo natural de acidificação do solo (SILVA E FILHO, 2010, p. 32).

As variedades de arroz utilizadas nos perímetros do Baixo São Francisco sergipano são adquiridas da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRE) e acompanham um pacote tecnológico, isto é, um conjunto de normas e produtos (inseticidas, fungicidas e herbicidas) que necessitam de sua aplicação para alcançar elevada produtividade.

Não há mais o uso de sementes crioulas nos perímetros, pois as mesmas foram sendo substituídas gradativamente por sementes geneticamente “melhoradas”, provocando assim a erosão genética na rizicultura local. As variedades de sementes adquiridas junto a EPAGRE são SCS117 CL, EPAGRI 109, SCS114 Andosan, SCSBRS Tio Taka, que foram escolhidas devido a critérios como: resistência ao uso de herbicidas, resistência ao Brusone (*Pyricularia grisea*), toxidez por ferro, estatura, perfilhamento e acamamento e, evidentemente, maior produtividade.

A estratégia usada por técnicos nos perímetros é concentrar esforços para que o calendário agrícola seja seguindo entre os produtores na obtenção de uma única colheita anual, com manejo adequado para que ela ocorra entre dezembro e janeiro, período em que ocorrem as maiores temperaturas e menores índices de pluviosidade na região, procurando atingir níveis máximos de produtividade, com média de 9,0 ton./ha. Mas essa não é uma regra entre os perímetros, pois a produtividade média em outros como, por exemplo, o Propriá é de 5 ton./ha.

Como não há sistemas de armazenamento da produção de arroz na região, o produto é vendido *in natura*, ou seja, na casca, ocasionando preços mais baixos, uma vez que

não agrega valor ao produto. O preço médio do arroz em casca é comercializado por 0,60 a 0,65 centavos por quilo a compradores da região, como os de Piaçabuçu, bem como de outros estados como Pernambuco, que adquire valores próximos a 50% do total produzido.

Outra característica do sistema de produção de arroz irrigado é o uso da mecanização da lavoura na maioria dos estágios de produção, como o uso de grade rotativa para o preparo da terra, já introduzindo a fertilização com potássio e nitrogênio, e colhedeiças modernas. O sistema de plantio é realizado a lanço com variedades de arroz pré-germinadas e durante todo o processo utiliza-se o controle convencional de pragas (lesmas, pecevejos) e doenças (bruzone e podridão na raiz).

4.3 A salinidade como indicador e ferramenta para a gestão dos recursos hídricos.

O estuário do rio São Francisco é um ambiente ecótono que se caracteriza por influência do fluxo do canal fluvial e da dinâmica oceânica. O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC) define a zona costeira como o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos ambientais, envolvendo os municípios próximos ao litoral, até 50 km da linha de costa, que aloquem, em seu território, atividades ou infraestruturas de grande impacto ambiental, ou ecossistemas costeiros de alta relevância; e os municípios estuarinos-lagunares, mesmo que não diretamente defrontantes com o mar, dada a relevância destes ambientes para a dinâmica marítimo-litorânea.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) instituída pela lei N° 9.433/97 e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, no seu capítulo 1, identificam a bacia hidrográfica como a unidade territorial para a atuação das políticas públicas e infere nos seus objetivos assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Quando se observa alguns diagnósticos do estuário do rio São Francisco, vislumbra-se com uma problemática no que diz respeito a fragilidade quanto a implementação de políticas públicas que garantam a execução dos princípios que regem a PNRH e o PNGC.

Assim se faz necessário, inicialmente, que as políticas públicas caminhem juntas e que atuem de forma integrada, pois a dinâmica estuarina não pode ser compreendida a partir de políticas isoladas e descontextualizadas, mas a partir da interação das mesmas, acompanhando a própria dinâmica da natureza.

Esse interligado e complexo conjunto de instrumentos e atividades devem ser planejados, concebidos e implantados de forma integrada, no intuito de maximizar a performance do conjunto, e não necessariamente, a maximização da performance isolada de cada um dos componentes. Nesse sentido, destaca-se a importância de um Convênio de Integração, envolvendo a União, os entes federados e o Comitê da Bacia, onde as regras para o uso sustentável dos recursos hídricos serão pactuadas para a bacia como um todo. (...) Nesse sentido, o maior desafio da gestão das águas de grandes bacias brasileiras será estabelecer um ambiente de harmonia de leis, normas e procedimento que venha a permitir a implantação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos. Isto é, trata-se de estabelecer as condições legais para ser encontrada a maximização da performance do conjunto integrado de toda a Bacia (ANA, 2004, p. 88).

As políticas públicas defendem oficialmente a descentralização da gestão dos recursos hídricos com a participação dos usuários e das comunidades (art. 1º, inciso VI do PNRH), no entanto o que se observa é que prevalece a lógica de mercado e do capital, quando se trata dos agroecossistemas modernos, bem como não considera os anseios das comunidades estuarinas do São Francisco, tendo em vista os impactos ocasionados pela salinidade à pesca e captura de caranguejo, ao abastecimento das comunidades ribeirinhas e ao solo.

A ocupação recente do Baixo São Francisco por atividades agrícolas modernas, a exploração dos recursos naturais e a construção de barragens e seus impactos na dinâmica ambiental são aspectos que remontam a grandes preocupações de ordem socioambientais na região, pois o uso e ocupação do espaço têm ocorrido de forma desordenada e desproporcional às renovações dos recursos, além de maximizada pelos efeitos antrópicos ao canal fluvial.

Mais recentemente, a ampliação dos problemas socioambientais tem se intensificado diante da elevação dos níveis de salinidade nas águas do canal fluvial, decorrente principalmente da redução da vazão, que nos dias atuais é bem inferior àquela planejada quando da construção da cascata de barragens a partir de Sobradinho. Há, portanto necessidade de planejamento e manejo de diversas atividades em agroecossistemas, bem como de um plano de gestão integrada que considere os elementos da dinâmica fluvial e oceânica.

A regularização da vazão é fator imprescindível na gestão dos recursos hídricos e deve atender, como determina a PNRH, o uso múltiplo da água levando em conta as comunidades estuarinas. Observa-se que esse fato tem promovido consequências drásticas as condições socioambientais locais.

A ANA, (2004c) em seu plano decenal dos recursos hídricos para a bacia do São Francisco, menciona que no trecho do rio a jusante da barragem de Três Marias, que possui grande capacidade de regularização, a disponibilidade hídrica foi considerada como sendo a vazão regularizada acrescida das vazões naturais incrementais com 95% de permanência no tempo. A jusante de Três Marias, a vazão regularizada é da ordem de 513 m³/s com 100% de garantia, e no trecho a jusante de Sobradinho, a vazão regularizada com 100% de garantia cresce para um valor da ordem de 1815 m³/s.

Como já foi dito, a vazão do rio a jusante de Sobradinho nos últimos anos tem ficado em níveis bem abaixo daqueles anunciados pelo plano decenal de recursos hídricos de 2004. A vazão e sua regularização como indicadora de pressão ao aumento da salinidade também deve ser observada como indicador de qualidade ambiental para o estuário e sistemas integrados.

Faz-se necessário compreender a salinidade como um elemento que integra a dinâmica ambiental no estuário e importante para a manutenção dos sistemas naturais. No entanto, o que se observa é a elevação dos níveis de sais nas águas e, por conseguinte, no solo utilizado nas lavouras de arroz. A elevação dos níveis de salinidade além dos suportáveis pela fauna e flora, pode representar a perda da biodiversidade, bem como a redução da produtividade e estabilidade nos sistemas estuarinos.

As ações que devem ser executadas no processo de gestão perpassam por atribuições e competências nos vários níveis da administração pública e considerar o

continuum entre as esferas municipal, estadual e federal, pois é no nível hierárquico do município que as ações públicas encontram maiores dificuldades, mas ao mesmo tempo é o espaço do convívio diário do estuarino. Assim as ações devem ser autônomas e interdependentes para que os atores sociais possam ser representados nas suas lutas e anseios.

A salinidade pode ser evidenciada como uma ferramenta a gestão integrada dos recursos hídricos, pois é um indicador de qualidade ambiental importante para a manutenção do estoque de pesca, bem como de reprodução e crescimento da fauna estuarina. Como todo indicador, a salinidade necessita ser monitorada nesse ambiente para garantir a qualidade da água, dos ecossistemas e dos agroecossistemas.

5 A ORGANIZAÇÃO ESPACIAL E SUSTENTABILIDADE DE AGROECOSSISTEMAS NO ESTUÁRIO DO RIO SÃO FRANCISCO.

5.1 Breve leitura dos sistemas produtivos

É indiscutível a importância do rio São Francisco na organização espacial das atividades produtivas no baixo curso, mais precisamente na zona estuarina e entorno. Historicamente esse rio se caracterizou por atender demandas por pescados e crustáceos, bem como da agricultura de base familiar desenvolvida em suas margens e da agricultura comercial do arroz.

As atividades de uso do espaço estuarino passaram por transformações oriundas da intervenção do homem, a partir de novas concepções de mercado, bem como da alteração do perfil hidrossedimentológico do canal fluvial, com a construção de barramentos e a regularização da vazão.

Quanto ao uso e apropriação dos recursos no Baixo São Francisco observam-se vários problemas, como aponta o projeto “Nova Cartografia Social dos Povos e Comunidades Tradicionais do Brasil”, e mais especificadamente no trabalho “Pescadores e pescadoras artesanais do rio São Francisco com destaque para o cânion e baixo curso”, de 2009. Os principais problemas identificados estão associados a ameaça ao território pesqueiro dos povos tradicionais por novos empreendimentos, a falta do pescado, a pesca predatória, ausência ou deficiência dos órgãos fiscalizadores, entre tantos outros.

Assim, a organização dos sistemas agrários do estuário e entorno tem vivenciado transformações na sua estrutura e funcionalidade que, devido a causas internas e externas ao sistema, comprometem a estabilidade e a sustentabilidade de médio e longo prazo, bem como tende a promover desiguais usos dos recursos e baixa equidade.

Para Oliveira *et al* (2009), o sistema agrário, como outros sistemas, é formado a partir de um conjunto de critérios que estão diretamente ligados aos elementos que o

compõem e as relações que eles desenvolvem. Assim pode-se dizer que o sistema agrário é formado de subsistemas. Considera-se que os elementos estão agrupados em dois subsistemas denominados agroecossistema e o sistema social produtivo.

Hart (1985) afirma que os sistemas agrícolas que interagem para formar os processos de produção agrícola também se relacionam horizontal e verticalmente. A interação vertical determina a hierarquia dos sistemas agrícolas. Para o desenvolvimento e investigação agrícolas, a região geográfica é, geralmente, a unidade de maior interesse (Figura 5.1). A hierarquia supõe por sua vez uma população composta por uma variedade de cultivos e animais; é a unidade de interesse mais reduzida para quem estuda os sistemas agrícolas.

É importante perceber que as atividades econômicas do setor primário (agroecossistemas tradicionais e modernos) na área de estudo, organizam-se a partir da base da cadeia de recursos oriunda do rio São Francisco. Para compreender essa dinâmica faz-se necessário observar a caracterização dos ecossistemas, as formas de aproveitamento dos recursos e das relações sociedade/natureza inseridas, tendo em vista a forte vinculação dos agricultores, pescadores e catadores de crustáceos com os elementos que compõem a dinâmica ambiental.

Dessa perspectiva, quando se utiliza critérios ambientais referentes aos graus de adaptação e conservação dos recursos naturais pelas populações nativas e capacidade de reprodução física e social no tempo, tem-se uma inversão dos valores dominantes instituídos ou uma “quebra” de alguns mitos de superioridade da “civilização” industrial: as “economias tradicionais” apresentaram-se numa relação de equilíbrio com a natureza superior às “economias modernas”. (...) Não se trata, pois, de mera exaltação ao primitivo, às “formas arcaicas de produção” contrapostas absolutamente às “formas modernas” – mesmo porque voltar ou congelar o passado é uma impossibilidade histórica. Trata-se de rever o sentido da história e do desenvolvimento, concebidos geralmente de modo universal e linear, como se o “novo”, o “moderno” representasse numa escala evolucionária, uma posição de superioridade em relação ao “velho” (DIEGUES, 2004, p. 08).

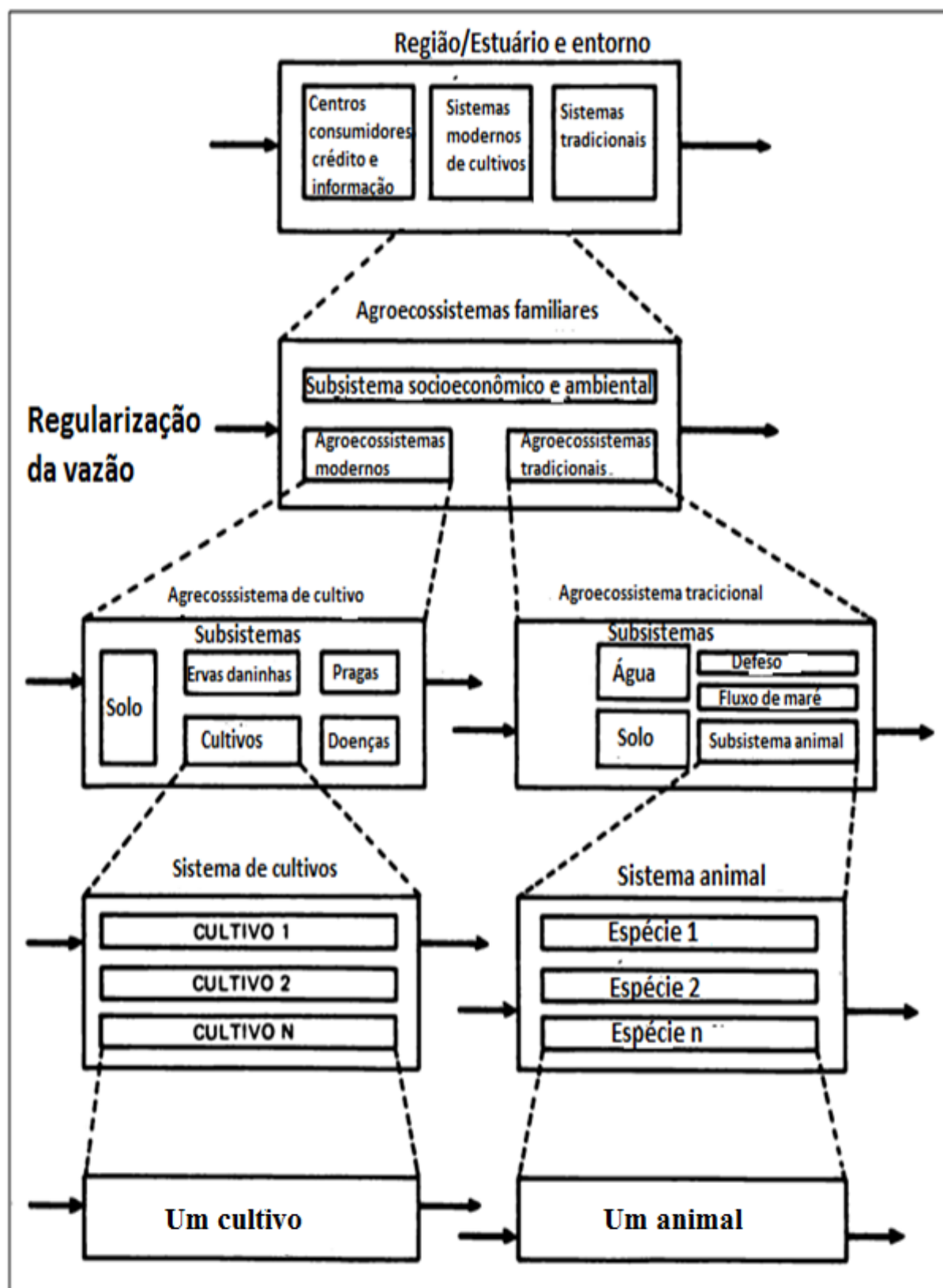


Figura 5.1 - Hierarquia e estrutura dos agroecossistemas no estuário do Rio São Francisco.

Fonte: Organizado pelo autor a partir de Hart (1985).

Para Souza e Leitão (2000), à medida que as comunidades humanas avançavam na acumulação de conhecimento e em organização, a relação do homem com a natureza passou da utilização lógica e equilibrada para uma exploração excessiva e injusta, capaz de romper o harmonioso equilíbrio da natureza, pondo em perigo sua própria existência; contudo, não estavam conscientes de que suas ações extrapolariam tempo e espaço. Este é o caso das barragens construídas no rio São Francisco que prejudicaram a produção pesqueira em sua foz.

O Censo Estrutural da Pesca, realizado pelo MMA em 2006, menciona que a complexidade da pesca no Baixo Rio São Francisco é alta, pois o predomínio de procedimentos artesanais na detecção do cardume e nas operações de captura é reflexivo nas variedades de apetrechos e estratégias de pesca. As duas principais modalidades de pesca identificadas pelo censo são: a) a de subsistência, praticadas por grupos de famílias e pequenas comunidades; b) a pesca comercial destinada ao abastecimento dos centros urbanos regionais e praticada em geral por pescadores residentes nesses centros.

Além do desenvolvimento das atividades tradicionais de pesca, captura de caranguejo e produção agrícola familiar (agroecossistemas tradicionais), ocorreu a introdução de vários projetos para a produção de peixes, utilizando as mais variadas técnicas, bem como a produção de gêneros agrícolas em área de irrigação (agroecossistemas modernos) no Baixo São Francisco. A figura 5.2 traz as principais áreas e projetos de irrigação para o estado de Sergipe, ficando evidente maior concentração dos perímetros na bacia do rio São Francisco.

Cabe observar que os maiores projetos de irrigação do Estado situam-se nessa região, representados principalmente pelo Platô de Neópolis e o Betume. Ressalte-se que esse trabalho privilegiará os agroecossistemas familiares, independentemente de seus laços intrínsecos com as ações públicas, como dos perímetros que focam a base familiar, bem como os sistemas produtivos tradicionais autônomos e essencialmente associados ao extrativismo.

No Programa de Revitalização da Aquicultura no Baixo São Francisco de Sergipe, o Governo do Estado estabeleceu ações para o desenvolvimento da piscicultura, com enfoque para a cadeia produtiva da tilápia (*Oreochromis niloticus*) e a carcinicultura a partir do camarão marinho (*litopenaeus vannamei*). Assegurou ainda que a população-alvo do programa seria a população ribeirinha que vivenciou a falência tanto da pesca de subsistência quanto da atividade pesqueira profissional (CODISE, 2003).

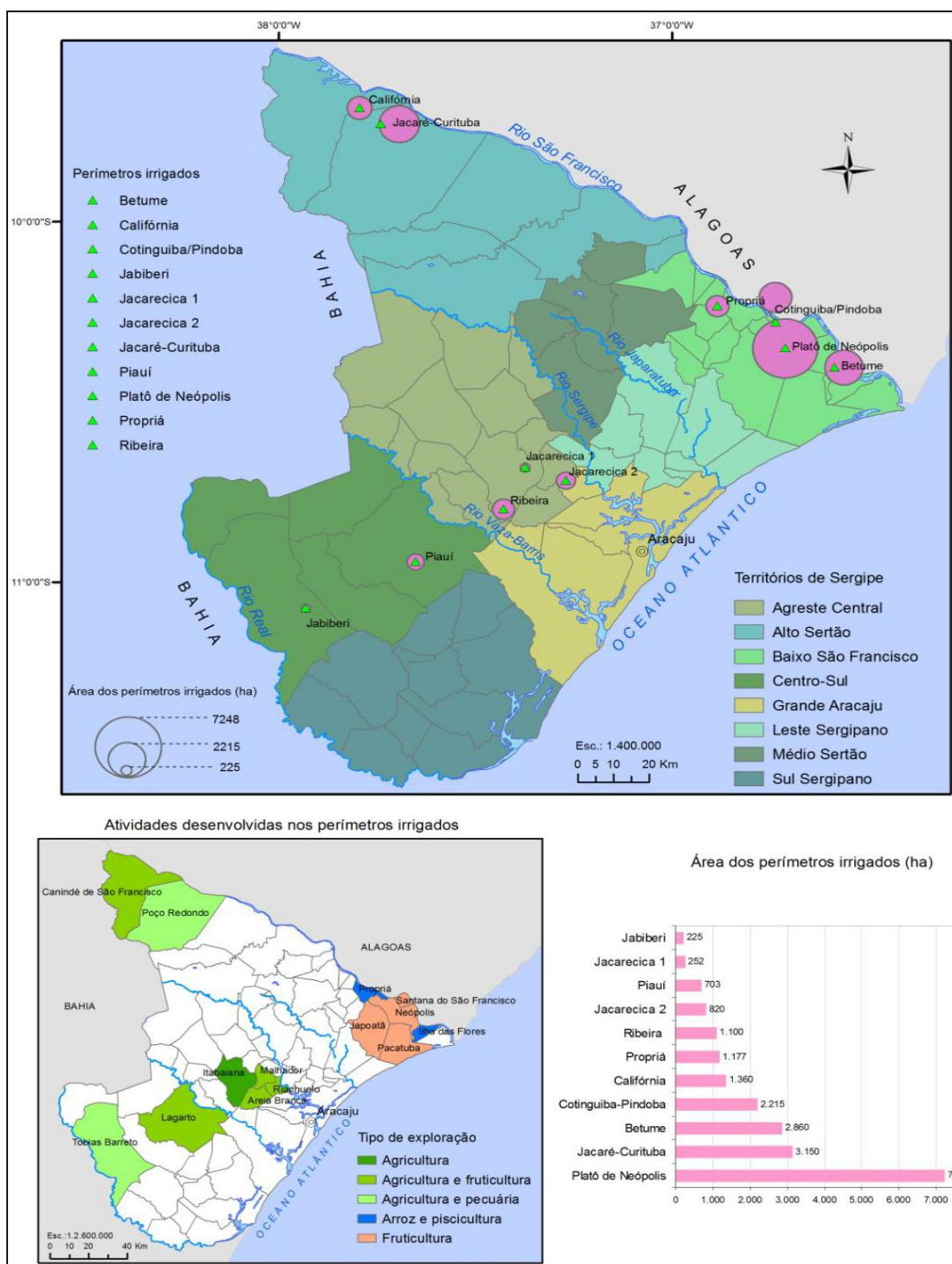


Figura 5.2 - Localização e atividades desenvolvidas nos perímetros irrigados, segundo os municípios.

Fonte: IBGE (2011).

Segundo dados do Censo Aquícola realizado pela CODEVASF na região do Baixo São Francisco 817 propriedades foram cadastradas, estas apresentavam uma área de 2.169,55 hectares utilizada com aquicultura, porém apenas 358 propriedades estavam em produção utilizando uma área de 1.101 hectares e 1.925 m³ de volume ocupado por tanques redes. Noventa por cento das propriedades envolvidas com produção aquícola têm área inferior a quatro hectares. Dentre as espécies cultivadas na região a principal é o Tambaqui (*Colossoma macropomum*), sendo cultivada em 266 propriedades e a Tilápia (*Tilapia rendali*) que é cultivada em apenas 96 propriedades. No perímetro irrigado de Propriá dos lotes com infraestrutura para piscicultura apenas 71 estão em produção. Esse perímetro produziu 411,66 toneladas de pescado numa área de 148,7e hectares. O perímetro irrigado Cotinguiba- Pindoba possui 49 lotes em produção com uma área e 85,65 hectares. Este perímetro produziu 327,98 toneladas de pescado. O perímetro de Betume possui apenas 11 lotes em produção com uma área de 20,59 hectares. Este perímetro produziu 27,36 toneladas de pescado. Totalizando a produção desses três perímetros irrigados obtêm-se valores de 767 toneladas de pescado, que representam 36,2 % de toda a produção do Baixo São Francisco Sergipano (IBGE, 2011, p. 188).

5.2 Funcionalidade e (re)organização dos agroecossistemas locais decorrentes das modificações na dinâmica ambiental.

A estreita ligação entre os agroecossistemas e o sistema ambiental permite estabelecer novas relações de reciprocidade com os elementos naturais que definem a produção em sistemas agrários no estuário. Assim os agroecossistemas são organizados tendo em vista as modificações na dinâmica ambiental com reflexos nas dimensões socioambiental e econômica.

Na concepção de Altieri (1999), o agroecossistema pode combinar a presença de recursos em quatro categorias: recursos naturais, humanos, capitais e produção. Os recursos naturais são os elementos provenientes da terra, da água, do clima e da vegetação, sendo explorados pelo agricultor para a produção agrícola; os recursos humanos são compostos por moradores e trabalhadores do lugar, que exploram os recursos para a produção agrícola; os recursos de capitais, como bens e serviços criados e prestados por pessoas associadas, com o lugar para facilitar a exploração dos recursos naturais para a produção agrícola; e os recursos da produção que são representados pela produção agrícola do lugar como os cultivos e animais.

5.2.1 Elementos estruturantes dos agroecossistemas

Os agroecossistemas estão organizados a partir de estruturas complexas, pois envolvem dinâmicas da natureza (fluxos de carga líquida e sedimentos do rio e elementos que se associam a dinâmica oceânica, como as marés, ventos, etc.) e a ação antrópica que tem alterado a estrutura e funcionalidade dos ecossistemas readaptando-o às necessidades de mercado.

A estrutura e funcionalidade dos agroecossistemas permitem identificar e avaliar suas propriedades (CONWAY, 1987, MARTEN, 1988, GLIEESMAN, 2001, D'AGOSTINI, 1999, ALTIERI, 1999), pois pressupõem melhor compreensão da dinâmica ambiental (HART, 1985), e das mudanças inerentes aos sistemas, culminando com o rebatimento na organização socioambiental local (ASTIER *et al*, 2008).

No estuário, organizam-se sistemas produtivos em ecossistemas, baseados na exploração de recursos naturais, a partir da atividade pesqueira e tradicional captura de caranguejo, bem como em atividades econômicas introduzidas mais recentemente, como a agricultura irrigada, piscicultura e carcinicultura, que determinaram impactos substanciais na organização do espaço estuarino do rio São Francisco.

Para Oliveira *et al* (2009), os sistemas agrários por tudo o que encerram em si podem ser reconhecidos como sendo modelos de representação que facilitam a compreensão das espacialidades permitindo alcançar os fatores que interferem em sua organização e que ocorrem em um determinado ecossistema.

À medida que nos distanciamos da foz a montante, a pesca permanece com crucial importância, apesar da redução da produtividade por pescador, sendo possível comprovar também, a presença de várias atividades para produção agrícola ao longo das margens, seja de iniciativa familiar, bem como de cunho comercial em larga escala.

A partir da identificação desses sistemas produtivos é possível estabelecer os componentes inerentes ao agroecossistema, subsistemas, estrutura e função, caracterizando-o e vislumbrando discutir a (in)sustentabilidade da apropriação e uso dos recursos naturais da zona de mistura e do seu entorno, sejam a partir de atividades extrativistas tradicionais ou

modernas, bem como a partir de atividades agrícolas com diferentes níveis de uso de tecnologias.

Bianchi *et al* (2006) afirmam que de uma forma geral as diversas conceituações de agroecossistemas são semelhantes, mas com certeza um agroecossistema é criado quando a manipulação humana e a alteração de um ecossistema dão lugar ao propósito do estabelecimento da agropecuária, isto introduz diversas mudanças na estrutura e funcionamento do ecossistema natural.

Nesse aspecto, os agroecossistemas se diferenciam dos ecossistemas por apresentarem fluxo de energia e ciclagem de nutrientes mais abertos, mostrarem redução da biodiversidade, diminuição dos níveis tróficos e menor capacidade de autorregulação do sistema. Cabe ressaltar que os agroecossistemas podem apresentar elevado nível de tecnificação ou ainda pode ser tradicional. Essas características apresentadas para os agroecossistemas são comuns na organização das atividades no estuário em estudo.

A organização dos agroecossistemas do estuário do rio São Francisco (Figura 5.3), deve ser compreendida a partir do estudo de seus componentes e interação dos mesmos, sua estrutura, funcionalidade, *inputs e outputs* do sistema, além de seus limites (aqui definidos como espacialmente arbitrários).

Na entrada do mencionado sistema podemos identificar a energia humana, radiação solar, carbono, sedimento, nutrientes, etc, e saídas representadas especialmente pela produção de crustáceos, o volume do pescado e moluscos, produção agrícola, configurando junto ao mercado, a cadeia produtiva desses recursos.

No estuário do rio São Francisco, em área de manguezais, os crustáceos, moluscos, peixes e o meio abiótico constituem componentes singulares, pois organizam cadeias produtivas que podem sofrer flutuações diante de perturbações ao sistema. A interação equilibrada e sustentável entre os componentes do sistema é fundamental para o uso dos recursos disponíveis no manguezal, pois os níveis de produtividade interferem diretamente na estabilidade dos agroecossistemas.

Figura 5.3. Estrutura organizacional dos agroecossistemas do estuário do rio São Francisco.
Elaboração: autor, 2014.

Como *inputs* importantes ao agroecossistema do estuário e para o presente trabalho, destaca-se a dinâmica fluvial que permite as condições ambientais necessárias, juntamente com a dinâmica oceânica para a manutenção do estoque de pesca e desenvolvimento da diversidade de atividades econômicas no estuário. As alterações do sistema fluvial (CHARLTON, 2008; GUERRA E MENDONÇA, 2011), a partir da regularização da vazão, promove mudanças ao fluxo de vazão e de sedimentos (CUNHA, 2011), causando reorganização dos sistemas produtivos (RAHMAN *et al*, 2011).

Segundo Conway (1987), cada combinação possível de entrada e saída pode ser considerada como medida de eficiência da produção quando dois ou mais agroecossistemas são comparados, e essas comparações podem ser feitas entre agroecossistemas de diferentes tipos.

Os barramentos construídos a montante do estuário promoveram a retenção de sedimentos, fato que se intensificou com a construção da UHE Xingó, como demonstra a tabela 5.1. Isso implicou na redução da oferta de alimentos (fitoplâncton e zooplâncton) para a fauna dos manguezais como aponta o estudo de Medeiros (2003).

Tabela 5.1- Dados históricos de carga de sedimentos no Baixo São Francisco

Fonte	Silva et al (2007) t/ano	Medeiros (2003) t/ano	Santos (1993) t/ano	Milliman (1975) t/ano
Fluxo de MS	$2,62 \times 10^6$	$2,28 \times 10^6$	21×10^6	69×10^6

Fonte: Adaptado de Silva *et al* (2010).

Para Silva *et al* (2010), o rio São Francisco tem apresentado ao longo dos anos uma diminuição da concentração de material em suspensão entre suas regiões fisiográficas. O rio São Francisco sofreu uma drástica redução na concentração e carga de sedimentos abaixo da Usina Hidroelétrica de Xingó ao longo dos anos.

Além do comprometimento da oferta de alimentos para a fauna do estuário, podemos ainda citar outra força ou pressão exercida aos manguezais, principal área de reprodução e captura de caranguejo, que diz respeito ao processo de erosão acentuada, junto a praia do Cabeço, comprometendo a manutenção do estoque de pesca nesse ecossistema. A figura 5.4 identifica e classifica os terrenos próximos a foz a partir da Era geológica de formação dos mesmos e se observa a disposição do manguezal no sentido Norte/Sul, ocupando área de intenso processo erosivo.

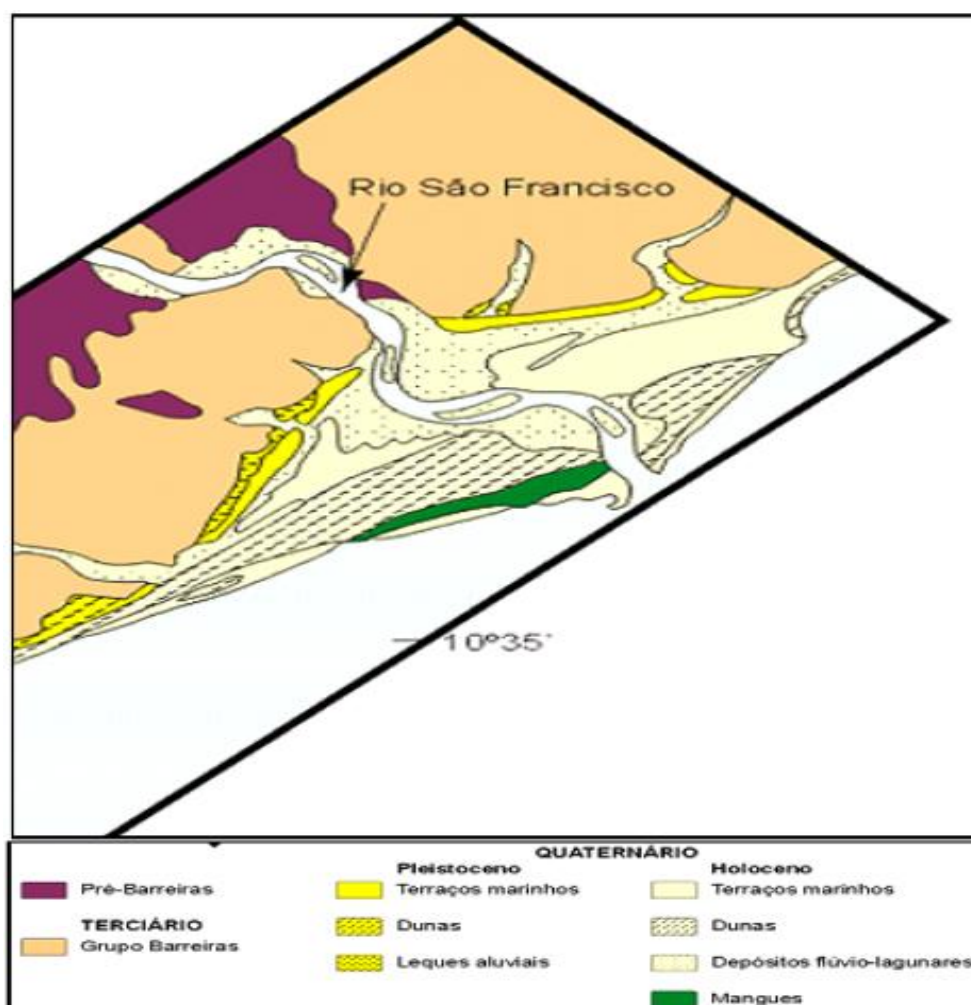


Figura 5.4: Mapa geológico simplificado do litoral norte de Sergipe e sul de Alagoas.

Fonte: Adaptado de Amâncio (2001).

Ainda sobre a redução da carga de sedimentos para o estuário e foz, o estudo de Oliveira *et al* (2003) concluiu que existe a redução drástica na alimentação do estuário do rio

São Francisco, o aporte sólido não está sendo suficiente para manter a sua foz em equilíbrio, resultando em uma acelerada erosão da sua margem direita. O estuário do rio São Francisco deverá se transformar, em curto prazo, em uma foz protegida por um cordão litorâneo formado por areias de praia transportadas pela deriva litorânea gerada pelas ondas.

No estuário, o agroecossistema apresenta-se com componentes bióticos, representados pela população de seres vivos, em especial destaque para a fauna (peixes, crustáceos e moluscos), pela diversidade de vegetação, por micro-organismos, etc. Os mesmos interagem com os componentes abióticos, como o solo dos manguezais, das várzeas, das planícies aluvionais, pelo fluxo d'água promovido pela variação das marés e das vazões fluviais do São Francisco, entre outros.

Assim podemos definir subsistemas inerentes aos fatores abióticos, subsistemas solo e água, como os de maior significância para a distribuição dos agroecossistemas do estuário. O subsistema solo é responsável por estabelecer processos bióticos importantes como a atividade de micro-organismos, bem como promover os processos biogeoquímicos importantes para a sustentabilidade ecológica e, por conseguinte, econômica.

Os solos indiscriminados de mangue são formados de sedimentos que têm características variadas. Podem ser formados no próprio ambiente a partir da decomposição das rochas de diferentes naturezas, bem como restos de animais e vegetais que pode modificar as características do substrato devido à contribuição em matéria orgânica. Em geral são solos com bastante matéria orgânica, salinos e de baixa consistência (SCHAEFER-NOVELLI, 1995).

De acordo com Altieri (1999), a manipulação dos recursos físicos e biológicos do espaço para a produção a partir do grau de modificação tecnológica pode influenciar em cinco processos: energéticos, hidrológicos, biogeoquímicos, sucessionais e de regulação biótica.

O subsistema água caracteriza-se como resultante das dinâmicas fluvial e oceânica, em função da vazão e marés, respectivamente. Do contato das águas fluviais do São Francisco com as águas marinhas, constitui-se em condições peculiares para o desenvolvimento da fauna aquática, isto é, numa área de suma importância para a reprodução de várias espécies da fauna, mantendo relações intrínsecas com o subsistema vegetação.

O subsistema fauna aquática desempenha papel relevante na identificação e caracterização do agroecossistema local, visto que sua estrutura e funcionalidade dar-se-á a partir da exploração desses recursos, representado pela exploração da pesca e captura do caranguejo pela população local.

O controle de vazões e regularização a partir da UHE Xingó promoveu a redução acentuada das lagoas marginais, devido a ausência das cheias naturais que em período de enchentes eram abastecidas por águas e sedimentos que serviam de alimentos para a fauna estuarina, bem como interferia no ciclo natural de reprodução da fauna, e ainda extinguiu a agricultura tradicional de vazante realizado pelos ribeirinhos.

Salienta-se que a regularização dos fluxos fluviais promoveu ainda a erosão marginal (CUNHA, 2011 e FONTES, 2002), representando fator de pressão ou impacto às atividades agrícolas desenvolvidas no baixo São Francisco, como a destruição da estrada e do dique de proteção, pela erosão, no Perímetro Irrigado Cotinguiba/Pindoba, onde o cenário se apresenta bastante crítico (GUIMARÃES, 2004).

Ainda sobre os impactos ao subsistema água, podemos mencionar que o controle de vazão fluvial associado aos diversos problemas de ordem ambiental do rio São Francisco, tem trazido problemas nas estações de captação de água em terra que devido a redução de vazão, atualmente de restrição, tem-se optado pelas estações de captação flutuantes. As entrevistas realizadas com técnicos dos perímetros irrigados da CODEVASF e técnicos de companhias de abastecimento de água em Alagoas (CASAL) e Sergipe (DESO) confirmaram tal problemática quanto a captação de água, fato comprovado em visitas de campo.

Ainda sobre a água é importante considerar o elevado nível de concentração de agroquímicos que são lançados para o rio em áreas dos perímetros irrigados para a rizicultura. As áreas de drenagem dos perímetros enviam para o curso fluvial elevada carga de agroquímicos sem que o mesmo seja tratado adequadamente.

Na figura 5.5, observa-se a localização do canal de drenagem dos lotes de rizicultura do perímetro irrigado de Betume para o leito principal do rio. Em visita de campo e entrevista com técnicos do perímetro foi constatado que não há tratamento a esse efluente e que sobre os agroquímicos é evidenciado para o produtor a necessidade do “uso racional” dos produtos, a partir de orientação técnica e cursos de capacitação.

Na definição de seus limites, identifica-se uma espacialidade arbitrária, devido à complexidade interna e a rede de conexões que se estabelecem nos agroecossistemas. O sistema estuarino revela-se como de complexidade e aberto, tendo em vista as interações entre os componentes inerentes ao sistema e aos elementos externos ao sistema. Vários são os elementos e fatores que interferem na organização do agroecossistemas, que se situam “fora” do estuário, mas que tem efeitos determinantes na sua estrutura e funcionalidade.



Figura 5.5: Primeiro plano acima, localização no Google Earth do canal de drenagem do perímetro irrigado de Betume em Ilha das Flores/SE. No plano abaixo, imagens do canal de drenagem com visualização da parte interna e do lançamento no leito principal do rio, respectivamente.

Elaboração: autor, 2014.

Portanto, a amplitude de conexão dos fatores vai além do limite físico do estuário, pois esse ambiente resulta da interação e complexidade de vários elementos. No entanto, é possível identificar um limite físico para o(s) agroecossistema(s): o estuário. Além de um limite espacial, que se refere a rede de interações entre o estuário e demais espaços que contribuem com a sua configuração; como aqueles situados a montante (barragens, sedimentos, vazão, etc); e a jusante, como a dinâmica oceânica (marés, ventos, corrente marítima, etc); além das áreas vizinhas, como as propriedades rurais, as áreas urbanas, o mercado, etc.

Podemos ainda estabelecer um limite cronológico para o agroecossistema do estuário, diante da regularização da vazão, das marés, dos períodos diferenciados ao longo do ano de maior e menor produção de pescados e o período de defeso do caranguejo, que estabelecem periodicidade à exploração dos recursos do estuário.

5.2.2 Estrutura e funcionalidade de agroecossistemas

Considerando a estrutura e função dos agroecossistemas no Baixo São Francisco, cabe explicitar algumas características inerentes à configuração dos mesmos, tendo em vista que podemos não apenas identificar as cadeias produtivas que foram construídas historicamente e as recentemente implantadas com a expansão do capital e da necessidade de mercado como a introdução da carcinicultura e dos perímetros irrigados introduzidos pela CODEVASF, bem como as técnicas de manejo e as ações públicas em vários níveis.

Nesse estudo é primaz o entendimento dos agroecossistemas como um sistema aberto, sujeito a instabilidade entre seus componentes e outros sistemas. Assim não podemos perder de vista as várias interações entre o regional e o local, bem como a complexidade de elementos que interagem com a pesca artesanal e captura de caranguejo, a rizicultura, a carcinicultura, os projetos ou ações públicas de desenvolvimento, entre outros.

Segundo Marten (1988), a estrutura de um agroecossistema indica como ele é organizado; isto é, uma consequência tanto do sistema de tecnologia agrícola, quanto do

conjunto formado entre o ambiente e o social em que a tecnologia é aplicada. A estrutura inclui todos os elementos do agroecossistema e como eles são conectados funcionalmente uns com os outros.

A estrutura está organizada a partir de arranjos temporais, haja vista que a pesca e captura do caranguejo obedecem a ciclos naturais, como o das marés, ou ainda a períodos de defeso, constituindo-se em importantes elementos no plano de manejo à reposição e manutenção dos estoques naturais. Acrescenta-se o fato de que as atividades agrícolas dos perímetros irrigados apesar de não seguirem a mesma abordagem quanto aos ciclos naturais, passam por restrição quanto ao uso de água devido a redução dos níveis de vazão.

D'Agostini (1999) define a estrutura como a dimensão física ou espacial onde se demarca física e espacialmente o agroecossistema e operam-se as relações entre as distintas populações presentes, incluindo aí o homem, bem como entre essas populações e o meio no qual se encontram.

A funcionalidade dos agroecossistemas está condicionada aos *inputs* e *output*, pois o sistema natural é impactado e os fluxos de energia são modificados e introduzidos para maximizar a produção e produtividade, bem como as dinâmicas oceânica e fluvial oferecem as bases naturais para a estrutura e funcionalidade dos sistemas produtivos (extrativistas ou agrícolas). Somam-se aos *inputs* a tecnologia, o sistema de informações e o plano de manejo. O processamento dessas entradas no agroecossistema vai permitir a possibilidade de *outputs* ao sistema representado pela produção de peixe, caranguejo, gêneros agrícolas, etc.

Outra característica do subsistema animal trata das políticas de controle do uso de recursos naturais com a introdução de sistemas de manejo. Assim, ocorre a necessidade de um plano de manejo para elementos desse subsistema do agroecossistema, que se consolida com o estabelecimento do “defeso” que proíbe, por lei, a pesca ou a captura de caranguejo em períodos pré-determinados. Com isso estabelece-se um componente ou indicador que prima pela manutenção dos estoques de pesca, já que minimiza a exploração dos recursos pesqueiros e as consequências das alterações promovidas pela regularização da vazão aos estoques de pesca e de caranguejo no estuário do rio São Francisco.

As informações que entram no sistema podem ser originadas de duas fontes principais: as informações que se associam aos empreendimentos recentes de carcinicultura e as informações que ocorrem entre os pescadores artesanais e catadores de caranguejo, os

quais se encarregam de reproduzir a partir da família o conhecimento tradicional oral acumulado e repassado de geração a geração.

5.2.3 Propriedades dos agroecossistemas no estuário

As propriedades dos agroecossistemas são atributos que podem ser utilizados na identificação, caracterização e avaliação dessas unidades de produção. Elas representam estratégias de controle e monitoramento de sistemas naturais modificados para a produção. Cabe, portanto, destacar que o uso das propriedades auxilia na compreensão da estrutura e funcionalidade dos mesmos.

O estudo e avaliação dos agroecossistemas a partir das propriedades apresentam complexidades, pois cada propriedade tem muitos significados. Esse fato se deve primeiramente às várias dimensões da produção, bem como às diferenças nos níveis hierárquicos dos agroecossistemas, no ambiente e nos fatores sociais (MARTEN, 1988).

Conway (1987) afirma que o objetivo do estudo das propriedades é aumentar o valor social e o bem-estar econômico nos agroecossistemas e propõe a avaliação dos agroecossistemas a partir de quatro propriedades básicas: produtividade, estabilidade, sustentabilidade e equidade. As três primeiras têm vinculação com os sistemas naturais, mas definidos em termos de produção do sistema, enquanto a equidade caracteriza-se por atender uma perspectiva de sustentabilidade social, não apresentando correlação com os sistemas naturais.

Apesar da caracterização e avaliação individual das propriedades dos agroecossistemas, estas não podem ser compreendidas na estrutura e funcionalidade do agroecossistema de forma isolada, mas sim sob o prisma da complementaridade e interação complexa.

Para Ferraz (2003), a produtividade em agroecossistemas deve considerar a produção primária por unidade de insumo utilizado (água, nutrientes, energia) num determinado período de tempo. Pode ser alta ou baixa, dependendo da base de recursos naturais.

Na análise dos agroecossistemas convencionais com a introdução de tecnologias para ampliar a produção, observa-se que em curto espaço de tempo os resultados são, na maioria dos casos, elevados, mas em longo prazo podem significar prejuízos à estabilidade, sustentabilidade e equidade nos agroecossistemas.

Convém, no entanto, esclarecer que a sustentabilidade é entendida nesse trabalho, como propriedade que avalia a organização e funcionalidade do(s) agroecossistema(s) do estuário do rio São Francisco, seguindo metodologia proposta por Conway (1987) e Marten (1988).

A produtividade, enquanto propriedade, diz respeito ao principal objetivo ou o *output* mais esperado pelo agricultor ou pescador, pois dessa propriedade depende a estabilidade e a equidade.

Nesse contexto, para o estuário em estudo, vale ressaltar a relativa diferenciação entre os agroecossistemas tradicionais, representado por atividades extrativistas ou pequenas propriedades agrícolas com produção direcionada para o agricultor e o mercado local, e os agroecossistemas com maior aplicação de tecnologia e capitais, geralmente destinando sua produção para o mercado regional ou nacional, como é o caso dos carcinicultores e da agricultura desenvolvida nos perímetros irrigados.

Destaca-se que nos perímetros irrigados, coordenados pela CODEVASF, predomina a força de trabalho familiar, com contrato realizado com mão de obra externa apenas nos períodos de maior necessidade, como pode ser observado nas figuras 5.6, com dados referentes aos perímetros do Betume e Cotinguiba/Pindoba, ambos localizados no entorno do estuário.

No vale do São Francisco foram implantados vários projetos para produção agrícola irrigada e piscicultura. No Baixo São Francisco a situação não é diferente, pois vários projetos foram desenvolvidos e outros estão em implantação ou em estudo. Os projetos mais importantes foram planejados e são administrados pela CODEVASF, como o ITIÚBA (município de Porto Real do Colégio/AL), BOACICA (municípios de Igreja Nova e Penedo/AL), MARITUBA (município de Penedo/AL), JACARÉ-CURITUBA (municípios de Canindé do São Francisco e Poço Redondo/SE), BETUME (municípios de Neópolis, Ilha das Flores e Pacatuba/SE), COTINGUIBA/PINDOBA (municípios de Japoatã, Neópolis e Propriá/ SE), e PROPRIÁ (Municípios de Cedro de São João, Propriá e Telha/SE).

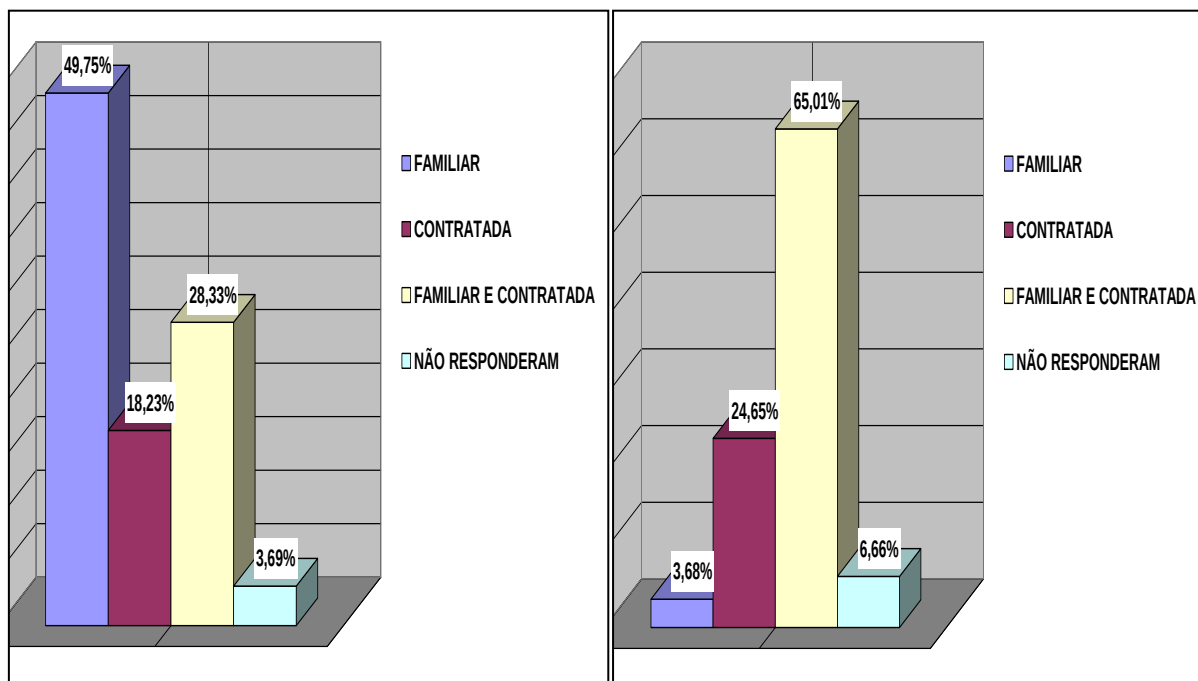


Figura 5.6: Tipo de mão de obra utilizada nos lotes dos perímetros irrigados. Betume (primeiro plano) e Cotinguiba/Pindoba (segundo plano).

Fonte: Dados da CODEVASF (2010).

Organização: autor (2014)

Apesar dos problemas apresentados ao curso fluvial quanto a regularização e redução significativa de vazão nas últimas décadas e, em especial, no período posterior a construção da UHE Xingó, com diminuição nos últimos anos da vazão média de restrição de 1300 m³/s para 1100 m³/s, e possibilidade de nova vazão (menor) de restrição, novos projetos são implantados com a finalidade de uso múltiplo das águas do São Francisco. Os projetos existentes são ampliados para aumentar a produção no atendimento ao mercado, necessitando de maior volume de água para a demanda dos perímetros irrigados, bem como para o abastecimento urbano devido ao crescimento das cidades.

No entorno do estuário, em antigas áreas de várzeas que originalmente eram inundadas naturalmente em período de cheias do rio, funcionam os perímetros irrigados que

se dedicam principalmente a produção de arroz e utilizam sistemas de bombeamento ou de aspersão convencional.

Apesar das dificuldades nas estações de captação de água, a redução da vazão não interferiu no rendimento médio da produção de arroz, como demonstra a tabela 5.2. Ao contrário, segundo informações de técnicos da CODEVASF, a produção de arroz nos perímetros tem aumentado com o decorrer dos anos. Esse fato revela que a redução da vazão não significou necessariamente a redução da produção, pois a alternativa encontrada foi promover o uso de estações de captação flutuante.

Tabela 5.2: Principais perímetros irrigados no entorno do estuário do rio São Francisco

Perímetro	Área ocupada (ha)	Produção total(t)	Principais produtos
Boacica (AL)	2.762 ha	55.016 t	Arroz (64%) Cana-de-açúcar (36%)
Marituba (AL)	4.200 ha	S/d	Banana, cana-de-açúcar, coco, goiaba, inhame, limão e pinha. Peixe, camarão e pecuária
Betume (SE)	2.860 ha	10.762 t	Arroz
Cotinguiba/Pindoba (SE)	2.232 ha	12.309 t	Arroz (70%) Milho (22%)

Fonte: Dados da CODEVASF (2010).

Organização: autor (2014)

Mesmo com o aumento da produção nos perímetros com reduzida vazão do rio, os agricultores dos lotes do Cotinguiba/Pindoba consideram insuficientes o serviço de irrigação (62,5%) e drenagem (48,3%) oferecido pela CODEVASF; enquanto que no perímetro do Betume essa insatisfação do produtor em relação a irrigação é de 42,3% e drenagem 55,8%, segundo diagnóstico de 2010, realizado pelo órgão nos perímetros irrigados citados.

No contexto da produtividade, percebe-se que o agroecossistema de rizicultura irrigada apresenta-se com níveis elevados de produção e produtividade. Mas, quando confrontamos com outras propriedades como a sustentabilidade e estabilidade, nota-se que o sistema de produção é avaliado como insustentável em longo prazo, pois não considera os

problemas oriundos das mudanças ao sistema fluvial com a descarga líquida e de material particulado em suspensão.

Os trabalhos de Conway (1987) e Marten (1988) confirmam que a produtividade se mantém constante mesmo diante de pequenos distúrbios ou flutuações, e pode-se admitir a presença de um novo atributo ao agroecossistema, que é a sua estabilidade.

Quando da avaliação da equidade, não se considera o uso sustentável e coletivo do sistema fluvial, pois visa exclusivamente a atender a demanda local de produção rizícola, desprezando a compreensão do uso sustentável e coletivo dos recursos, como a importância das águas fluviais para os pescadores, catadores de caranguejo e a navegação.

Outros aspectos apontam para o comprometimento do sistema de produção dos perímetros irrigados, tais como: a situação de inadimplência dos irrigantes perante os agentes financeiros; a não participação dos agricultores em cursos de capacitação junto a ATER; a maioria dos produtores ainda não faz uso dos equipamentos de uso de segurança individual; e mais da metade dos irrigantes apresenta renda inferior a um salário mínimo, entre outros.

Mesmo diante dos problemas ambientais do rio São Francisco quanto ao fluxo de vazão do canal fluvial com frequentes reduções da vazão de restrição, o governo brasileiro anunciou no segundo semestre de 2012, o programa MAIS IRRIGAÇÃO, que pretende ampliar a produção agrícola irrigada, principalmente na bacia hidrográfica do São Francisco. Esse programa receberá investimento de três bilhões do governo federal e 7 bilhões de reais da iniciativa privada (CODEVASF, 2012).

Parte desse recurso será investido na revitalização e ampliação de perímetros irrigados no Baixo São Francisco, a exemplo dos perímetros de Betume e Cotinguiba/Pindoba em Sergipe e Boacica e Marituba no estado de Alagoas, todos situados na zona estuarina. O modelo adotado na apropriação e uso dos recursos do estuário por parte de programas oficiais não tem levado em conta os limites de intervenção ao ambiente estuarino e entorno com forte instabilidade ao sistema a médio e longo prazo.

Diferentemente dos sistemas produtivos mais modernos, nos agroecossistemas tradicionais do estuário, observam-se baixos níveis de produtividade, como aqueles proporcionados pela atividade pesqueira e captura de caranguejo, decorrentes da exploração dos recursos pesqueiros, não respeitando os limites da base dos recursos naturais, bem como

resultantes das alterações ambientais ocorridas à base ecológica, trazendo perturbações ao sistema natural e interferindo no estoque pesqueiro.

O Baixo São Francisco tem sido objeto de um conjunto de ações que afetou o complexo ambiental (Figura 5.7), e este por sua vez, alterou os fluxos energéticos, a ciclagem de nutrientes, constituindo-se assim em ambientes instáveis e insustentáveis que determinam alterações nos estoques de pesca, interferindo na produtividade da pesca no estuário e comprometendo as condições de vida dos atores sociais.

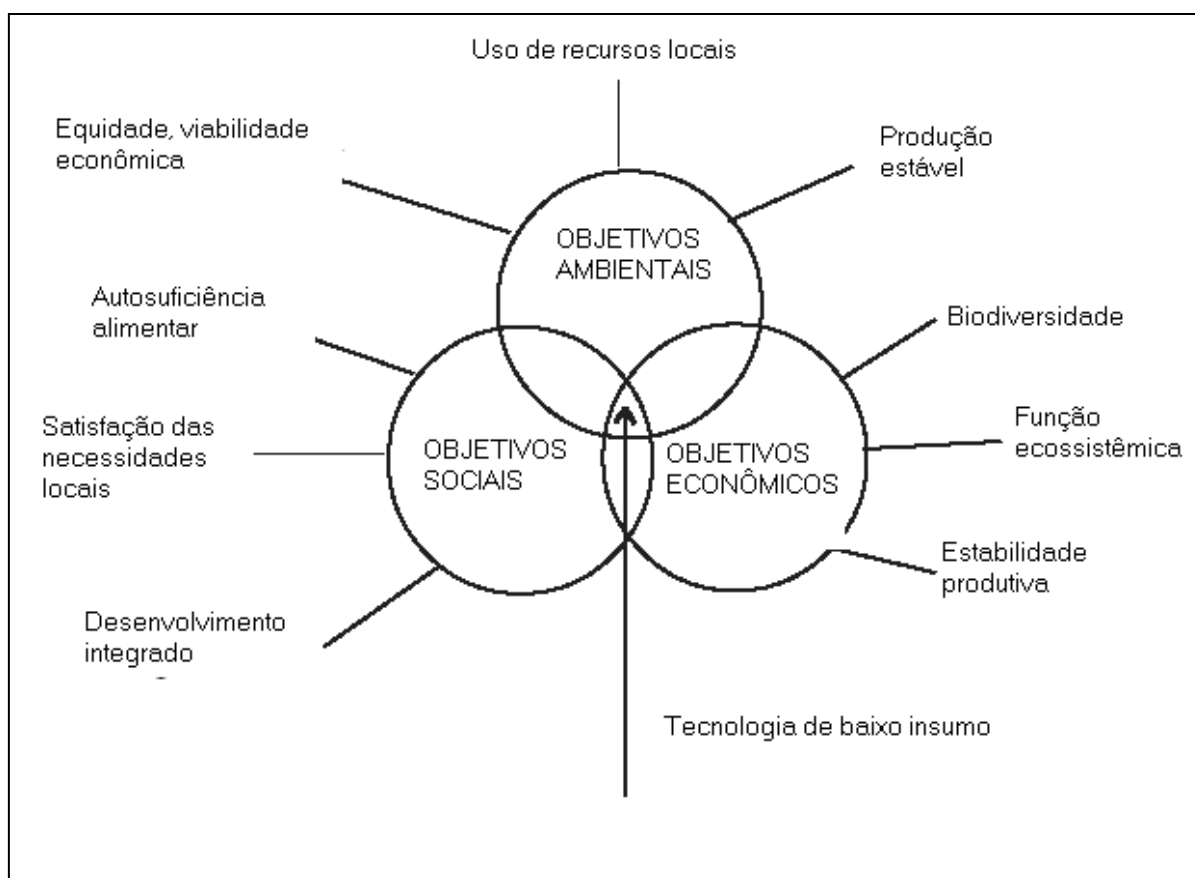


Figura 5.7: Estrutura sustentável ideal em agroecossistemas no estuário do São Francisco. Fonte: adaptado de Altieri (1999).

A instabilidade do sistema ecológico no estuário do rio São Francisco aponta para a redução da captura de caranguejo-uçá pela comunidade local, o que tem proporcionado barreiras à constituição da estabilidade, sustentabilidade e da equidade desse agroecossistema,

pois a produtividade não se manteve ao longo do tempo diante das perturbações ou distorções ocorridas ao sistema.

Na concepção de Altieri (1999) não se sabe por quanto tempo mais os homens podem seguir aumentando a intervenção na natureza, fazendo esgotar os recursos naturais e causando grande degradação ambiental. Antes de descobrirmos esse ponto crítico por meio da experiência desafortunada, deveremos nos esforçar para desenhar agroecossistemas que se assemelhem em estabilidade e produtividade com os sistemas naturais.

Esse fato se deve a forte dependência dos ribeirinhos em relação à dinâmica ambiental e o quanto são afetados pelas mudanças ocasionadas pela construção de barragens e regularização da vazão, proporcionando dificuldades a manutenção dos estoques de pesca e a extinção da rizicultura de vazante devido a falta de cheias.

O comprometimento do sistema ambiental reflete-se na renda gerada pelos produtores em agroecossistemas tradicionais do estuário, na medida em que as mudanças ao fluxo fluvial interferiram na oferta de alimentos para a fauna aquática, na formação e renovação das várzeas, provocando não somente a redução de oferta do pescado, mas também aumentando a pressão sobre o ecossistema em virtude do número maior de pescadores e catadores, ou ainda causando o êxodo rural.

A este propósito pode-se observar a partir da figura 5.8, que os ribeirinhos condicionam a queda na produção de pescados, especialmente, a exploração do uso dos recursos do estuário, bem como aos fatores associados à dinâmica fluvial, isto é, as modificações ao ecossistema devido ao controle dos fluxos hidrossedimentológico, a partir da construção de barragens, com destaque para a UHE Xingó.

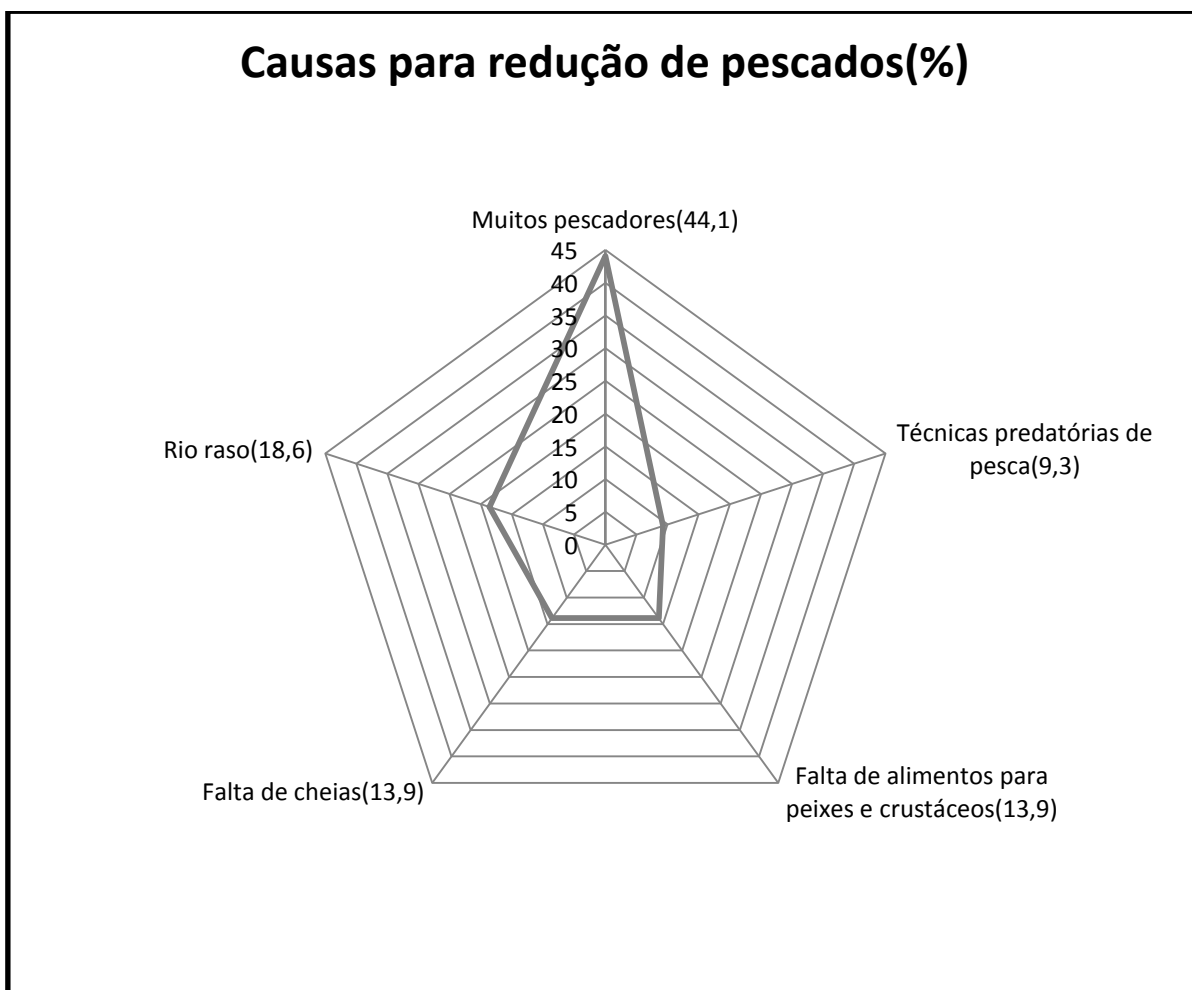


Figura 5.8: Fatores que contribuem para a redução de pescados em agroecossistemas tradicionais no estuário do rio São Francisco, segundo os ribeirinhos.

Fonte: Trabalho de campo, 2014.

A sustentabilidade decorre da capacidade de se manter um nível de produtividade dos cultivos através do tempo sem expor os componentes, a estrutura e funcionamento do agroecossistema. A contaminação dos recursos naturais a partir da alteração da qualidade do ar, da água e é causado pelos insumos e produtos dos agroecossistemas, bem como a qualidade da paisagem agrícola, isto é, quando os modelos agrícolas modificam o panorama e influenciam nos processos ecológicos (ALTIERI, 1999).

A renda gerada nos agroecossistemas tradicionais entre os produtores, apresenta-se mais baixa que aquela gerada nos agroecossistemas modernos dos perímetros irrigados, como pode ser observado nas figuras 5.9 e 5.10. A aplicação de técnicas mais modernas, menor dependência das mudanças aferidas ao canal fluvial e a presença de políticas públicas mais efetivas são fatores que justificam tal fato. Assim, a renda nos agroecossistemas

tradicionais dependia e depende das características do sistema ambiental representado pela dinâmica fluvial e oceânica.

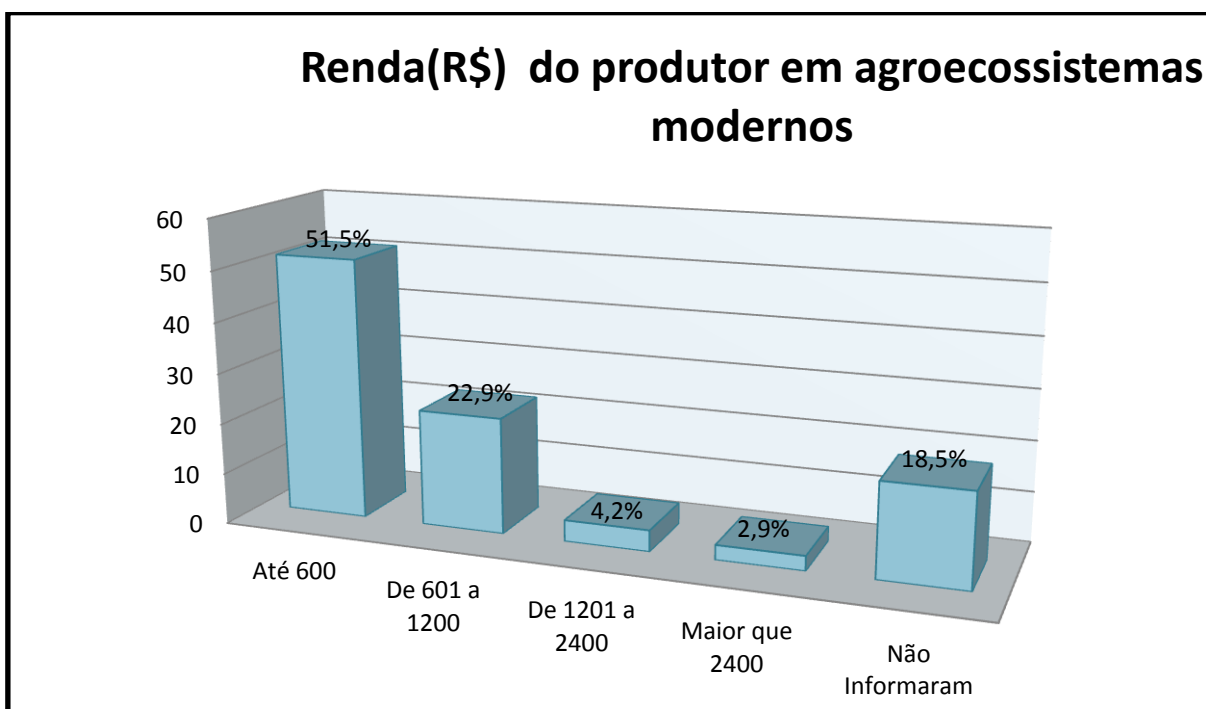


Figura 5.9. Renda gerada no perímetro irrigado Betume por lote, segundo o produtor.
 Fonte: dados da CODEVASF, 2009.
 Elaboração: autor, 2014.

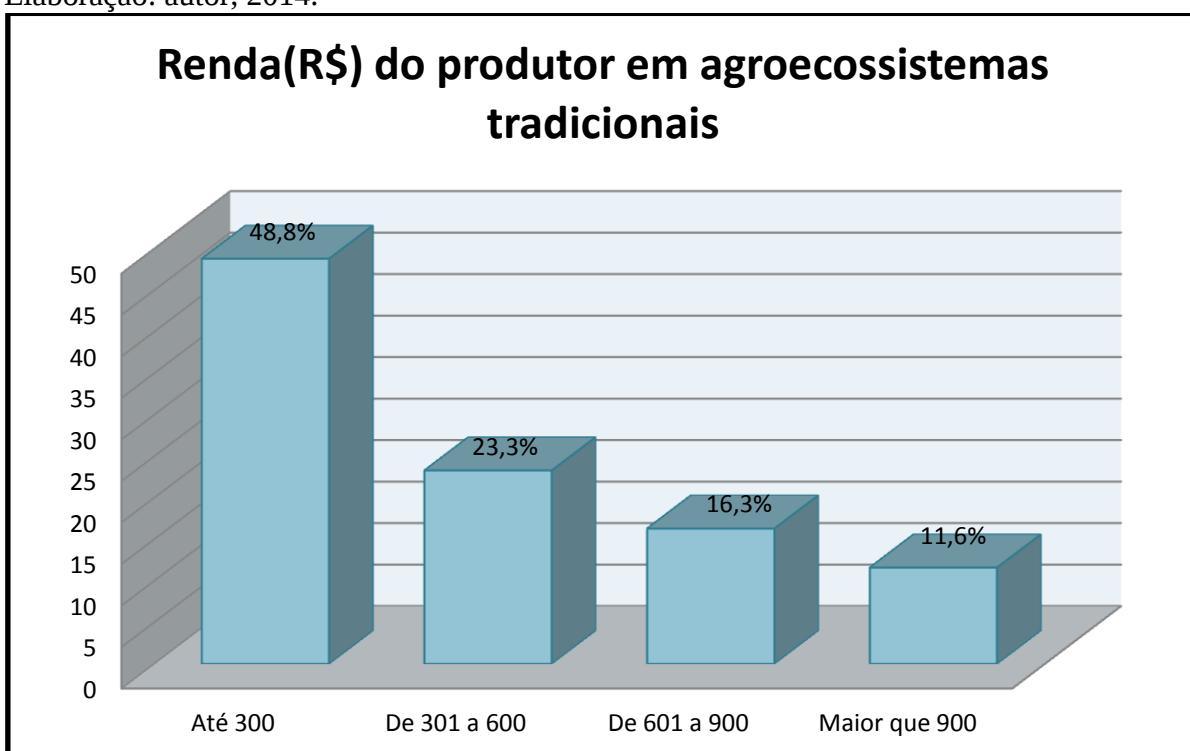


Figura 5.10. Renda gerada por ribeirinhos no estuário, segundo o pescador/catador.
 Fonte: Trabalho de campo, 2014.

A população ribeirinha inserida nos agroecossistemas tradicionais dependia, historicamente, das cheias do rio e da carga de sedimentos que era, em parte, depositada nas lagoas marginais e que serviam como verdadeiros “berçários” para a fauna e ainda permitiam a sua utilização para a rizicultura realizada por pequenos produtores com uso intenso de força de trabalho feminina, tendo em vista os cuidados manuais que outrora ocorriam nos arrozais.

5.3 O estudo dos agroecossistemas como pressuposto a implantação de sistemas agrários sustentáveis.

Observa-se que a compreensão dos sistemas agrários do estuário do rio São Francisco sob a égide da abordagem da sustentabilidade, necessita da análise das propriedades³ dos agroecossistemas sob o enfoque do caráter multidimensional e inter-relacional das mesmas, pois as modificações ocorridas a uma das propriedades podem significar mudanças nas demais propriedades. A sustentabilidade em agroecossistemas (ASTIER, 2008), geralmente tratada como papel da agroecologia (ALTIERI, 1998), está condicionada a interação com os ecossistemas naturais e diversidade dos agroecossistemas (GLIESSMAN, 2001).

Assim as condições ambientais do Baixo São Francisco, os sistemas produtivos, os agricultores, pescadores e catadores e suas condições socioeconômicas e culturais são componentes fundamentais à compreensão do agroecossistema do estuário.

No estudo do agroecossistema do estuário do rio São Francisco a equidade é uma propriedade de grande expressão, especialmente por se tratar de uma área onde as comunidades convivem com variados problemas de ordens ambiental, econômica, social e cultural. A exclusão dessas populações de projetos convencionais de exploração dos recursos

³ Marten (1988) ainda se referia a uma quinta propriedade do agroecossistema: a autonomia. Segundo o autor, essa propriedade diz respeito à interação que um agroecossistema possui, refletidos pelo movimento de materiais, energia e informação dentro e fora do seu circuito, bem como o controle desses movimentos. A autonomia é multidimensional por causa da magnitude do fluxo de materiais, dentro de um agroecossistema e entre ele e o mundo.

naturais tem incitado a necessidade de rediscutir formas sustentáveis e democráticas do uso dos recursos.

Segundo Marten (1988), a equidade é mais comumente medida em termos de igualdade na distribuição dos produtos agrícolas ou da renda. Ela pode ser avaliada com relação aos produtos agrícolas ou com relação ao acesso à terra, ao capital e às informações. Para Conway (1987), a equidade é definida como a igualdade de distribuição da produtividade entre os homens beneficiados de acordo com suas necessidades.

Apesar da dificuldade quanto à concretização da equidade, esta deve ser inserida em qualquer iniciativa com vistas ao desenho do agroecossistema, procurando incluir um conjunto maior de atores beneficiados com a exploração dos recursos, mas na perspectiva do uso sustentável. Convém ressaltar que o comprometimento da produção pesqueira a partir da exploração exclui a possibilidade da equidade, pois a base de recursos do agroecossistema do estuário do rio São Francisco é de suma importância para a manutenção da produtividade e sua distribuição equitativa entre os atores sociais.

Alcançar a equidade em agroecossistemas é um desafio muito grande, pois é preciso manter a produtividade, a estabilidade⁴ e a sustentabilidade do sistema. Além de ampliar a produção de pescados, é fundamental que ela se mantenha ao longo do tempo, mesmo exposta às perturbações no sistema. Ressalte-se que o fato de ampliar a produtividade não é suficiente para alcançar a equidade, pois é necessário democratizar o acesso à produção de pescado, de serviços e informações.

O caráter multidimensional das propriedades do agroecossistema é composto pelas condições ambientais e sociais de um determinado local. Um sistema de tecnologia agrícola pode ser estável com relação a um determinado distúrbio, mas não com relação a outros. O mesmo raciocínio serve para as demais propriedades dos agroecossistemas. Por esta razão devemos determinar os tipos de agroecossistemas mais apropriados para cada condição

⁴ Para Harwood (1979, *apud* Altieri, 1999), a estabilidade do agroecossistema constitui-se de três fontes: a estabilidade do manejo que se associa à escolha do conjunto de tecnologias que melhor se adaptem às necessidades e recursos do agricultor; estabilidade econômica que consiste na capacidade do agricultor em manter a entrada de insumos e de produtos no mercado, e a estabilidade cultural que depende da manutenção do contexto da organização sociocultural que nutre os agroecossistemas durante gerações. Deve-se, portanto, valorizar o contexto social e as tradições locais.

social e ambiental, bem como identificar os pontos vulneráveis no sistema de tecnologia agrícola para sugerir quais devem ser fortalecidos.

A escolha das tecnologias em agroecossistemas do estuário deve considerar as condições e formas de uso dos recursos do ecossistema, para que as mudanças ao sistema sejam pouco significativas, mantendo assim níveis modestos de mudanças aos elementos naturais, contribuindo assim com a interação natural dos fluxos de energia e materiais, bem como na manutenção dos estoques dos recursos que promovem a produtividade sustentável no agroecossistema.

Para Gliessman (2001), fica claro que as práticas da agricultura convencional estão degradando globalmente o ambiente, conduzindo a declínios na biodiversidade, perturbando o equilíbrio natural dos ecossistemas e, em última instância, comprometendo a base de recursos naturais da qual os seres humanos e a agricultura dependem.

Portanto não se deve desprezar a conservação da base dos recursos do estuário do rio São Francisco, decorrentes da complexidade das dinâmicas fluvial e oceânica, pois contribuem para a manutenção de componentes e subsistemas cruciais para a sustentabilidade dos agroecossistemas, como o solo e água, importantes para o desenvolvimento da agricultura de base tradicional ou moderna, bem como para as atividades de pesca e captura de caranguejo.

O conhecimento da estrutura e funcionalidade do ecossistema do estuário é salutar e necessário, pois se relacionam com as propriedades dos agroecossistemas e podem servir para estabelecer mecanismos sustentáveis de uso dos recursos pesqueiros, bem como contribuir para a renovação dos estoques de pesca e possibilitar o uso desses recursos pelas gerações futuras.

As características da estrutura e função dos agroecossistemas bem como de suas propriedades podem variar no tempo e no espaço. É preciso compreender os vários mecanismos de complexidade dos ecossistemas naturais e procurar alcançar certa produção a partir da aproximação quanto à funcionalidade desses sistemas naturais, bem como no entendimento da hierarquia dos agroecossistemas e suas propriedades.

6 DESAFIOS E PERSPECTIVAS DA SUSTENTABILIDADE EM AGROECOSSISTEMAS NO ESTUÁRIO DO RIO SÃO FRANCISCO.

6.1 Sustentabilidade em agroecossistemas

A sustentabilidade, conceito ainda em discussão no âmbito acadêmico, fortalece-se em várias ciências e na geografia encontra no cerne do espaço agrário maior aceitação por parte de pesquisadores que estudam os processos agroecológicos no campo da produção, produtividade e equidade no campo.

No campo da geografia física a discussão concentra-se na perspectiva do uso sustentável dos recursos naturais, bem como na conectividade entre a geomorfologia, geologia, pedologia e biologia. Daí a insistência deste trabalho para mostrar a necessidade nos estudos dos agroecossistemas dos conhecimentos de varias ciências para a compreensão dos processos produtivos na região do estuário do Baixo São Francisco.

Desde o debate travado na Conferência Mundial de Meio Ambiente em Estocolmo (1972), o conceito de sustentabilidade foi ampliado incorporando diversas dimensões, fragmentando a ideia de totalidade e permitindo análises superficiais da realidade. Como exemplo desses estudos pode-se citar os estudos de Sachs (1993; 2002) que direciona suas análises da sustentabilidade para as dimensões social, econômica, ecológica e espacial, enquanto Boff (2012) defende uma leitura integradora da sustentabilidade, traçando análises cosmológicas e ideológicas da temática, já Veiga (2008) propõe novas formas de discussão da sustentabilidade quanto às questões ambientais; ou ainda com os trabalhos de Rua (2007) que estabelece perspectivas da sustentabilidade ao estudo da paisagem e/ou do espaço a partir da análise multidimensional da geografia.

Quando a sustentabilidade é discutida no âmbito dos agroecossistemas, o estudo ganha solidez conceitual e metodológica e de experiências de aplicação em comunidades agrícolas (Hart, 1985; Conway, 1987; Marten, 1988; D'Agostini, 1999; Altieri, 1999;

Gliesman, 2001; Caporal e Costabeber, 2002; ORTEGA, 2003; Schlindwein, 2004 e Astier *et al*, 2008) contribuindo para a incorporação desse paradigma em trabalhos que primam pelo ideal da sustentabilidade em agroecossistemas.

Para Ferraz (2003), o desenvolvimento sustentável no seu conceito mais amplo não será alcançado enquanto prevalecer à lógica de mercado em vez da lógica das necessidades, pois os padrões de consumo e de acumulação da sociedade contrastam com a finitude dos recursos naturais não renováveis, e com limites de assimilação e suporte impostos pela natureza.

O Baixo São Francisco tem sido afetado por variados problemas ambientais decorrentes da ação antrópica ao longo das regiões fisiográficas, fazendo-se perceber com maior intensidade no baixo curso e, em especial, no estuário, modificando sua dinâmica e comprometendo o equilíbrio ecológico dos sistemas naturais, bem como a reprodução social das comunidades locais que dependem da exploração de recursos naturais.

Para Caporal e Costabeber (2002), o conceito de sustentabilidade inclui, em sua hierarquia, a noção de preservação e conservação da base dos recursos naturais como condição essencial para a continuidade dos processos de reprodução socioeconômica e cultural da sociedade, em geral, e da produção agropecuária, em particular, numa perspectiva que considere tanto as atuais como as futuras gerações.

As recentes transformações ocorridas na área em estudo, oriundas da apropriação dos recursos da natureza pelo capital, têm colocado em risco comunidades que mantinham relações mais sustentáveis com a natureza, visto que esta passa a ser concebida como mercadoria, e os pescadores passam a depender cada vez mais do mercado, contribuindo com a exploração dos recursos pesqueiros e consequente redução dos estoques de pesca.

Para Ortega (2003), a reflexão sobre a sustentabilidade de agroecossistemas deve priorizar os seguintes pontos: entender o desenvolvimento sustentável sob a perspectiva sistêmica; entender os agroecossistemas a partir do conceito de desenvolvimento sustentável; a capacidade de suporte dos ecossistemas; e os fatores externos que afetam a atividade agrícola.

Segundo Gliessman (2001), o desafio de criar agroecossistemas é o de alcançar características semelhantes às de ecossistemas naturais, mantendo uma produção para ser

colhida. No trabalho em direção à sustentabilidade, o responsável por algum agroecossistema se esforça, tanto quanto possível, para usar o conceito de ecossistema no desenho e manejo do agroecossistema.

Na busca pela sustentabilidade em agroecossistemas torna-se importante levar em conta a noção de totalidade, a partir da abordagem holística, como o novo paradigma da ciência, bem como se amparando muitas vezes numa perspectiva hermenêutica para subsidiar o conceitual ético do homem em relação à natureza. Cabe destacar a preocupação com o caráter sistêmico do estudo dos agroecossistemas, tendo em vista o fato de muitas vezes cairmos em análises objetificadoras e determinísticas.

A mudança de sistemicidade almejada com o desenvolvimento sistêmico resgata o papel do observador na construção do mundo, o que (re)introduz a dimensão ética no discurso do desenvolvimento haja vista que torna os seres humanos responsáveis pelo mundo que distinguem e constroem (SCHLINDWEIN, 2004).

Nesse sentido, no estudo dos agroecossistemas do Baixo São Francisco, cabe identificar os desafios e barreiras à sustentabilidade dos sistemas produtivos no estuário a partir da caracterização ambiental, das condições socioeconômicas da população local, da exploração dos recursos pesqueiros, das ações públicas, bem como da estrutura e funcionamento dos agroecossistemas diante dos impactos ocasionados recentemente.

6.2 Caracterização das dimensões ambiental e socioeconômica para o estudo da sustentabilidade em agroecossistemas.

No estuário do rio São Francisco pode ser identificado agroecossistemas os mais variados, no entanto o propósito do trabalho é concentrar seu estudo em agroecossistemas familiares, denominados como tradicionais (aqueles associados ao pescador familiar e artesanal) e em agroecossistemas modernos (aqueles vinculados a agricultura irrigada). Em ambos os casos, vale frisar que a família é a unidade básica geradora de riqueza e reprodução social.

Para estabelecer analogias pertinentes às duas formas de organização e transformação do espaço no estuário adotou-se alguns passos da metodologia MESMIS (Marco para la Evaluacion de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Mediante Indicadores de Sustentabilidad), a partir da identificação de pontos críticos do agroecossistema e dos atributos propostos (produtividade, estabilidade, confiabilidade, resiliência, adaptabilidade, equidade e autogestão), bem como explorar as áreas de avaliação (ambiental, socioeconômica e cultural), observando a regularização da vazão como indicador de pressão ao sistema estuarino, priorizando os fatores ambientais e suas interfaces socioeconômicas e culturais.

Destacam-se elementos dos quadros representativos dos agroecossistemas tradicionais e modernos, como os atributos, critérios de diagnóstico e definição de pontos críticos aos sistemas estudados no estuário.

Assim as etapas são as seguintes: definição do objeto de avaliação, representado pelos agroecossistemas do estuário; determinação dos pontos críticos do sistema; seleção de critérios de diagnóstico que são utilizados para análise e discussão das dimensões ambiental, socioeconômica e cultural; medição e monitoramento dos indicadores a partir de dados primários oriundos do trabalho de campo, bem como de dados secundários; e, por conseguinte a apresentação de resultados, conclusões e recomendações.

A avaliação e estudo das dimensões ambiental, socioeconômica e cultural dos agroecossistemas do estuário estão condicionados ao fio condutor desse trabalho que trata da regularização da vazão do rio e suas nuances ao sistema ambiental, bem como o rebatimento nas condições socioeconômicas da população local.

6.2.1 Agroecossistemas familiares rizicultores em perímetros irrigados.

Considerando as condições socioambientais e econômicas dos sistemas produtivos de arroz, podemos inserir aspectos que denominamos de pontos críticos e que se cristalizam como barreiras a sustentabilidade de agroecossistemas no estuário, pois apesar de apresentarem bons desempenhos em alguns atributos como produtividade mostra-se insustentáveis do ponto de vista da estabilidade quanto a conservação dos recursos e da agrobiodiversidade, como aponta o quadro 6.1.

Quadro 6.1 Agroecossistemas familiares de rizicultura irrigada no estuário do rio São Francisco.

ATRIBUTOS	CRITÉRIOS DE DIAGNÓSTICOS	PONTOS CRÍTICOS
PRODUTIVIDADE	EFICIÊNCIA	BAIXA QUALIDADE DOS PRODUTOS
		ELEVADO CUSTO DE PRODUÇÃO
EQUIDADE	DISTRIBUIÇÃO DE CUSTOS E BENEFÍCIOS	FORNECIMENTO LIMITADO DE GRÃOS
		ALTO CUSTO DE ADAPTAÇÃO AO SISTEMA COMERCIAL
		BAIXA RENDA LÍQUIDA
		BAIXO PROGRESSO SOCIAL DO AGRICULTOR
ESTABILIDADE	CONSERVAÇÃO DE RECURSOS	ALTO RISCO DE EROÇÃO DOS SOLOS
		REDUÇÃO DA AGROBIODIVERSIDADE
		DOMÍNIO DE MONOCULTURA
		EROSÃO GENÉTICA
	DIVERSIDADE NO ESPAÇO E TEMPO	ALTO RISCO DE SALINIZAÇÃO DOS SOLOS
		USO INTENSIVO DE ANTIGAS VÁRZEAS
		BAIXA VAZÃO DO RIO
		USO INDISCRIMINADO DA ÁGUA
		BAIXA QUALIDADE DA ÁGUA (AGROTÓXICOS) DE RETORNO AO RIO
		DESMATAMENTO
ADAPTABILIDADE	CAPACIDADE DE INOVAÇÃO	FRACASSO DOS PACOTES TECNOLÓGICOS
		BAIXA CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO A MUDANÇAS AMBIENTAIS E POLÍTICAS
AUTOCONFIANÇA	PARTICIPAÇÃO, CONTROLE E ORGANIZAÇÃO.	COOPERAÇÃO LIMITADA ENTRE AGRICULTORES
		ELEVADO GRAU DE DEPENDÊNCIA DOS INSUMOS EXTERNOS
		ENDIVIDAMENTO DOS AGRICULTORES
		BAIXA PARTICIPAÇÃO EM ASSEMBLÉIAS

Organização: autor, 2014.

A análise dos agroecossistemas de rizicultura foi estabelecida a partir de atributos como a produtividade, equidade, estabilidade, adaptabilidade e autoconfiança, bem como de critérios de diagnósticos que tem como finalidade estabelecer os pontos críticos do sistema produtivo moderno de arroz irrigado dos perímetros irrigados do estuário com característica familiar.

O conhecimento da estrutura e funcionalidade do agroecossistema permite estabelecer pontos críticos e a partir daí construir indicadores que possam avaliar a sustentabilidade nas áreas ambiental, econômica e social em sistemas no estuário do rio São Francisco, incorporando os conhecimentos necessários a compreensão das alterações na dinâmica ambiental e impactos na organização socioambiental e econômica da população estuarina.

6.2.1.1 A dimensão ambiental e pontos críticos à estabilidade dos agroecossistemas.

Os agroecossistemas familiares de produção de arroz no estuário do rio São Francisco utilizam, para alcançar a produção e produtividade, dois recursos que são cruciais para a produção, e sua conservação é determinante para a estabilidade do sistema ambiental e confiabilidade ao longo do tempo: o solo de vazante, historicamente constituído devido ao processo de transporte de sedimentos e posterior acumulação, e a água utilizada para produção, oriunda do rio São Francisco.

Assim os solos aluviais, devido à construção de barragens e regularização da vazão, deixou de receber os sedimentos e água de vazante; o outro elemento é a água do rio que é utilizada para abastecer os lotes, a partir do processo artificial de inundação das áreas de produção.

Segundo Mendonça (2010), a degradação ambiental tem comprometido a qualidade de vida da população de várias maneiras, sendo mais perceptível na alteração da água e do ar, nos acidentes ecológicos ligados ao desmatamento, queimadas, poluição marinha, lacustre, fluvial e morte de inúmeras espécies animais que se encontram em extinção.

O elevado risco de erosão dos solos pode ser analisado sob dois prismas: o primeiro a erosão decorrente das práticas agrícolas nos lotes e noutro prisma a erosão marginal decorrente das alterações dos fluxos líquidos e sedimentos. Em ambos os casos, a erosão compromete a estabilidade do sistema ambiental e de produção, pois coloca em risco a conservação dos recursos. Perda de solo nos lotes decorre das deficiências de planejamento e gerenciamento quanto a irrigação e drenagem.

Entre as dificuldades apontadas pelos agricultores para a produção nos lotes nos perímetros (Propriá, Cotinguiba/Pindoba e Betume) do Baixo São Francisco estão os problemas de irrigação e drenagem. No perímetro do Betume, a drenagem (24%) é identificada como maior problema de produção, superando inclusive a dificuldade de crédito (23%). Os serviços de bombeamento e distribuição de água nos lotes são considerados ruins pelos agricultores no Betume (71%) e Propriá (78%). O problema não é maior devido à opção por bombas de captação flutuante, permitindo acompanhar a variação dos níveis de vazão ao longo do tempo.

A erosão marginal decorrente das mudanças nos fluxos de vazão e contenção de sedimentos nas barragens associado ao desmatamento das matas galerias ou ciliares contribuem para a perda de solos agricultáveis nos perímetros como é o caso de lotes do Cotinguiba/Pindoba, onde a erosão marginal já compromete o uso do solo pelas lavouras.

No baixo curso do rio em área do estuário (entre Propriá e a foz) concentram-se 57 focos de erosão, predominando em margem sergipana. Os estudos de Cunha (2011) e Fontes (2002) apontam a construção de barragens em cascata como responsável pela erosão marginal e o assoreamento do canal fluvial.

Ainda em relação aos solos, as modificações na dinâmica ambiental comprometem a biodiversidade dos solos aluviais de vazante, pois com a redução da vazão e o fim das cheias o solo deixou de receber os sedimentos anteriormente depositados pelo rio nos períodos de maior vazão. Além de não haver a deposição natural de sedimentos, os solos são utilizados de forma intensiva, com uso permanente de culturas, contribuindo evidentemente com a perda de nutrientes e risco de erosão.

Entre os pontos críticos dos agroecossistemas de rizicultura que compromete a estabilidade estão à redução da agrobiodiversidade, domínio da monocultura e erosão genética. Como se trata de um modelo de agricultura convencional baseado em pacotes tecnológicos, a agrobiodiversidade é afetada à medida que as variedades crioulas locais são bruscamente substituídas por variedades híbridas, sendo apontadas como ideais para resolver o problema da baixa produção nos perímetros.

Portanto, uma pequena variedade de sementes exóticas é introduzida, reduzindo a agrobiodiversidade local e impondo uma erosão genética à rizicultura, tendo em vista a dependência de sementes geneticamente “melhoradas”, como a SCS117 CL, EPAGRI 109, SCS114 Andosan, SCSBRS Tio Taka.

A regularização da vazão se reflete na dinâmica ambiental e conservação dos recursos, e também na diversidade no tempo e espaço da estrutura dos agroecossistemas em estudo, tendo em vista que remete a aspectos relacionados a qualidade e quantidade de água conduzida aos lotes dos perímetros irrigados. A redução da vazão mínima para vazão de restrição de 1100 m³/s trouxe consequências para o gerenciamento e planejamento das atividades de captação, distribuição, irrigação e drenagem.

Na concepção de Guerra e Cunha (2011), o aproveitamento das águas fluviais, com o fechamento do rio para a formação do reservatório, assim como o aproveitamento da planície de inundação, através de obras de canalização, está associado à geração de uma série de alterações fluviais, em especial na dinâmica fluvial.

Além dos problemas relacionados à baixa vazão, acrescente-se o uso indiscriminado e não planejado nos lotes da água para a produção do arroz, pois não há um controle efetivo da quantidade de água de entrada. Também não ocorre controle da qualidade da água lançada no rio a partir da drenagem dos lotes, já que a agricultura se caracteriza por utilizar pacotes tecnológicos que envolvem uma grande variedade de agrotóxicos (herbicidas, fungicidas e inseticidas) nas lavouras, sendo jogados no rio juntamente com a água de drenagem sem o devido tratamento, como observado na figura 6.1.



Figura 6.1. Canal natural do rio utilizado como via de drenagem das águas dos lotes, no município de Ilha das Flores/SE.

Fonte: Trabalho de campo, 2014.

A salinidade e o uso indiscriminado de agrotóxicos na água e solo tem efeito sobre a estabilidade do sistema, contribuindo com a redução da biodiversidade e tornando-o pouco resiliente às mudanças bruscas aos elementos que integram a dinâmica ambiental.

Além do uso dos agroquímicos para combate as pragas e doenças, adicione-se o uso de macronutrientes como os nitrogenados que ampliam os problemas, pois a maioria dos agricultores não realiza a análise do solo, como verificado nos perímetros de Propriá (50%), Cotinguiba/Pindoba (71%) e Betume (79%). Isso naturalmente demanda níveis maiores de adubação e sem a devida especificação de nutrientes para a cultura do arroz, devido à diferenciação de necessidades nutricionais das culturas nos lotes.

Sobre os impactos que os agroquímicos ocasionam ao sistema ambiental e socioeconômico, Gasparini e Vieira em estudo da rizicultura em Santa Catarina afirmam:

Os efeitos perniciosos desses insumos químicos podem atingir os seres humanos de maneira mais direta - a exemplo da exposição ocupacional a que estão sujeitos milhares de trabalhadores rurais-, ou então de maneira indireta, ocasionada tanto pela ingestão de alimentos contaminados quanto pela exposição a ambientes contaminados. A contaminação do solo, da água e do ar varia em forma e intensidade, afetando seriamente o equilíbrio dos sistemas biológicos (GASPARINI E VIEIRA, 2010, p.116).

A redução dos fluxos de vazão incrementou a salinidade das águas do estuário e já representa um problema na captação (figura 6.2), pois esse fator impõe novo planejamento quanto aos horários de captação de água, obedecendo aos fluxos de marés, isto é, a execução dessa tarefa sempre ocorre nos momentos em que a salinidade se apresenta com menor intensidade. Esse fato, associado ao uso indiscriminado da água nos lotes e às altas temperaturas ao longo do ano, tem ocasionado a salinização de lotes, inviabilizando a produção.



Figura 6.2. Estação de captação de Piaçabuçu/AL

Fonte: CHESF, 2013

6.2.1.2 A dimensão socioeconômica, atributos e pontos críticos à sustentabilidade.

As dimensões socioeconômica e cultural devem ser compreendidas a partir de uma rede de interações com a dinâmica ambiental antropizada, ou seja, modificada diante da construção de barragens e regularização da vazão. Assim precisa-se compreender a organização dos agroecossistemas familiares de rizicultura do estuário, no que tange as características do sistema produtivo e das relações que se processam entre os agricultores, pois as novas formas de produção no estuário inserem-se em novas relações, já que exigem maior proximidade com as políticas públicas, bem como da atuação dos mesmos como atores sociais diante de sua integração, muitas vezes impostas, às associações de agricultores.

A agricultura convencional oriunda da Revolução Verde, resultado das relações desiguais entre os países quanto à produção e produtividade, difundiu-se no sistema agrícola brasileiro e, evidentemente, se consolidou em áreas com fatores favoráveis ao seu desenvolvimento, como o Baixo São Francisco, em especial nos perímetros irrigados que tem como cultura principal a rizicultura.

Indicadores como produção total, produtividade e Valor Bruto da Produção são importantes para avaliar o comportamento do sistema, visto que esse é o objetivo central dos lotes: a elevação desses valores para os indicadores supracitados.

A produção e produtividade, como observado no quadro 6.2, apresentam-se bastante diferenciadas entre os perímetros mencionados, pois nota-se melhor desempenho para o Boacica, com uma produção de 54.606 t superando a soma dos demais perímetros. Esse melhor desempenho está associado ao fato que é o único perímetro onde 30 % da produção cabem a cana-de-açúcar, dividindo parcelas dos lotes com o arroz, diferentemente dos demais perímetros que produzem exclusivamente o arroz. A produtividade dos perímetros encontra-se abaixo da média ideal que é em torno de 8 t/ha, exceto o Boacica, aquele que mais se aproxima dessa média com 6,21 t/ha.

O aumento da produtividade remete a possibilidade de maior rentabilidade líquida por parte do produtor, pois os custos de produção são bastante elevados em virtude dos pacotes tecnológicos aplicados, ou seja, custos com insumos externos que encarecem o processo de produção e reduz a base de lucro.

Quadro 6.2 Produção e produtividade em perímetros irrigados

	Produção(t)	Área (ha)	Produtividade t/ha
Betume	21.463	5.700	3,76
Boacica	54.606	2.762	19,77
Cotinguiba	13.883	2.232	6,21
Propriá	2.774	1.321	2,09
Total	92.726	12.015	7.71

Fonte: CODEVASF, 2014.

Elaboração: autor, 2014.

Os impactos ambientais decorrentes desse tipo de agricultura já são conhecidos pela ciência, mas cabe destacar que esse sistema agrícola de produção tem potencializado os problemas decorrentes da regularização da vazão do rio São Francisco, provocando rebatimento nas comunidades locais.

Os agricultores e técnicos confirmam a elevação do Valor Bruto da Produção (VBP), como se observa no quadro 6.3, pois o emprego de tecnologias da agricultura convencional bem como a elevada aplicação de agroquímicos contribui para essa elevação. Vale ressaltar que há um controle e manejo estratégico em todas as etapas do processo, que vai desde a escolha da semente, geralmente adquiridas em laboratórios de empresas do sul do país, até a colheita.

Quadro 6.3 Valor Bruto da Produção (VBP – R\$ 1.000,00) de arroz em agroecossistema familiar irrigado.

Ano	Perímetro	Boacica	Betume	Cotinguiba	Propriá	Total
2011*		9.768	3.476	3.554	1.204	18.002
2012*		4.789	5.684	3.921	1.453	15.847
2013*		6.149	12.878	5.553	1.665	26.245

*valores atualizados pelo índice Nacional de preços ao consumidor (INPC) – Dez/2013

Fonte: CODEVASF, 2014.

Elaboração: autor, 2014.

Portanto, o VBP não têm se caracterizado como ponto fraco do sistema, no entanto se discute a qualidade do produto final e o elevado custo de produção, reduzindo

sensivelmente o lucro dos irrigantes. Observa-se que o indicador VBP aumentou em todos os perímetros no ano de 2013, chegando a dobrar no caso do Betume.

Tratar da sustentabilidade de agroecossistemas envolve várias questões dentre as quais as de ordem ambiental, econômica e social. Assim a equidade é a propriedade que diferencia os agroecossistemas dos ecossistemas, pois além da importância dos fatores de ordem natural como o solo e a água, faz-se necessário observar a distribuição de custos e os benefícios oriundos do sistema agrícola irrigado rizicultor.

Esse fundamento ou propriedade/atributo do agroecossistema define se o sistema em questão promove ou não o progresso social do agricultor. Diante da baixa renda líquida do agricultor, do elevado custo de produção, das dificuldades de comercialização do produto, do endividamento do agricultor, o mesmo não consegue melhorar as condições de vida. Daí a importância das ações afirmativas do Estado na promoção de políticas públicas de inclusão e progresso social.

A renda líquida por agricultor ainda está distante de promover o progresso social nos lotes, pois em todos os perímetros a maioria dos agricultores ganha uma renda média de até um salário mínimo, sendo que no Betume esse percentual chega a 56% dos irrigantes. Ainda se pode acrescentar que a situação em relação aos credores é crítica devido a elevada inadimplência que chega a 62% no Betume e 51% dos agricultores do perímetro de Propriá. Isso se deve ao fato dos agricultores ainda estarem submetidos a empréstimos em bancos que apresentam taxas pouco convidativas

Assim do ponto de vista da equidade, pode-se afirmar que o fracasso dos pacotes tecnológicos e a baixa adaptação às novas tecnologias constituem-se em pontos fracos aos agroecossistemas rizicultores, já que a ampliação da produção e do valor bruto da produção não significou para os atores sociais locais uma melhoria de seu padrão de vida.

A participação, controle e organização dos agricultores ainda se constituem como barreira à sustentabilidade dos agroecossistemas, pois há uma extrema dependência de insumos externos, representados por produtos para combate de pragas e doenças, adubos, máquinas, energia, etc.

Observa-se uma forte deficiência quanto a organização dos agricultores, tendo em vista que a maioria considera importante as organizações sociais como as associações de

agricultores, no entanto boa parcela dos mesmos não participam das associações como é o caso do perímetro de Propriá (71%), Cotinguiba (40%) e Betume (44%). Esses dados corroboram com o fato das associações não participarem da comercialização da produção, ficando a critério de cada irrigante essa tarefa de negociação com compradores do arroz, fragilizando assim o poder de barganha dos mesmos.

Ainda com relação a organização dos agricultores, verifica-se a baixa participação dos mesmos em cursos de capacitação, como observado em Betume onde 88% dos irrigantes não participam de cursos de capacitação. Esse indicador mostra a fragilidade do agricultor do ponto de vista de garantir seus direitos, sendo que a situação torna-se mais grave quando da não realização de parcerias de cooperação entre os mesmos, como é o caso do Betume, onde 94% dos agricultores não realizam qualquer tipo de parceria, e do perímetro irrigado de Propriá (84%) e Cotinguiba (79%).

6.2.2 Agroecossistemas familiares tradicionais.

Diferentemente dos agroecossistemas modernos, os tradicionais dependem diretamente dos fluxos do canal fluvial, e qualquer mudança pode impactar a organização socioeconômica dos atores locais. Nesse sentido, podemos estabelecer para os agroecossistemas tradicionais pontos críticos (Quadro 6.4), a estrutura e funcionalidade do sistema, diante das transformações recentes que decorreram do fluxo de vazão, pois há uma forte interação entre a organização das comunidades ribeirinhas com os elementos da natureza, isto é, a dependência do rio na manutenção e reprodução social da família.

As atividades tradicionais familiares sempre representaram formas de baixo impacto ao sistema estuarino, tendo em vista o uso de técnicas e ferramentas artesanais de pesca e forte dependência em relação a variação de vazão do rio ao longo do ano, pois permitia a utilização das atividades de pesca e de agricultura nas áreas de vazante com a cultura do arroz.

Quadro 6.4 Agroecossistemas familiares tradicionais do estuário do rio São Francisco

ATRIBUTOS	CRITÉRIOS DE DIAGNOSTICOS	PONTOS CRÍTICOS
PRODUTIVIDADE	EFICIÊNCIA	BAIXA PRODUÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS BAIXA PRODUTIVIDADE DE PEIXES E CRUSTÁCEOS (EXPLOTAÇÃO)
EQUIDADE	DISTRIBUIÇÃO DE CUSTOS E BENEFÍCIOS	AÇÕES PÚBLICAS LIMITADAS (CRÉDITO E AUXÍLIO DEFESO) PRECARIEDADE DE SERVIÇOS PÚBLICOS BÁSICOS (EDUCAÇÃO, SAÚDE, ABASTECIMENTO, ETC). BAIXA RENDA GERADA BAIXO PROGRESSO SOCIAL DO PESCADOR/CATADOR
ESTABILIDADE	CONSERVAÇÃO DE RECURSOS DIVERSIDADE NO ESPAÇO E TEMPO	ALTO RISCO A RENOVAÇÃO DO ESTOQUE DE PESCA. REDUÇÃO DE MPS E PLÂNCTON REDUÇÃO DA AGROBIODIVERSIDADE (FLORA E FAUNA) DOMÍNIO DE TÉCNICAS PREDATÓRIAS DE PESCA E CAPTURA INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES EXÓTICAS ELEVAÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA EXTINÇÃO DE ÁREAS DE REPRODUÇÃO DE PEIXES (ANTIGAS VÁRZEAS) BAIXA VAZÃO DO RIO EROSÃO MARGINAL E ASSOREAMENTO BAIXA QUALIDADE DA ÁGUA (AGROTÓXICOS) DE RETORNO AO RIO DESMATAMENTO EM MANGUEZAIS
ADAPTABILIDADE	CAPACIDADE DE INOVAÇÃO	BAIXO PROGRESSO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS. REDUÇÃO DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ORAL FAMILIAR.
AUTOCONFIANÇA	PARTICIPAÇÃO, CONTROLE E ORGANIZAÇÃO.	COOPERAÇÃO LIMITADA ENTRE PESCADORES (COLÔNIAS) ENDIVIDAMENTO DOS PESCADORES BAIXA PARTICIPAÇÃO EM ASSEMBLÉIAS

Elaboração: pelo autor, 2014.

Convém, no entanto, observar que ocorreram transformações recentes na dinâmica ambiental do estuário, ocasionando uma reorganização produtiva local, pois as

formas tradicionais de uso dos recursos mantinham um vínculo intrínseco aos elementos da natureza e que foi rompido com as modificações recentes ao complexo ambiental.

Historicamente, o estuário foi explorado por comunidades de pescadores, catadores de caranguejo e pequenos agricultores familiares que retiravam do rio e das áreas de vazantes os produtos necessários a manutenção e reprodução social da família. As novas formas de uso e ocupação do espaço (a introdução da carcinicultura, a modernização e mecanização da rizicultura), foram substituindo as formas tradicionais de exploração do estuário, bem como as atividades produtivas foram reorganizadas em função das mudanças ocorridas ao fluxo do canal fluvial por conta da construção de barragens e regularização da vazão.

6.2.2.1 A dimensão ambiental e pontos críticos à estabilidade dos agroecossistemas tradicionais.

Na avaliação da sustentabilidade dos agroecossistemas tradicionais os elementos inerentes à dinâmica da natureza exercem grande pressão sobre as atividades da população estuarina e determinam os pontos críticos ao sistema local. A regularização e a baixa vazão do rio promoveram impactos substanciais ao modo de vida dessas comunidades, pois contribuiu com a redução do estoque de pesca impondo alto risco a produção mínima de pescados na região.

Em entrevista a pescadores e catadores de caranguejo, os mesmos apontaram a regularização da vazão como indicador de pressão no estuário, sendo importante para compreensão da redução de pescados, fatores como a ausência de cheias naturais (13,9%), o rio raso (18,6%) e falta de alimentos para a fauna aquática (13,9%).

A construção de grandes barragens em cascata a montante reduziu substancialmente o fluxo de material particulado em suspensão que vem acompanhado de fitoplâncton e zooplâncton, fundamentais à alimentação dos peixes e crustáceos no estuário e foz. O plâncton está na base da cadeia alimentar do ecossistema aquático e mudanças ao ambiente pode alterar a diversidade de nutrientes do mesmo.

A ausência e/ou redução desses micro-organismos quebra a cadeia alimentar no estuário e coloca em risco a manutenção do estoque de pesca e de crustáceos em manguezais na margem sergipana. Vários trabalhos acadêmicos, como o de FONTES (2002); MEDEIROS (2007); CUNHA (2011); OLIVEIRA (2003); OLIVEIRA *et al* (2010) e SILVA *et al* (2010), comprovam a retenção do fluxo de sedimentos pelas barragens e os vários impactos para áreas a jusante desses barramentos.

Segundo Barbosa (2011), o estuário se apresenta com elevado suprimento de nutrientes e produção fitoplanctônica, e contribui para o desenvolvimento dos ecossistemas, constituindo-se como berçários naturais para a fauna estuarina.

O fluxo de MPS constitui-se em importante indicador ambiental para o reconhecimento da estabilidade do ambiente, índice que tem sido quantificado ao longo dos anos em vários trabalhos acadêmicos, como o de Silva *et al* (2010) que trabalharam com dados das últimas décadas e puderam comprovar a drástica redução de sedimentos de 69×10^6 em 1975, para $2,62 \times 10^6$ em 2007, demonstrando brusca queda nos índices de MPS.

Em trabalho mais recente, Medeiros *et al* (2011) apontaram que apesar da redução do aporte de sedimentos no curso fluvial, os eventos de secas e cheias podem alterar mesmo que periodicamente o fluxo de sedimentos como o que ocorreu em 2004, onde evento de cheia promoveu o vertimento nas barragens em cascata aumentando a carga de MS para $6,1 \times 10^6$.

Indiscutivelmente, essas modificações à dinâmica do ambiente fluvial podem comprometer a agrobiodiversidade local, pois interfere no regime natural de reprodução e manutenção das espécies, já que as várzeas representavam no passado importante área para reprodução de peixes em períodos de cheias, bem como para a produção de arroz de base familiar tradicional, com expressivo emprego da força de trabalho feminina. Com a regularização da vazão, as áreas de reprodução das várias espécies foram reduzidas e hoje são ocupadas com atividades de rizicultura irrigada, piscicultura e criação de bovinos, como observado na figura 6.3.



Figura 6.3. Antiga área de vazante, hoje ocupada com piscicultura e criação de bovinos na margem alagoana do município de Penedo. Ao fundo, na margem direita, o município de Neópolis (SE).

Fonte: Trabalho de campo, 2014.

A manutenção dos recursos e sua biodiversidade são determinantes para a estabilidade e confiabilidade ao sistema. Alterações ao fluxo natural do rio comprometem a estabilidade e expõe risco a sobrevivência das atividades tradicionais do estuário, ainda mais quando se observa o intenso desmatamento em áreas de manguezais, seja para a introdução de atividades de carcinicultura, bem como para o uso da vegetação natural como fonte de energia para abastecimento local, tendo em vista que 26% dos pescadores entrevistados confirmam o uso da vegetação como lenha.

Relatos dos pescadores nas entrevistas apontaram para a brusca redução de espécies de peixes com expressivo valor comercial e de características migratórias, como o Dourado (*Salminus brasiliensis*); Curimatã-Pacu (*Prochilodus marggravii*); Matrinxã (*Brycon lundii*); Surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*); Mandi Amarelo (*Pimelodus maculatus*); Mandi Açú (*Duopalatinus emarginatus*); Piau Branco (*Schizodon knerii*); Piau Verdadeiro (*Leporinus elongatus*).

Sato e Godinho (1999) e Alves e Pompeu (2001) afirmaram que já são cerca de 200 espécies de peixes catalogadas na bacia do São Francisco, muitas de características migratórias que passou por mudanças quanto a maturação sexual e processo de desova devido os barramentos nos cursos fluviais.

Também se deve acrescentar que várias espécies exóticas foram introduzidas, muitas delas com características de predação e indicadoras de perda de biodiversidade local, ameaçando de extinção as espécies autóctones. Como exemplo de espécies alóctones ou exóticas mais expressivas e mencionadas pelos pescadores, pode-se citar: Tucunaré (*Cichla* sp), Pescada (*Pachyurus squamipinnis*), Tilápia (*Oreochromis niloticus*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*).

O estoque de pesca também está condicionado ao emprego de técnicas predatórias e ao não cumprimento do período do defeso por parte de pescadores e catadores de caranguejo. As características das técnicas de pesca e o uso inadequado dos apetrechos como redes com malhas de grande variedade e demasiadamente fechadas, geralmente inferior a 5 mm, o emprego de tarrafas, do espinhel⁵ e de outros apetrechos que dependendo da época, do tamanho do pescado e da quantidade capturada pode representar sério dano a manutenção e renovação do estoque de pesca.

Quanto às técnicas e apetrechos na captura de caranguejo foram mencionadas pelos catadores o tapamento⁶, o braceamento⁷ e uso da redinha. O maior problema nessa atividade é o desrespeito ao período de defeso do caranguejo, tendo em vista a grande procura no mercado pelo crustáceo, apesar do catador cadastrado nas colônias ter direito ao benefício seguro defeso ou seguro desemprego pago pelo governo federal.

Outro aspecto associado à regularização do rio e que interfere na labuta diária do pescador refere-se às dificuldades de transporte representadas pelo assoreamento e formação

⁵ O espinhel é um apetrecho de pesca formado por uma linha principal e linhas secundárias onde são fixados os anzóis, onde se utilizam iscas. O número de anzóis pode variar bastante.

⁶ O tapamento é uma técnica de captura do caranguejo que consiste na obstrução da toca com os pés a cerca de 30 cm, forçando-o a sair pela abertura principal

⁷ O braceamento é uma técnica de captura de caranguejo em que o catador introduz o braço na toca com o objetivo de alcança-lo.

de bancos de areia e por tornar o rio mais raso em vários pontos de pesca. No estuário podem ser observados vários pontos de erosão marginal, mas também de grandes áreas com bancos de areia que denotam o assoreamento em vários trechos do rio, como observado na figura 6.4.



Figura 6.4. Formação de bancos de areia entre os municípios de Penedo (AL) e Neópolis (SE).

Fonte: Trabalho de campo, 2014.

6.2.2.2 A dimensão socioeconômica, atributos e pontos críticos à sustentabilidade.

Contrapondo-se aos agroecossistemas modernos de rizicultura, os sistemas tradicionais familiares apresentaram redução da produção de pescado e da captura de caranguejo devido a serem mais vulneráveis as transformações recentes na dinâmica ambiental do estuário e a exploração dos recursos.

O crescente número de catadores e de pescadores deve ser analisado com base na conjuntura econômica, social e ambiental do Baixo São Francisco, tendo em vista a ampliação

dos problemas ambientais decorrentes das modificações ocorridas ao longo de toda a bacia, e em especial, nos reflexos proporcionados nas formas tradicionais de uso dos recursos.

A pesca ainda é uma atividade que se caracteriza por absorver trabalhadores que são liberados de outras atividades, pois os municípios geralmente não possuem capacidade de oferta de trabalho nos setores secundário e terciário, este último já bastante hipertrofiado.

A rizicultura, uma das principais atividades do Baixo São Francisco, sempre se apresentou como essencial à absorção de força de trabalho entre a população, especialmente a partir do trabalho temporário associado ao plantio e à colheita do arroz. Recentemente, essa atividade passou por um processo de modernização, sobretudo, no que tange à mecanização, fato que tem permitido a liberação de força de trabalho e contribuindo assim para o aumento do desemprego local.

Muitos pescadores e catadores tinham no emprego temporário do arroz uma forma complementar de renda. Dessa forma, a rizicultura cria uma forte pressão sobre os recursos pesqueiros, pois muitos passam a depender unicamente da pesca para sobreviver, e assim passam a contribuir para a exploração dos recursos.

A partir da introdução da rizicultura empresarial mecanizada, poupadora de força de trabalho, verificou-se o aumento de pressão em torno dos recursos de pesca e da captura de caranguejo com a ampliação do número de pescadores e catadores. Muitas mulheres passaram a se inserir na pesca em função da ausência de trabalho na rizicultura nos últimos anos. Sobre essa questão, 44,1% dos entrevistados afirmaram que a exploração dos recursos no estuário representa a principal causa da baixa produtividade de pescados.

Outro aspecto relevante é a ampliação das políticas públicas para pescadores, possibilitando um incremento dessa atividade entre os pescadores artesanais, apesar de ocorrerem várias críticas em relação a demora no pagamento do salário defeso e nas ações de fiscalização do IBAMA. Daí a explicação para o aumento de entidades representantes dos pescadores e catadores como as associações e colônias.

Avaliando a equidade nesses agroecossistemas, observam-se as dificuldades dos pescadores artesanais em progredir socialmente, isto é, de melhorar sua qualidade de vida, pois diante dos problemas de ordem ambiental e social, a produção e produtividade são baixas e a população convive com a precariedade dos serviços públicos básicos, como saúde,

educação e saneamento. Apesar da ampliação dos serviços de distribuição de água potável a partir das companhias de distribuição dos estados de Sergipe e Alagoas, ainda é comum o uso de poço cavado para o abastecimento de várias comunidades.

O atendimento quanto ao acesso à água potável (Figura 6.5) é outra preocupação para a comunidade de pescadores da área pesquisada. Entre os pescadores entrevistados, 65% tinham acesso à água encanada e tratada pelo poder público. No entanto, 25% afirmaram que a água utilizada é retirada por eles de poço cavado, aproveitando-se da proximidade da superfície do lençol freático, bem como de tanques que reservam água dos períodos de chuvas. Os demais pescadores (10%) utilizam a água diretamente do rio, sem nenhum tratamento.

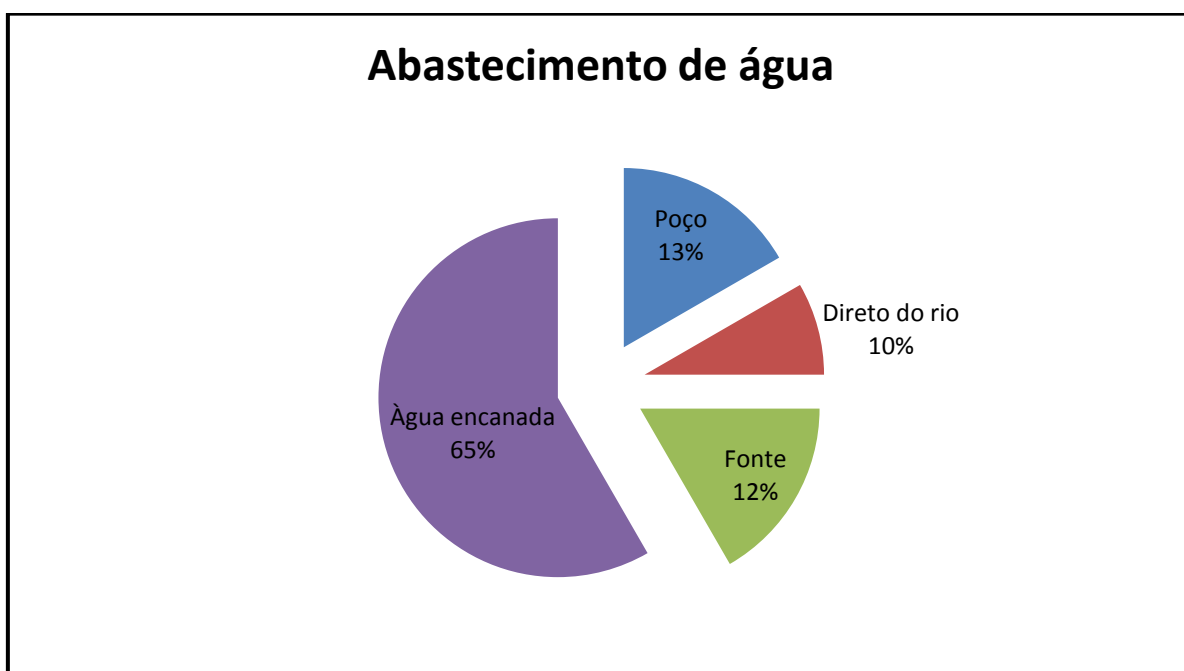


Figura 6.5. Formas de abastecimento de água por pescadores e catadores.

Fonte: Trabalho de campo, 2014.

Já em relação ao destino dado aos resíduos sólidos produzidos pelos pescadores, observou-se que o poder público realiza a coleta de lixo em 56% das residências dos pescadores, 36% do lixo produzido são queimados pelos próprios pescadores, 4% são enterrados e os outros 10% são jogados no rio e/ou mangue.

Outra situação que revela a complexidade da dimensão econômica é a perda do conhecimento tradicional que historicamente era repassado oralmente entre as gerações, devido a introdução de novas atividades, como a carcinicultura, bem como a baixa produtividade de pescados, decorrente de problemas associados à dinâmica ambiental e à exploração dos recursos. Muitos filhos de pescadores desistiram de continuar com a pesca, muitas vezes ingressam no setor informal das áreas urbanas.

Um aspecto comum na avaliação dos agroecossistemas familiares (tradicionais e modernos) é o baixo nível da participação dos associados nas entidades representativas dos mesmos, apesar da elevação do número de associações e colônias de pescadores. Esse fato está associado a possibilidade de participação nos programas sociais do governo federal e no acesso aos seus benefícios.

A melhoria das condições de vida do pescador e catador de caranguejo passa, necessariamente, pelo atendimento às necessidades básicas pelo poder público, a partir das infraestruturas de saneamento básico, moradia, saúde, educação, etc., como também pela sua conduta em relação ao uso dos recursos naturais, pois as relações mercantis passam a se sobrepor às formas tradicionais de exploração dos recursos, comprometendo a reprodução social nas comunidades locais.

A qualidade de vida constitui-se em fator preponderante ao desenvolvimento sustentável, e, portanto, as condições sanitárias, bem como outras condições como moradia, destino do lixo, etc., em que estão inseridos os pescadores, comprometem e implicam barreiras à sustentabilidade da comunidade local, tendo em vista colocar em risco a qualidade ambiental, social e econômica.

6.3 A relação sociedade natureza e conflitos socioambientais: a dimensão ética da sustentabilidade.

Os problemas que afetam a organização socioeconômica e cultural dos pescadores e catadores derivam de um complexo de fatores que envolvem desde as consequências das alterações que a dinâmica ambiental pode trazer aos agroecossistemas, com reflexos diretos

na produção pesqueira, até às variadas formas de relações que o homem estuarino tem em seu trato com os elementos que constituem a paisagem.

Um complexo de condições ambientais, sociais e econômicas contribui para dificultar a sustentabilidade no estuário do rio São Francisco. Fatores associados às condições de vida da população local, as transformações recentes à dinâmica fluvial, a introdução de empreendimentos para a carcinicultura, a exploração dos recursos pesqueiros e algumas ações públicas deficientes constituem obstáculos à sustentabilidade no estuário do rio São Francisco.

Essas referidas mudanças podem significar alterações na relação homem-natureza, pois a inserção e dependência cada vez maior do pescador em relação ao mercado podem significar a perda histórica de identidade com o “local” de vida e de trabalho, bem como levá-lo à exploração dos recursos pesqueiros e comprometer os estoques de pesca para as futuras gerações, o que pode intervir em suas condições de vida e no complexo ambiental do estuário e adjacências.

Sobre as interações entre os elementos necessários a compreensão da dinâmica do ambiente e as relações entre o homem e natureza, Pelizzoli (2004), afirma:

Para o holismo aplicado à ecoética, não pode tratar de reduzir as partes ao todo – totalização-, numa inversão simples, mas sim de priorizar a inter-relação (com contexto e história) e o equilíbrio dinâmico entre sistema e alteridade, ordem e desordem, antigo e novo, um modo dialético de relação, e como contínua ausculturação (dialogação) e respeito para com a(s) realidade(s) em suas várias abordagens (PELIZZOLLI, 2004, p. 98).

O cientista deve contemplar a crença na complexidade em todos os níveis da natureza, na instabilidade do mundo em processo de tornar-se e na crença da intersubjetividade como condição de construção do conhecimento do mundo (VASCONCELOS, 2004).

Diante do elevado grau de degradação ambiental proporcionado pelo atual modelo de desenvolvimento, emerge a necessidade de estabelecer relações mais sustentáveis com o

meio ambiente. Essa necessidade imperiosa de construir uma nova conduta em relação à natureza acaba por suscitar o ideal da sustentabilidade como ferramenta fundamental à conservação dos recursos naturais.

Para Cunha (2004), essa lógica expansionista tem uma noção de espaço que não contempla a diversidade – as diferentes formas sociais de o homem interagir com a natureza em tempos escassos determinados. A natureza é percebida em sentido homogêneo e estático, reduzida a um empreendimento econômico ou a uma matéria-prima inerte. As formas sociais distintas do modo dominante são tidas como atrasadas, anacrônicas, historicamente inferiores.

Cabe à ética essa posição crítica em relação ao comportamento moral que o homem estabelece através de sua conduta e de suas ações. Essa postura crítica pode ser emanada em diferentes situações ou grupos sociais, isto é, do pescador ou catador de caranguejo, do gestor público, do empresário, etc. Aqui me refiro ao exercício da cidadania, que permite vislumbrar o coletivo, o bem comum, com respeito às gerações vindouras quanto ao trato das questões ambientais.

Segundo Caporal e Costabeber (2002), a dimensão ética da sustentabilidade relaciona-se diretamente com a solidariedade intra e intergeracional e com novas responsabilidades dos indivíduos com respeito à preservação do meio ambiente. Todavia, como sabemos, a crise em que estamos imersos é de caráter socioambiental, até porque a história da natureza não é apenas ecológica, mas também social.

A facilidade de acesso aos portos, o uso coletivo e solidário dos manguezais, bem como a abundância de peixes e caranguejos parecem ser algo do passado que está na memória do pescador do estuário, já que este não encontrava obstáculos para adentrar ao mangue e realizar seu trabalho. A especulação e apropriação, muitas vezes indevida ao espaço, se estabeleceram com a introdução de viveiros para a carcinicultura e com a expansão de propriedades para a criação de gado.

A ética ambiental, por situar-se numa dimensão hierárquica superior como representado na figura 6.6, define as várias concepções e formas de uso dos recursos pesqueiros por pescadores e catadores, bem como sobre a introdução expansão de unidades produtivas de carcinicultura, definindo condutas heterogêneas em relação à exploração dos recursos naturais, mas conduzindo a exploração e a degradação ambiental no estuário do Rio São Francisco.



Figura 6.6. Representação de atuação da dimensão ética na sustentabilidade em agroecossistemas no estuário do rio São Francisco.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

A ética pressuposta nos discursos dos defensores do mundo liberal e neoliberal parte do princípio de que todos os homens buscam a felicidade própria e a da sociedade como um todo; aqueles que lutam mais galgam melhores postos e bens, até porque “as pessoas são diferentes e com capacidades diferentes, e isso é o que prevalece”. É nesse contexto que vigora ainda a ética utilitarista, em sua face adaptativa e organicista funcional para as chamadas sociedades civilizadas e livres (PELIZZOLI, 2002, p.12).

A implantação de programas governamentais para o cultivo de camarão no Baixo São Francisco é justificada pela ideia de sustentabilidade e redução da pobreza. No entanto, tem-se desprezado a importância do fortalecimento da pesca artesanal e da coleta de crustáceos e moluscos na mesma área, bem como os valores socioculturais da população local. O desenvolvimento vislumbrado pelos gestores públicos tem-se apoiado nas bases de

um modelo de desenvolvimento desigual e concentrador de renda que não respeita os limites sustentáveis dos recursos naturais e a diversidade sociocultural e econômica das comunidades de pescadores.

Da conduta comportamental do homem em relação à natureza decorrem transformações que ocorrem no espaço a partir das diferenciadas formas de pensar e agir sobre o mesmo. A atitude de grupos sociais em relação à natureza modifica-se com o tempo, e muitas vezes representam o conjunto de ideias dominantes num certo contexto histórico. Assim, o modo de pensar e agir em relação aos recursos expressa o pensamento dominante de um conjunto de valores que são difundidos em sociedade para justificar as conquistas e interesses individuais e não coletivos.

A sociedade atual valoriza as pessoas pelo acesso e posse de bens materiais, pois possuir esses bens representa sucesso social em relação à maior parte da população que é “incapacitada” de adquiri-los. Isso se relaciona à ideia amplamente difundida em nossa sociedade de que o desenvolvimento deve ser medido de acordo com a capacidade de produzir e consumir bens materiais.

Nesse modo de pensar não se computa os danos que esse modelo traz à natureza, usando-a como se os recursos fossem inesgotáveis. Não consideram os benefícios sociais que poderiam ser gerados e a necessidade de conservação ambiental. Assim, compromete-se a capacidade de renovação dos recursos naturais e coloca-se em risco o acesso a esses bens pelas gerações vindouras.

Apesar de ficar evidente, entre os pescadores, a ideia de que os viveiros para cultivo de camarão em áreas de manguezais são extremamente prejudiciais à manutenção dos estoques de peixes, caranguejos e moluscos, os produtores e alguns poucos pescadores admitem que o uso de técnicas predatórias como o uso da redinha⁸ e o desrespeito ao período de defeso são os principais problemas para a redução dos estoques. Ainda associam essa atividade ao desenvolvimento da região, não somente pelos capitais oriundos da produção de camarão que se destina a outras localidades, mas também pela geração de empregos que a carcinicultura pode proporcionar à população local.

⁸ A redinha é um artefato de pesca, feito artesanalmente, que é colocado nas “tocas” para a captura do caranguejo. Seu uso é condenado até mesmo entre vários catadores pelo fato de capturar indivíduos jovens, bem como fêmeas em período de desova.

Nas campanhas de campo, foram identificados fatores que interferem na produtividade ecológica dos manguezais e que refletem na produção pesqueira. Nesse contexto, observa-se que a implantação de viveiros para a carcinicultura tem representado um fator decisivo para os problemas de ordem ambiental, econômica e social, pois a vegetação de mangue é retirada (Figura 6.7) para a implantação dos viveiros de camarão, apesar de ser uma área protegida por lei⁹, reduzindo assim o espaço físico e comprometendo a reprodução e crescimento dos peixes e crustáceos, já que é notória a importância desse ecossistema como berçário para várias espécies.



Figura 6.7. Desmatamento em área de mangue para instalação de viveiros de camarão em Brejo Grande/SE.

Fonte: Trabalho de campo, 2014.

Pode-se ainda destacar que os proprietários dos viveiros estabelecem restrições para o acesso por parte dos pescadores e catadores de caranguejo aos portos, pois são construídas cercas, caracterizando a apropriação de um espaço que anteriormente era de uso

⁹ A resolução do CONAMA N° 303, de 20 de março de 2002, no seu artigo 3º, estabelece que os manguezais em toda a sua extensão constitui Área de Preservação Permanente.

coletivo. Esse fato tem dificultado a vida da comunidade local e ampliado os conflitos pelo uso dos recursos pesqueiros na área dos manguezais.

A concepção de uso dos recursos no estuário do rio São Francisco é definida por princípios e valores neoliberais e utilitaristas impostos pelo mercado, seja a partir da exploração dos recursos pesqueiros por pescadores e catadores de caranguejo, seja pelas iniciativas de carcinicultores locais diante das consequências a dinâmica ambiental local.

Os conflitos oriundos do uso dos recursos e da apropriação do território remetem-nos a um princípio inerente à ética, que é a valorização do diálogo como instrumento de discussão e de cooperação entre os atores sociais. Não se trata da imposição de visões de mundo, mas sim compreender a participação dialógica como fator decisivo na tomada de decisões coletivas com benefício coletivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento desse trabalho foi acompanhado de várias reflexões e introspecções em torno do seu objeto e especialmente o de construir perspectivas no campo dos agroecossistemas e sistemas agrários que pudessem incorporar análises teóricas e metodológicas das ciências, em especial, da geografia, no sentido de fornecer os pressupostos para a compreensão integrada dos elementos da paisagem que pudessem subsidiar os agroecossistemas no seu estudo. Essa tarefa não é fácil, pois romper com velhos paradigmas remete grande desconforto físico e emocional, mas se consolida como tarefa do intelectual e com uma ciência dialógica e crítica.

Nas leituras realizadas, discussões com pesquisadores de áreas afins e a prática docente permitiram vislumbrar que no estudo dos agroecossistemas, o campo do conhecimento representado pela ciência geográfica é fator determinante para a compreensão dos mesmos. Senão como compreendermos a organização dos agroecossistemas do estuário do São Francisco sem efetiva colaboração da geografia física com a geomorfologia fluvial, bem como das ciências ambientais e agrárias? Como estudar os sistemas produtivos locais do estuário sem recorrer a regularização da vazão e a construção de barragens? Como planejar o manejo de agroecossistemas no estuário sem considerar o sistema ambiental? São várias questões e indagações que remetem a reflexões sobre a contribuição da geografia física e/ou socioambiental para o estudo mais eficaz da estrutura e funcionalidade dos agroecossistemas.

O geógrafo francês Jean Tricart (2003) já vislumbrava a perspectiva da importância da geomorfologia e da edafologia para o ordenamento do espaço rural, pois apresentava uma discussão sobre a agricultura e o equilíbrio morfogenético, os mecanismos de erosão, a energia cinética das gotas da chuva sobre o solo, as condições microclimáticas, etc., isto é, fatores determinantes a produção agrícola sustentável.

Com efeito, o cultivo de um território não explorado só deveria fazer-se depois que alguns estudos preliminares tivessem permitido determinar suas aptidões do triplice ponto de vista geomorfológico, edafológico e ecológico (...). O estudo das bases físicas, sistemático dos problemas agrícolas, quer se trate de regiões antigamente cultivadas que se quer mudar, ou de novas, é igualmente indispensável. A Edafologia e a Agronomia fornecem importante apoio e proporcionam dados originais sobre o comportamento e a natureza sobre a qual trabalha o agricultor. É possível precisar a natureza e medir a importância da Geomorfologia (TRICART, 2003, p. 145/147).

O estudo dos agroecossistemas remete um olhar que envolve múltiplos conhecimentos, pois vários são os elementos que o estruturam, desde aqueles responsáveis diretamente pela produção associada à base da cadeia produtiva, até a diversidade da técnica aplicada por diferentes grupos com diferentes suportes tecnológicos que promovem transformações no espaço geográfico.

Elementos que compõem a base da cadeia produtiva dos agroecossistemas, como o solo e a água, têm sido afetados com as transformações proporcionadas pela construção de barragens e o controle do regime de fluxos do canal fluvial, remetendo novas características ao sistema fluvial e a configuração da estrutura e funcionalidade dos agroecossistemas do estuário. Reforce-se que nesse trabalho defendemos a ideia de que a pesca e captura de caranguejo por grupos familiares tradicionais constituem o que denominamos de agroecossistemas familiares tradicionais do estuário.

As atuais características de uso e ocupação do estuário do rio São Francisco não podem ser compreendidas dissociadas do processo de modernização das atividades já existentes, bem como introdução de novos empreendimentos como os perímetros irrigados e os tanques para atividades de pesca e camarão, contrapondo-se ainda a resistência de atividades tradicionais de pesca e captura de caranguejo que tem apresentado redução da produtividade em função de fatores internos e externos ao estuário. Daí defendermos a ideia de difícil delimitação espacial da área de estudo, tendo em vista a necessária conexão com regiões fisicamente distantes, mas espacialmente conectadas.

A regularização da vazão do rio São Francisco diante da construção de barragens e a introdução de empreendimentos que exigiam grande aplicação de capitais têm promovido mudanças à dinâmica ambiental e aos ecossistemas modificados para a produção que, por sua vez, tem contribuído com impactos à organização produtiva e social dos atores sociais do estuário, marginalizando as formas tradicionais de exploração dos recursos pesqueiros, a

diversidade sociocultural e os conhecimentos construídos historicamente pela população local.

As mudanças que se processam ao longo da bacia de drenagem tem papel decisivo nas alterações à dinâmica ambiental do estuário e estas remetem reestruturações no tempo e no espaço, pois incidem em todo sistema produtivo da pesca e agricultura de base familiar, bem como de relações do pescador e agricultor na manutenção e reprodução social da família. A característica do regime fluvial do Baixo São Francisco, dependente da pluviosidade de verão do alto curso do rio, minimiza a importância das precipitações em SE e AL na composição do volume caudal no estuário.

O período de construção desse trabalho foi marcado pela adoção, em vários momentos, da vazão de restrição, que inicialmente era de 1300 m³/s e passou a 1100 m³/s, verificado a partir dos dados diários de vazão fornecidos pela ANA e CHESF e comprovado diante das campanhas de campo, a partir das observações diretas, bem como nas conversas informais com técnicos e população ribeirinha e em roteiro de entrevistas.

Essa redução tem trazido consequências irreparáveis à dinâmica ambiental a jusante da UHE Xingó, especialmente em área do estuário, pois a baixa vazão maximiza problemas como a extrema redução da carga de sedimentos, com consequências na cadeia alimentar, interferindo na transferência de energia e nutrientes entre produtores e consumidores.

Durante visitas de campo a sede da CHESF em Paulo Afonso/BA se pôde acompanhar em vários momentos que a baixa vazão em 2013 e 2014 inviabilizou o pleno funcionamento das usinas de Paulo Afonso I, II e III, restringindo a geração de energia a PA IV, única usina em funcionamento e com toda a vazão turbinada, isto é, só havia vazão suficiente para atender essa usina. Esse fato contribuiu para os problemas no atendimento da demanda de energia no país, ocasionando “apagões” em determinadas regiões.

Ainda podemos verificar que os processos de erosão e sedimentação foram alterados com a regularização de fluxos do canal fluvial, já que a erosão marginal pode ser facilmente observada em vários trechos do estuário que, consorciado ao assoreamento e formação de bancos de areia, tem impactado no complexo ambiental e trazido consequências as diversas atividades desenvolvidas em agroecossistemas familiares tradicionais e modernos.

Além das transformações ao longo do canal fluvial decorrentes do controle de vazão, também podemos identificar transformações na foz e litoral adjacente, como o processo de erosão acelerada do litoral sergipano, no município de Brejo Grande, que devido à intensidade desse processo, o povoado Cabeço foi totalmente destruído, promovendo o êxodo da população para áreas mais ao interior.

O aumento da salinidade e seus impactos no estuário foi outro ponto crítico identificado na estrutura do sistema ambiental, pois a regularização da vazão e a altura das marés explicam o nível de concentração de sais no estuário. Os níveis de salinidade apresentam-se maiores quando há uma associação entre as marés de sizígia e menor vazão. No entanto, o objetivo de estudo nesse item, foi o de compreender as consequências para a base da cadeia produtiva.

Assim observou-se que o aumento da salinidade interfere na organização dos agroecossistemas, tendo em vista que os elementos constituintes da base de recursos (água e solo) da cadeia produtiva da pesca e do arroz são decisivos para os níveis de produção e produtividade. Esse problema foi observado em lotes de agroecossistemas irrigados de rizicultura, onde a ausência da análise do solo na maioria dos lotes, contribui para a amplitude do problema.

A construção de barramentos e a regularização da vazão promoveram uma (re) organização dos sistemas produtivos locais, pois os sistemas agrários vivenciaram modificações na estrutura (elementos) e sua funcionalidade, comprometendo a estabilidade do sistema e colocando em risco a equidade.

As modificações na dinâmica ambiental estuarina não é resultado apenas das barragens e da regularização. Fatores associados ao uso e ocupação do espaço também interferem nesse processo, como a inserção de empreendimentos empresariais, a exemplo da carcinicultura e piscicultura, bem como o desmatamento do manguezal, o uso de técnicas predatórias de pesca e captura de caranguejo e a exploração dos recursos.

Na avaliação das propriedades dos agroecossistemas, como a produtividade, estabilidade e equidade, entre os sistemas produtivos familiares tradicionais e modernos, observou-se que as modificações ao sistema ambiental interferem na produtividade e, por conseguinte, na renda gerada, sendo os agroecossistemas familiares tradicionais os mais

afetados por apresentarem maior dependência da estabilidade da dinâmica ambiental e por gerar renda mais baixa.

Quanto aos agroecossistemas familiares irrigados, pode-se observar que a vazão de restrição não afetou, pelo menos nos últimos anos, a produtividade nos lotes. Esse fato pode ser explicado pelo uso de estações de captação de água flutuante e de pacotes tecnológicos que utilizam ferramentas para aumentar a produção a qualquer custo, inclusive trazendo problemas quanto ao uso descontrolado de agroquímicos e poluição dos solos e da água com os canais de drenagem. O aumento da produtividade não significou progresso social do agricultor, pois a renda líquida ainda está distante de promover elevação do padrão de vida, pois em todos os perímetros a maioria dos agricultores ganha uma renda média de até um salário mínimo.

As mudanças ao fluxo fluvial interferiram na oferta de alimentos para a fauna aquática, na formação e renovação das várzeas, provocando não somente a redução de oferta do pescado, mas também aumentando a pressão sobre o ecossistema em virtude da exploração dos recursos pesqueiros. Várias comunidades do estuário organizam atividades produtivas que dependem do equilíbrio desse ecossistema, como a pesca, a exploração de moluscos e a captura de crustáceos, fundamentais à manutenção e reprodução desses grupos sociais.

A sustentabilidade em agroecossistemas foi abordada sob o enfoque da multidimensionalidade, isto é, sua compreensão a partir das dimensões ambiental, econômica e social. Sendo que a dimensão ambiental, por conta dos objetivos do trabalho, destacou-se como a que estabeleceu conexões e interações com as demais dimensões e características dos sistemas produtivos.

A conservação dos recursos do estuário, bem como sua diversidade no tempo e espaço determinam a estabilidade e a confiança no sistema ambiental. Foi observado que em agroecossistemas familiares tradicionais, esses atributos sofrem pressão das transformações no estuário e estabelecem pontos críticos como o alto risco a renovação dos estoques de pesca, redução do transporte de sedimentos, redução da agrobiodiversidade, elevação da salinidade na água e solo, extinção das antigas áreas de várzeas, erosão marginal e assoreamento do rio, baixa qualidade da água de retorno ao rio devido à alta concentração de agroquímicos e o desmatamento de manguezais.

Nos agroecossistemas de rizicultura foram identificados a partir da dimensão ambiental pontos críticos semelhantes aos sistemas tradicionais, podendo acrescentar aos primeiros a erosão genética, o domínio da monocultura, alto risco de salinização e erosão dos solos, bem como o uso intensivo dos mesmos. Outro ponto crítico que se associa a dimensão ambiental é a adoção de pacotes tecnológicos insustentáveis a médio e longo prazo.

Muitas argumentações procuram justificar o déficit hídrico dos sistemas fluviais com dados referentes aos índices de pluviosidade das respectivas bacias. No caso da bacia hidrográfica do rio São Francisco, observa-se que tem sido veiculada nos meios de comunicação a redução do volume pluviométrico na bacia de drenagem como indicador exclusivo aos problemas de oferta de água no Baixo São Francisco. Também não há como contestar que a bacia tem sido impactada e o uso e ocupação tem sido fator decisivo para os problemas da pequena vazão no baixo curso do rio.

A construção de barragens corresponde a um dos fatores, mas o desmatamento da mata ciliar, a ocupação desordenada das margens, o uso indiscriminado da água pelos projetos empresariais de irrigação, o assoreamento e a erosão marginal apresentam-se como elementos que devem ser evidenciados no planejamento e na gestão dos recursos hídricos.

O sistema fluvial no Baixo São Francisco necessita de forma emergencial não apenas de um monitoramento mais efetivo, mas de medidas concretas de controle e/ou de resolutibilidade para os elevados níveis de erosão marginal e de assoreamento no canal, para o desordenado uso e ocupação do solo pelas atividades produtivas e expansão urbana, bem como pelo acelerado desmatamento ciliar e poluição por esgotos domésticos.

Os agroecossistemas familiares de irrigação de arroz necessitam de maior planejamento, exercendo o controle do volume de água utilizado nos lotes, inclusive realizando periodicamente o monitoramento da qualidade da água, em especial quanto aos níveis de salinidade que tem se elevado nos últimos anos e também quanto a água de drenagem, devido a elevada carga de agrotóxicos carregada dos lotes para o canal fluvial. Esse monitoramento deve ser estendido para o uso do solo, identificando os níveis de erosão e salinidade, e ainda difundir a necessidade entre os irrigantes, da análise físico/química e biológica do solo.

Necessita-se rediscutir a adoção de pacotes tecnológicos em agroecossistemas familiares de rizicultura, buscando a implantação a curto e médio prazos de sistemas

alternativos de produção de baixa dependência de insumos externos e mais sustentáveis, com resultados mais eficientes das propriedades (estabilidade, equidade e autoconfiança) dos agroecossistemas.

Já nos agroecossistemas familiares tradicionais, representados especialmente pela cadeia produtiva da pesca e captura de caranguejo, há necessidade de monitoramento por parte dos órgãos competentes do uso de artefatos de pesca, bem como das técnicas empregadas, muitas vezes predatórias e de risco a manutenção dos estoques de pesca.

É recomendável que as associações e colônias de pescadores estejam envolvidas nesse processo, tendo em vista a elevada adesão da população estuarina aos órgãos de representação dos mesmos, a pesar da baixa participação dos mesmos nas atividades dos órgãos representativos. Alternativas diversas podem ser viáveis, como a inserção dos mesmos em atividades que permitam o uso sustentável dos recursos do estuário como apicultura, turismo, etc., já que a exploração do estoque de pesca é uma realidade no estuário, que remete a impactos irreversíveis aos ecossistemas locais.

As necessidades locais e a equidade precisam ser componentes essenciais no estudo dos agroecossistemas do estuário do rio São Francisco, para que assim se possa resgatar e valorizar as formas tradicionais de uso dos recursos no estuário, considerando os limites sustentáveis e de renovação dos estoques de pesca para que não ocorra a exploração dos recursos pesqueiros e haja a possibilidade de uso sustentável desses recursos pelas gerações vindouras.

O modelo de apropriação do território e uso dos recursos naturais em agroecossistemas tem permitido aprofundar uma discussão crítica sobre as relações de conduta que se processam entre o homem e a natureza e dos homens entre si. Tornam-se urgentes novas formas de entender o ambiente e as relações sociais, priorizando a ética que compreenda a natureza e a sociedade numa perspectiva interativa e holística para a valorização de atitudes que primem pelo respeito mútuo, justiça social, solidariedade e diálogo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. M. e SILVA JUNIOR, G. C. Fatores Hidrogeológicos no Estudo da Intrusão Salina em Aquíferos Costeiros da Região Litorânea do Município de Maricá – RJ. **Anuário do Instituto de Geociências** – UFRJ. Vol. 30 -2 / 2007 p. 104-117.

ALTIERI, Miguel A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Editorial Nordan-Comunidad, 1999. Montevideu. 338 p.

ALVES, C. B. M. e POMPEU, P. S. **Peixes do rio das Velhas: passado e presente**. Belo Horizonte: SEGRAC, 2001. 194p.

AMÂNCIO, Suely Gleyde. **Influência da evolução costeira holocênica na ocupação da costa do estado de Sergipe por Grupos Sambaquieiros**. Salvador: IGEO/UFBA, 2001 (Dissertação de Mestrado).

ANA/GEF/PNUMA/OEA. Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco, Subprojeto 4.5-C – Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco – PBHSF (2004-2013). **Diagnostico da Bacia e Cenários de desenvolvimento**. Módulo 2, Brasília: SPR/ANA, 2004a.

ANA/GEF/PNUMA/OEA. Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco, Subprojeto 4.5-C – Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco – PBHSF (2004-2013). **Controle de cheias**. Estudo Técnico de Apoio nº 10. Brasília: SUM/ANA, 2004b.

ANA/GEF/PNUMA/OEA. Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco, Subprojeto 4.5C – Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco – PBHSF (2004-2013). **Enquadramento dos corpos d'água da bacia do rio São Francisco**. Estudo Técnico de Apoio nº 5. Brasília: SFI/ANA; SPR/ANA; SOC/ANA, 2004c. 110p.

ARMOND, Núbia Beray e AFONSO, Anice Esteves. Da geografia física à geografia (sócio) ambiental e seu “retorno” à geografia: breves reflexões sobre mutações epistemológicas e o campo científico. **XVI Encontro Nacional de Geógrafos Porto Alegre – AGB – 2010.**

ASTIER, M. et al. **El marco de evaluación mesmis y su aplicación en un sistema agrícola campesino en la región Purhépecha**, México. Documento de Trabajo D35. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropriada, 2000.

BACHMAN, Pamela M. e RAND Gary M. Effects of salinity on native estuarine fish species in South Florida. **Ecotoxicology** (2008) 17:591–597.

BANDEIRA, Arilmara Abade. **Evolução do processo erosivo na margem direita do rio São Francisco e eficiência dos enrocamentos no controle da erosão**. Sergipe, Brasil. São Cristóvão: Prodema/ UFS, 2005. Dissertação de Mestrado.

BASTOS, Rogério Lustosa. **Ciências humanas e complexidades: projetos, métodos e técnicas de pesquisa: o caos, a nova ciência**, 2ª.ed. - Rio de Janeiro: E-papers, 2009.

BERMANN, Célio. Impasses e controvérsias da hidreletricidade. **Estudos Avançados**. [online]. 2007, vol. 21, n. 59, p. 139-153.

BERTALANFFY, L. V. **General System Theory: Foundations, development, applications**. New York: George Braziller, 1993, 11ª ed. (1ª ed. 1968), 295p.

BERTRAND, G. 1972. **Paisagens e Geografia Física Global: Esboço Metodológico**. Caderno de Ciências da Terra. Nº 13. Instituto de Geografia – USP, São Paulo.

BIANCHI, V. L. T. *et al.* Agroecossistemas e meio ambiente: a necessidade da sustentabilidade. **Sciencia Agrária Paranaensis**. V. 05, nº 02, p.57-62. 2006.

BNDES. **Plano de Ação 1974/78**. Rio de Janeiro, 1974.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é; o que não é**. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes, 2012.

BOMFIM, Luiz Fernando Costa Projeto Cadastro da Infraestrutura Hídrica do Nordeste: Estado de Sergipe. **Diagnóstico do Município de Brejo Grande/SE**. Aracaju: CPRM, 2002.

BRANDT, S. A. Classification of geomorphological effects downstream of dams. **Catena**, vol. 40(4), p. 375-401; 2000.

_____. Conceptualization of hydraulic and sedimentary processes in downstream reaches during flushing of reservoirs. In: **XXXI International Association of Hydraulic Engineering and Research Congress, Water Engineering for the Future: Choices and Challenges**. Seoul, Korea. 2005.

CAPORAL, Francisco R. e COSTABEBER, José Antônio. Análise Multidimensional da sustentabilidade: Uma proposta metodológica a partir da agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, v. 3, nº. 3, Jul/Set 2002.

CAPRA, Fritjof. **A teia da Vida: Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. 11^a ed. São Paulo: Editora Cultrix, 1996.

CAPRA, Fritjof. **O Ponto de Mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente**. São Paulo: Cultrix, 1982. 445p.

CARMO, Maristela S. do. A produção familiar como lócus ideal da agricultura sustentável. In: FERREIRA, Ângela D. D. e BRANDENBURG, Alfio (org.). **Para pensar outra agricultura**. Curitiba: Editora da UFPR, 1998. 275p. P. 215-238.

CARMONA, Felipe de Campos. **Salinidade do solo e da água e sua influencia sobre o arroz irrigado**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2011. 116 p.

CARVALHO, M. E. S. e A. L. FONTES. A carcinicultura no Espaço Litorâneo Sergipano. **Revista da FAPES de Pesquisa e Extensão**. V. 3 N. 1, p. 87-112. 2007.

CASADO, A. P. B; HOLANDA, F. S. R.; FONTES, L.C.S. *et al*. Análise do processo de erosão marginal no Baixo São Francisco sergipano. In: **Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. Goiânia. 2000.

CAVALCANTI, Clóvis. Desenvolvimento e respeito à natureza: Uma introdução termodinâmica à economia da sustentabilidade. In: FERREIRA, Leila da Costa. VIOLA, Eduardo (orgs.). **Incertezas de sustentabilidade na globalização**. Campinas: Ed. Unicamp, 1996, p. 103-132.

CHARLTON, R. **Fundamentals of fluvial geomorphology**. Published in the Taylor & Francis Library, New York. 2008.

CHESF. Companhia Hidroelétrica do São Francisco. **Dados dos principais reservatórios e geração das usinas. Sinopse da operação do dia 19/06/2014**. Centro de Operação do Sistema – COOS. 2014.

CHESF. Companhia Hidroelétrica do São Francisco. **Inspeção Visual Aérea e Terrestre do Trecho Entre a Usina de Xingó e a Foz com Defluência Média entre 1200m³/s e 1100m³/s**. 1o Relatório de Acompanhamento Mensal. Junho de 2013a. 108p.

CHESF. Companhia Hidroelétrica do São Francisco. **1º Relatório mensal de acompanhamento de redução temporária da vazão mínima do rio São Francisco para 1.100 m³/s a partir da UHE Sobradinho**. RT – DORH 009/2013b: Disponível em: www.chesf.gov.br/portal/page/portal/chesf_portal/conteudos_portal/docs/RTDORH_0082_013.pdf. Acesso em 22/07/2014.

CHESF. Companhia Hidroelétrica do São Francisco. **7º Relatório mensal de acompanhamento de redução temporária da vazão mínima do rio São Francisco para 1.100 m³/s a partir da UHE Sobradinho**. RT – DORH 008/2014.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Büchler, 1999.

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum**. 2a ed. Tradução de Our Common Future. 1ª ed. 1988. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CODEVASF. Companhia de desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba. **Diagnóstico Situacional dos Perímetros Irrigados da Codevasf**. 2010. 91 p

CODEVASF. Companhia de desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba. Mais Irrigação: projetos da Codevasf somam mais de 350 mil hectares e investimentos de R\$ 1,6 bi. Disponível em: <http://www.codevasf.gov.br/noticias/2007/mais-irrigacao-projetos-da-codevasf-somam-mais-de-350-mil-hectares-e-investimentos-de-r-1-6-bi/>. Acesso em 22 de março de 2014.

CONEJO, J. G. L. (coord.). Relatório Final - Programa de Ações Estratégicas para o Gerenciamento Integrado da Bacia do Rio São Francisco e da sua Zona Costeira – PAE. Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco - GEF São Francisco (ANA/GEF/PNUMA/OEA). Subprojeto 4.5 B – **Formulação de um Programa de Gerenciamento Integrado da Bacia do rio São Francisco e da sua Zona Costeira**. Brasília, DF. 2003.

CONWAY, R. Gordon. AGROECOSYSTEM ANALYSIS. publication in: **Agricultural Ecosystems Environment**. Imperial College of Science and Technology, London, United Kingdom, ICCET. Series E, No 1 (1983).

The Properties of Agroecosystems. **Agricultural Systems**.24:95-117.1987.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Piaçabuçu/AL**. Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CUNHA, Cleidinilson de Jesus. HOLANDA, Francisco Sandro R. Estrutura, função e propriedades de agroecossistemas: Um estudo de caso no estuário do rio São Francisco. In: **III Congresso Brasileiro de Sistemas**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2007. p. 1 – 22.

CUNHA, Lucia Helena de O. (org.) **Comunidades litorâneas e unidades de proteção ambiental: Convivência e conflitos**. São Paulo, NUPAUB-USP, 2004.

CUNHA, Sandra B. Impactos geomorfológicos da barragem de Xingó - baixo curso do São Francisco. In: SANTOS, Milton e BECKER, Bertha(Org.). **Territorio, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial**. 3ª Ed. Lamparina, Rio de Janeiro, 2011.

DEMO, Pedro. **Introdução a metodologia científica**. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 1985.

D'AGOSTINI, Luiz Renato. SCHLINDWEIN, Sandro Luis. **Sobre o conceito de agroecossistema**. Florianópolis, UFSC-CCA. 1999.

DIEGUES, A. Carlos. **Comunidades litorâneas e unidades de proteção ambiental: convivência e conflitos o caso de Guaraqueçaba, Paraná**. Série Documentos e Relatórios de Pesquisa nº 3. São Paulo, 2004.

FADURPE. **Monitoramento e Avaliação da Introdução da Cunha Salina no Estuário do rio São Francisco**. (Companhia Hidroelétrica do São Francisco - CHESF), 2011, 178 p. (Relatório Final).

FARIAS, Willams Brandão de. MELO, Ivan Vieira de. **Avaliação de impactos ambientais de barragens: oportunidades para a atuação dos tribunais de contas**. X Sinaop, 2005 – Recife/PE, TCE/PE.

FELIPPE *et al.* Uso de técnicas de sensoriamento remoto na análise da dinâmica morfológica da foz do rio São Francisco no período de 1979 a 2008. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 2009, INPE, p. 3737-3744.

FERRAZ, José Maria Gusman. As dimensões da sustentabilidade e seus indicadores. In: Marques *et al.* **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas**. Jaguariúna/SP: Embrapa Meio Ambiente, 2003, p.16-35.

FERREIRA *et al.* **Influência da carcinicultura sobre a salinização do solo em áreas do município de Guamaré/RN**. Holos, ano 24, vol. 2. 2008.

FIRJAN. **A Expansão das Usinas a Fio d'Água e o Declínio da Capacidade de Regularização do Sistema Elétrico Brasileiro**. Diretoria de Desenvolvimento Econômico e Associativo. 2013, 13 p.

FONTES, Aracy Losano. Aspectos da geomorfologia costeira no norte do estado de Sergipe. In: **Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira**. Águas de Lindóia, Anais, 1990.

FONTES, L. C. S. **Erosão marginal no Baixo São Francisco: Um estudo de caso de impactos geomorfológicos a jusante de grandes barragens**. São Cristóvão, 2002. Dissertação de Mestrado.

GASPARINE, M. F. e VIEIRA P. F. **A (in)visibilidade social da poluição por agrotóxicos nas práticas de rizicultura irrigada: síntese de um estudo de percepção de risco em comunidades sediadas na zona costeira de Santa Catarina**. Desenvolvimento e Meio Ambiente, Editora UFPR, n. 21, p. 115-127, jan./jun. 2010.

GENZ, F. **Avaliação dos Efeitos da Barragem Pedra do Cavalo Sobre a Circulação Estuarina do Rio Paraguaçu e Baía de Iguaçu**. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Bahia, Brasil, 2006. 245p.

GEOBRASIL 2002. **Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil**/Organizado por Thereza Christina Carvalho Santos e João Batista Drummond Câmara. - Brasília: Edições IBAMA, 2002.

GLIESSMAN, Stephen R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável** – 2ª ed. – Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001.

GOIS *et al.* **Projetos de Irrigação no Vale do Baixo São Francisco**. Texto para discussão nº 268. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. 1992.

GORDON, Eric. MEENTEMEYER, Ross K. Effects of dam operation and land use on stream channel morphology and riparian vegetation. **Geomorphology**. 82 (2006) 412–429.

GOVERNO DO ESTADO DE SERGIPE. Secretaria de Estado da Indústria Comércio e Turismo – SEIC. Companhia de Desenvolvimento Industrial e dos Recursos Minerais de Sergipe – CODISE. Secretaria de estado da Agricultura, do Abastecimento e da Irrigação – SAGRI. Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe – EMDAGRO. **Programa de Revitalização da Aquicultura no Baixo São Francisco de Sergipe**. Aracaju: CODISE, 2003. 20p.

GRAF W. L. Downstream hydrologic and geomorphic effects of large dams on American rivers. **Geomorphology** 79. 2006, p. 336-360.

GUERRA, Antônio José T. e CUNHA, Sandra B.(Orgs.). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 10ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, p. 225-256.

GUIMARÃES, Maria Francineide R. **Construção de indicadores ambientais para o estudo da erosão marginal do Baixo São Francisco**. Sergipe – Brasil. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe/NESA, 2004, 163p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente).

GUTIERREZ-ESTRADA, J. C. *et al.* Estimating fish community diversity from environmental features in the Tagus estuary (Portugal): Multiple Linear Regression and Artificial Neural Network. **approaches**. 24 (2008), 150–162.

HART, Robert D. **Conceptos básicos sobre agroecosistemas**. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 1985.

HARTSHORNE, Richard. **Propósito e Natureza da Geografia**. Editora HUCITEC, 1978.

HOCKENSMITH, Brenda L. **Flow and salinity characteristics of the santee river estuary, South Carolina**. Department of natural resources. Water resources. 2004

HOLANDA, Francisco S. Rodrigues. A gestão dos recursos hídricos e a sustentabilidade de agroecossistemas. **Informe UFS**, São Cristóvão, ano IX – Nº 312 – 9 de janeiro de 2003.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010: características da população e dos domicílios - resultado do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeto Levantamento e Classificação do Uso da Terra**. Uso da Terra no Estado de Sergipe. Relatório Técnico. Rio de Janeiro. 2011.195 p.

ICOLD, 2008. **As barragens e a água do mundo**. Comissão internacional de grandes barragens, 2008. Disponível em: www.cbdb.org.br/publicacoes/dams_and_the_worlds_water_traducao.pdf

INCRA/FAO. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária/ Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação. **Análise Diagnóstico de Sistemas Agrários**. Guia Metodológico. 1995.

KINGSFORD, R. T. and HANKIN, C. **The impact of the proposed Tillegra Dam on the Hunter River Estuary, its Ramsar wetland and migratory shorebirds**. Australian Wetlands and Rivers Centre, University of NSW, Sydney, 2010.

KON, Anita. A experiência brasileira de planejamento econômico governamental federal: análise dos planos implementados e suas consequências. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 34, n. 3, p. 49-61 Mai./Jun. 1994.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Rio de Janeiro: Vozes, 2001. 343p.

LIMA, G. M. P. *et al.* Avaliação dos impactos da barragem de Santa Helena no trecho estuarino do rio Jacuípe, litoral norte da Bahia - Brasil. **Quaternary and Environmental Geosciences** (2010) 02(1):40-54.

MANYARI, W. Valença. **Impactos ambientais a jusante de hidrelétricas, o caso da usina de Tucuruí/PA**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 2007. 211 p.

MARCONI, M. A. LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1990. 231p.

MARTEN, G. C. Productivity, Stability, Sustainability, Equitability and Autonomy as Properties for Agroecosystem. **Assessment. Agricultural Systems**. 26:291-316.1988

MARTINS, Sergio Roberto. **Agricultura, meio ambiente e sustentabilidade: seus limites para a América Latina**. CD-ROM/EMATER, 2001.

MASERA, O. R. *et al.* **Evaluación de Sustentabilidad: Um Enfoque dinámico y multidimensional**. México: Mundiprensa, GIRA, UNAM, 2008.

MASERA, O. R. *et al.* **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El Marco de evaluación MESMIS**. Mundiprensa, GIRA, UNAM, México City.1999.

MEDEIROS, P. R. P. *et al.* Abordagem preliminar da intrusão salina no estuário do rio São Francisco (Al/Se). In: **I congresso ibero-americano de oceanografia. Anais do III Congresso Ibero-Americano de Oceanografia**, Fortaleza-CE. 2008.

MEDEIROS, P. R. P. *et al.* Aporte fluvial e dispersão da matéria particulada em suspensão na zona costeira do estuário do rio São Francisco (SE/AL). **Geochimica Brasiliensis** 21(2)209-228. 2007.

MEDEIROS, P. R. P. *et al* (2011). Aporte de material em suspensão no baixo rio São Francisco (SE/AL), em diferentes condições hidrológicas. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, 2011, 15(1): 42-53.

MEIRELES *et al.* Impactos ambientais decorrentes das atividades da carcinicultura ao longo do litoral cearense, nordeste do Brasil. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, ano 06, número 12, 2007.

MENDONÇA, Francisco. Geografia socioambiental. **Terra Livre**. São Paulo, n. 16. p. 139-158.

MMA (Brasil). Programa de Revitalização da Bacia do São Francisco. Estatística de desembarque pesqueiro. **Censo Estrutural da Pesca**. Relatório Final, Brasília, 2007.

MORAIS, L. G. B. e MELO, J. A. B. Pensando a relação sociedade-natureza na geografia: apontamentos para a geografia socioambiental. **Caminhos de geografia**. Uberlândia v. 14, n. 45 mar/2013 p. 22–29.

MORIN, Edgar. **O Método I; a natureza da natureza**. 2ª ed. Tradução: M. G. de Bragança. Portugal, Europa – América, 1977.

MOTA, Dalva Maria da. **Trabalho e sociabilidade em espaços rurais: Os Trabalhadores da Fruticultura do Platô de Neópolis**. Universidade Federal de Pernambuco/Programa de Pós-Graduação em Sociologia, 2003, Tese (Doutorado em Sociologia).

MOVIMENTO DOS ATINGIDOS POR BARRAGENS. **História do MAB: 20 anos de organização, lutas e conquistas**. São Paulo: MAB, 2011.

NASCIMENTO, Melchior Carlos do. **Relatório técnico da campanha de avaliação das mudanças socioambientais decorrentes da regularização das vazões no baixo Rio São Francisco**. Maceió/AL, 2013, 175p.

NEJAD, G. M. *et al.* Evaluation of salinity tolerance in rice genotypes. **International Journal of Plant Production** 4 (3), July 2010.

NETO, D. P. e ALVES, F.D. Alexander Von Humboldt; viajante naturalista e entusiasta da harmonia da natureza. In: GODOY, P. R. T. **Historia do pensamento geográfico e epistemologia da geografia**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. p. 35-56.

NETTO, Ana L. C. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. *In*: CUNHA, Sandra B.; GUERRA, Antonio J. T. (Orgs.). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 10ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

Nova Cartografia Social dos Povos e Comunidades Tradicionais do Brasil. **Pescadores e pescadoras artesanais do Cânion do Rio São Francisco** / coordenadores, Alfredo W. B. de Almeida, Rosa E. A. Marin. Delmiro Gouveia/AL : Casa 8 Desing / UEA Edições, 2009.

ODUM, Eugene P. **Ecologia**. Tradução: Christopher J. Tribe. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434p.

OLIVEIRA *et al.* A constituição dos sistemas agrários – um estudo comparativo no RS. *In*: **V Encontro de Grupos de Pesquisa (Agricultura, desenvolvimento regional e transformações espaciais)**. UFSM, 2009.

OLIVEIRA, A. M. *et al.* Dinâmica da formação da cunha salina no estuário do rio São Francisco. *In*: **I Congresso Ibero-Americano de Oceanografia**, 2008, Anais III Congresso Ibero-Americano de Oceanografia, Fortaleza-CE. 2008.

OLIVEIRA, A. M. **Estudo Hidrodinâmico-Sedimentológico do Baixo São Francisco, Estuário e Zona Costeira Adjacente (AL/SE)**. Projeto GEF São Francisco (ANA/ GEF/ PNUMA /OEA). UFAL, 2003. 81 p. (Relatório Final).

ONS- Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Diretrizes para as regras de operação de controle de cheias - bacia do rio São Francisco (ciclo 2014-2015)**. Diretoria de Planejamento Programação da Operação. 2014.

ORTEGA, Enrique Ortega. Indicadores de sustentabilidade sob a perspectiva da análise emergética. *In*: Marques *et al.* **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas**. Jaguariúna/SP: Embrapa Meio Ambiente, 2003, p. 73-90.

PENTEADO, Margarida. **Fundamentos de Geomorfologia**. FIBGE. Rio de Janeiro, 1983.

PELIZZOLI, M. L. **Correntes da ética ambiental**. Petrópolis: Vozes, 2002.

PINHEIRO, Lidriana de Souza; MORAIS, J. O. . Interferências de barramentos no regime hidrológico do estuário do rio Catú-Ceará-Nordeste do Brasil. **Sociedade & natureza** (UFU. Online), v. 22, p. 237-250, 2010.

PINTO, Marco A. Cabral. O BNDES e o sonho do desenvolvimento: 30 anos de publicação do II PND. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 22, p. 51-79, dez. 2004.

PISSINATI, M. C.; ARCHELA, R. S. Geossistema, Território e Paisagem – Método de Estudo da Paisagem Rural sob a Ótica Bertrandiana. **Geografia**, Londrina, v. 18, n. 1, jan./jun. 2009, p. 5-31.

RAHMAN M. H. *et al.* Salinity impacts on agro-biodiversity in three coastal, rural villages of Bangladesh. **Ocean & Coastal Management**, 54 (2011) 455 e 468.

RAMOS, Veralúcia O. Coutinho. **Pesca, pescadores e políticas públicas no Baixo São Francisco**. Sergipe – Brasil. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe/NESA, 1999, 197p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente).

REZENDE, Fernando. **Planejamento no Brasil: auge, declínio e caminhos para a reconstrução**. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/ IPEA, 2010. (Texto para Discussão, 4). 69p.

ROBINSON C. T. e UEHLINGER U. Experimental floods cause ecosystem regime shift in a regulatedriver. **Ecological Applications**, 18(2): 511–526.

RODRIGUES, Francisco Gleison de S. e KELTING, Fátima Maria S. Paisagem e carcinicultura marinha no estuário do rio Jaguaribe – Aracati – Ceará. **Geonordeste**, ano XXI, n.1, 2010, PP 51-55.

RUA, João (Org.). **Paisagem, espaço e sustentabilidades: uma perspectiva multidimensional da geografia**. Rio de Janeiro: Ed. PUC - Rio, 2007.330 p.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento includente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004. 151 p.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Nobel, 1993.

SANTOS, M. **Técnica, Espaço, Tempo. Globalização e meio técnico científico informacional**. São Paulo: HUCITEC, 1994.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: EDUSP, 2009.

SATO, Y., GODINHO, H. P. Peixes da bacia do rio São Francisco. In: Lowe-McConnel (Ed.), **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: EDUSP, p. 401-413, 1999.

SCHLINDWEIN, Sandro Luis. D'AGOSTINI, Luiz Renato. **Desenvolvimento sistêmico e agricultura familiar**. VI SBSP. Aracaju, 2004.

SCIVITTARO *et al.* **Tolerância de Genótipos de Arroz à Salinidade da Água de Irrigação na Fase Vegetativa**. FERTBIO, Maceió (AL), 2012.

SCHAEFER-NOVELLI, Y. (Coord.). **Manguezal ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995.

SILVA, D. D. C. e FILHO, J. P. Qualidade química da água em função de seu uso na rizicultura irrigada na região do baixo estuário do rio itajaí. **REA – Revista de Estudos Ambientais (Online)**. V.12, n. 2, p. 26-37, jul./dez. 2010

SILVA, Leonardo Alvim Beroldt da. **Análise de agroecossistemas em uma perspectiva de sustentabilidade: Um estudo de sistemas de cultivo de pêssego na região da Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul – Brasil**. Porto Alegre: (UFRGS). 1998. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia).

SILVA, Wilson Francisco *et al.* Quantificação preliminar do aporte de sedimentos no Baixo São Francisco e seus principais impactos. **X Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**. Fortaleza, 2010.

SOTCHAVA, V. B. O estudo dos geossistemas. **Métodos em Questão**. São Paulo, n. 6, 1977. 50p.

SOTCHAVA, V. B. Por uma Teoria de Classificação de Geossistemas de Vida Terrestre. **Métodos em Questão**. São Paulo, Instituto de Geografia, USP, 1977.

SOUZA, M. R. M. e LEITÃO, Neumann. **Consequências socioeconômicas dos impactos antrópicos no estuário do rio São Francisco em Brejo Grande, Sergipe – Brasil**. Departamento de Oceanografia da UFPE. UFPE, Recife, 28 (1): 97- 116. 2000.

SOUZA, Nadir Leandro de. A geografia socioambiental como instrumento para a análise ambiental. **II encontro estadual de geografia e ensino de Maringá e XX Semana de Geografia** p. 792-801. 2011.

TOLDA. **Sociedade socioambiental do baixo São Francisco**. Acesso em 28 de janeiro de 2014. Disponível em http://canoadetolda.org.br/?attachment_id=8806.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: SUPREN, 1977.

TRICART, Jean. A geomorfologia, a edafologia e o ordenamento do espaço rural. **GEOGRAPHIA**. Rio de Janeiro, Revista de Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFF, Ano V, N. 9, p. 135-148, 2003.

TROPPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistema. **Mercator – Revista de Geografia da UFC**. Fortaleza, ano 5, n. 10, p. 79-89, 2006.

TROPPMAIR, H. Ecossistemas e geossistemas do Estado de São Paulo. **Boletim de Geografia Teórica**. 13(25): 27-36, 1983.

VASCONCELLOS, M. J. Esteves de. **Pensamento Sistêmico: o novo paradigma da ciência**. 7ª edição. Campinas, SP: Papirus, 2008.

VALENTI, W. C. 2002. **Aqüicultura sustentável**. In: Congresso de Zootecnia, 12o, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais, p.111-118.

VARGAS, M. A. M. **Desenvolvimento regional em questão: O Baixo São Francisco revisitado**. São Cristóvão-SE: UFS/NPGEO, 1999. 279p.

VEIGA, José Eli. **Desenvolvimento sustentável, que bicho é esse?** Campinas, SP: Autores Associados, 2008.

VIEIRA, L. V. L. e ALMEIDA, M. G. de. **Conflitos ambientais no litoral norte de Sergipe**. 1º seminário espaços costeiros: Dinâmicas e conflitos no litoral baiano. Salvador. 2011. Disponível em: <http://www.costeiros.ufba.br/Semin%C3%A1rio/eixo%205.htm>

VITTE, A.C. O desenvolvimento do conceito de paisagem e a sua inserção na geografia física. **Revista Mercator, UFC**, vol. 6, n. 11, 2007, p.59-70.

WERNER, Deborah. **Desenvolvimento regional e grandes projetos hidrelétricos (1990-2010): o caso do Complexo Madeira**. Campinas, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, 2011. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico).

ZAHAR, Y., GHORBEL, A., ALBERGEL, J., 2008. Impacts of large dams on downstream flow conditions of rivers: aggradation and reduction of the Medjerda channel capacity downstream of the Sidi Salem Dam (Tunisia). **Journal of Hydrology**. 318–330.

ANEXOS

ANEXO A

Descargas médias mensais (7h e 17h) em Propriá- m³/s (1980-2012)

COMPANHIA HIDRO ELETICA DO SAO FRANCISCO - CHESF															
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E OPERACAO - DO								SUPERINTENDENCIA DE OPERACAO E COMERCIALIZACAO DE ENERGIA - SOC							
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HIDRICOS E ESTUDOS ENERGETICOS - DHE															
DIVISAO DE GESTAO DE RECURSOS HIDRICOS -- D O R H															
DATA - 11/12/2012								PAGINA - 001							
SISTEMA DE CONTROLE E GERENCIAMENTO DE DADOS HIDROLOGICOS															
PRÓPRIÁ															
DESCARGAS MEDIAS MENSAIS (07H E 17H) (M3/S)															
ANO	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	MAXIMA	MEDIA	MINIMA
1980	4764	7306	7734	5428	4199	2922	2374	2266	2237	2430	2215	3268	7734	3929	2215
1981	5411	3809	3237	4442	2950	2204	2165	2016	1928	1941	2493	4646	5411	3104	1928
1982	6649	7345	6266	4647	4125	2870	1976	1976	2171	2376	2612	2078	7345	3757	1976
1983	2253	5646	6873	6955	4496	2710	2167	2210	2131	2164	2837	5297	6955	3812	2131
1984	6041	2418	2210	2584	2122	2103	2156	2256	2351	2515	2492	2529	6041	2648	2103
1985	2403	4443	4424	7032	3128	2164	2059	2127	2079	2189	2219	2254	7032	3043	2059
1986	4631	6178	4184	2448	2343	2328	2299	2338	2374	2430	2501	2409	6178	3039	2299
1987	2336	2242	1847	1636	1486	1497	1413	1531	1760	1968	2095	2151	2336	1830	1413
1988	2022	2056	1759	1570	1898	1771	1946	1595	1607	1735	1790	1747	2056	1791	1570
1989	1597	1596	1523	1485	1511	1429	1859	1370	1529	1633	1626	2350	2350	1626	1370
1990	3493	1978	1847	1826	1421	1385	1384	1832	1672	1697	1855	1789	3493	1848	1384
1991	1775	1831	1878	3266	1903	1825	1704	1796	1870	1971	1883	1902	3266	1967	1704
1992	3114	9435	10321	3872	2788	2235	2185	2259	2111	2136	2645	4396	10321	3958	2111
1993	5117	3033	3006	2312	2106	1949	2113	2389	2338	2410	2240	2100	5117	2593	1949
1994	2044	2194	2482	3233	2279	2140	2087	2369	2456	2373	2349	2327	3233	2361	2044
1995	2076	2176	2060	1724	1627	1586	1704	1709	1797	1892	1789	1802	2176	1828	1586
1996	1743	1898	1943	1726	1747	1659	1571	1675	1681	1742	1828	1699	1943	1743	1571
1997	1654	1802	1860	1848	1972	1656	1691	1794	1893	1993	2050	2056	2056	1856	1654
1998	1982	2028	2104	2057	1942	1874	1949	2051	2132	2233	2256	2097	2256	2059	1874
1999	2000	1883	1710	1763	1744	1755	1724	1693	1760	1872	1937	2174	2174	1835	1693
2000	1984	2081	2125	2006	1944	1896	1899	1964	1989	2230	2331	2262	2331	2059	1896
2001	2021	1986	2049	1779	1704	1015	915	916	1011	1045	1069	1088	2049	1383	915
2002	1368	1279	1268	1259	1505	1507	1532	1574	1896	1881	2067	2177	2177	1609	1259
2003	1882	1732	1673	1648	1655	1397	1369	1417	1548	1824	1799	1635	1882	1631	1369
2004	1807	4070	1336	1679	2514	1453	1553	1843	2032	2122	2095	1899	4070	2034	1336
2005	1750	2483	3232	2729	2462	1916	2022	1948	2146	2264	2283	2100	3232	2278	1750
2006	2050	2203	1912	2158	2432	2138	2371	2431	2644	2643	2662	2715	2715	2363	1912
2007	2816	6031	5690	2317	2221	2406	2654	2166	2710	2866	2889	2337	6031	3092	2166
2008	1398	1129	1127	1539	1407	1469	1575	2106	2106	2456	2517	1916	2517	1729	1127
2009	1446	1797	1957	1906	3241	2617	2375	2256	2065	2429	2496	2277	3241	2238	1446
2010	2070	2224	2090	1823	1656	1674	1794	1637	1880	2256	1950	2288	2288	1945	1637
2011	2128	2236	2138	2048	1703	1805	1992	2096	2414	2680	2479	2360	2680	2173	1703
2012	2620	2745	2710	2524	2307	2315	1866	2139	2177	1945	1639	2272	2745	2272	1639

Fonte: D.O.R.H./CHESF, 2012.

ANEXO B

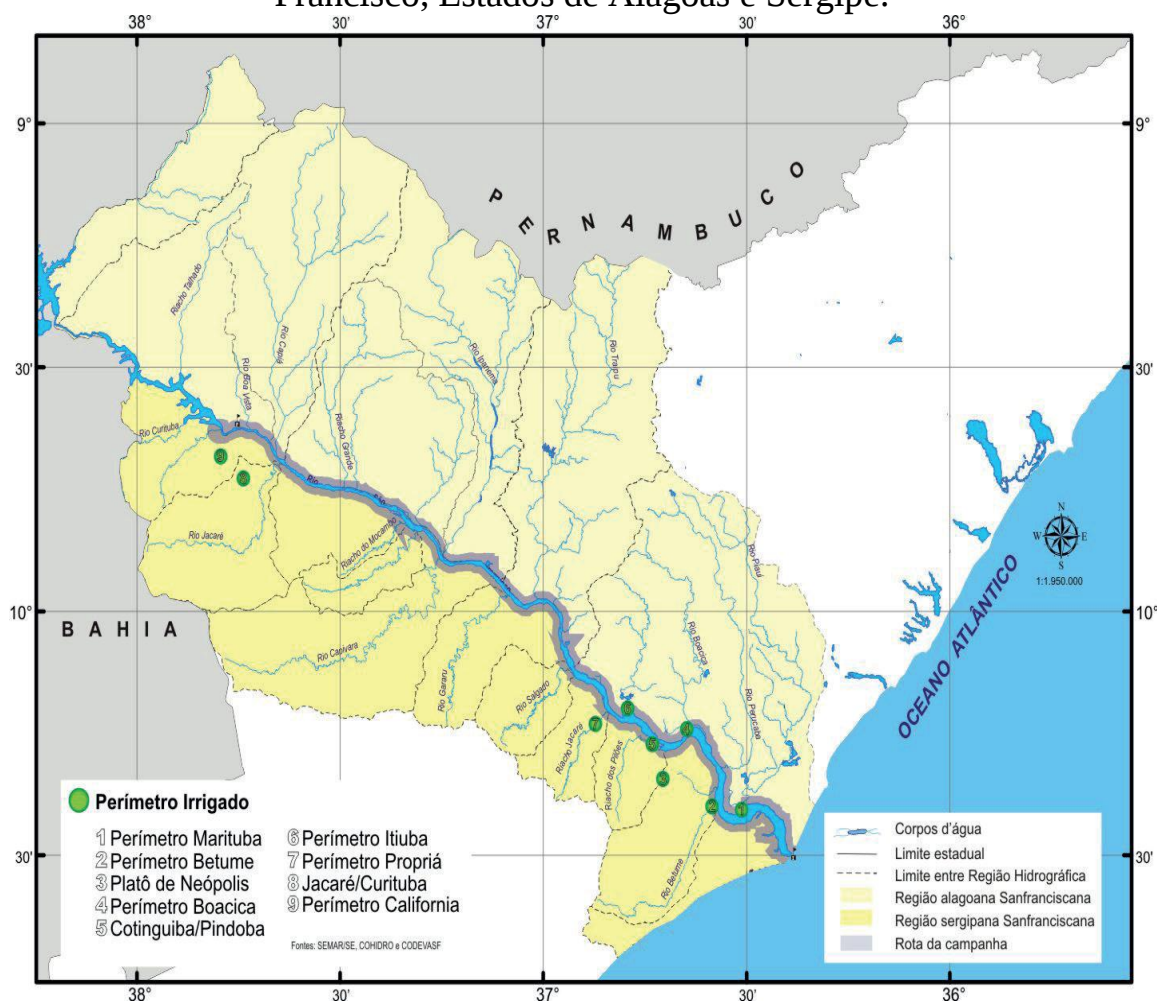
Descargas médias mensais (7h e 17h) em Xingó- m³/s (1995-2013)

DIVISAO DE GESTAO DE RECURSOS HIDRICOS - D O R H															
SISTEMA DE CONTROLE E GERENCIAMENTO DE DADOS HIDROLOGICOS															
RESERVATÓRIO DE XINGÓ - DEFLUENCIAS TOTAIS MEDIAS MENSAIS (M3/S)															
ANO	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	MAXIMA	MEDIA	MINIMA
1994												2256			
1995	2050	2149	2059	1718	1651	1636	1673	1748	1807	1887	1781	1798	2149	1830	1636
1996	1812	1912	1920	1710	1674	1586	1554	1583	1676	1758	1814	1691	1920	1724	1554
1997	1667	1790	1751	1810	1849	1770	1698	1793	1898	1964	1986	1989	1989	1830	1667
1998	1929	1972	2029	2003	1875	1830	1920	2000	2086	2160	2149	2023	2160	1998	1830
1999	1954	1860	1731	1747	1725	1755	1740	1718	1772	1850	1926	2108	2108	1824	1718
2000	1924	1989	2027	1919	1924	1885	1888	1954	1971	2184	2252	2132	2252	2004	1885
2001	1994	2038	1985	1785	1726	1178	1102	1139	1222	1250	1269	1273	2038	1497	1102
2002	1409	1354	1385	1411	1585	1560	1549	1631	1866	1853	1973	1991	1991	1631	1354
2003	1841	1704	1644	1668	1648	1456	1476	1505	1606	1806	1737	1626	1841	1643	1456
2004	1678	3366	1403	1872	2356	1519	1623	1881	2024	2084	2082	1859	3366	1979	1403
2005	1749	2473	3075	2507	2250	1854	1942	1962	2123	2175	2196	2020	3075	2194	1749
2006	2047	2106	1868	2143	2249	1994	2153	2295	2426	2432	2443	2461	2461	2218	1868
2007	2598	5544	4993	2091	2047	2227	2409	1988	2485	2612	2590	2115	5544	2808	1988
2008	1334	1124	1128	1418	1344	1453	1535	1995	2016	2324	2254	1820	2324	1645	1124
2009	1437	1764	1860	1841	2643	2136	2157	2035	1992	2239	2298	2074	2643	2040	1437
2010	1940	2067	1929	1634	1591	1478	1616	1573	1786	2037	1848	2082	2082	1798	1478
2011	1981	2056	1962	1879	1581	1739	1837	1953	2199	2390	2196	2134	2390	1992	1581
2012	2350	2416	2382	2248	2092	2099	1762	1951	1966	1819	1573	2163	2416	2068	1573
2013	1819	1393	1370	1364	1213	1184	1415	1315	1340	1373	1281	1156	1819	1352	1156

Fonte: D.O.R.H./CHESF, 2012.

ANEXO C

Distribuição espacial e características dos perímetros irrigados no Baixo São Francisco, Estados de Alagoas e Sergipe.



Fonte: Nascimento, 2013.

Características dos perímetros irrigados do Baixo São Francisco voltados para a produção de arroz irrigado por inundação.

Perímetro irrigado	área líquida irrigada (ha)	Município-sede	Ano de implantação
Propriá	1.177	Cedro de São João, Propriá e Telha-SE	1976
Cotinguiba-Pindoba	2.232	Japoatã, Neópolis e Propriá-SE	1982
Betume	2.860	Cedro de São João, Propriá e Telha-SE	1978
Itiuba	900	Porto Real do Colégio-SE	1978
Boacica	2.762	Igreja Nova e Penedo-AL	1984
Marituba	1.801	Penedo-AL	1990

Fonte: CODEVASF, 2013.

ANEXO D

Estações de captação dos perímetros irrigados no estuário do rio São Francisco entre 21 e 24/05/2013, com vazão de restrição entre 1.118 e 1.175m³/s.

Estação de captação do perímetro Boacica em Igreja Nova /AL



Fonte: CHESF, 2013.

Estação de captação do perímetro Betume em Ilha das Flores/SE



Fonte: CHESF, 2013.

ANEXO E

Estação de captação com problemas em relação aos níveis de salinidade
Estação de captação de Potengy/Piaçabuçu (AL).



Fonte: CHESF, 2013.