

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

SECRETARIA DE POLÍTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
PROGRAMA ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO
CONSÓRCIO ZEE BRASIL

MACROZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO
DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO:

SUBSÍDIOS AO DIAGNÓSTICO

BRASÍLIA
2005

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA

**COORDENAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS E
ESTUDOS AMBIENTAIS**

Celso José Monteiro Filho

Equipe Executora

**Diagnóstico da Qualidade Ambiental
Trecho Submédio**

Coordenação:
Adevanil de Santana Lamartin Montes

Alex Domingos Carneiro Pereira
Eduardo Ruy Cardoso Braz
Eliete Maria de Freitas
Eugênio Antônio de Lima
Helge Henriette Sokolonski
Lilian de Aguiar Contente
Lorisa Maria Pinto Azevedo
Luiz Rodolfo Cornejo Ortiz
Maria Clara Ferreira
Maria Iranice Passos Costa Santiago
Mário Luiz Pereira da Silva
Nelson Lara da Costa
Regina Coeli Ribeiro da Costa

SUMÁRIO

2. DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE AMBIENTAL DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO - TRECHO SUBMÉDIO

2.1 Introdução

2.2 Localização

2.3 Metodologia

2.4 Condicionantes Naturais

2.5 Organização do Espaço

2.6 Estrutura e Dinâmica Geoambiental - Sistemas Naturais

2.6.1 Região da Savana Estépica (Caatinga)

2.6.2. Áreas de Tensão Ecológica

2.7 Sustentabilidade dos Sistemas Naturais

2.7.1. Moderada

2.7.2. Baixa

2.7.3. Sem sustentabilidade

2.8 Qualidade Ambiental

2.9 Questões Relevantes

2.9.1 Assoreamento

2.9.2. Desertificação

2.9.3. Secas

2.9.4. Salinização

2.9.5. O Polígono da maconha

2.9.6. Projeto transposição

2.10 Conclusões

2.11 Bibliografia

MACROZONEAMENTO DA BACIA DO SÃO FRANCISCO
DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE AMBIENTAL DO TRECHO SUBMÉDIO

2. DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE AMBIENTAL DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO - TRECHO SUBMÉDIO

2.1 Introdução

A Bacia do Rio São Francisco constitui uma das maiores bacias hidrográficas brasileiras. Possui uma área de 640.000 Km² e 2.700 km de extensão do seu canal principal, desde suas cabeceiras na Serra da Canastra em Minas Gerais até sua foz no Oceano Atlântico. A região do Vale do São Francisco abrange os Estados da Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Goiás e o Distrito Federal.

O canal principal do rio tem inicialmente direção geral Sul-Norte até a confluência com o rio Urucuia onde se delinea um arco com direção N-NE até E-W entre a barragem de Sobradinho e as proximidades de Juazeiro, daí inflete-se para NW-SE até Itacuruba e logo em seguida para sudeste até a sua foz.

Tendo como base o perfil longitudinal do rio, o vale do São Francisco é tradicionalmente dividido em quatro regiões: Baixo São Francisco; o Submédio São Francisco, ou trecho das corredeiras compreende as sub-bacias do Salitre, Poçã, Curaçá, Vargem e Macururé, no Estado da Bahia e os Rios das Garças, Caraíba, Terra Nova, Ipueiras e Pajeú no Estado de Pernambuco. Neste trabalho o limite a jusante localiza-se na Cachoeira de Itaparica e a montante na represa de Sobradinho; o trecho médio e o Alto São Francisco.

2.2 Localização

O trecho submédio da Bacia do Rio São Francisco, conhecido como "a região das corredeiras", situa-se entre as coordenadas 8° 00' e 10°00' Sul e 38°00' e 41°00' W. Abrange uma superfície de 96.500 Km², englobando parte dos Estados da Bahia e Pernambuco, limitado pelas barragens de Sobradinho e Itaparica. Engloba 13 folhas na escala de 1: 250.000, sendo que destas apenas uma está integralmente contida.

Ocupa a porção centro-norte da folha Aracaju-Recife SC.24/25 englobando as folhas V-A, V-B, V-C, V-D, X-A, X-C, Y-A, Y-B, Y-C e parte sul da Folha SB-24/25, Jaguaribe-Natal, compreendendo as folhas: e Y-C, Y-D, Z-C, Z-D, todas na escala 1:250.000.

2.3 Metodologia

O presente trabalho tem como concepção básica considerar a bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento, analisando-a como um sistema natural, dentro de um enfoque holístico-sistêmico.

A análise dos recursos naturais específicos da bacia, junto com a avaliação dos processos históricos das atividades econômicas aí desenvolvidas, permitiu a elaboração do Diagnóstico da Qualidade Ambiental da região. Deste modo, procurou-se determinar o potencial regional para traçar diretrizes que permitam a exploração e o aproveitamento racional dos seus recursos naturais, levantando assim a possibilidade de implementar na região um desenvolvimento econômico harmônico com a sua vocação produtiva.

2.4 Condicionantes Naturais

O ambiente da área em estudo apresenta características peculiares a um clima semi-árido com extensas áreas aplainadas e setores dissecados, apresentando baixos níveis altimétricos na faixa de 400 m acima do nível do mar. A destruição do relevo pela erosão apagou a maioria das feições estruturais, observadas em sensores remotos, dificultando muitas vezes a fotointerpretação. O arcabouço geológico é dominado pelo embasamento cristalino, composto por diversos complexos metamórficos, salvo algumas coberturas proterozóicas mesozóicas e cenozóicas.

As grandes áreas de rochas cristalinas coincidem com iguais extensões de Solos Bruno Não Cálcico, Planossolos, Solos Litólicos e Solonetz Solodizados, mas também são encontrados, Podzólicos e Latossolos. Na maioria das vezes são solos rasos em um ambiente onde a precipitação pluviométrica média é inferior a 600 mm/ano, permitindo apenas o desenvolvimento de uma vegetação resistente as secas (xerófita) como a da Savana Estépica (Caatinga), em quase toda a extensão da área.

Estes estudos multidisciplinares envolvendo geologia, geomorfologia, clima, pedologia, vegetação e recursos hídricos constituem os subsídios preliminares fundamentais para a análise Geoambiental. É a interrelação destes temas que se traduz numa visão sistêmica da área e permitem elaborar uma diagnose sobre a situação atual dos recursos naturais, seu potencial produtivo e conseqüentemente as informações básicas para traçar uma política de ocupação territorial.

2.5 Organização do Espaço

Apesar da baixa densidade demográfica e da pequena expressividade populacional, esta região foi povoada há mais de três séculos.

Os missionários, à procura de terra e de almas, acompanhavam os entradistas aldeando os indígenas, combatendo os costumes considerados não-cristãos. Para isto, reuniam os grupos indígenas arrasados em aldeamentos que chamavam de missões, ensinando aos mesmos a religião e as práticas agrícolas rudimentares.

Os indígenas foram catequizados e aldeados pelos Jesuítas, Franciscanos e, posteriormente pelos Capuchinhos, em ilhas do Rio São Francisco onde se tornara fácil a agricultura de vazante e o desenvolvimento da pesca e da caça. Daí a importância que tiveram desde o século XVII, aldeias como as de Assunção e de Santa Maria. Aldeias que dariam origem, na margem continental próxima às ilhas em que se situavam a cidades como Cabrobó e Santa Maria da Boa Vista.

Até o início do século XX, a região se destacou por sua produção agrícola, limitando-se essa atividade a pequenos roçados para o auto-abastecimento, cercados para evitar a depredação por parte dos animais e localizados ora na vazante e no leito dos rios secos, ora em plena Caatinga.

Após a terceira década do século XX, a construção de estradas de rodagem feita pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra Secas) e o aumento da população, passaram a estimular o crescimento da agricultura de cebola com vistas ao mercado do Sudeste, dinamizando vários municípios.

A construção de estradas asfaltadas ligando a área aos centros mais dinâmicos da região e do país, a repercussão dos grandes programas de desenvolvimento pela CHESF com a construção de usinas hidrelétricas e a implantação de projetos governamentais no Vale do São Francisco, estimulou o crescimento econômico atraindo capitais e população.

A agricultura irrigada passa a ser o eldorado que vislumbra a população sertaneja que habita o vale do Rio São Francisco, como também, dos grandes conglomerados econômicos nacionais e internacionais, que passam a ocupar principalmente o eixo Juazeiro - Petrolina. Este tipo de agricultura passa a assumir papel relevante no desenvolvimento regional. O emprego racional desta técnica agrícola possibilita a transformação da agricultura numa atividade estável, mais produtiva e dinâmica, sem os naturais problemas de sazonalidade existentes na agricultura tradicional. Tem o propósito essencial de criar condições que permitam o crescimento, em bases econômicas, de plantas cultivadas para a produção de alimentos ou matéria prima.

2.6 Estrutura e Dinâmica Geoambiental - Sistemas Naturais.

No trecho submédio da Bacia do Rio São Francisco foi identificada uma Região Fitoecológica denominada de Região de Savana Estépica (Caatinga), e uma área de Tensão Ecológica: Savana (Cerrado), Savana Estépica (Caatinga) e Floresta Estacional. Estas áreas abrangem vinte e três Sistemas Naturais, individualizados pelos condicionantes físicos e bióticos e suas dinâmicas. Estes sistemas são constituídos de duzentas e quatro (204) subunidades, definidas pelas particularidades dos solos e modelados, resultando em associações morfopedológicas denominadas de geofácies.

2.6.1 Região da Savana Estépica (Caatinga)

Sob o domínio da Savana Estépica (Caatinga), esta região abrange mais de 90% da área, englobando vinte unidades geoambientais.

Esta região está submetida a condições climáticas agressivas com secas periódicas e solos de alta fertilidade natural, onde a água e a pedregosidade dos solos Bruno Não Cálcicos seguidos pelos Solos Litólicos, constituem os fatores limitantes ao desenvolvimento da vegetação que assume a fisionomia xerófita de Savana Estépica (Caatinga). Apresenta um potencial hídrico superficial fraco e a água subterrânea com vazão de 2 m³/h e a salinidade variável entre 1 a 4 g/l. Estas características conferem a esta região uma vulnerabilidade predominantemente alta.

2.6.2. Áreas de Tensão Ecológica

Situado na parte sul e noroeste da Bacia do Rio São Francisco, estas áreas estão submetidas a um clima subúmido a semi-árido, com pluviosidade entre 600 a 900 mm. Apresenta um potencial hídrico fraco e estão individualizadas em três sistemas naturais: o Planalto do Morro do Chapéu, Maciço Setentrional da Diamantina e a Chapada do Araripe.

Apresenta modelado variado, desde planos retocados, planos conservados a áreas intensamente dissecadas, situadas em cotas de 800 a 1.000 m de altitude. Estas formas desenvolveram-se sobre arenitos ortoquartzíticos com leitos de conglomerados, os quais originam Latossolos Vermelho-Amarelos álicos e distróficos e Solos Litólicos eutróficos, ambos de fertilidade muito baixa.

2.7 Sustentabilidade dos Sistemas Naturais

A avaliação da sustentabilidade dos Sistemas Naturais é de fundamental importância na definição dos tipos de usos para cada área, tendo em vista suas potencialidades e limitações de acordo com suas características e dinâmicas. O uso inadequado à sustentabilidade resultará em grandes prejuízos à produção sustentada e a elevados riscos ambientais.

A análise da sustentabilidade teve como critério principal, a análise do potencial de recursos naturais, suas limitações hídricas e edáficas. Completando esta análise, foi realizado também o confronto entre a vulnerabilidade, fertilidade natural, grau de toxidez dos solos, e a deficiência hídrica, além da qualidade e disponibilidade de água subterrânea e água superficial. Esta avaliação resultou na identificação de três classes de sustentabilidade: moderada, baixa, sem sustentabilidade para usos produtivos e áreas especiais.

2.7.1. Moderada

Moderada (M1)

Nesta classe foram incluídas áreas com relevo plano e/ou com dissecção incipiente (0 a 8%), contendo solos profundos a muito profundos, bem drenados, com fertilidade natural alta e moderada disponibilidade de nutrientes. Possui potencial hídrico superficial e subterrâneo baixo, com vazão média <2 m³/h e qualidade regular. Apresenta deficiência hídrica anual de 750 a 900 mm com duração de 10 a 12 meses. Esta classe engloba áreas de vulnerabilidade baixa e inclui as geofácies 11a, 13a e 14a.

Moderada (M2)

Corresponde a áreas com relevo plano e dissecação incipiente (0 a 8 %). Os solos são predominantemente profundos, bem a moderadamente drenada com fertilidade natural alta e moderada disponibilidade de nutrientes. O potencial hídrico de superfície e subterrâneo é baixo, vazão <2 m³/h. Apresenta deficiência hídrica anual de 500 a 700 mm com duração de 10 a 11 meses. A vulnerabilidade varia de baixa a moderada. Esta classe engloba nove geofácies localizadas nos seguintes sistemas: 6c, 7 f, 10j, 11b, 12a, 13b, 16n, 17a, 17n, 19g.

Moderada (M3)

Abrange áreas com relevo plano (0 a 3 %) e dissecado de topos convexos (8 a 20 %) constituídas por solos rasos a pouco profundos, bem a moderadamente drenados, com fertilidade natural alta e elevada disponibilidade de nutrientes. O potencial de água superficial e subterrâneo é baixo com vazão <2 m³/h., com qualidade regular e ruim. Apresenta deficiência hídrica anual em torno de 750 mm com duração de 9 a 11 meses. A vulnerabilidade natural é moderada. Nesta classe foram incluídas as geofácies 5f, 7m, 16o e 19f.

2.7.2. Baixa

Baixa (B1)

Constitui carstes em exumação (0 a 8%) com solos de fertilidade natural alta, elevada disponibilidade de nutrientes, rasos a pouco profundos, bem a moderadamente drenados e com rochiosidade. O potencial de água subterrânea é baixo, com vazão média menor que 2 m³/h e de qualidade regular. Deficiência hídrica anual de 500 a 750 mm em 10 a 12 meses, a disponibilidade de água superficial é média a baixa. A vulnerabilidade natural é alta e encontram-se incluídos as geofácies 2a, 2d, 2e e 17f.

Baixa (B2)

Esta classe inclui áreas de relevo dissecado de topos planos e convexos (3 a 20%), com solos bem a moderadamente drenados, fertilidade natural alta e moderada disponibilidade de nutrientes. Apresentam um potencial de água subterrânea baixo, com vazão média menor que 2 m³/h e qualidade boa. A deficiência hídrica anual é de 750 mm em 10 a 11 meses e com uma disponibilidade de água superficial baixa. A vulnerabilidade natural é alta, incluindo-se as seguintes geofácies: 6b, 6d, 6e, 6i, 7a, 7c, 8e, 10c, 10f, 11c, 14g, 15c, 15d, 16q, 18j, 19a, 19b, 19h, 20d, 23b.

Baixa (B3)

Área com relevo intensamente dissecado em forma de topos convexos e tabulares (20 a 45%). Apresenta solos com fertilidade natural alta, elevadas disponibilidades de nutrientes, são rasos ou pouco profundos, bem a moderadamente drenados. Mostram um potencial de água subterrânea baixa, com vazão de 2 a 10 m³/h e qualidade boa. A deficiência hídrica anual é de 100 a 600 mm com duração de 4 a 8 meses e a disponibilidade de água superficial é baixa. De modo geral, apresentam uma vulnerabilidade natural muito alta, incluindo-se as geofácies: 8c, 10a e 10b.

Baixa (B4)

Planos com dissecação incipientes (0 a 8%) constituídos de solos muito profundos e bem drenados, fertilidade natural de baixa a muito baixa e disponibilidade de nutrientes também baixa. Apresentam um potencial de água subterrânea baixa, com vazão média de 2 a 10 m³/h e qualidade boa. A deficiência hídrica anual é de 350 a 650 mm com duração de 7 a 10 meses. A disponibilidade de água superficial é baixa e a vulnerabilidade natural de baixa a moderada. Incluem-se os seguintes geofácies: 2b, 2c, 6m, 6n, 14e, 14j, 16p, 17k, 19d, 19i, 20f, 21a, 21d, 21e, 22a, 22b, 22f, 23a e 23c.

Baixa (B5)

Constituem várzeas e terraços aluviais com solos profundos a muito profundos, fertilidade natural elevada e elevada disponibilidade de nutrientes, com altos teores de argila expansiva, imperfeitamente drenada e com riscos de inundação. Mostram um potencial médio de água subterrânea e qualidade boa. A deficiência hídrica anual é de 750 mm em 10 meses e disponibilidade de água superficial alta. Apresentam vulnerabilidade natural muito alta. Inclui apenas o geofácies 1a.

Baixa (B6)

Correspondem a esta classe, planos com dissecação incipiente e áreas de acumulação coluvial (0 a 8%), com solos de fertilidade natural alta, elevada disponibilidade de nutrientes, imperfeitamente drenados, pouco profundos e com elevados teores de argila expansível na relação 2:1. Apresentam um potencial de água subterrânea baixo, com vazão média inferior a 2 m³/h e de má qualidade. A deficiência hídrica anual é de 650 a 750 mm em 12 meses, disponibilidade de água superficial média e vulnerabilidade natural de alta a muito alta. Incluem-se neste sistema as geofácies 2f, 2g e 4c.

Baixa (B7)

Com relevo plano e dissecado de topos planos (0 a 8%), esta classe apresenta solos com fertilidade alta, elevada disponibilidade de nutrientes, rasos a pouco profundos, moderadamente drenados e com pedregosidade. Mostram um potencial de água subterrânea baixo, com vazão média menor que 2 m³/h e qualidade de regular a boa. A deficiência hídrica anual é de 650 a 900 mm com duração de 10 a 11 meses. Disponibilidade de água superficial baixa. A vulnerabilidade natural é moderada incluindo-se aqui as geofácies 3b, 4h, 6f, 6j, 7e, 8k, 9a, 9d, 12e, 14c, 15h, 16g, 17d, 18b, 18h e 19k.

Baixa (B8)

Esta classe apresenta relevo dissecado, de topos planos e convexos (3 a 20%), com solos de fertilidade alta e elevada disponibilidade de nutrientes são rasos a pouco profundos, moderadamente drenados e com pedregosidade. O potencial de água subterrânea é baixo, com vazão média inferior a 2 m³/h, qualidade regular a boa. A deficiência hídrica anual é de 650 a 900 mm em 10 a 11 meses e a disponibilidade de água superficial é baixa. Apresenta vulnerabilidade natural alta. Esta unidade inclui os geofácies: 6h, 8a, 8l, 11d, 11e, 13d, 14b, 15a, 16c, 16h, 18a.

2.7.3. Sem sustentabilidade

Sem sustentabilidade (S1)

Com relevo plano e dissecação incipiente (0 a 8%), este sistema apresenta solos profundos, excessivamente drenados, com baixa capacidade de retenção de nutrientes e fertilidade natural moderada. O potencial de água subterrânea é baixo, com vazão inferior a 2 m³/h, qualidade regular a boa. A deficiência hídrica anual varia de 650 a 900 mm com duração de 10 a 11 meses e a disponibilidade de água superficial é baixa. Mostra uma vulnerabilidade natural alta, com geofácies: 6g, 8g, 8j, 13e, 14h, 14i, 16a, 16e, 16t, 17l, 17m e 19c.

Sem sustentabilidade (S2)

Caracterizam esta unidade, relevos planos com dissecação incipiente e áreas de acumulação coluvial e inundáveis (0a 8%). Mostram solos pouco profundos a profundos, imperfeitamente drenados e com elevados teores de sódio trocável. O potencial de água subterrânea é baixo, com vazão inferior a 2m³/h e qualidade regular. A deficiência hídrica anual varia de 650 a 900 mm com duração de 10 a 11 meses. A disponibilidade de água superficial é baixa. Este sistema apresenta vulnerabilidade natural moderada a alta, onde se incluem os seguintes geofácies: 5d,7j, 7k, 7n, 12b, 12c, 12d, 16r, 17c, 17g, 17i, 18f, 18k, 18l, 20a.

Sem sustentabilidade (S3)

Esta unidade comporta planos com dissecação incipiente (0 a 8%), com solos muito profundos, excessivamente drenados, baixa capacidade de retenção de nutrientes e fertilidade natural baixa muito baixa. O potencial de água subterrânea é médio, com vazão média maior que 10 m³/h e qualidade boa. A deficiência hídrica anual é de 650 a 900 mm com duração de 11 a 12 meses. A disponibilidade de água superficial é baixa. Apresentam vulnerabilidade natural alta, incluindo-se as seguintes geofácies: 1c, 3a, 4a, 4b, 4d, 4e, 4f, 5a, 5b, 7d, 15f, 16m, 18d.

Sem sustentabilidade (S4)

Classe representada por relevo plano e dissecada de topos convexos (8 a 20%), com solos rasos, fertilidade natural variando de baixa a alta, disponibilidade de nutrientes também de baixa a alta, com pedregosidade ou rochosidade. O potencial de água subterrâneo é baixo, com vazão média de 10 m³/h, qualidade regular a boa. A deficiência hídrica anual é de 350 a 650 mm, com duração de 10 a 11 meses. Disponibilidade de água superficial baixa. Apresenta uma vulnerabilidade natural alta, onde se incluem os seguintes geofácies: 6a, 7b, 7h, 7i, 7l, 8h, 8i, 9c, 10g, 10h, 10i, 13c, 14f, 15e, 16d, 16i, 16k, 16u, 17b, 18e, 18g, 19e, 19l, 19m, 20b, 20g, 21b, 21c, 22d, 22e.

Sem sustentabilidade (S5)

Sistema de relevo plano e dissecação incipiente (0 a 8%), com solos pouco profundos, imperfeitamente drenados e com elevados teores de sódio trocável, maior do que 20%. O potencial de água subterrânea é baixo, com vazão média menor do que 2 m³/h e qualidade regular. Apresentam deficiência hídrica anual de 650 a 900 mm em 11 a 12 meses e a

disponibilidade de água superficial é baixa. Caracterizam-se por apresentar uma vulnerabilidade natural alta, incluindo-se os geofácies: 1d, 5c, 9b, 13f, 16j, 16l e 18c.

Sem sustentabilidade (S6)

Relevos intensamente dissecados em cristas e morros residuais (20 a 45%) constituem esta unidade, de solos rasos, fertilidade natural variável (baixa a alta) e disponibilidade de nutrientes variando de baixa a alta, apresentando pedregosidade ou rochiosidade. O potencial de água subterrânea é baixo, com vazão média menor que 2 m³/h e qualidade boa. A deficiência hídrica anual é de 650 a 900 mm em 10 a 11 meses e setores com deficiência hídrica menor do que 500 mm entre 5 e 6 meses. A disponibilidade de água superficial é baixa, porém a vulnerabilidade natural é muito alta. Constituem os seguintes geofácies: 4g, 5e, 5g, 6k, 6l, 7g, 8b, 8d, 8f, 8m, 10d, 10e, 12f, 13g, 14d, 15b, 15g, 16b, 16f, 16s, 17e, 17h, 17j, 18i, 19j, 20c, 20e, 21f, 21g, 22c, 22g, e 23d.

2.8 Qualidade Ambiental

A exploração dos recursos naturais através das diversas formas de uso e ocupação do solo imprime alterações no meio ambiente que, a depender da capacidade de suporte dos recursos, desencadeia modificações que podem levar a desequilíbrios ambientais irreversíveis.

O confronto entre as classes de vulnerabilidade natural, as classes de sustentabilidade e as classes de pressões antrópicas, derivadas das diversas formas de usos, reflete o grau de comprometimento dos sistemas permitindo assim a identificação da Qualidade Ambiental.

Para avaliar a Qualidade Ambiental, as atividades produtivas foram relacionadas em ordem crescente de pressão de uso do solo: extrativismo vegetal, pecuária extensiva e semi-intensiva, agricultura de subsistência, agricultura comercial, agricultura irrigada e mineração.

As repercussões ambientais das diversas formas de usos variam em função do grau de suporte dos recursos naturais, o que permitiu a identificação de quatro classes de qualidade ambiental: Boa, Moderada, Ruim e Crítica.

Boa - comprometimento fraco com pequenas modificações ocasionadas pelo manejo adequado à sustentabilidade do ambiente.

Moderada - comprometimento fraco a moderado com alterações brandas dos atributos do sistema natural, derivando para níveis mais baixos de qualidade ambiental pelo tipo de manejo. As modificações caracterizam estágios de transição gradual, com riscos de desestabilização que exigem atenção.

Ruim - modificações moderadas a fortes dos atributos dos sistemas naturais descaracterizando alguns dos seus aspectos originais que dificultam sua recuperação e resultam em decréscimos significativos da qualidade ambiental. Riscos eminentes de degradação que exigem intervenção.

Crítica - modificações severas do sistema natural que implicam na descaracterização dos atributos originais, resultando na perda parcial ou total dos recursos com repercussões muito significativas na qualidade ambiental, podendo atingir situações irreversíveis.

As classes previamente definidas foram subdivididas em função de um maior detalhamento dos estudos, das características naturais dos sistemas e do grau de pressão imposto. Assim, foi estabelecida a classificação a seguir:

B1- Neste grupo estão incluídas áreas com vulnerabilidade moderada a alta e cuja sustentabilidade para a pecuária extensiva é moderada. A pressão que este uso exerce é fraca, imprimindo ao ambiente, modificações pouco significativas do potencial vegetal e erosivo, ocasionadas pelo manejo tradicional de pastoreio.

B2- Sob esta denominação foram incluídas áreas com vulnerabilidade moderada a alta e cuja sustentabilidade para a pecuária extensiva e agricultura de subsistência é moderada. O grau de comprometimento do ambiente é fraco ocasionado por sistema tradicional de pastoreio e produção agrícola através de lavouras tradicionais praticadas indiscriminadamente.

B3- Nesta classe destacam-se áreas com vulnerabilidade baixa a moderada e sustentabilidade baixa a moderada. A pressão de uso é pouco significativa diante da baixa exigência dos solos para este tipo de atividade. O pastoreio extensivo e as lavouras tradicionais são praticados indiscriminadamente ao longo destas áreas. Os impactos decorrentes destas atividades, como desaparecimento gradativo da vegetação, exposição do solo, perda da camada arável por erosão, diminuições da taxa de infiltração do solo são absorvidas pelo sistema devido a sua capacidade de suporte.

B4- Esta classe inclui áreas com vulnerabilidade natural baixa e sustentabilidade baixa a moderada. Estas áreas são utilizadas para pecuária extensiva e agriculturas de subsistência e comercial de sequeiro. A pressão de uso é fraca a moderada e facilmente absorvida pelo ambiente devido à sua capacidade de suporte. O uso intensivo da terra com mecanização, uso indiscriminado de água e de insumos agrícolas reflete-se de forma moderada imprimindo ao ambiente, pequenas modificações ocasionadas pelo manejo adequado à sustentabilidade do ambiente.

M1- Esta classe inclui áreas que são utilizadas em geral para pecuária extensiva. O extrativismo vegetal é praticado ao longo das encostas e topos da Chapada Diamantina. Apesar do extrativismo vegetal e da pecuária extensiva exercer fraca pressão, decorrente da utilização de práticas rudimentares facilmente absorvidas pelo ambiente, estas áreas são de alta vulnerabilidade com baixa capacidade de suporte. A pecuária extensiva apesar de se caracterizar pela presença de pequenos rebanhos, espalhados por grandes áreas de modo esparso, ocupa áreas de alta vulnerabilidade onde o pisoteio dos animais contribui para a desagregação dos solos, originando a arenização e acelerando os processos erosivos pelo aprofundamento de sulcos e exposição dos solos.

MACROZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO: SUBSÍDIOS AO DIAGNÓSTICO

M2- Foram incluídos nesta classe as áreas ocupadas por pecuária extensiva caracterizadas por vulnerabilidade variável entre alta e moderada e baixa sustentabilidade. Sua utilização por pecuária extensiva é condicionada pela deficiência hídrica. São áreas com alto índice de aridez, >70 % cuja vegetação de Caatinga apresenta uma capacidade de proteção aos processos morfológicos fraca a muito fraca.

O pastoreio extensivo interfere na densidade e diversidade da vegetação e da fauna, aumenta a agressividade do escoamento superficial das águas reduzindo localmente as áreas úteis. Apesar de o uso ser caracterizado pela presença de pequenos rebanhos, distribuídos de modo esparsos, em áreas de vulnerabilidade alta a moderada e baixa capacidade de suporte do ambiente, ele imprime pequenas modificações no terreno.

M3- Esta classe é caracterizada pela presença de áreas de vulnerabilidade moderada a alta e sem sustentabilidade, utilizadas pela associação de pecuária extensiva, agricultura de subsistência e pecuária semi-intensiva. A pressão de uso é moderado devido ao duplo pastoreio, extensivo e semiconfinado. Este último, com uso de mecanização e insumos agrícolas para plantio da pastagem, interfere significativamente no potencial vegetal, e imprime mudanças edáficas, hídricas e na salubridade do ambiente.

M4- Sob esta denominação foram incluídas áreas com vulnerabilidades baixa e alta e sem sustentabilidade. Estas áreas apresentam uma pressão de uso mais forte caracterizada pela associação de pecuária extensiva, agricultura de subsistência e agricultura comercial. A pressão de uso é moderada, mais adequada à capacidade de suporte do ambiente. A agricultura comercial exige um trato intensivo dos terrenos com mecanização e uso de insumos agrícolas introduzindo modificações mais significativas no potencial edáfico e na salubridade do ambiente.

M5- Nesta classe foram incluídas áreas com sustentabilidade moderada e sem sustentabilidade para usos produtivos e vulnerabilidade baixa a alta. Estas áreas são ocupadas com pecuária extensiva e agricultura irrigada. Esta associação representa uma forte pressão de uso devido a irrigação, a qual utiliza métodos mais modernos desde um maquinário mais intensivo para aração e gradagem, até o uso de insumos agrícolas e técnicas de irrigação as mais diversas, como aspersão e gotejamento, exigindo deste modo, maior capacidade de suporte dos solos. Os impactos decorrentes destes usos trazem como consequência a redução da diversidade biológica, modificações físico-químicas dos solos, alteração do escoamento superficial.

R1- Nesta classe foram incluídas áreas com vulnerabilidade alta a muito alta, e sem sustentabilidade para usos produtivos. Estas áreas estão sendo utilizadas para pecuária extensiva com pastoreio de gado caprino em áreas de Savana Estépica (Caatinga). A pressão do uso é fraca, porém, este ecossistema apresenta baixa capacidade de proteção aos processos erosivos. O pastoreio acarreta aceleração da erosão devido a exposição dos solos ao impacto das chuvas e da radiação solar, ocasionando o aprofundamento dos sulcos, acelerando os processos erosivos, o aparecimento localizado de terracetes e o truncamento da parte superficial dos solos.

R2- Inclui áreas com vulnerabilidade alta a muito alta, e sem sustentabilidade. São áreas ocupadas por pecuária extensiva e agricultura de subsistência, localmente acrescida de pecuária semi-intensiva. Esta classe possui características semelhantes à anterior R1, entretanto está submetido a uma pressão de uso mais forte, acarretando perda e compactação da camada superficial do solo, desaparecimento gradativo da vegetação e acelerando os processos erosivos com o aparecimento de sulcos.

R3- Foram incluídas nesta classe áreas com vulnerabilidade moderada a alta e consideradas sem sustentabilidade. Estas áreas estão sendo utilizadas para agricultura de subsistência, agricultura comercial de sequeiro e pecuária extensiva. A pressão de uso é forte e imprime ao ambiente, tratos intensivos do terreno com motomecanização e uso de insumos agrícolas, que introduzem modificações na vegetação e na fauna interferindo de modo significativo no potencial edáfico e na salubridade ambiental.

R4- São áreas predominantemente planas, correspondendo a várzeas e terraços fluviais e, localmente dissecadas com alta a muito alta vulnerabilidade, e sustentabilidade baixa a muito baixa. São utilizadas para pecuária extensiva, agricultura de subsistência e agricultura irrigada. Nestas áreas a agricultura irrigada, apesar de representar o terceiro componente nesta associação, exerce uma forte pressão de uso devido a sua prática se caracterizar por necessidade de utilização de mecanização, uso indiscriminado da água e de insumos agrícolas. Isto reflete de modo significativo nos potenciais edáficos, hídricos e na salubridade do ambiente. A atividade de irrigação pode levar a uma aceleração dos processos erosivos pelo impacto da água no solo desnudado, formar sulcos e com o escoamento da água lixiviar os nutrientes e carrear os agrotóxicos contaminando os mananciais e assoreando os canais.

C- Nesta classe foram incluídas áreas de vulnerabilidade alta a muito alta ocupadas pela associação de agricultura comercial, pecuária extensiva e extrativismo mineral. A sustentabilidade é baixa e sem sustentabilidade e são áreas que estão submetidas a pressão de uso muito forte, apresentando um comprometimento forte dos atributos dos sistemas naturais, implicando numa total descaracterização do ambiente. O desmonte de rochas, remoção de solos, alterações topográficas (escavações, formação de depósitos de estéreis e pilhas de rejeito), erosão e assoreamento, alterações da rede hidrográfica e da qualidade da água superficial e subterrânea, além da poluição do ar, são as principais alterações impostas ao meio físico pela mineração.

Na região situada entre Araripina, Ipubi e Trindade, nas proximidades da Chapada do Araripe, aparecem grandes explorações de gipsita, traduzidas no solo por grandes escavações espalhadas na área. A atividade mineradora tem produzido inúmeros buracos de vinte metros de profundidade em média, e, extensões variáveis. Muitas dessas frentes de lavra têm sido abandonadas, por vezes temporariamente, por problemas com a qualidade do minério e principalmente com a quantidade de água subterrânea minada pelas fraturas. Além da perda considerável de terreno em função das escavações, se destacam os impactos ocasionados pela grande quantidade de pó e a poluição sonora produzidas pelo beneficiamento do minério, a grande quantidade de lenha retirada da Caatinga para alimentar as inúmeras indústrias de gipsita e a poluição das águas superficiais e subterrâneas.

Nas proximidades de Petrolândia, à margem do riacho Barreiro, observa-se uma área fortemente degradada onde se desenvolveu um processo de erosão acelerada em função da fragilidade natural do ambiente e do uso inadequado que se imprimiu sobre ele. Por efeito do desmatamento gerou um processo erosivo que praticamente "raspou" todo o solo arenoso nas partes de topo do relevo, as encostas desenvolveram grandes quantidades de ravinas e as partes mais baixas foram fortemente assoreadas.

2.9 Questões Relevantes

Em toda a extensão da área em foco foram observadas diversas formas de agressões ao meio ambiente, em função do avanço desorganizado da ocupação do território, para suprir as necessidades do aumento da população e da ambição humana. Algumas agressões têm maior destaque devido à magnitude das suas repercussões e o caráter imediato das reações da natureza. Neste grupo podem ser relacionados a ocupação das margens dos rios, o despejo de resíduos sólidos e esgotos *in natura*, a pesca predatória, os desmatamentos, queimadas e uso de agrotóxicos. Essas agressões geralmente têm como conseqüência o assoreamento dos canais de drenagem, erosão, desertificação, poluição dos solos e das águas pelo uso de agroquímicos e a salinização dos solos.

2.9.1 Assoreamento

O assoreamento é um dos principais problemas que atingem os leitos dos rios mais importantes da bacia. É uma conseqüência da devastação da caatinga, com fins diversos, quais sejam ocupar a área com agricultura, fazer carvão ou lenha ou ainda para exploração da madeira para construção de cercas e de pequenas construções. O solo desprovido da cobertura vegetal fica sujeito aos agentes erosivos que levam os horizontes superiores para as cotas mais baixas, entulhando os canais de drenagem. Como principais conseqüências do assoreamento ocorrem a queda da vazão, aumento da turbidez, redução da piscosidade e da navegabilidade dos cursos d'água.

O trecho referenciado do Rio São Francisco se caracteriza por constituir um leito predominantemente encaixado em alinhamentos estruturais, destacando-se diversas ilhas ou coroas que representam afloramentos de rochas cristalinas encobertas e circundadas por sedimentos aluviais. Aparentemente o problema do assoreamento neste trecho ainda não é dos mais graves, porém merece atenção especial visto que se descontrolado pode ameaçar a vida útil das barragens da área.

2.9.2. Desertificação

No fenômeno da desertificação, a erosão se constitui em importante indicador, principalmente quando está associado ao clima de baixa pluviosidade e com características de torrencialidade concentrada em curtos períodos como acontece em quase todo o Nordeste, além de possuir uma cobertura vegetal que oferece pouca ou nenhuma proteção aos processos erosivos. Conseqüentemente, a desertificação, tanto natural como antrópica, é um conjunto de processos que levam ao esgotamento dos recursos naturais numa escala de tempo relativamente curta.

2.9.3. Secas

A gravidade da ocorrência de secas, na bacia do submédio São Francisco (assim como em todo o Nordeste) não está tão somente no fato da insuficiência das chuvas ou irregularidade da sua distribuição. Está também relacionado à coincidência com o ciclo vegetativo das culturas tradicionalmente exploradas na região, aliado à baixa rentabilidade dos empreendimentos rurais, a falta de estrutura do desenvolvimento agrícola, a agropecuária altamente dependente de recursos hídricos e financeiros, a pobreza generalizada, a densidade demográfica, a cultura e aspectos físicos. Há nesta região, um clima semi-árido dominante em quase toda a sua extensão, com baixa e incerta precipitação concentrada em apenas 3 meses (fevereiro, março, abril). As poucas áreas de clima subúmido a semi-árido, localizados em pontos estratégicos da bacia (norte e sul) deve a sua existência à influência do relevo, contrastando sensivelmente com as zonas circunvizinhas.

Pesquisas destinadas à prognose dos climas e suas variações transitórias vem revelando fatos inéditos sobre os movimentos em larga escala da atmosfera. A previsão do fenômeno El Niño, por exemplo, causado pelas alterações dinâmicas e termodinâmicas entre a atmosfera e o oceano tropical constitui o objetivo central de projetos e programas de estudos criados desde 1979.

Um fenômeno que também explica a semi-aridez na bacia do Submédio São Francisco está no fato de que os ventos alísios de sudeste do Atlântico Sul, ao encontrarem a barreira montanhosa, constituída pelo planalto da Borborema, sofrem uma ascensão violenta, produzindo chuva abundante em toda a parte oriental (barlavento), provocando o aquecimento e a perda de umidade da massa de ar no lado oposto (sotavento) o qual é chamado pelo homem do interior de: vento de seca.

2.9.4. Salinização

O desenvolvimento e manutenção de áreas irrigadas compreendem além da garantia de abastecimento de água, o controle da salinidade. A qualidade da água, as práticas de irrigação e as condições de drenagem são aspectos importantes para o controle da salinidade e excesso de sódio no solo. Em áreas irrigadas de solos salinos, pode haver a necessidade de lavagem para retirada do excesso de sais e correção do solo com produtos químicos, independentemente de assegurar-lhes um abastecimento de água adequado. Por outro lado, em solos inicialmente não salinos, podem tornar-se improdutivos se há um excesso de sais solúveis ou de sódio trocável em consequência da irrigação ou manejo deficiente e de drenagem inadequada.

2.9.5. O Polígono da Maconha

A maconha plantada no sertão pernambucano (*Cannabis sativa*) teve a sua primeira descrição histórica feita pelo imperador chinês Shen-Nung, em 2737 a. C. indicando nos seus relatos farmacológicos que o cânhamo, a planta, originou-se ao norte do Himalaia, na Ásia.

Os produtores rurais confirmam que plantar maconha dá o mesmo trabalho que o milho, feijão ou arroz. A diferença é que rende centenas de vezes mais, trabalhando menos. Afirmam também que a maconha "dá dinheiro", mas também aumenta a "vadiagem, o alcoolismo e a violência".

De acordo com as estimativas da polícia, a guerra pelo controle do tráfico na região mata pelo menos duas pessoas por dia. O movimento do comércio de toda a região paralisa quando a polícia faz batidas à procura de drogas. Para sorte dos maconhicultores, essas batidas são pouco eficientes.

Uma das soluções para o problema seria a criação de programas de crédito rural voltados para o pequeno agricultor, como aquele aplicado na Colômbia, que reduziu o problema da coca com o estímulo à floricultura. No Vale do São Francisco, a floricultura no ano de 1993 gerou 40 milhões de dólares só em exportações.

2.9.6. Projeto Transposição

A região sob influência deste projeto localiza-se inteiramente na porção setentrional do polígono das secas compreendendo parte dos Estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte e Piauí, banhado pelo sistema fluvial centrado nos rios: Jaguaribe, Choró, Pirangi, Apodi, Piranhas-Açú, bem como nos tributários do São Francisco que drenam a porção central e ocidental da mesoregião do Sertão Pernambucano.

O projeto de transposição do Rio São Francisco visa a captação de água na cidade de Cabrobó, Estado de Pernambuco, onde por 3 sistemas de elevatórias levará a água da cota 315 m, no leito do rio até a cota 475 m em Jati (Ceará), vencendo um desnível geométrico de 160 m por meio de quatro estações elevatórias localizadas em Cabrobó, Terra Nova, Traíras e Milagres, movimentadas sucessivamente por 14 barragens e 30 Km de canais até transpor o divisor de águas do rio Salgado no Ceará. As águas serão remetidas por gravidade para os rios Piranhas e Apodi até a Chapada do Araripe através do 2º e 3º trecho do sistema adutor.

Segundo o Ministério de Integração Regional (apud CARVALHO op. cit), o projeto viria: a) ampliar de maneira permanente as disponibilidades de água, sempre considerada insuficiente, perenizando os rios e enchendo os reservatórios já existentes; b) assegurar a implantação de 34 perímetros de irrigação; c) neutralizar os efeitos das secas; d) abastecer as cidades de águas, o que é essencial à melhoria das condições de saúde da população; e) propiciar o acesso de todos à água e à terra; f) aumentar significativamente a produção de alimentos para a região, para o país e para exportação.

Pontos Positivos da Transposição - A execução do projeto é tecnicamente viável. O custo da energia elétrica perdida, pela diminuição da sua produção, representa menos de 10% dos benefícios esperados decorrentes do aumento da produção agrícola. Haverá um aumento da produtividade da terra e quase anulação da vulnerabilidade da agricultura às irregularidades da chuva. A implantação do projeto deverá gerar 189.000 empregos diretos e indiretos.

Pontos Negativos da Transposição - O custo do projeto é estimado em US\$ 6,754 bilhões. Existem Planos Diretores para aproveitamento de 2.200.000 ha e projetos 2.000.000 ha de terras para irrigação na Bacia do São Francisco sem implantar por falta de dinheiro. O empreendimento está previsto para execução imediata quando não foram utilizados 88% do

potencial hídrico da região. Os juros do capital investido inicialmente vão pesar muitos durante os 40 anos de desenvolvimento e maturação do projeto previsto pelo DNOS. Cada hectare irrigado fora do vale, a custos faraônicos vai deixar sem irrigação 2,5 ha nas margens do São Francisco. A implantação do projeto sem o estudo de impacto ambiental. Com a implantação poderão ocorrer diversas agressões ao meio ambiente, tipo salinização dos solos, alteração da fauna e flora regionais, disseminação de doenças de veiculação hídrica, pragas agrícolas etc. Segundo Dakker (op. cit.) deverá ser criada especulação imobiliária pelos agentes econômicos que dispõem de informações privilegiadas nas áreas a serem desapropriadas e beneficiadas com obras de infra-estrutura hídrica e de irrigação. Para finalizar, existem dúvidas sobre a utilização social dos investimentos públicos.

2.10 Conclusões

Os estudos revelaram que 90% da área do trecho submédio da Bacia do Rio São Francisco são recobertos pela Savana Estépica (Caatinga). Este tipo de cobertura vegetal apresenta baixa capacidade de proteção à erosão, o que torna esta região susceptível aos processos erosivos.

Caracterizada pelo predomínio do clima semi-árido com baixa pluviosidade e chuvas torrenciais concentradas em curtos períodos, a região apresenta uma predisposição natural ao fenômeno de desertificação, constituindo-se assim numa região de alta vulnerabilidade e forte instabilidade ambiental.

Em virtude desta fragilidade, a região torna-se merecedora de atenção na atuação antrópica, implicando na necessidade de definir manejos adequados à sustentabilidade do ambiente com adoção de medidas mitigadoras para conter os processos erosivos.

A utilização dos recursos naturais da Bacia do São Francisco sempre esteve relacionada aos processos históricos de ocupação, intimamente associada à evolução econômica da região. Esta, por sua vez, sempre esteve atrelada às políticas públicas utilizadas para implantação de modelos de desenvolvimento econômico regionais.

O processo de degradação ambiental da bacia foi deflagrado juntamente com a ocupação da área e foi-se incrementando à medida que novos ciclos econômicos iam surgindo na região, remontando aos Bandeirantes, passando pelas sesmarias, e pelos ciclos da pecuária, do algodão e da cana-de-açúcar. Desta forma exauriram-se as florestas e matas ciliares. Estas últimas serviram para construção de currais, balsas, e para alimentar as caldeiras das Gaiolas do São Francisco. A este contínuo processo de ocupação e povoamento seguiu-se o aproveitamento hidráulico do Rio São Francisco, cuja potencialidade vem ao longo dos séculos sendo considerados como a redenção do Nordeste.

A seca sempre se constituiu no flagelo da região, tornando a vida do homem extremamente penosa, submetendo a economia, a imprevisibilidade dos recursos hídricos e dos caprichos pluviais. A necessidade de irrigar esta região remonta ao século passado como condição necessária à promoção do desenvolvimento.

MACROZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO: SUBSÍDIOS AO DIAGNÓSTICO

A partir de então, os planos de desenvolvimento econômico elaborados para esta região tinham como objetivo dotá-la de uma infra-estrutura que permitisse a implantação dos projetos de irrigação e posteriormente a instalação das agroindústrias. Realmente, os últimos planos privilegiaram a implantação de projetos de irrigação e a instalação de agroindústrias destinadas à maximização do aproveitamento agrícola e a fixar o homem ao campo, evitando sua migração para os grandes centros.

A forte presença do Governo Federal nos últimos quarenta anos na região foi decisiva para atingir o atual nível de desenvolvimento econômico, manifestando-se principalmente pela instalação da infra-estrutura capaz de alavancar o progresso hoje aí existente. Sua presença no Vale do São Francisco é marcante através das ações desenvolvidas por diversos órgãos como a CHESF, CVSF, SUDENE, DNOCS, CODEVASF, DNAEE, e IBAMA. A atuação dos Governos Estaduais de Pernambuco e Bahia é notada pelos aspectos relacionados à saúde, educação, transporte, energia, comunicação, saneamento, abastecimento de água e desenvolvimento urbano.

Sob a égide da construção de barragens, veio a criação da CHESF, e o processo de desmatamento foi acelerado, desencadeando um processo de exploração do rio que perdura até hoje.

É inquestionável o dinamismo que a agricultura irrigada e as agroindústrias imprimiram à região, principalmente no entorno do Rio São Francisco, nos municípios de Juazeiro e Petrolina, principais centros urbanos do submédio São Francisco.

Se a irrigação tem sido o motor desenvolvimentista na região, para que acidentes não provoquem perda de investimentos e recursos naturais, torna-se imprescindível a monitoração ambiental, feita de forma permanente e coordenada pelas diversas esferas do poder, não simplesmente com uma visão repressora, mas sobretudo visando a perenização e otimização das atividades que não conseguem mudar o panorama econômico-social de toda a região.

2.11 Bibliografia

BAHIA. Secretaria do Planejamento, Ciência e Tecnologia Centro de Estatística e Informações. **Riscos de seca na Bahia**. Salvador, 1991. 111p. (Séries Especiais CEI, 2).

CARVALHO, O. de et al. **Plano integrado para o combate preventivo os efeitos das secas no Nordeste**. Brasília: MINTER, 1973. 267p. (Desenvolvimento Regional. Monografias, 1)

CODEVASF. **A irrigação no Vale do São Francisco - Problemas e soluções**. Brasília, 1984. 38p.

DNAEE. Divisão de Controle de Recursos Hídricos. **Transposição das águas do São Francisco e Tocantins para o semi-árido nordestino: avaliação preliminar**. Brasília, 1983. 72p.

GONÇALVES, L.M.C.; ORLANDI, R.P. **As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico**. In: PROJETO RADAMBRASIL. Folhas SC.24/25 Aracaju/Recife. Rio de Janeiro, 1983. 852p. (Levantamento de Recursos Naturais, 30) p.573-652.

LAROCHE, R.C. **Ecosistemas e impactos ambientais da modernização agrícola do Vale do São Francisco**. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v.53, n.2, p.3-77, abr./jun.1991.

PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS. **Bacia da margem direita do sub-médio São Francisco**; documento síntese. Salvador: Secretaria de Recursos Hídricos, 1996. V.6.

SERRA, A. **Meteorologia do Nordeste Brasileiro**. Rio de Janeiro: IBGE, 1945. 120p.
_____. **As secas do Nordeste**. Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, v.12, n.123, p.412-421. 1954.

SILVEIRA, J.D.; LEITE, P.S. **Estudos sobre a agroindústria no Nordeste: a agroindústria de produtos climáticos**. Fortaleza: Secretaria Nacional de Irrigação. BNB. ETENE, 1991. 170p. (Sér. Estudos Econômicos e Sociais, 51).

SUDENE. **As secas do Nordeste: uma abordagem história de causas e efeitos**. Recife, 1981. 81p.

SUVALE. **Reconhecimento dos recursos hidráulicos e de solos da bacia do rio São Francisco**. Rio de Janeiro, 1970. V.1.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE - SUPREN, 1977. 91p. (Recursos Naturais e Meio Ambiente, 1).