



UNIFACS

UNIVERSIDADE SALVADOR

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

**UNIFACS UNIVERSIDADE SALVADOR
MESTRADO EM ENERGIA**

MARCELO OLIVEIRA DOS SANTOS

**O FENÔMENO EL NIÑO 2015 E OS PROJETOS HIDROELÉTRICOS DA BACIA
DO RIO SÃO FRANCISCO: O CASO DA BARRAGEM DE SOBRADINHO/BA**

Salvador
2016

MARCELO OLIVEIRA DOS SANTOS

**O FENÔMENO EL NIÑO 2015 E OS PROJETOS HIDROELÉTRICOS DA BACIA
DO RIO SÃO FRANCISCO: O CASO DA BARRAGEM DE SOBRADINHO/BA**

Dissertação apresentada ao Curso de Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, Mestrado em Energia da UNIFACS Universidade Salvador, Laureate Internacional Universities, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. José Ângelo Sebastião Araújo dos Anjos.

Salvador
2016

FICHA CATALOGRÁFICA

(Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities)

Santos, Marcelo Oliveira dos

O fenômeno El Niño 2015 e os projetos hidro elétricos da Bacia do Rio São Francisco: o caso da Barragem de Sobradinho/BA./ Marcelo Oliveira dos Santos.- Salvador: UNIFACS, 2016.

84 f.

Dissertação Programa de Pós-Graduação em Energia da UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Profº. Dr. José Ângelo Sebastião Araújo dos Anjos.

1. Meio Ambiente 2. Impactos Ambientais. 3. El Niño. 4. Barragem de Sobradinho. I. Anjos, José Ângelo Sebastião Araújo dos, orient. II. Título.

CDD:363.7

TERMO DE APROVAÇÃO

MARCELO OLIVEIRA DOS SANTOS

O FENÔMENO EL NIÑO 2015 E OS PROJETOS HIDROELÉTRICOS DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO: O CASO DA BARRAGEM DE SOBRADINHO/BA

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Energia, da UNIFACS Universidade Salvador, Laureate Internacional Universities, à seguinte banca examinadora:

José Ângelo Sebastião Araújo dos Anjos – Orientador _____
Doutor em Engenharia Mineral pela Universidade de São Paulo - USP - Brasil.
UNIFACS Universidade Salvador, Laureate Internacional Universities

Kleber Freire da Silva _____
Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo -, USP, Brasil
UNIFACS Universidade Salvador, Laureate Internacional Universities

Heraldo Peixoto da Silva _____
Doutor em Engenharia de Conservação de solo e água – Universidade Politécnica Madrid - Espanha
Universidade Federal da Bahia - UFBA

Salvador, 28 de abril de 2016.

Dedico esse trabalho aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família em especial aos meus pais que contribuíram muito, incentivando e apoiando sempre e minhas decisões, orientando sempre no sentido do meu melhor desenvolvimento.

Ao meu orientador Dr. José Ângelo Sebastião Araújo dos Anjos pelo empenho e motivação constante, orientando sempre no melhor caminho e acreditando no meu potencial.

O pensamento cria, o desejo atrai e a fé realiza.

Lauro Trevisan

RESUMO

Estudos estatísticos baseados em séries histórica de frequência de ocorrências de eventos externos de secas indicaram para o ano de 2015 probabilidade de ocorrência do mais intenso fenômeno El Niño com causas e consequências severas afetando a região da bacia hidrográfica do Rio São Francisco com repercussões sobre os quesitos volumétricos e hidroelétricos na barragem de Sobradinho. O procedimento metodológico aplicado nesta dissertação foi proposto o tratamento de informações e dados por pesquisa bibliográfica em sites das empresas reguladoras de água e energia envolvidos com a gestão e operação de sistemas de usos múltiplos da água e gerações de energia hidroelétrica. Ressaltando os efeitos e avaliando os impactos e consequências na barragem de Sobradinho como redução das irrigações, desempenho dos transportes, aumento de custos operacionais impactando o desempenho da economia regional. É constatada uma vertiginosa redução no volume da barragem de Sobradinho cujo volume de estoque iniciou o ano de 2015 com 18,88% reduzindo para menos de 1% nível crítico em dezembro. Tal situação se caracteriza como grave stress hídrico reduzindo a vazão regularizada a jusante comprometendo todo o sistema de irrigação e a produção da agricultura. Ficou constatado que o ano de 2015 ocorreu o fenômeno El Niño intenso com período de retorno de 18 anos resultando grande prejuízo até então não quantificado em virtude dos agentes públicos e sociedade não estarem preparados com indicadores processos de contabilização de danos e prejuízos. Este estudo permitiu um conhecimento de realidade que possibilita identificar sugestões e procedimentos para mitigar os efeitos do fenômeno climático e ecológico, o ônus causado e impactos socioeconômicos e ambientais sobre a região.

Palavras-chave: El Nino. Stress Hídrico. Barragem de Sobradinho. Impactos ambientais.

ABSTRACT

Statistical studies based on historical series of frequency external dry event occurrences indicated for the year 2015 the probability of occurrence of the most intense El Niño with causes and severe consequences affecting the watershed region of the São Francisco River with repercussions on the questions volumetric and hydro in sobradinho dam. The methodological procedure used in this work was proposed treatment of information and data for bibliographic research on websites of regulators of water and energy companies involved in the management and operation of multi-purpose water systems and hydroelectric power generation. Highlighting the effects and assessing the impacts and consequences in Sobradinho dam as a reduction of irrigation, transport performance, increased operating costs impacting the performance of the regional economy. It found a precipitous reduction in the volume of Sobradinho dam whose volume of stock started the year 2015 with 18.88% reducing to less than 1% critical level in December. This situation is characterized as severe water stress reducing regulated flow downstream involving the entire irrigation system and the production of agriculture. It noted that the year 2015 was the El Niño intense with 18 years return period resulting great loss so far unquantified because of public officials and society are not prepared with damages accounting processes indicators. This study allowed a reality knowledge that helps identify suggestions and procedures to mitigate the effects of climate and ecological phenomenon, the burden caused and socioeconomic and environmental impacts on the region.

Keywords: El Nino. Water stress. Sobradinho Dam. Environmental impacts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Caracterização da Região Hidrográfica do São Francisco.....	19
Figura 2 – Principais sub-bacias do Rio São Francisco	20
Figura 3 – Subdivisões hidrográficas do São Francisco (PNRH)	21
Figura 4 – Malha hidrográfica da Bacia do São Francisco	28
Figura 5 – Portos da hidrovia do São Francisco.....	29
Figura 6 – Portos da hidrovia do São Francisco.....	34
Figura 7 – Área contígua e área total de influência da Hidrovia do São Francisco ...	39
Figura 8 – Potencial eólico anual da Bahia	42
Figura 9 – Pontos de maior velocidade média anual.....	44
Figura 10 – Mapa da bacia hidrográfica do rio São Francisco e suas usinas hidrelétricas.....	46
Figura 11 – Tempo geológico apresentando os principais registros geológico	52
Figura 12 – O sistema Terra inclui todas as partes do planeta e suas interações ...	54
Figura 13 – Balanço de radiação do Efeito Estufa	55
Figura 14 – A Oscilação Meridional-El Niño.....	57
Figura 15 – Efeitos do Fenômeno El Niño na América do Sul.....	59
Figura 16 – Efeitos climáticos no mundo.....	60
Figura 17 – Diferença de temperatura anual em relação à média do século 20, em °C	61
Figura 18 – De Quente para frio – se o El Niño atual se tornar um La Niña	62
Figura 19 – Estimativa da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) para safra de milho de verão na região sul do Brasil.....	65
Figura 20 – Barragem de Sobradinho	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Participação das unidades da Federação na Região Hidrográfica do São Francisco.....	22
Quadro 2 - Distribuição Populacional na Região Hidrográfica do São Francisco.....	23
Quadro 3 - Principais características socioeconômicas da Região Hidrográfica do São Francisco	26
Quadro 4 - Características gerais das regiões fisiográficas da bacia do Rio São Francisco.....	27

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Eficiência energética dos modais de transporte	36
Gráfico 2 - Consumo de combustível dos modais de transporte	37
Gráfico 3 – Principais produtos movimentados em comércio exterior pelas regiões da área contígua à Hidrovia do São Francisco em 2010.....	40
Gráfico 4 – Resultado do modelo matemático: Perda hidro energética com os 10 casos de transposição.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo dos modais Hidroviário, Ferroviário e Rodoviário	32
Tabela 2 - Equivalência entre os modais de transporte	33
Tabela 3 - São Francisco: representatividade de produtos com base no PNLT - 2004	38
Tabela 4 – Valores medidos do nível do lago de sobradinho de janeiro a dezembro 2015	71
Tabela 5 – Volume de água acumulada no lago da Barragem de Sobradinho nos meses de outubro em 14 anos	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Norma Técnica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica.
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
AHSFRA	Administração da Hidrovia do São Francisco
APA	Área de Proteção Ambiental
CEPRAM	Conselho Estadual de Meio Ambiente.
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e do Parnaíba
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente.
CONDER	Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia
EBDA	Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola
ELETROBRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras.
EIA	Estudo de Impacto Ambiental.
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MW	Megawatt.
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PNLT	Plano Nacional de Logística e Transportes
PNMC	Plano Nacional sobre Mudanças do Clima
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
RIMA	Relatório de Impacto no Meio Ambiente.
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
SEMA	Secretaria de Meio Ambiente
TKU	Tonelada por Quilômetro Útil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 A BACIA HIDROGRÁFICA DO SÃO FRANCISCO	18
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO	18
2.2 DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL NA REGIÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA ...	22
2.3 PARTICULARIDADES SOCIOECONÔMICAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA ..	23
2.4 O MEIO FÍSICO E AS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO.	27
2.5 A REDE DE TRANSPORTE NA BACIA DO SÃO FRANCISCO	28
2.6 PROJETOS DE ENERGIA RENOVAVEL NA BACIA DE SÃO FRANCISCO	41
2.6.1 Energia eólica	41
2.7 PRINCIPAIS CONFLITOS DO USO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO.....	45
2.7.1 A construção de hidrelétricas na Bacia do São Francisco.....	46
2.7.2 Projeto de transposição do Rio São Francisco e sua influência sobre as hidrelétricas	49
3 MUDANÇAS CLIMÁTICAS NATURAIS	52
3.1 O FENÔMENO <i>EL NIÑO</i>	56
3.1.1 O fenômeno <i>El Niño</i> de 2015	63
3.1.1.1 O fenômeno <i>El Niño</i> no estado da Bahia	67
4 O CASO DA BARRAGEM DE SOBRADINHO EM 2015	69
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS.....	77

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm sido caracterizadas como um dos fenômenos que mais importou na virada do século XX, em função do poder de destruição causado pela elevada concentração de CO² na biosfera, e seus efeitos no degelo das calotas polares, elevação ou diminuição das temperaturas, e principalmente seus efeitos sobre os ecossistemas e o homem.

Dentre esses fenômenos causadores de grandes danos aos ecossistemas encontram-se o El Niño e a La Niña, considerados processos naturais, porém que tem se intensificado nos últimos vinte anos conjuntamente com a elevação de valores de temperatura medidos.

O fenômeno El Niño pode ocorrer em várias intensidades porém, sua magnitude causa no Brasil aumento da seca no nordeste e umidade no sul e sudeste, provocando muitos danos a agricultura, e principalmente ao setor elétrico, em função da dependência das hidrelétricas para geração de energia e outros usos.

Neste contexto, a Bacia do rio São Francisco caracteriza-se pela sua fragilidade na produção de energia para o nordeste do Brasil, tendo em vista a função da barragem de Sobradinho de controlar, regularizar o sistema de vazões para o sistema hidrelétrico de Itaparica, além da captação das suas águas para a transposição dos dois eixos condutores que levará água para quatro estados do Nordeste.

Assim, durante o ano de 2015, com a previsão de um El Niño de grande intensidade, e em 2014 de grande déficit hídrico na região nordeste, foi realizada esta pesquisa bibliográfica objetivando avaliar os efeitos do El Niño no barramento de Sobradinho, e seus efeitos no potencial agrícola instalado no seu entorno, além dos protocolos e medidas indicadas pelos órgãos regulamentadores para minimizar os efeitos da falta de chuva, dos baixos níveis de estoque na bacia hidráulica da barragem, e vazões regularizadas para funcionamento do sistema Itaparica.

A metodologia aplicada nesta dissertação de mestrado foi a pesquisa bibliográfica, por meio de acesso aos sites das empresas reguladoras de água e energia envolvidas na problemática da gestão do sistema de estoque de água e geração de energia e outros usos múltiplos, tais como: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), Administração da Hidrovia do São Francisco (AHSFRA), Conselho Estadual de Meio Ambiente (CEPRAM), Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF), Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER), Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), Centrais Elétricas Brasileiras (ELETROBRÁS), Estudo de Impacto Ambiental (EIA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) Relatório de Impacto no Meio Ambiente (RIMA) e Secretaria de Meio Ambiente (SEMA).

Objetivos:

Geral – Avaliar o El Niño de 2015 e suas consequências na Barragem de Sobradinho (BS)

Específicos:

- a) Análise do volume d'água da Bacia do Rio São Francisco;
- b) Impactos ambientais nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2015.

Essa pesquisa foi desenvolvida e estruturada em 04 (quatro) capítulos:

- a) O primeiro caracterizando a bacia hidrográfica do rio São Francisco, seus aspectos físicos, econômicos e sociais/culturais;
- b) O segundo capítulo discutindo os processos de mudanças climáticas naturais e os efeitos do fenômeno El Niño em escala global e no Brasil em particular;

- c) O terceiro capítulo discutindo o fenômeno El Niño no estado da Bahia e especificamente, seus efeitos na barragem do Sobradinho no ano de 2015;
- d) Conclusões e Considerações finais da dissertação.

2 A BACIA HIDROGRÁFICA DO SÃO FRANCISCO

Este capítulo contextualiza a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, em especial, sua abrangência em escala nacional e nordestina, a distribuição da população, seus aspectos sócios econômicos e culturais, a importância das águas superficiais e subterrâneas, as unidades de conservação, os conflitos com os projetos de mineração e geração de energia solar e eólica, o projeto de transposição e as hidrelétricas existentes na bacia.

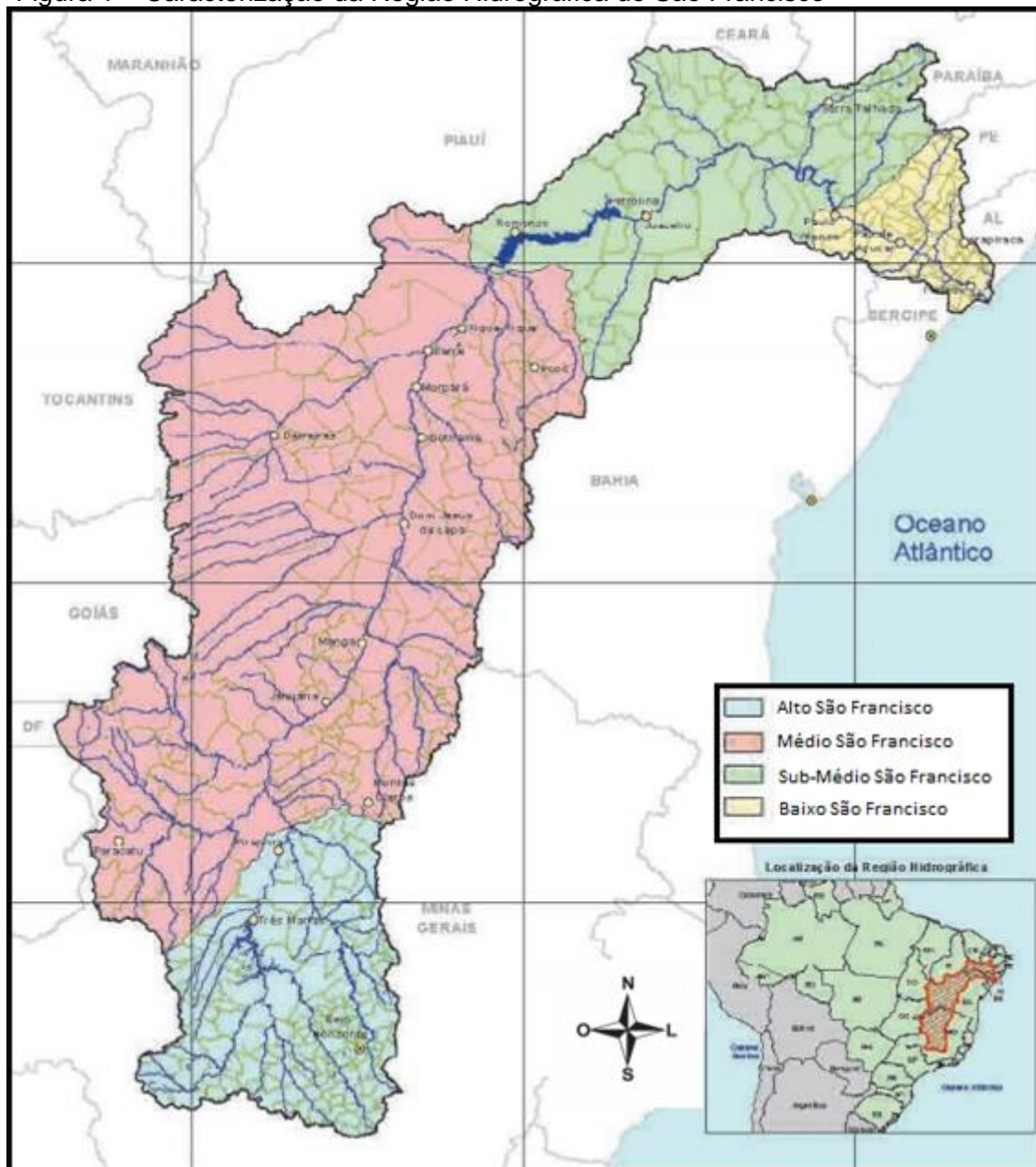
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

A região da Bacia Hidrográfica do São Francisco é constituída por diversas sub-bacias de rios que deságuam no rio São Francisco, e este desaguando na foz no oceano Atlântico, entre as divisas dos Estados de Alagoas e Sergipe. A bacia possui 638.323 km² (correspondente a 8% do território nacional), abrangendo 503 Municípios (incluindo parte do Distrito Federal, 1.277 km², correspondente a 0,2% da Bacia) e as seguintes Unidades de Federação (ANA, 2015):

- a) Bahia (307.794 km², 48,2%);
- b) Minas Gerais (235.635 km², 36,9%);
- c) Pernambuco (68.966 km², 10,8%);
- d) Alagoas (14.687 km², 2,3%);
- e) Sergipe (7.024 km², 1,1%);
- f) Goiás (3.193 km², 0,5%).

A região hidrográfica do rio São Francisco é dividida em quatro regiões fisiográficas: Alto São Francisco; Médio São Francisco; Submédio São Francisco; e Baixo São Francisco, conforme (Figura 1).

Figura 1 – Caracterização da Região Hidrográfica do São Francisco



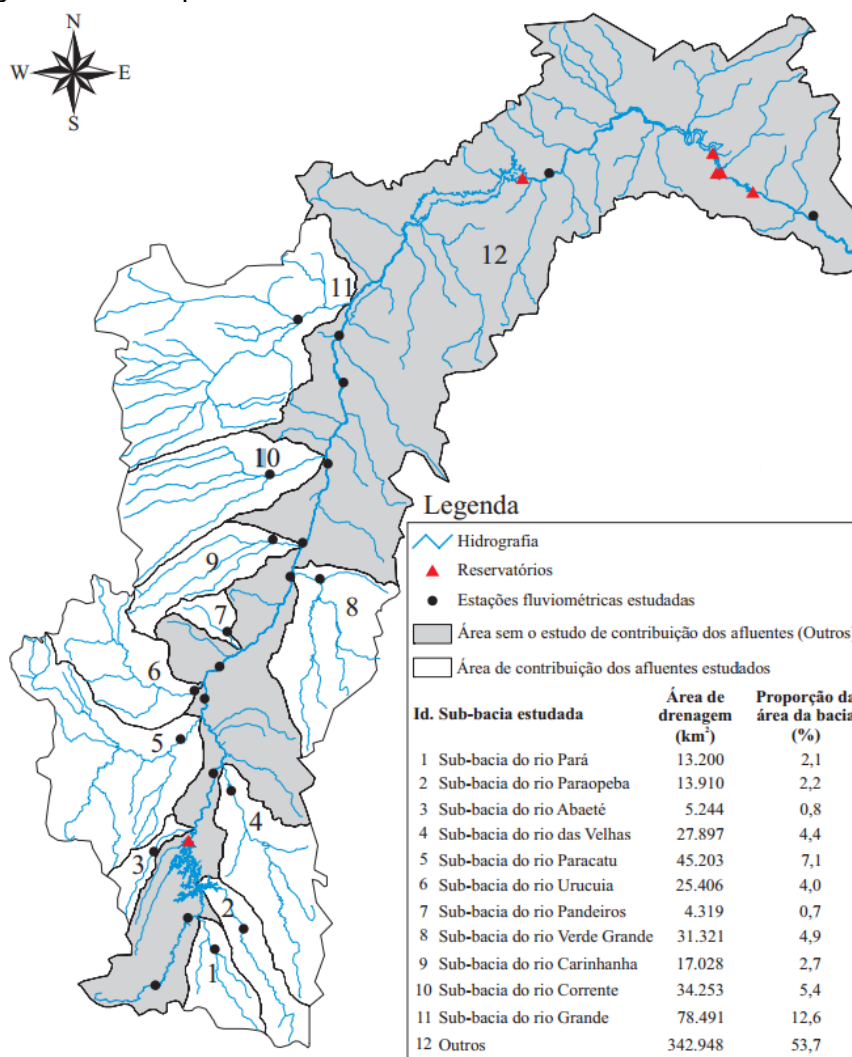
Fonte: MMA (2006).

A região do Alto São Francisco corresponde a 19% da área da bacia, que vai da nascente na Serra da Canastra até a cidade de Pirapora (MG); o Médio São Francisco, cuja extensão começa em Pirapora e vai até Remanso (BA), representa 55% da bacia; já o Submédio São Francisco representa a faixa do rio eminentemente baiano, estando inserido desde o município de Remanso até Paulo Afonso (BA), e corresponde a 24% da bacia; e, por fim, o Baixo São Francisco,

inicia-se em Paulo Afonso até a sua foz, representando 7% da bacia (PEREIRA et al., 2007).

A Bacia do São Francisco é constituída por 36 afluentes mais importantes, e desses, somente 19 são perenes. Destacam-se, na margem direita: Rios Pará, Paraopeba, Velhas e Verde Grande; enquanto na margem esquerda: os Rios Abaeté, Paracatu, Urucuia, Pandeiros, Carinhanha, Corrente e Grande, como pode-se observar na (Figura 2).

Figura 2 – Principais sub-bacias do Rio São Francisco

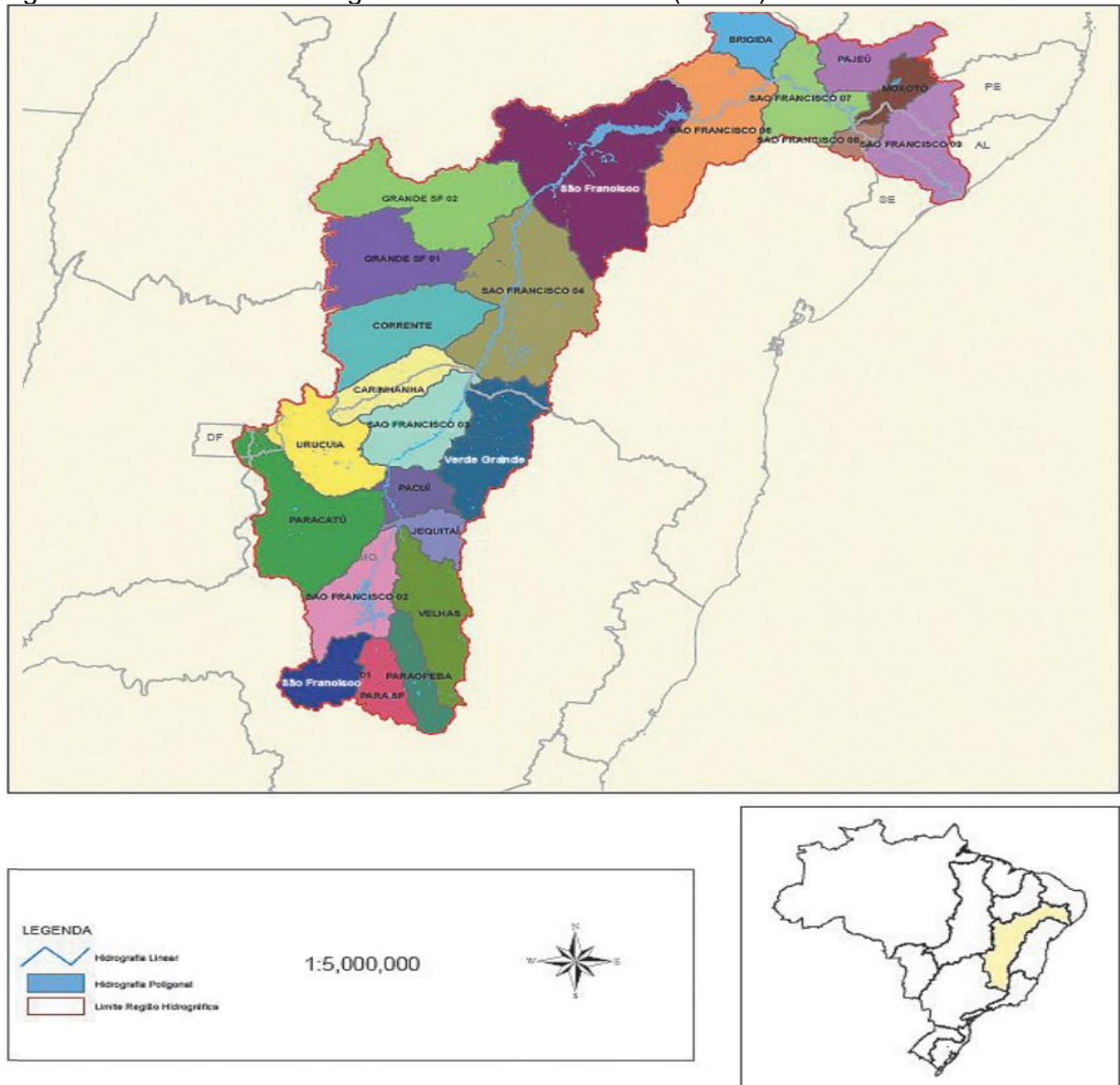


Fonte: Pereira et al (2007).

Entretanto, para orientar a gestão das águas no Brasil, o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituído pela Lei n.º 9.433/97, criou um conjunto de

diretrizes e programas que definem políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água. Uma das medidas colocadas pelo PNRH foi dividir a Bacia Hidrográfica do São Francisco em 34 unidades, para efeito de planejamento, mostrada pela (Figura 3).

Figura 3 – Subdivisões hidrográficas do São Francisco (PNRH)



Fonte: MMA (2006).

2.2 DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL NA REGIÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

A bacia hidrográfica do São Francisco tem uma importância extrema para o país, principalmente para a região nordeste, com clima predominantemente semiárido, constituindo-se em vetor de desenvolvimento e sobrevivência. A população total nessa região hidrográfica era de 13.297.955 habitantes (ANA, 2003). A densidade demográfica média na Bacia é de 20,0 hab/km², enquanto a média total do país é de 19,8 hab/km².

No Quadro 1 são indicados os municípios, as áreas e o número de habitantes correspondentes a cada Unidade de Federação inserida na Bacia.

Quadro 1 - Participação das unidades da Federação na Região Hidrográfica do São Francisco

Unidade da Federação	População			Área		Municípios	
	Urbana	Rural	Total	Km ²	%	Total	%
Minas Gerais	6.755.036	847.369	7.602.405	235.635	36,9	239	47,5
Goiás	74.185	4.804	78.989	3.193	0,5	3	0,6
Distrito Federal	-	20.826	20.826	1.277	0,2	-	0,2
Bahia	1.134.958	1.149.670	2.284.628	307.794	48,2	114	22,7
Pernambuco	898.030	742.014	1.640.044	68.966	10,8	69	13,7
Alagoas	457.211	465.685	922.896	14.687	2,3	50	9,7
Sergipe	115.954	130.340	246.294	7.024	1,1	28	5,6
Total	9.435.374	3.360.708	12.796.082	638.576	100	503	100

Fonte: MMA (2006).

A distribuição populacional, quando dividida pelas unidades hidrográficas, destaca-se o Alto São Francisco, que abarca a região metropolitana de Belo Horizonte, com um total aproximado de 4,5 milhões de habitantes. A distribuição da população na Bacia pode ser melhor compreendida através do Quadro 2:

Quadro 2 - Distribuição Populacional na Região Hidrográfica do São Francisco

Unidade hidrográfica	População (hab)			Urbanização (%)
	Urbana	Rural	Total	
Alto	5.919.830	464.711	6.384.541	93
Médio	1.526.179	1.067.323	2.593.502	59
Submédio	1.196.987	1.023.595	2.220.582	54
Baixo	821.207	803.181	1.624.388	51
Total	9.464.203	3.358.810	12.823.013	74

Fonte: MMA (2016).

Na Região Hidrográfica do São Francisco, é possível encontrar contrastes socioeconômicos muito acentuados e distintos, englobando áreas de muita riqueza e alta densidade demográfica, enquanto em outras, encontra-se áreas de pobreza extrema e crítica, com população mais dispersa pelo território.

2.3 PARTICULARIDADES SOCIOECONÔMICAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA

No Censo Demográfico realizado em 2011, pelo IBGE, alguns aspectos socioeconômicos foram ressaltados:

- a) A população total da Bacia (12.823.013 habitantes) encontra-se distribuída de forma heterogênea e mesclada, pelas regiões fisiográficas: 48,8% no Alto São Francisco; 25,3% no Médio São Francisco; 15,2% no Submédio São Francisco; e 10,77% no Baixo São Francisco.

- b) A população predominante é urbana, uma vez que 50% da população da Bacia vivem em 14 municípios com população urbana maior que 100.000 habitantes, divididos entre os Estados de Minas Gerais (Belo Horizonte, Contagem, Betim, Montes Claros, Ribeirão das Neves, Santa Luzia, Sete Lagoas, Divinópolis, Ibirité e Sabará); Bahia (Juazeiro e Barreiras), Alagoas (Arapiraca) e Pernambuco (Petrolina).
- c) 90% do total de municípios na Bacia são de pequeno porte, cuja população urbana é inferior a 30.000 habitantes.
- d) A região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) localiza-se no Alto São Francisco, cujo polo está na capital do Estado de Minas Gerais. A RMBH contém 26 municípios, com uma área de 6.255 km² (ou seja, menos de 1% da área de toda a Bacia), entretanto, concentra mais de 3.900.000 habitantes, representando quase 30% da população total da Bacia.
- e) A região do semiárido representa 57% da área total da Bacia, abarcando 218 municípios. Com cerca de 361.825 km², essa área concentra mais de 4.737.294 habitantes, que se dividem entre 47,6% rural e 52,4% urbana.
- f) No semiárido, somente três municípios possuem população com mais de 100.000 habitantes: Arapiraca (AL), Juazeiro (BA) e Petrolina (PE).

No quadro 3 são apresentados dados quantitativos de índices de pobreza da região Nordeste, que quando comparada ao resto do país, o número de pobres na população total se expressa elevado no Nordeste o estado de pobreza dos nordestinos é mais intenso. De acordo com o IBGE, em 2010, além de a região possuir o menor IDH do território brasileiro, a renda *per capita* nordestina corresponde a apenas 37% do valor total da renda da região Sudeste (SOARES, 2013).

Na região do semiárido, mais da metade das famílias que ali habitam vivem em situação de pobreza crítica, cujo rendimento *per capita* anual não ultrapassa os US\$ 214. Na região nordeste, como um todo, são quase 22 milhões de pessoas vivendo nessas condições, das quais, mais de 12 milhões estão concentradas no

meio rural. Segundo o MMA (2006), os pobres do Nordeste agrário correspondem a 63% da pobreza rural do país, e a 32% da pobreza total dos brasileiros. Essa parcela representa 9% da população que, apesar disso, recebe menos de 1% da renda familiar nacional. Esses índices não são mais altos em função das grandes quantidades de migrações ocorridas ao longo dos últimos anos que, apesar de alterarem os percentuais socioeconômicos, na maioria das vezes apenas implicam em transferências inter-regionais da pobreza.

Quadro 3 - Principais características socioeconômicas da Região Hidrográfica do São Francisco

Característica	Regiões Fisiográficas			
	Alto	Médio	Submédio	Baixo
População (hab)	6.247.027 (48,8%)	3.232.189 (52,3%)	1.944.131 (15,2%)	1.372.735 (10,7%)
Urbanização (%)	93	57	54	51
Número de municípios*	167	167	83	86
Densidade demográfica (hab/km²)	62,9	8,0	16,8	68,7
IDH	0,549 a 0,802	0,343 a 0,724	0,438 a 0,664	0,364 a 0,534
Abastecimento de água (%)**	97,6	94,9	88,5	82,4
Coleta de esgotos (%)**	77,7	35,5	57,8	23,4
Coleta de lixo (%)**	92,6	82,3	80,4	87,7
Área irrigada (ha, %)	44.091 (12,9%)	170.760 (49,8%)	93.180 (27,2%)	34.681 (10,1%)

Fonte: MMA (2016).

Notas: * O total soma 538 Municípios ao invés de 503, pois, alguns Municípios estão computados em mais de uma região fisiográfica.

** % da população atendida.

Nessa região, é possível encontrar a persistência de formas arcaicas de relações sociais, que remetem ao pré-capitalismo. Isto é, o amplo domínio latifundiário e a manutenção do coronelismo político auxiliam para que a estrutura socioeconômica da região mantenha-se subdesenvolvida, de maneira hierarquizada

e excludente, fazendo com que, em tempos de seca, a população se encontre em situação de calamidade social (SOARES, 2013).

2.4 O MEIO FÍSICO E AS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO.

Quadr 4 - Características gerais das regiões fisiográficas da bacia do Rio São Francisco

Características	Alto	Médio	Submédio	Baixo e Zona Costeira Adjacente
Clima	Tropical úmido e temperado de altitude	Tropical semiárido e subúmido	Semiárido e árido	Subúmido
Precipitação média anual (mm)	2000 a 1100	1400 a 600	800 a 350	350 a 1500
Temperatura média (graus Celsius)	23	24	27	25
Evapotranspiração média anual em (mm)	1000	1300	1550	1500
Vazão média mensal máxima (m ³ /s)	Pirapora (637, em agosto)	Juazeiro (4393, em Fevereiro)	Pão de açúcar (4660, em fevereiro)	Foz (4680, em março)
Vazão média mensal mínima (m ³ /s)	Pirapora (637, em agosto)	Juazeiro (1419, em setembro)	Pão de açúcar (1507, em setembro)	Foz (1536, em setembro)
Contribuição da vazão (%)	42,2	51,4	5,7	0,7
Sedimentos (10 ⁶ T/ano)	Pirapora (8,3)	Mirporá (21,5)	Juazeiro (12,9)	Própria (0,41)
Bacias Sedimentares	São Francisco	São Francisco e Jcaré	Araripe, Tucano e Jatobá	Costeira, Alagoas e Sergipe

Fonte: Ribeiro, Marta F. Vulnerabilidade e Ações de adaptação dos recursos hídricos

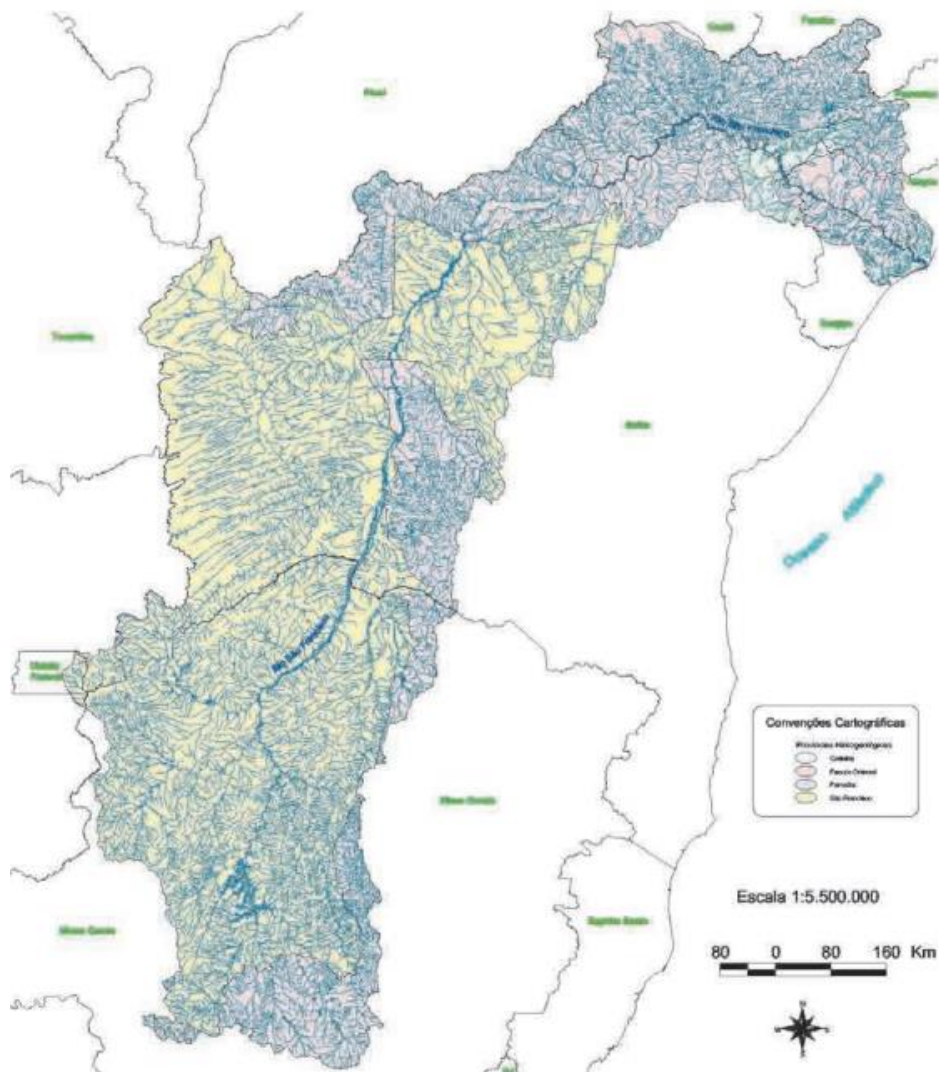
Nota: Adaptado pelo autor desta dissertação (2016).

Observa-se o Quadro 4 com relação a precipitação média anual entre as regiões fisiográficas do São Francisco e encontra-se a região e sub-médio com menor precipitação média anual sendo que nessa região encontra-se maior valor de temperatura média que é de 27 graus Celsius, constata-se também que a maior evapotranspiração média anual no valor de 1550 mm.

Bacia Hidrográfica do São Francisco, resultante da combinação de estruturas geológicas com formações geomorfológicas e climáticas do Brasil, contém uma

imensa abrangência em sua rede hidrográfica, formada por um conjunto extenso de aquíferos, como é mapeado através da (Figura 4).

Figura 4 – Malha hidrográfica da Bacia do São Francisco



Fonte: MMA (2016).

2.5 A REDE DE TRANSPORTE NA BACIA DO SÃO FRANCISCO

A Bacia do Rio São Francisco está inserida em um amplo eixo de transporte, composta por rodovias importantes como a BR-116, BR-381 e a BR-135. Existe também um grande número de ferrovias ao longo do trajeto, o que possibilita a integração com o comércio exterior, bem como o comércio interno, com as outras regiões no Centro-Sul do país.

O Rio São Francisco permite navegabilidade durante todo o ano no período das cheias, apesar de sua profundidade variar, a depender do período do ano e do regime de chuvas. Nessa região, existem, ainda, as conexões intermodais do citado rio, com outros importantes portos do Nordeste, como em Salvador (BA), Recife (PE), e Suape (PE), além de outros portos da região Sudeste, como em Vitória (ES), Rio de Janeiro (RJ) e Santos (SP).

A hidrovia da região do rio São Francisco possui quatro portos principais: Pirapora, Ibotirama, Petrolina e Juazeiro, como a (Figura 5) demonstra a localização de cada um.

Figura 5 – Portos da hidrovia do São Francisco



Fonte: ANTAQ (2013).

O transporte hidroviário para pessoas e mercadorias é uma opção muito interessante, realizado através das hidrovias de interior que receberam melhorias, sinalização, balizamento para que um tipo determinado de embarcação pudesse trafegar com segurança pela via.

De acordo com a AHSFRA (2002), a utilização das águas interiores dos rios e lagos como vias de transporte, ocorre desde o início da Era Cristã, por exemplo, por volta do Século IV a.C., o território da China era cortado por diversas vias navegáveis, com interconexão de bacias hidrográficas, por meio de canais artificiais.

A partir do Século XVI, grande parte das cargas era transportada pelos rios navegáveis da Europa, mediante construção de diversos canais, para ligar os principais cursos de água.

De forma geral, principalmente através da história, é possível constatar como as hidrovias contribuíram para a construção de um importante meio de exploração de novas terras e novos continentes. Através das hidrovias, foi possível obter a exploração e colonização do sertão, através das embarcações, antes mesmo que os outros meios de transporte pudessem adentrar esses locais no interior dos continentes.

É preciso ressaltar que, os rios, como entidades naturais, nem sempre oferecem condições favoráveis para a navegação logo de início. Existem corredeiras, estreitamentos, afloramentos rochosos no leito, bancos de areia, sinuosidades, meandros, variação da vazão ao longo do ano ou do trajeto que se colocam como barreiras naturais ao desenvolvimento da navegação. Isso traz a necessidade de programar serviços de manutenção ou a construção de obras que regularizem esses obstáculos naturais.

Além do aproveitamento das vias interiores naturais, é possível, também, realizar a construção de vias artificiais, de maneira a conectar os pontos estratégicos, criando um meio de transporte de menor custo, inclusive através da junção de rios de bacias hidrográficas distintas, conectando hidrovias. Um exemplo dessa ação é encontrado na Rússia, o sistema composto pelos rios Volga e Don, com canais artificiais que permitiram a conexão de Moscou a cinco mares da Europa por meio de hidrovias; além do caso da interligação das bacias dos rios Reno, Meno e Danúbio, que foram uma hidrovia com extensão do Mar do Norte ao Mar Negro, passando por oito países europeus (AHSFRA, 2002).

As hidrovias possuem uma imensa importância neste tipo de modal, já que, através delas, torna-se possível o transporte de grandes quantidades de mercadorias, por maiores distâncias. Nas hidrovias, é possível transportar produtos como: minérios, cascalhos, areia, carvão, ferro, grãos e diversos outros produtos não perecíveis.

As principais características da hidrovia, que a fazem economicamente atrativas e interessantes, podem ser definidas a seguir:

- a) A grande capacidade de carga;
- b) Baixo custo para o transporte;
- c) Baixo custo para a manutenção (quando comparada aos outros modais);
- d) Maior longevidade dos equipamentos utilizados;
- e) Menor quantidade de mão de obra empregada por tonelada transportada;
- f) Menor consumo de combustíveis;
- g) Fretes mais baratos.

Para a AHSFRA (2002), a criação e manutenção das vias navegáveis exercem um papel decisivo no desenvolvimento econômico e territorial das regiões de influência, através das seguintes características:

- a) Aumento das facilidades de aproveitamento ou de comunicação;
- b) Concorrência entre os diferentes meios de transporte, criando a disputa por preços mais vantajosos e aumentando a qualidade de serviço prestado;
- c) Vantagens ao setor industrial ou agricultor que fazem uso da hidrovia, em comparação aos outros que não podem utilizá-la;
- d) Disponibilidade de água para uso industrial e agrícola, através do aproveitamento múltiplo;
- e) Fator de incentivo ao turismo e ao lazer;
- f) Melhor repartição do tráfego entre os diferentes meios de transporte.

Quando realizada a comparação entre os diferentes modais, a AHSFRA (2002), em sua análise, observou que, em termos de custos de frete, operação e manutenção, a proporção obtida pelos técnicos é de 20:10:5:1, para os meios de transporte aeroviário, rodoviário, ferroviário e hidroviário (respectivamente). Ou seja,

para cada unidade de valor utilizada para se transportar pelo modal hidroviário, necessita-se de 5 unidades para o ferroviário, 10 unidades para o rodoviário e 20 unidades para o aeroviário. A Tabela 1 apresenta um comparativo entre os modais rodoviário, ferroviário e hidroviário.

Tabela 1 - Comparativo dos modais Hidroviário, Ferroviário e Rodoviário

VARIÁVEL	RODOVIÁRIO	FERROVIÁRIO	HIDROVIÁRIO
Custo do frete (US\$/km/t)	0,084	0,064	0,025
Equipamentos necessários ao transporte de 1.000 toneladas	50 cavalos mecânicos e 50 reboques	1 locomotiva e 50 vagões	1 empurrador e 1 balsa
Vida útil em anos de uso	10	30	50
Peso morto por tonelada de carga transportada	700kg	800 kg	350 kg

Fonte: Machado et al (2010).

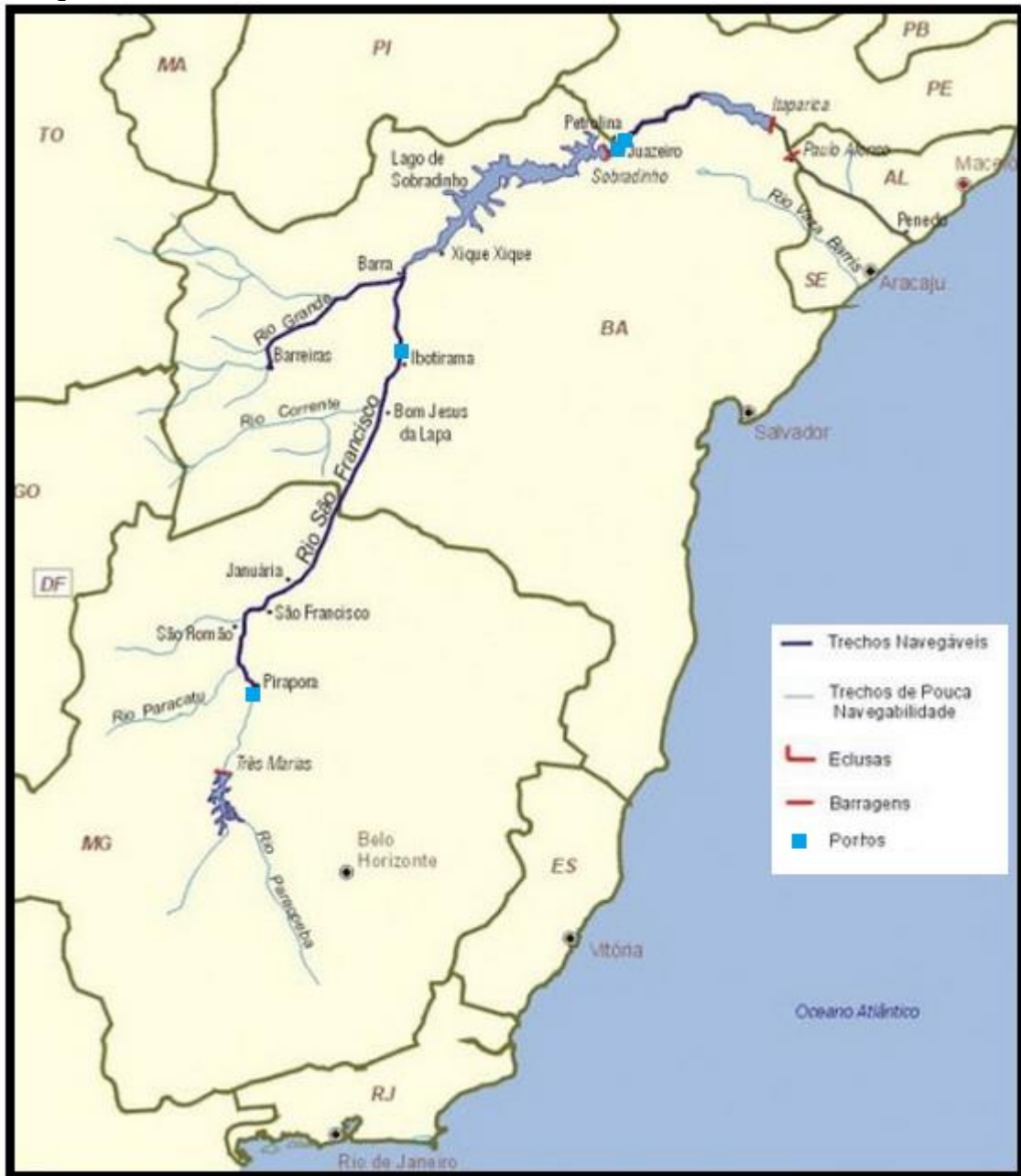
Em continuidade à análise e comparativo dos modais, a Tabela 2 apresenta algumas equivalências a respeito do volume transportado e o volume físico ocupado pelas cargas:

Tabela 2 - Equivalência entre os modais de transporte

EQUIVALÊNCIA	CAMINHÃO	VAGÃO	BARCAÇA	COMBOIO
	GRANELEIRO	GRANELEIRO		HIDROVIÁRIO
Cap. De carga (toneladas)	28	50	1.100	6.600
Cap. De carga (bushels)	980	1.750	68.500	231.000
Cap. De carga (sacos)	1.680	3.000	66.000	369.000
Comprimento (m)	9.240	2.900	-	200

Fonte: AHSFRA (2002).

Figura 6 – Portos da hidrovia do São Francisco



Fonte: AHSFRA (2015).

Segundo a ANTAQ (2013), do total de 2.800 km de extensão do Rio São Francisco, existem dois trechos totalmente navegáveis independente do período das chuvas: o primeiro, com 1.371 km, entre o município de Pirapora (MG) e o polo Petrolina (PE)/Juazeiro (BA); e o segundo, com 208 km, entre Piranhas (AL) e a foz. Entre Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) até o município de Santa Maria da Boa Vista (PE), este trecho possui, aproximadamente, 150 km e não apresenta condições

ideais de navegação, principalmente em razão ao grande número de pedras. O mesmo ocorre entre Santa Maria da Boa Vista (PE) e Piranhas (AL), além de ser muito sinuoso.

A navegação ocorre de forma regular no São Francisco e em seus afluentes, os rios Grande e Corrente. O Rio Grande está situado no Médio São Francisco, cujos rios principais (Branco, Preto, Fêmeas, Ondas e São Desiderio) secam nos períodos de estiagem, enquanto na época de cheia, produzem grandes volumes de água. Seu trecho navegável é de cerca de 366 km, entre a cidade de Barreiras (BA) até a foz. No Rio Corrente, sua extensão é de 120 km, formado pela confluência do Rio Formoso e do Rio Correntina, que deságua no São Francisco, entre os municípios de Santa Maria da Vitória (BA) e Sítio do Mato (BA).

O Porto de Pirapora foi construído para movimentar graneis sólidos, especificamente, com a prioridade do desembarque de gipsita no Nordeste. O Porto de Petrolina tem canal de acesso de 100 m, um armazém de 2.000 m² de área útil e dois cais. Um desses cais, com 60 m², destina-se ao embarque e desembarque de carga geral; o outro é exclusivamente para minério, cuja capacidade de carregamento é de 150.000 toneladas por ano. O minério britado é carregado nas embarcações chatas através de esteiras rolantes.

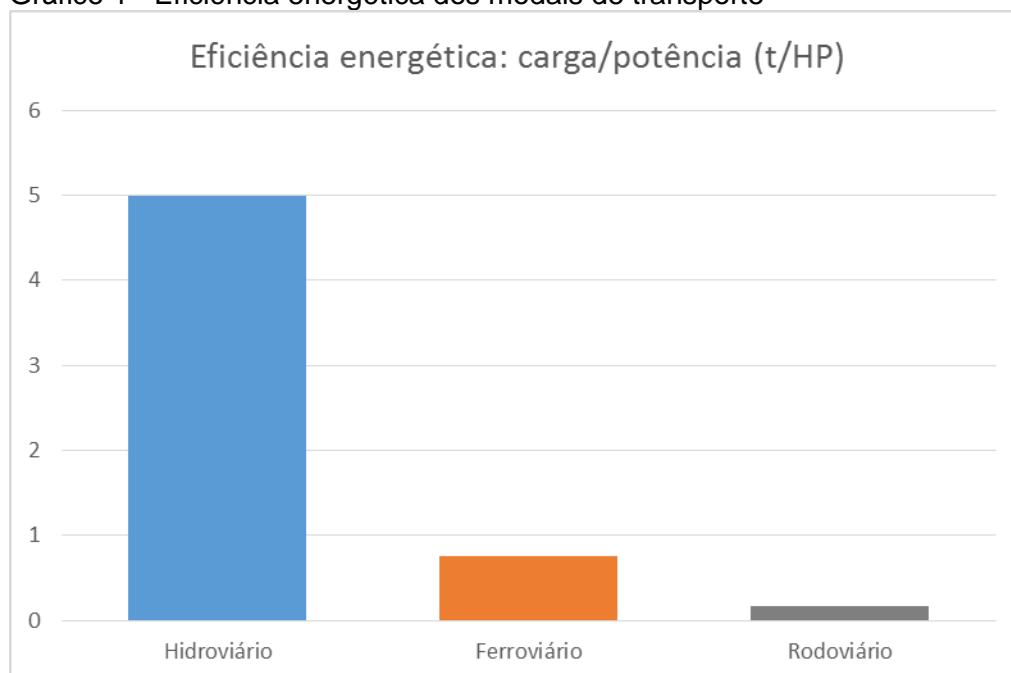
Os portos de Petrolina e Juazeiro constituem o principal polo da hidrovia do São Francisco. Este último atende à demanda do mercado interno de álcool de 50.000 toneladas e de 100.000 toneladas de açúcar por ano. Além disso, Juazeiro possui uma esmagadora de grãos, responsável pela demanda anual de 70.000 toneladas de caroço de algodão. Esse polo também é importante produtor de frutas, como uva e manga, que são deslocadas por rodovias até São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, bem como para exportação.

O Porto de Ibotirama é equipado com um armazém e um conjunto de silos, além de equipamentos de embarque com correias transportadoras. De acordo com a ANTAQ (2013), o porto tem a capacidade de receber até dois milhões de toneladas por ano. As principais cargas movimentadas nessa região são os cereais, soja e milho, destinados às cidades de Juazeiro (BA) e Petrolina (BA).

A eclusa de Sobradinho tem um papel fundamental na navegação, pois realiza a passagem de uma embarcação para diferentes níveis daquele em que esta se encontra, ou seja, é uma espécie de elevador fluvial; além disso, a eclusa é responsável por auxiliar na regularização de vazão, geração de energia elétrica e no amortecimento de cheias.

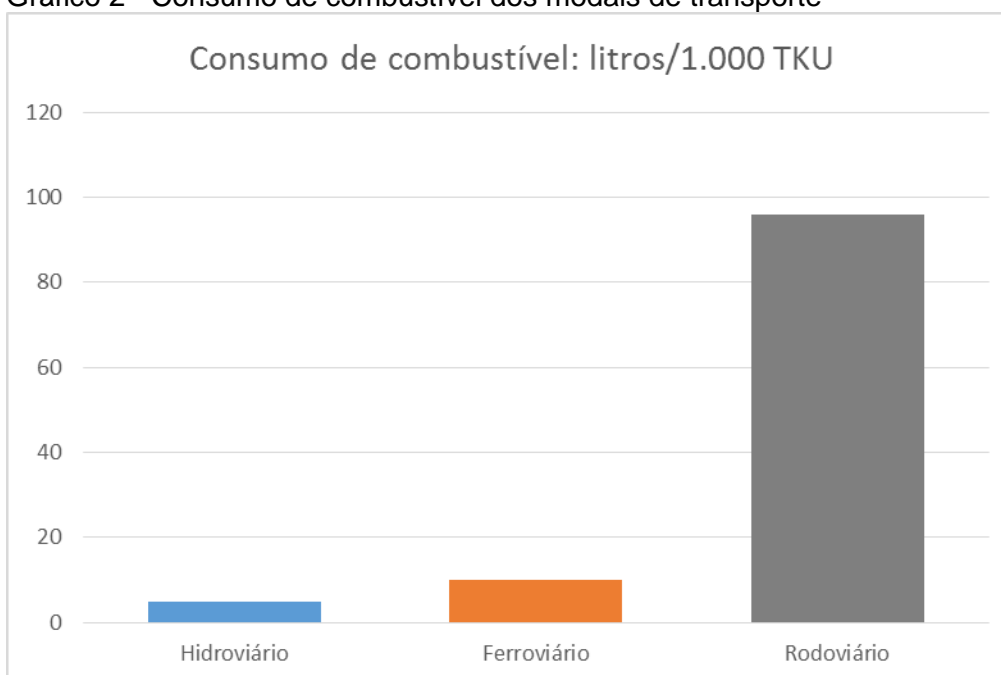
Em relação aos aspectos ambientais, o transporte hidroviário contribui com a redução das emissões de gases poluentes que causam o efeito estufa. O Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC, 2008) identifica que essa redução é efetuada através das emissões evitadas, já que o modal hidroviário é o menor emissor dentre os outros modais, em unidade de carga transportada, como indicado no Gráfico 1. Além disso, o modal hidroviário permite a maior eficiência energética, menor consumo de combustível e, dessa forma, a menor emissão de poluentes, o que traz maiores ganhos ambientais. Ao comparar os modais rodoviário, ferroviário e hidroviário, foi possível constatar que este último apresenta eficiência energética 29 vezes superior ao rodoviário, consumo de combustível 19 vezes menor conforme onde observa-se um consumo de 1000 litros por tonelada de quilometro útil no Gráfico 2.

Gráfico 1 - Eficiência energética dos modais de transporte



Fonte: AHSFRA (2002).

Gráfico 2 - Consumo de combustível dos modais de transporte



Fonte: AHSFRA (2002).

Optando por esse modal de transporte, o Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT), para a Bacia do São Francisco, determinou produtos agrícolas como soja, milho e álcool como cargas potenciais, cuja movimentação depende da infraestrutura local. Minério de ferro e etanol foram apontados como cargas potenciais, pois atraem investimentos para as regiões locais. É possível conferir, através da Tabela 3, os produtos mais relevantes que preenchem a maior parte da movimentação total pela hidrovia do São Francisco:

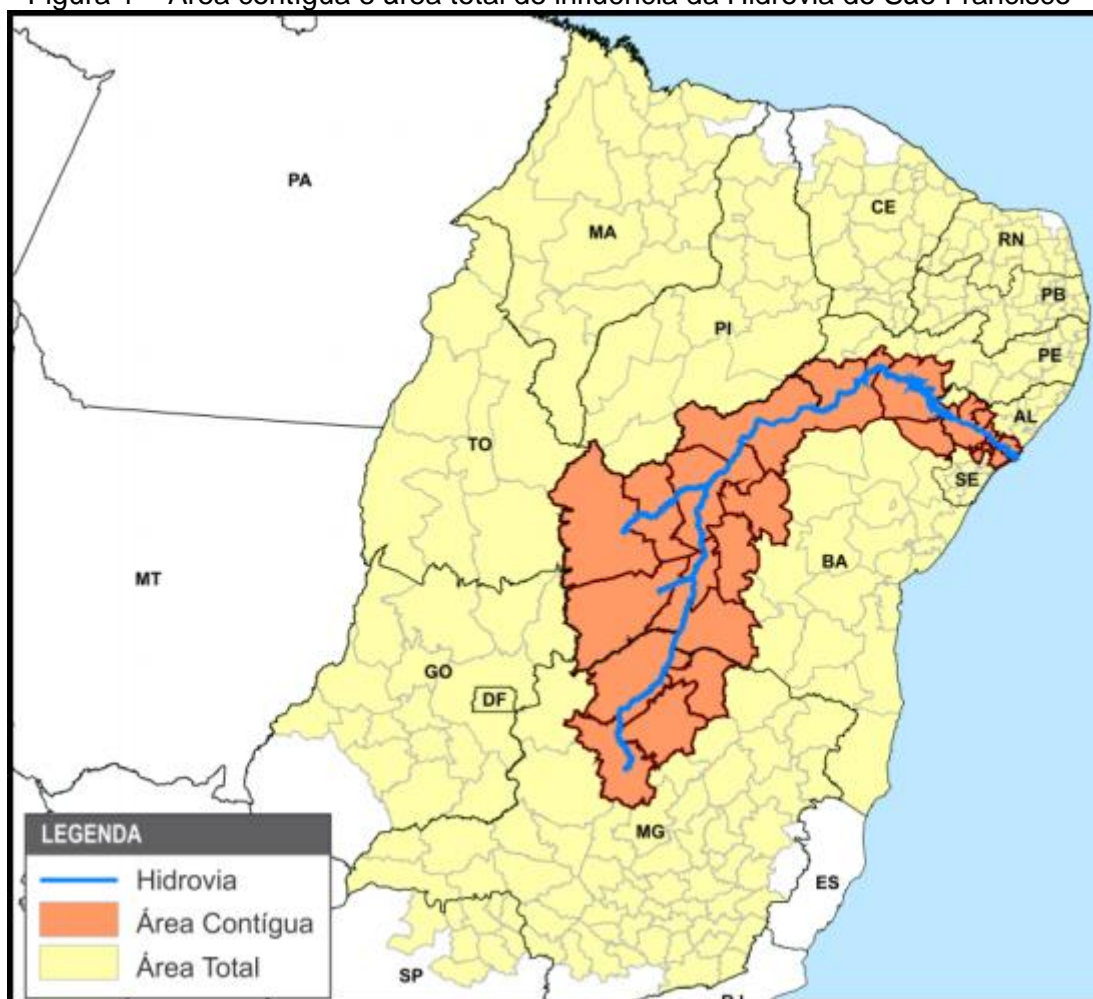
A cana-de-açúcar é um produto de grande movimentação dentro da Área de Influência da Bacia do São Francisco, mas como as usinas e refinarias estão localizadas bem próximas às plantações, utilizam pouco as hidrovias para o transporte da cana, propriamente, então costumam transportar seus derivados, como o álcool e o açúcar. A movimentação dos produtos na hidrovia da Bacia do São Francisco influencia uma grande região produtora, incluindo 252 microrregiões, alcançando regiões metropolitanas como Brasília, Belo Horizonte e Salvador.

Tabela 3 - São Francisco: representatividade de produtos com base no PNL - 2004

PRODUTO	Fluxo (2004) (t)	%*
Minério de ferro	197.287,82	26,055
Minerais não metálicos	55.065,83	7,272
Carga geral	40.635,18	5,366
Produtos de exploração florestal e silvicultura	28.868,08	3,812
Outros produtos e serviços da lavoura	27.445,07	3,625
Produtos químicos inorgânicos	22.617,11	2,987
Óleos de milho, amidos, féculas e rações	17.850,34	2,357
Cimento	17.355,13	2,292
Produtos das usinas e do refino de açúcar	13.842,95	1,828
Laminados planos, longos e tubos de aço	11.944,29	1,577
Milho em grão	11.741,59	1,551
Leite de vaca e de outros animais	11.474,86	1,515
Soja em grão	10.923,77	1,443
Petróleo e gás natural	9.972,62	1,317
Frutas cítricas	8.244,10	1,089

Fonte: ANTAQ (2013).

Figura 1 – Área contígua e área total de influência da Hidrovia do São Francisco

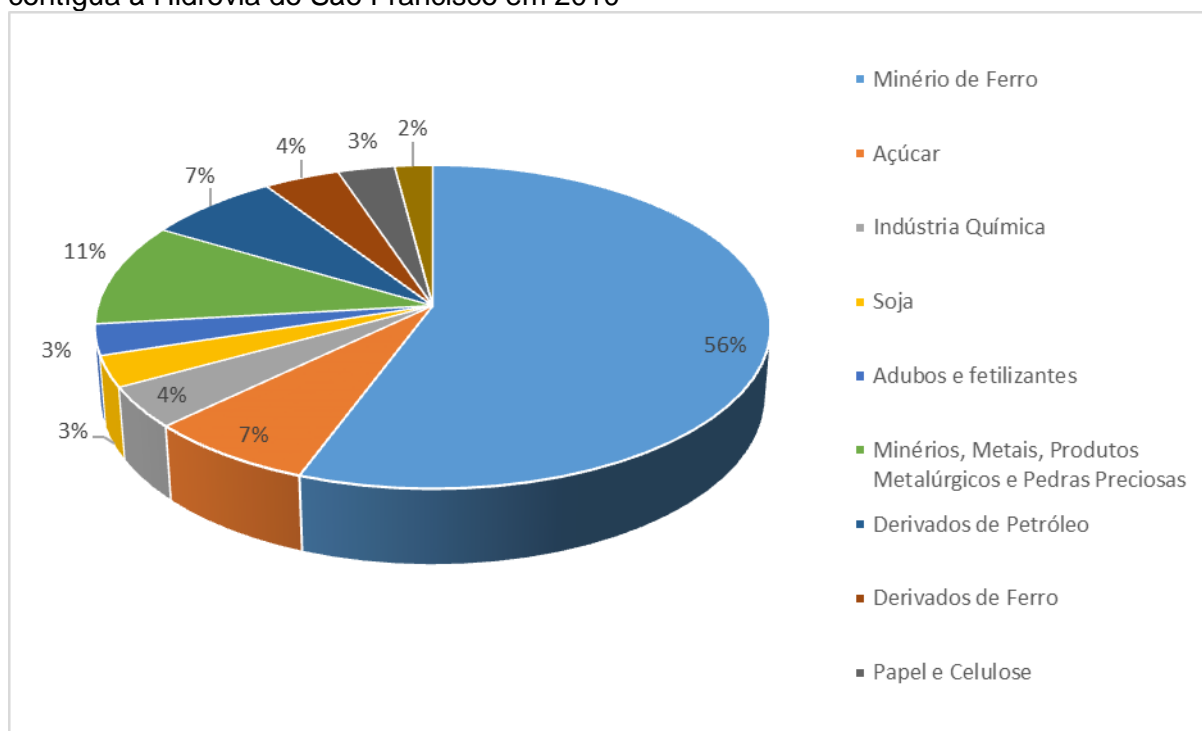


Fonte: ANTAQ (2013).

Na área contígua, apresentado na (Figura 7), o produto mais movimentado pelos diferentes modais é o minério de ferro, principalmente em razão de seu forte apelo para o comércio exterior. Segundo os dados fornecidos pela ANTAQ (2013), em 2010, movimentou-se 76 milhões de toneladas de minério de ferro, abarcando 54% do total de cargas movimentadas nessa região. Em termos de movimentação, o segundo grupo mais importante é o de minérios, metais, produtos metalúrgicos e pedras preciosas, representando 13,4 milhões de toneladas, com 10% da participação total. O terceiro produto mais importante é o açúcar, com 7 milhões de toneladas e 8% de representatividade das movimentações. Por fim, o quarto grupo mais importante é formado pelos derivados de petróleo, com 9,9 milhões de toneladas e 7%, enquanto os demais produtos representam menos de 5% cada um.

De acordo com a análise realizada pelo Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior, o Gráfico 3 apresenta a movimentação de produtos em comércio exterior, denominado AliceWeb, da Secretaria de Comércio Exterior, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, os principais produtos movimentados pelas regiões da área contígua à Hidrovia do São Francisco, em 2010, foram:

Gráfico 3 – Principais produtos movimentados em comércio exterior pelas regiões da área contígua à Hidrovia do São Francisco em 2010



Fonte: Brasil (2010).

É importante ressaltar que existem outros grupos de produtos que contribuem fortemente para a movimentação e comércio da região, além de contribuir para com o crescimento local, como o exemplo dos produtos agrícolas e derivados: açúcar, café, trigo, soja, farelo de soja, representando, como um conjunto, 14% da movimentação da região contígua à hidrovia do São Francisco.

2.6 PROJETOS DE ENERGIA RENOVAVEL NA BACIA DE SÃO FRANCISCO

2.6.1 Energia eólica

A energia eólica é uma energia cinética de deslocamento das massas de ar (ventos), que são gerados pelas diferenças de temperatura da terra e dos mares. Resultado da associação da radiação solar incidente no planeta com o movimento de grande rotação da terra, fenômenos naturais que se repetem. Essa energia é renovável considerada abundante limpa e encontra-se em todos os lugares. Mas apesar de ser uma energia limpa ela ainda causa alguns impactos ambientais, pois onde são instaladas as fazendas eólicas, conforme se observa o potencial energético apresentado na (Figura 8), a paisagem local muda e podem ameaçar pássaros em suas rotas migratórias (SERVIDONI; PICCINATO, 2009).

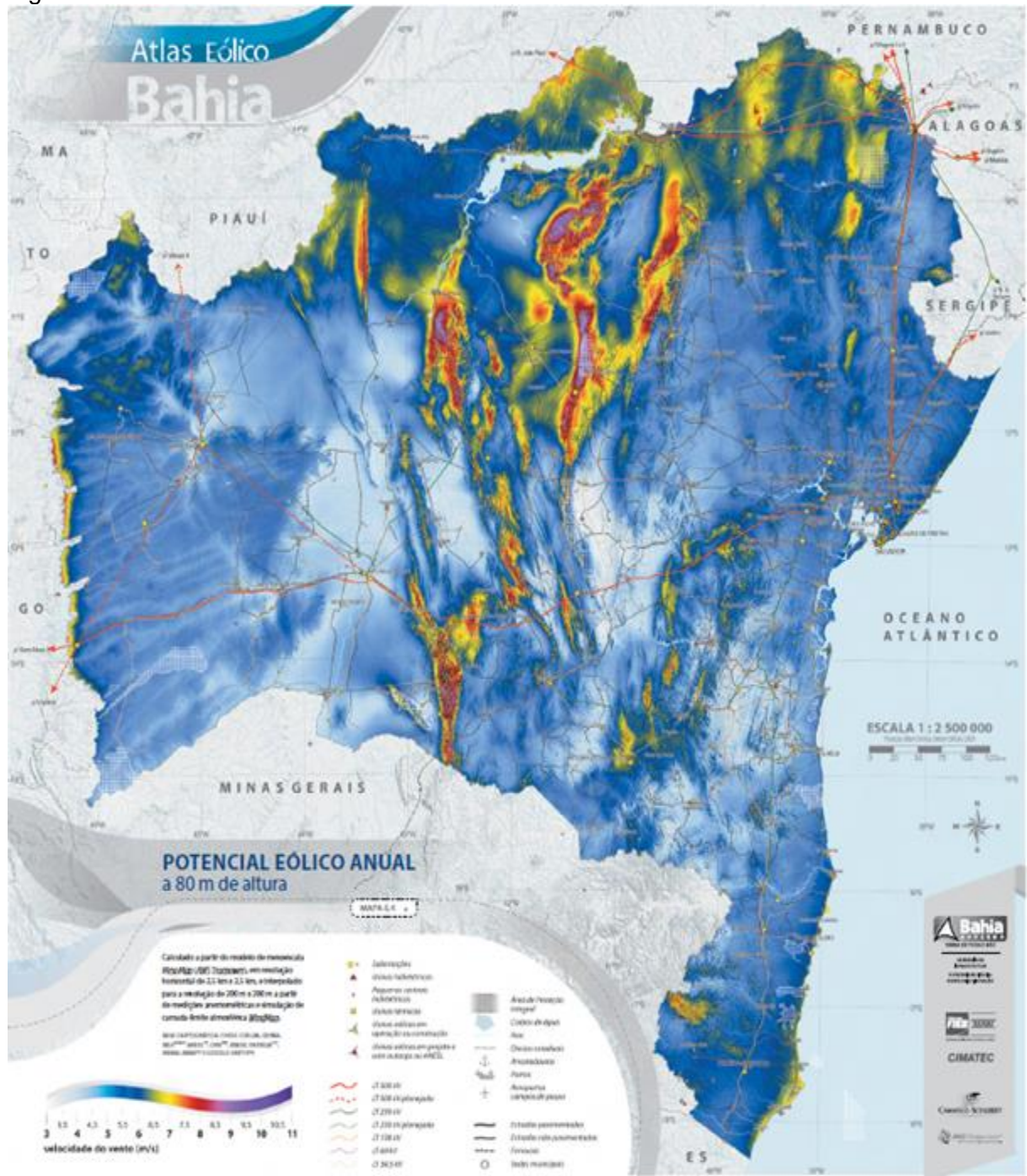
Com a evolução das técnicas de geração da energia eólica os tamanhos dos aerogeradores estão cada vez maiores e mais eficientes favorecendo a sua utilização pela redução dos custos operacionais, tornando cada vez mais viável sua utilização.

Dentre os impactos ambientais gerados pelo sistema eólico, um dos mais discutidos está relacionado ao ruído produzido pelos equipamentos, em específico, os aerogeradores. O ruído proveniente dessas peças está relacionado com a caixa das engrenagens, responsável por multiplicar a rotação das pás para o gerador. A transmissão de ruído mecânico também é causada pela própria torre, quando entra em contato com as engrenagens (FERREIRA, 2008).

Uma das maiores preocupações de impacto ambiental, em relação à biodiversidade, está relacionada com os pássaros, que podem colidir com os aerogeradores (FERREIRA, 2008).

O cumprimento da legislação ambiental é a melhor saída, para o correto empreendimento dos complexos de energia eólica. No estado da Bahia, por exemplo, os órgãos governamentais que gerenciam processos de licenciamento ambiental de novos empreendimentos eólicos são o Ministério de Meio Ambiente, por meio do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA), na esfera federal, e a Secretaria de Meio Ambiente (SEMA), na esfera estadual.

Figura 8 – Potencial eólico anual da Bahia



Fonte: Atlas Eólico da Bahia (2013).

Em 2001, o Licenciamento Ambiental, regulado pela Resolução CONAMA 279, previu a permissão de empreendimentos de infraestrutura elétrica com pequeno potencial de impacto. Na Bahia, a emissão das licenças teve como objetivo acelerar o processo de licenciamento inicial, para permitir a habilitação de empreendimentos

eólicos, a partir da participação de leilões de energia promovidos pelo Governo Federal.

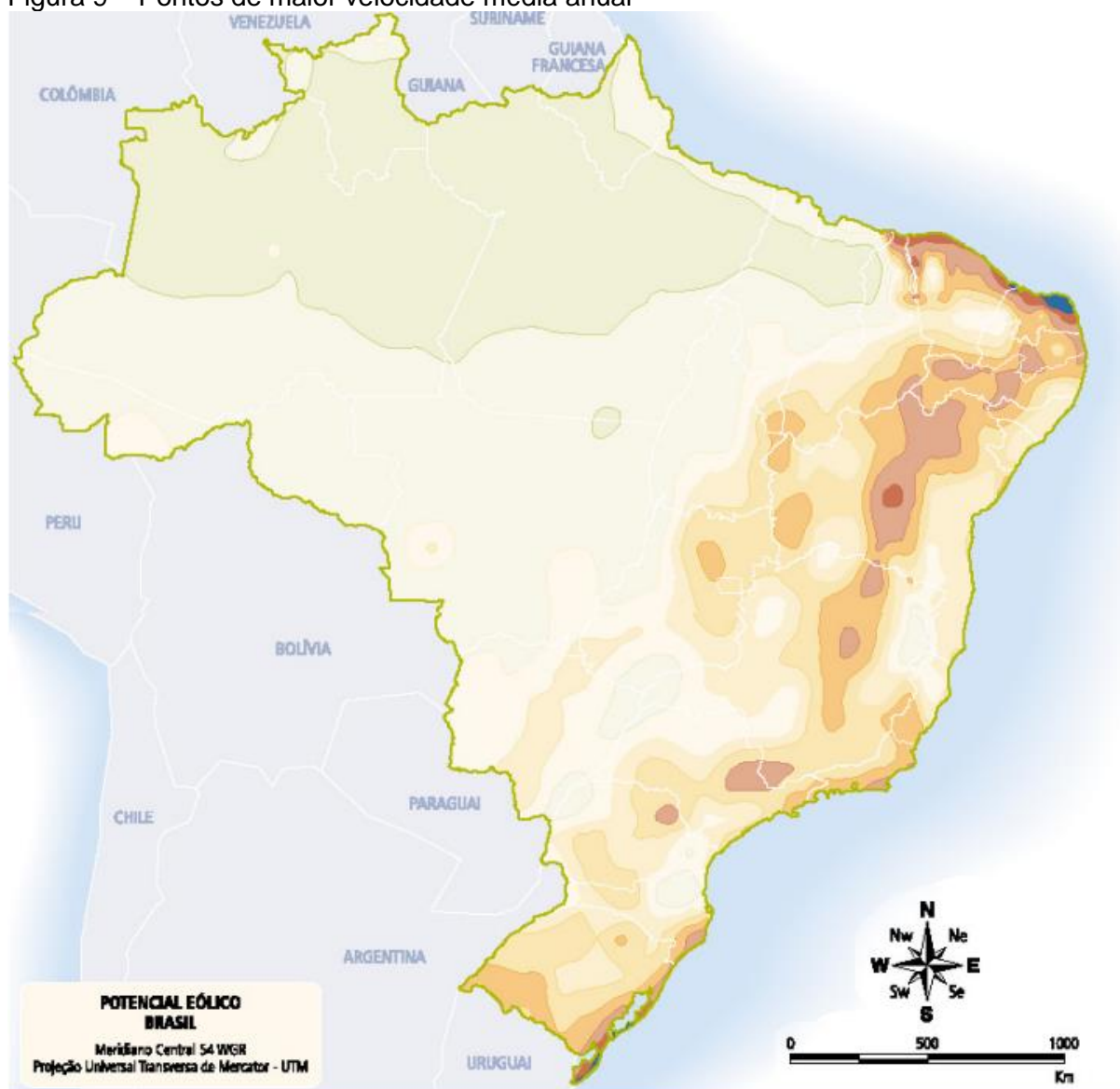
A elaboração de um projeto eólico, quando enquadrado em um processo de licenciamento, restringe-se a alguns condicionantes (CEPEL, 2013):

- a) O empreendimento não deve remover população ou inviabilizar comunidades com sua implantação;
- b) Não intervir em Unidade de Conservação de Proteção Integral, rotas de aves migratórias ou sítios com ocorrência de fauna e/ou flora endêmica;
- c) Não interferir, em qualquer fase do empreendimento, em cavidades naturais subterrâneas, dunas móveis, mangues; entre outros. Empreendimentos que, contrariamente, sejam considerados de significativo potencial de impacto ambiental exigem a apresentação dos respectivos Estudo e Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA.

As áreas da caatinga são consideradas com grande potencial eólico, como verifica-se na (Figura 9) e envolvem o conflito de interesses por estar sob o critério de prioridade para conservação, o que traz a necessidade de estabelecer grande cuidado, compreensão e conhecimento das premissas que levaram à instalação das Unidades de Conservação (CALHEIROS, 2012).

A Unidade de Conservação do Boqueirão da Onça, por exemplo, foi criado em 2002, e atualmente é composto por um mosaico de áreas com diferentes definições legais: uma Área de Proteção Ambiental – APA, um Parque Nacional e um Monumento Natural, com área total aproximada entre 8.500 e 10.000 km², sobrepondo-se parcialmente à APA Estadual do Lago de Sobradinho.

Figura 9 – Pontos de maior velocidade média anual



Velocidade média do vento (m/s)
50 m acima do nível da superfície

Classes de energia	Velocidade média do vento (m/s)				
	Matá	Campo Aberto	Zona Costeira	Morro	Montanha
4	> 6,0	> 7,0	> 8,0	> 9,0	> 11,0
3	4,5 - 6,0	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	7,5 - 9,0	8,5 - 11,0
2	3,0 - 4,5	4,5 - 6,0	4,5 - 6,0	6,0 - 7,5	7,0 - 8,5
1	< 3,0	< 4,5	< 4,5	< 6,0	< 7,0

Fonte: Ferreira (2008).

Esses locais possuem uma grande variedade de fauna e flora, além dos sistemas de cavernas, sítios arqueológicos, vegetação nativa conservada, locais de

beleza cênica, além da preservação das populações remanescentes tradicionais ou de espécies animais ameaçadas (CEPEL, 2013).

Atualmente, não existe no Brasil um contexto legal que ofereça marco regulatório eficiente para a exploração do potencial eólico marítimo, especialmente em se tratando de questões de licenciamento ambiental, implementação, modelo de concessão, ou peculiaridades sobre exploração das áreas. O próprio campo ambiental ainda possui poucas pesquisas sobre essa temática, principalmente sobre as atividades pesqueiras ou as influências e prejuízos para a biologia marinha. As definições sobre modelos de inventário, concessão e exploração devem ser estabelecidas, principalmente pelo fato de que essas áreas pertencem à União.

O estado da Bahia, por exemplo, vivencia um processo de grande incentivo para a produção de energia eólica, principalmente a partir da concessão de mais de 130 licenças prévias de projetos, que implantou mais de 1.300 aerogeradores, conforme os dados cedidos pelo governo do estado (CEPEL, 2013).

A energia eólica possui um grande apelo em razão das propostas de matrizes renováveis de energia, que proporcionem um baixo impacto ambiental e, principalmente, não causem a emissão de CO₂ gás de efeito estufa. Apesar desse viés sustentável da indústria da energia eólica, os projetos novos que estão avançando os territórios do país podem entrar em conflito com as áreas de proteção ambiental. Em específico, pode-se abordar o caso dos projetos da região conhecida como Boqueirão da Onça, ou o Parque Estadual do Morro do Chapéu, locais próximos à Chapada da Diamantina. Essas localidades estão muito próximas às unidades de conservação e áreas de proteção ambiental integral (MARTINS; GUARNIERI; PEREIRA, 2008).

2.7 PRINCIPAIS CONFLITOS DO USO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

O presente tópico tem a pretensão de abordar os principais conflitos presentes na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, relacionando os diferentes interesses destinados ao uso das águas do rio, compreendendo as disputas energéticas para a geração de energia eólica e solar como forma de economizar o

volume de armazenamento de água de Sobradinho para outros fiuns que não seja geração de energia como para o abastecimento da agricultura, para proporcionais maior navegabilidade nos períodos de secas.

2.7.1 A construção de hidrelétricas na Bacia do São Francisco

A bacia hidrográfica do São Francisco vem sofrendo uma série de impactos socioambientais ocasionados pela construção de barragens a partir da década de 50. O mapa abaixo mostra toda a bacia hidrográfica do São Francisco.

Figura 10 – Mapa da bacia hidrográfica do rio São Francisco e suas usinas hidrelétricas



Fonte: Gouveia (2009).

Analisando o mapa, é possível observar nove usinas hidrelétricas existentes no curso do Rio São Francisco, como mostra a (Figura 10). Em 1952, quando a primeira das usinas (de Três Marias) entrou oficialmente em funcionamento, no alto curso do Rio, a de Paulo Afonso I (PA I), que fica no submédio curso, já havia começado suas obras em 1948, e foi inaugurada somente em 1955. A PA II entrou em funcionamento em 1961 e as duas últimas hidrelétricas (PA III e PA IV)

começaram a funcionar no início da década de 1970, dando o marco inicial do complexo de Paulo Afonso. (GOUVEIA, 2009; MAGALHÃES; RODRIGUES; FELIPPE, 2009)

A usina de Moxotó, localizada na mesma altura do curso do rio onde está o Complexo de Paulo Afonso, iniciou seu funcionamento em 1977. Em contraponto, a hidrelétrica de Sobradinho passou a funcionar em 1979, embora tenha sido construída em 1973 e está localizada, também, no submédio do São Francisco, conjuntamente com a hidrelétrica Luiz Gonzaga (antiga Itaparica), que iniciou suas atividades em 1988. Por fim, a hidrelétrica Xingó, que se encontra no Baixo São Francisco, foi a última a iniciar suas atividades, em 1994. Geograficamente falando, a expansão socioespacial nas margens dos rios motivou a organização territorial no entorno, da mesma forma como ocorreu na bacia do rio São Francisco durante a colonização do Brasil (GOUVEIA, 2009).

Analisando os impactos das hidrelétricas sobre a bacia referida, pode-se destacar a significativa diminuição de vazão que o rio sofreu após a construção das barragens até a foz, que resultou na extinção do ciclo das cheias naturais, afetando diretamente a população ribeirinha que se desenvolvia a partir do ciclo do arroz e dependia do ciclo das cheias para produzir sua subsistência. (MAGALHÃES; RODRIGUES; FELIPPE, 2009).

A população ribeirinha em questão, até o ano de 1987, destacava a cheia do rio São Francisco como época de fartura. No ano em que a hidrelétrica de Xingó começou a ser construída (1987), houve uma queda devastadora na produção de alimentos da comunidade ribeirinha, e, ano após ano, as produções do ciclo do arroz desapareceram (GOUVEIA, 2009).

Um dos outros impactos causados foi a alteração da dinâmica fluvial do rio São Francisco. As intervenções estruturais devido às barragens causaram a diminuição da vazão do rio e a redução da descarga de sedimentos, que influenciam na redução da produtividade primária, na morte de muitos peixes, na desestabilização da costa e na intrusão de águas marinhas na região do estuário. Por consequência, a diminuição da vazão do rio também se deve à infiltração e evaporação (MAGALHÃES; RODRIGUES; FELIPPE, 2009).

A deposição dos sedimentos nas represas é causada pelas fortes correntezas das enchentes, que transportam sedimentos até a foz, que são muito importantes para regulamentar a erosão do leito do rio, pois evita que os sedimentos fiquem represados alterando a constituição de formação do rio. Com a alteração causada no baixo curso do rio, extinguiu-se as correntezas das enchentes, fazendo com que o leito e regiões aos arredores começassem a sofrer com a erosão causada por cascalhos, ou seja, o solo em volta das pedras é carregado ficando somente os cascalhos. O trecho onde foi construída a hidrelétrica de Xingó, é um trecho bastante acidentado o que proporciona esse tipo de erosão, por exemplo, possui alta declividade da barragem de Xingo contribui para esse índice ocasionando esse tipo de erosão na região (GOUVEIA, 2009; RODRIGUES, MAGALHÃES, FELIPPE, 2009).

Sobre a questão dos sedimentos do rio São Francisco, segue a citação abaixo:

[...] o aumento constante da área das barras fluvio-marinhas emersas, bem como do número destas, não é resultado de uma diminuição das cotas ou da vazão do São Francisco. O processo parece ser resultado de um aumento na carga sedimentar do rio, em relação a sua energia, que promove a alocação de uma maior quantidade de sedimentos no limite do arco de deposição na foz. Tais modificações são mais evidentes a partir de 1997, o que leva a crer que são fruto das alterações promovidas pela construção da Usina Hidrelétrica de Xingó, que entra em atividade em 1994. (MAGALHÃES; RODRIGUES; FELIPPE, 2009, p.3744).

A falta de estudos dos impactos socioambientais antes da construção das hidrelétricas na bacia de São Francisco aponta uma influência grave destas sobre o espaço geográfico. O problema com os sedimentos foi apenas um dos muitos causados pela instalação das hidrelétricas naquela região. É necessário que, antes de ocorrer as instalações, seja considerado o espaço natural e o espaço geográfico e como a relação direta e indireta do homem e a natureza concernente ao local. Com este espectro, os efeitos impactantes serão mitigados. (GOUVEIA, 2009)

João Santana (EBDA) ratifica a importância do fortalecimento dos conceitos sustentabilidades de desenvolvimento da Bacia do Rio São Francisco, traçando um roteiro histórico do surgimento da sustentabilidade em Estocolmo. Partindo do

princípio de que o homem é o centro do universo, sendo visto em sua totalidade. Dentre os problemas mencionados destacam-se alguns de impactos como: salinização dos solos, uso perdulário da água, destruição das matas ciliares, assoreamento dos rios e agricultura predatória.

2.7.2 Projeto de transposição do Rio São Francisco e sua influência sobre as hidrelétricas

Boa parte da região Nordeste sofre com o problema da escassez de água, que ocorre, em sua maioria, na região do semiárido, onde estão compreendidos o sertão e o agreste, cobrindo 57% do território nordestino afetando 40% de sua população. Nesta região, a precipitação média anual é de 800 milímetros (SUASSUNA, 2005).

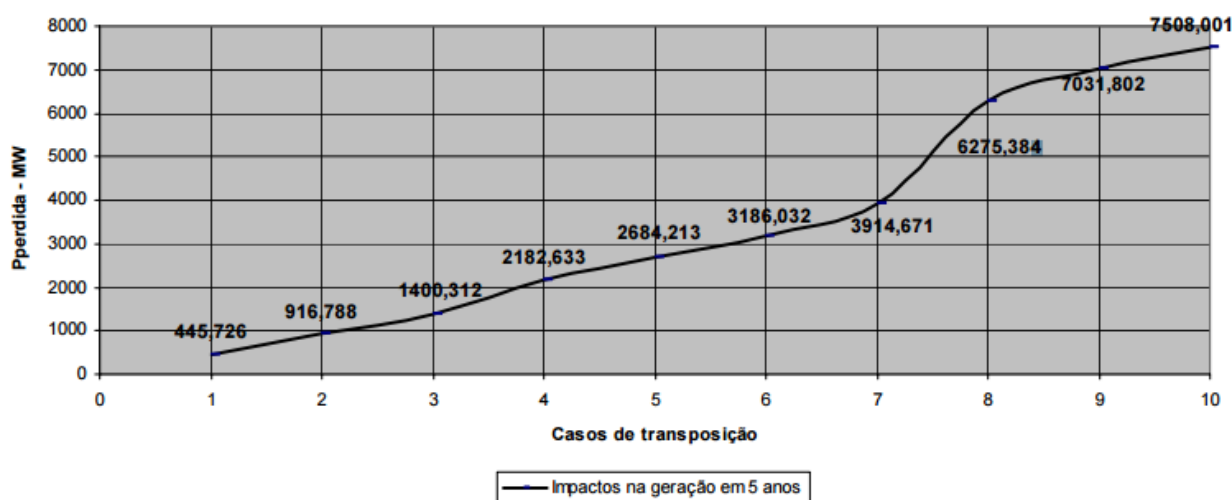
Conviver com a adversidade climática é uma das principais preocupações da população do Semiárido nordestino. Grande parte da população pratica a agricultura de subsistência em pequenas propriedades familiares baixos índices pluviométricos fazem com que estas pessoas não consigam garantir o alimento para suas famílias (NUNES, 2011)

Um programa que visa a melhoria da questão hídrica no Nordeste trata-se a respeito da transposição do rio São Francisco. O benefício esperado a partir desta obra é o suprimento das demandas hídricas da população do semiárido, que receberá parte da água do rio São Francisco. Estas demandas dizem respeito às áreas urbanas, distritos industriais, uso na agricultura e à dessedentação animal. (GOUVEIA, 2009; NUNES, 2011).

Um estudo feito pelo pesquisador Gerson Luiz Soriano Lerner, em 2006, avaliou os impactos sobre as hidrelétricas com relação à transposição do rio São Francisco a partir de um modelo matemático que comparava o decaimento da produção de energia com a transposição e sem a transposição. O resultado obtido está na imagem abaixo:

Gráfico 4 – Resultado do modelo matemático: Perda hidro energética com os 10 casos de transposição

Impactos na geração das UHEs do rio S. Francisco pela transposição em 5 anos



Fonte: Lerner (2006).

A primeira parte do Gráfico 4, expressa pela linha composta de segmentos retilíneos (caso 1 a caso 7) indica uma pequena perda adicional com o crescimento da demanda de transposição. É possível observar uma pequena inclinação na linha ascendente, o que indica pouca potência perdida ao aumentar a demanda de transposição de 10% para até 70% da vazão máxima diária permitida.

Na segunda parte do Gráfico 4, observa-se o ponto mais crítico do estudo, ao revelar um crescimento exponencial da potência perdida por aumento da demanda de transposição. O efeito do aumento da demanda de transposição de 70% para 80% da vazão máxima afeta diretamente a geração elétrica, causando maiores impactos. Ao aumentar 10% da vazão, perde-se aproximadamente 2361 MW de geração de energia.

A terceira parte do Gráfico 4 aponta a região de transição do comportamento antes em exponencial, para um novo comportamento linear, da mesma maneira que o primeiro trecho indicava.

A quarta parte do Gráfico 4 indica um comportamento linear, demonstrando os efeitos do aumento da demanda da transposição de 90% para 100% da vazão máxima diária concedida.

Esses resultados apresentados por Lerner (2006) demonstram que os valores máximos de transposição causam um impacto de aproximadamente 7508 MWh em 5 anos de operação. Esse valor de energia corresponde à usina de Xingó operando com potência plena durante 2 meses e meio.

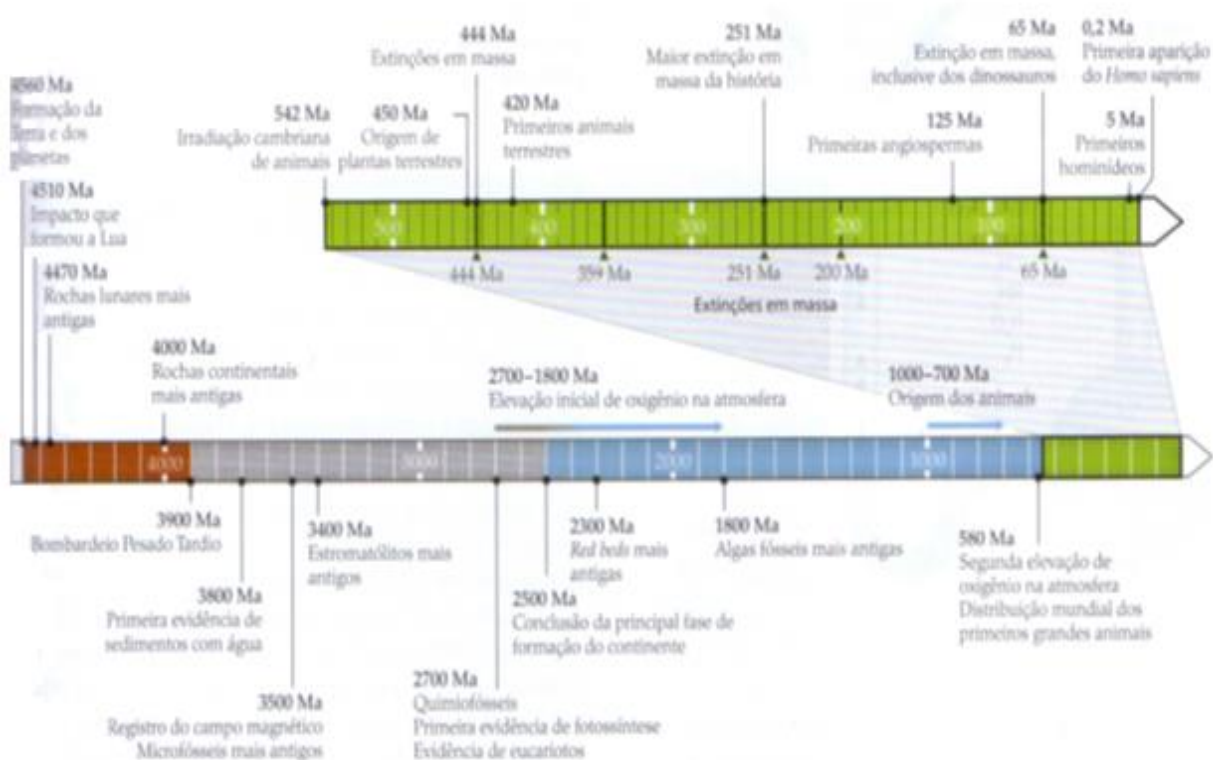
Além desses resultados, temos que considerar também a energia utilizada para movimentação das turbinas, o que faz com que o efeito da transposição sobre as hidrelétricas seja no mínimo mais severo. (LERNER, 2006).

Existem em 2015 18 hidrelétricas na bacia do Rio São Francisco, sendo que dessas 18, 50% encontram-se literalmente na calha do próprio rio, as demais encontram-se em afluentes pertencentes a bacia.

3 MUDANÇAS CLIMATICAS NATURAIS

Hipóteses desenvolvidas nas geociências e ciências da vida demonstram que o Planeta Terra se formou há cerca de 4,56 bilhões de anos até o aparecimento do *Homo habilis*; que para corrente científica representa a primeira espécie humana surgida há cerca de 2,8 milhões de anos (GROTZINGER; JORDAN, 2013). Assim, de acordo com o fluxograma do tempo geológico representado na (Figura 11), pode-se observar alguns dos principais eventos que ocorreram entre a formação da Terra e o surgimento da primeira espécie humana.

Figura 11 – Tempo geológico apresentando os principais registros geológico



Fonte: Grotzinger e Jordan (2013).

Esses registros geológicos, entre eles: formação da lua; caracterização das rochas continentais mais antigas; início da atmosfera com oxigênio e o “*BigBang*” evolutivo de animais terrestres e plantas, são caracterizados por meio de técnicas de datação isotópica (GROTZINGER; JORDAN, 2013, p. 214).

A datação isotópica é possível somente se uma quantidade mensurável de átomos-pais e filhos permanecer na rocha. Por

exemplo, se a rocha é muito antiga e a taxa de decaimento muito rápida, quase todos os átomos-pais já foram transformados. Neste caso, pode-se concluir que a pilha do relógio isótopos acabou, mas não sabe-se dizer há quanto tempo ele parou. Assim, aqueles que decaem lentamente durante bilhões de anos, como o rubídio-87, são utilizados para medir a idade de rochas antigas, enquanto os que decaem rapidamente, como o carbono-14, são úteis para determinar as idades de rochas mais novas.

Desta forma, segundo Grotzinger e Jordan (2013), embora a evolução biológica da Terra seja vista como um processo lento, ela apresenta períodos de mudanças rápidas caracterizadas pelas extinções em massa, que ocorreram durante os períodos de: 443; 359; 251; 200 e 65 milhões de anos (Figura 11). Sendo o último período de extinção em massa, 65 milhões de anos, causado pelo impacto de um grande bólido (fragmento de rocha oriunda do espaço medindo 10 km de diâmetro) ou por variação climática rápida ocasionada por glaciações, além de grandes erupções vulcânicas expelindo significativa quantidade de material particulado para a atmosfera.

Neste caso, tanto os processos que envolvem as variações climáticas como as erupções vulcânicas estão inseridos no sistema Clima; que apresentam interações entre a atmosfera, a hidrosfera, a criosfera, a biosfera e a litosfera, e estão contidos dentro do sistema Terra (Figura 12) (GROTZINGER; JORDAN 2013)

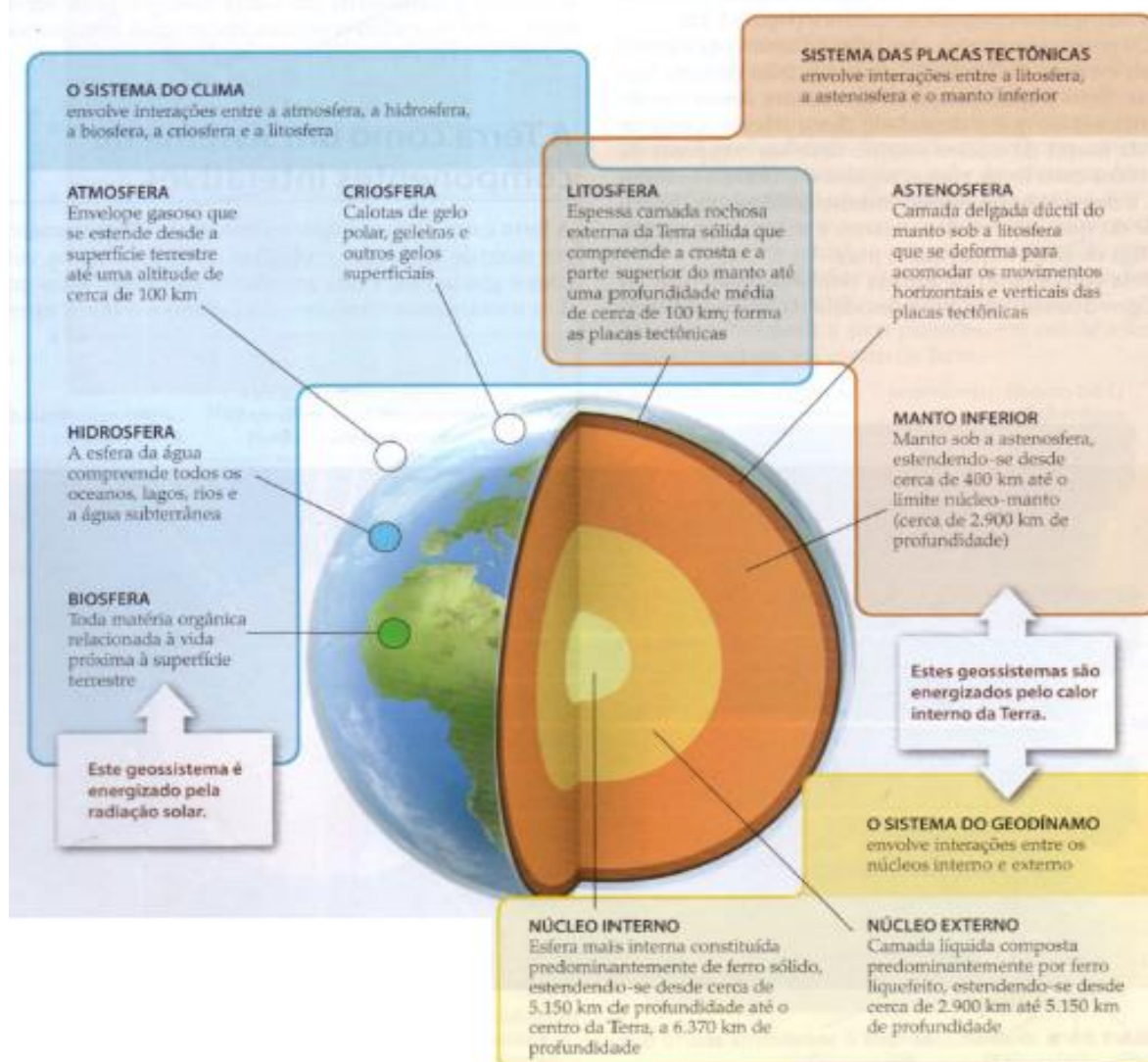
Segundo Wallace (1903) citado por Flannery (2010, p. 41)

O grande oceano aéreo que nos cerca tem a propriedade maravilhosa de permitir que os raios de calor do sol passem através dele sem aquecê-lo; mas, quando a terra é aquecida, o ar fica quente pelo contato com ela, e também, numa quantidade considerável, pelo calor irradiado da terra quente. Isso acontece porque, embora o ar puro e seco permita que esses raios de calor passem por ele livremente, o vapor de água e o ácido carbônico (CO₂) no ar os interceptem e absorvam.

No sistema Clima ocorre o principal fenômeno de aquecimento da superfície da Terra denominado “Efeito Estufa”. Esse fenômeno se desenvolve por meio dos gases de efeito estufa (vapor d’água, dióxido de carbono, metano e o ozônio), que

absorvem energia diretamente do sol e a irradiam por meio de energia infravermelha em todas as direções, inclusive para a superfície da Terra (GROTZINGER; JORDAN, 2013).

Figura 12 – O sistema Terra inclui todas as partes do planeta e suas interações



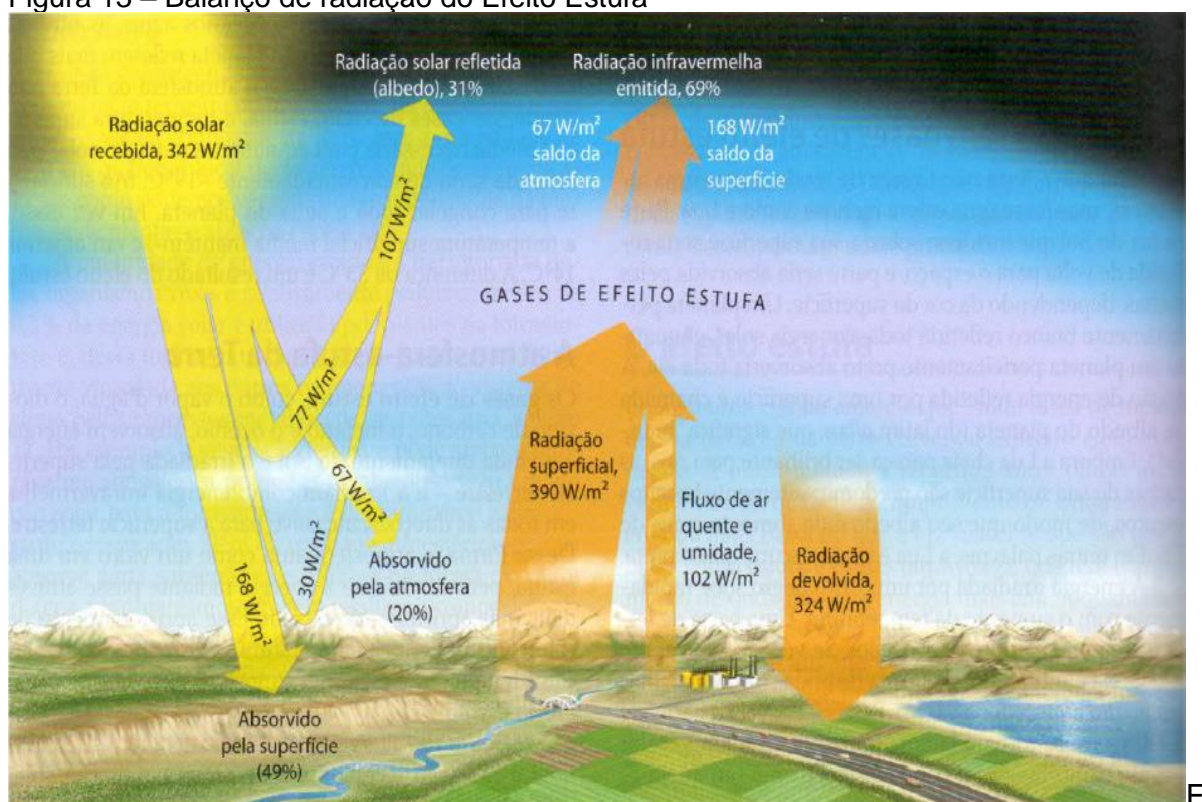
Fonte: John Grotzinger e Tom Jordan (2013).

Assim, a premissa básica do balanço de radiação entre o Sol e a Terra caracteriza-se pela radiação solar recebida (342 W/m^2), enquanto o ar quente, a umidade e a radiação transportam de volta para a atmosfera, mais energia da superfície da Terra (492 W/m^2) que a recebida da radiação solar. Desta forma, os gases do efeito estufa contidos na atmosfera são responsáveis pela radiação

devolvida para a superfície da Terra (324 W/m^2), na forma de radiação infravermelha (Figura 13).

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), as ações dos gases do efeito estufa bloqueiam a perda das radiações terrestres para o espaço, de modo que são mantidas na Troposfera, resultando no seu aquecimento, proporcionando a Terra manter uma temperatura média anual de $16,5$ graus centígrados, garantindo a manutenção da vida nela existente.

Figura 13 – Balanço de radiação do Efeito Estufa



Fonte: Grotzinger e Jordan (2013).

Todavia, os climas locais e regionais são muito mais variáveis que o clima global levando a ocorrência de padrões geográficos distintos e irregulares quanto a sua sincronizações e amplitudes. Dentre estas variações regionais destacam-se o *El Niño*, o “menino” em espanhol, denominado por pescadores peruanos, em função do aquecimento das águas superficiais distantes da costa do Oceano Atlântico na América do Sul, durante o período do Natal.

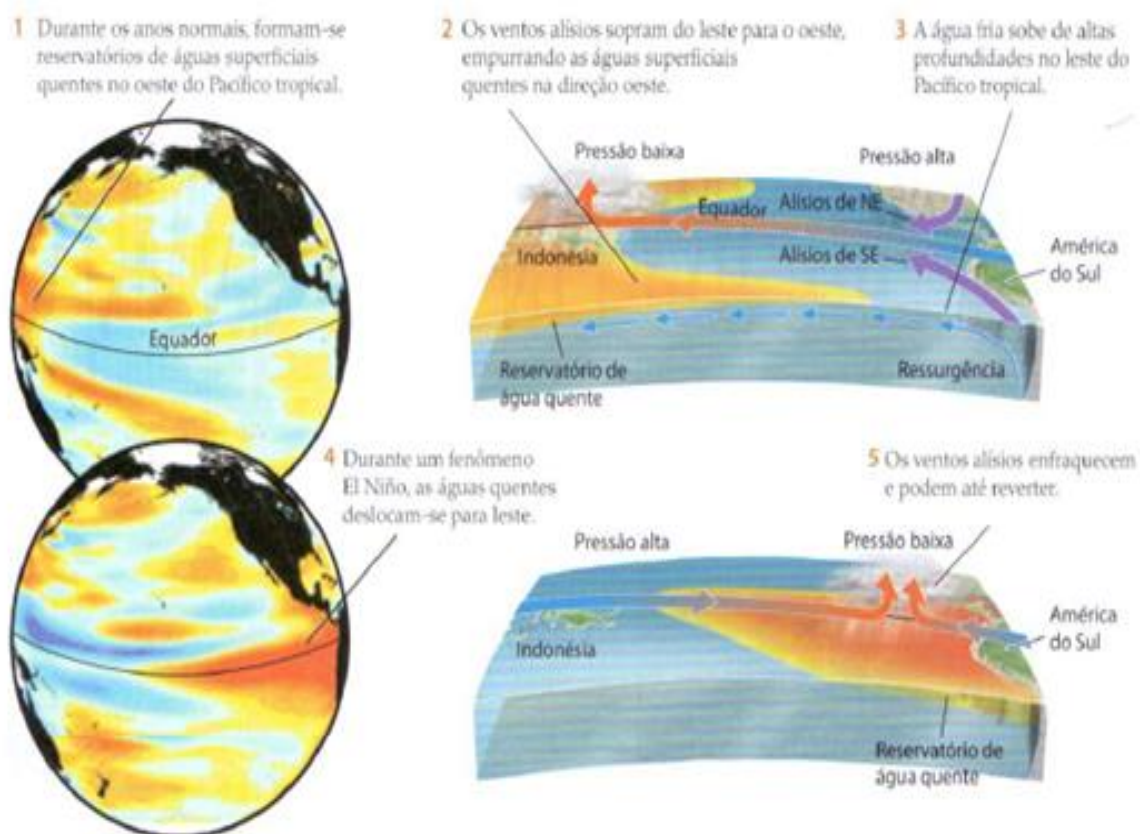
3.1 O FENÔMENO *EL NIÑO*

A Oscilação Meridional-*El Niño* (ENSO), é uma variação natural provocado pela troca de calor entre a atmosfera e as águas superficiais do Oceano Pacífico tropical. Caracteriza-se como o mais famoso exemplo de aquecimento que ocorre a cada período de 3 a 7 anos e tem duração em torno de 1 ano. E só recebe o nome de *El Niño* quando a anomalia térmica atinge proporções elevadas (1°C) ou muito elevadas (4°C a 6°C), acima da média térmica que é de 23°C.

Segundo Grotzinger e Joordan (2013, p. 420) (Figura 14):

O *El Niño* é causado por uma perturbação de padrão normal de troca de calor entre os ventos e as correntes do Pacífico tropical. O Pacífico absorve uma imensa quantidade de calor solar – mais do que qualquer outro oceano. Normalmente, as águas mais quentes no oeste do Pacífico tropical próximo à Indonésia causam pressões mais baixas, violentas tempestades e chuvas intensas naquela região. Ao contrário disso, a pressão do ar é mais alta e a precipitação é menos intensa ao longo das águas mais frias do leste do Pacífico tropical. Esses padrões predominantes de pressão controlam os ventos alísios que sopram de leste para oeste, empurrando as águas aquecidas do Pacífico tropical para o ocidente, onde elas se acumulam e mantêm uma grande piscina quente. No Pacífico leste, as águas profundas mais frias emergem para substituir as águas superficiais mais quentes sopradas para oeste, produzindo uma “língua fria” Equatorial próximo da costa oeste da América do Sul. Esporadicamente, por razões que ainda não são inteiramente compreendidas, o equilíbrio desse sistema colapsa. A pressão atmosférica sobe ao longo do Pacífico tropical oeste e cai nas partes central e leste, causando o enfraquecimento dos ventos alísios ou até mesmo a reversão ocasional de sua direção. Essa recorrente alternância na pressão do ar é chamada de Oscilação Meridional. Com o colapso dos ventos alísios, cessa o transporte de água quente para oeste, e um imenso bolsão quente migra para leste, levando junto tempestade e chuva. A língua fria equatorial deixa de se desenvolver e as temperaturas através do Pacífico tropical tornam-se mais uniformes.

Figura 14 – A Oscilação Meridional-El Niño



Fonte: Grotzinger e Jordan (2013).

As principais hipóteses para a origem do *El Niño*, segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), são distintas para geólogos, oceanógrafos, meteorologistas e astrônomos e apresentam as seguintes premissas:

- a) Segundo os geólogos, o fenômeno é decorrente de erupções vulcânicas submarinas e/ou continentais. Este fato seria constatado nos eventos dos El Niño ocorridos em 1982, 1985 e 1991 estarem relacionados as erupções vulcânicas que ocorreram, respectivamente, no México (El Chichón), na Colômbia (El Nevado) e nas Filipinas (Pinatubo), e estariam correlacionadas as cinzas vulcânicas expelidas na Troposfera, gerando alteração do balanço de radiação na superfície e circulação atmosférica;
- b) Enquanto os oceanógrafos estabelecem que a origem do *El Niño* está relacionada a ações que ocorrem exclusivamente no oceano Pacífico. O fenômeno seria resultante do acúmulo de águas quentes na porção

leste do oceano, em função da intensificação prolongada dos ventos de leste provocando a elevação do nível do mar;

- c) Já os meteorologistas indicam que a origem do fenômeno é externa ao oceano Pacífico, e provocado pelas quedas térmicas sobre a Ásia Central e que reduz os ventos de monção de verão na Índia, resultando na formação de condições de baixas pressões mais intensas sobre o oceano Índico. Assim, os ventos alísios do leste do Índico e do oeste do Pacífico tornando-se menos ativos e criando condições para formação do *El Niño*; e
- d) Finalmente, os astrólogos concluem que o *El Niño* está ligado aos ciclos solares de 11 anos.

Segundo o Climatedo *et al*, citado por Alves (2015), o fenômeno *El Niño* pode ser caracterizado em 05 (cinco) etapas sequenciadas:

- a) Uma corrente quente anormal empurra a água da superfície do oceano Pacífico de oeste (Oceania) para Leste (América do Sul);
- b) Este fato enfraquece as correntes de águas superficiais contrárias e os ventos alísios que sopram de leste (América do Sul) para oeste (Oceania);
- c) As correntes de águas superficiais mais profundas e curtas movimentam-se de oeste para leste sem conseguir esfriá-la;
- d) As águas superficiais mais profundas, porém ainda quentes, sobem quando encontram-se com o continente (América do Sul), prejudicando a retroalimentação da circulação; e
- e) Os ventos alísios fracos, vindo da América do Sul, fazem com que a umidade não seja levada ao mar, causando chuvas e seca em áreas distintas do continente Americano.

Porém, o fenômeno *El Niño* tem apresentado consequências em nível mundial. Os impactos ambientais apresentados por Moura apud Molion (1987) citado por Mendonça e Danni-Oliveira (2007), indicam que o Sul do Brasil, norte da Argentina e leste do Paraguai apresentou predominantemente o fenômeno de

enchente, com 170 mortes e perdas de US\$ 3 bilhões. Enquanto, o nordeste do Brasil caracteriza-se por secas de diversas intensidades durante a estação chuvosa (fevereiro a maio) na faixa centro-norte da região (MENDONÇA ; DANNI-OLIVEIRA, 2007) (Figura 15).

Figura 15 – Efeitos do Fenômeno El Niño na América do Sul



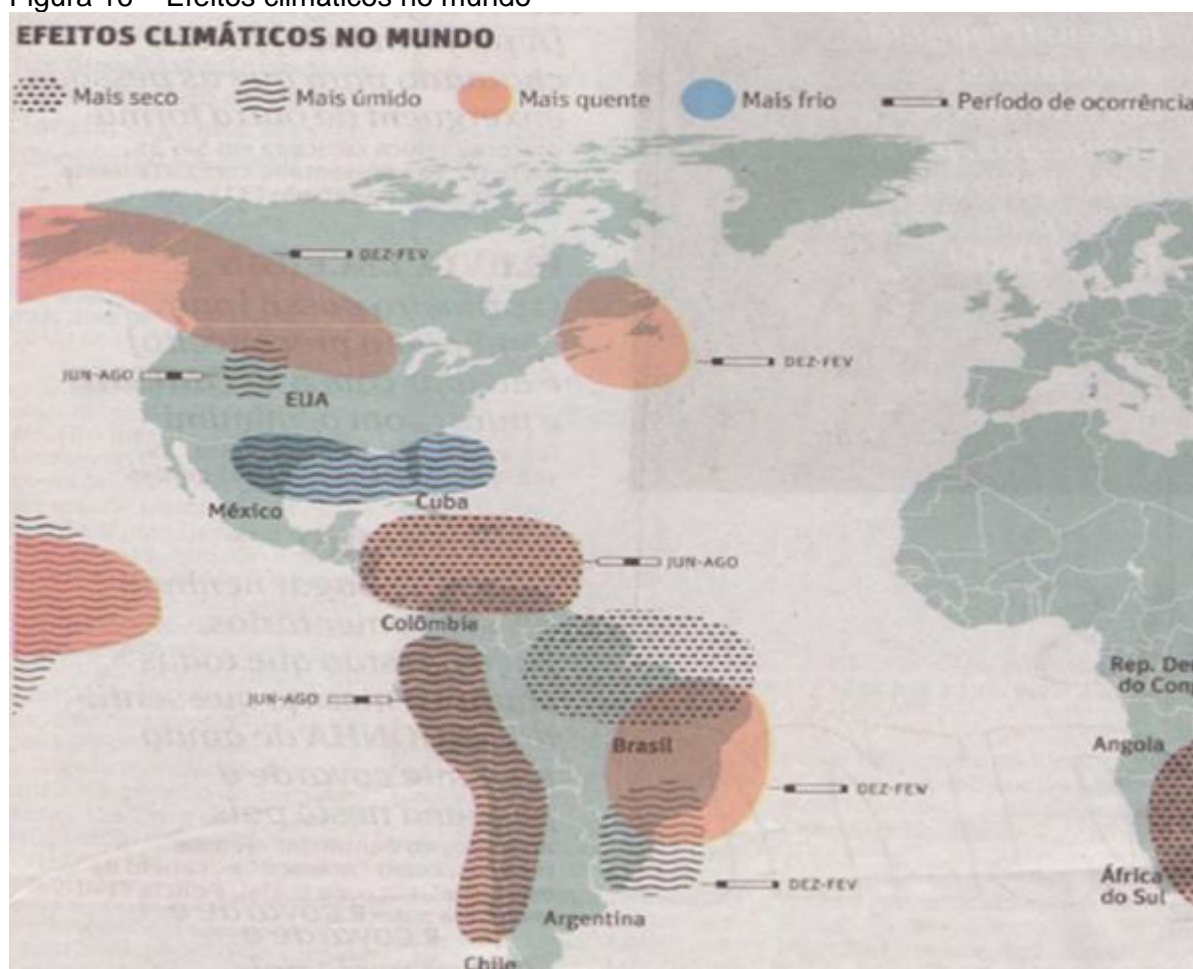
Fonte: Mendonça e Danni-Oliveira (2007).

Segundo Alves (2015, pB14), existe uma correlação entre o El Niño e o aumento da temperatura nas últimas três décadas, indicando que:

Pode não ser só coincidência que os três últimos El Niños fortes tenham ocorrido nas últimas três décadas, justamente enquanto o planeta bate recordes de temperatura. Ainda não se sabe por que o El Niño acontece. O fato é que tais aquecimento anormais das águas do Pacífico são periódicos – se repetem a cada três ou quatro anos, na média – e que eventos fortes são raros.

Porém, segundo Alves (2015), os efeitos climáticos do El Niño no mundo, previstos em novembro de 2015, indicavam para o Brasil clima mais seco na região amazônica, além de clima muito quente entre dezembro de 2015 e fevereiro de 2016 para a região nordeste, enquanto durante o mesmo período predominaria clima úmido e quente na região sudeste e úmido para região sul do Brasil (Figura 16)

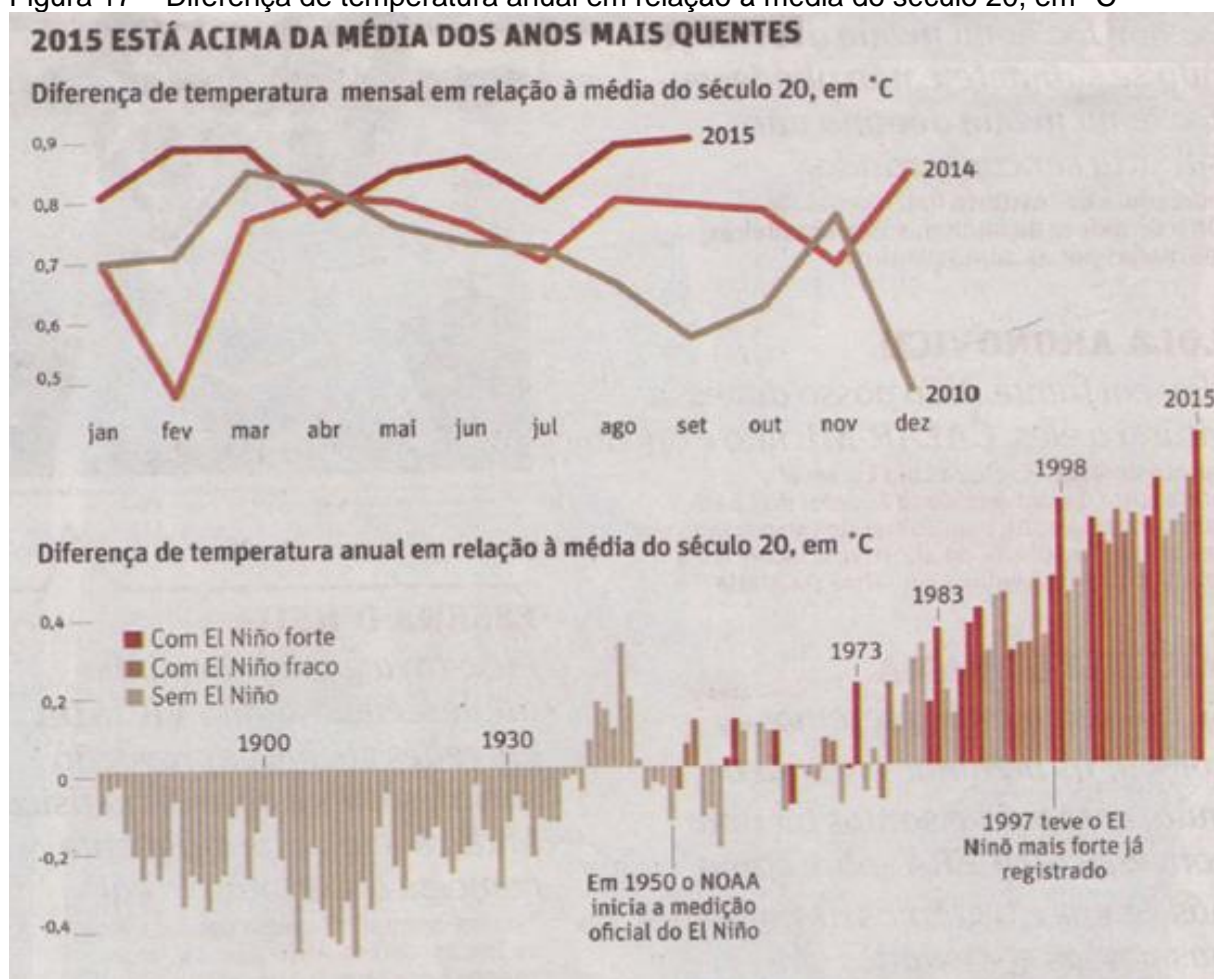
Figura 16 – Efeitos climáticos no mundo



Fonte: Jornal Folha de São Paulo (2015).

Entretanto, estudos comparativos mostrando a diferença de temperatura anual para os períodos até 2015 apresentam as seguintes variações: El Niño forte; El Niño fraco e sem El Niño, e segundo a (Figura 17), indica o crescimento da temperatura durante o período de 1973 a 2015, e conseqüentemente sugerindo o aumento dos El Niño forte para as próximas décadas (ALVES, 2015).

Figura 17 – Diferença de temperatura anual em relação à média do século 20, em °C



Fonte: Jornal Folha de São Paulo (2015).

Enquanto Craymer (2015) propõe que depois do El Niño de 2015, o La Niña poderá ser o próximo evento climático que modificará os padrões meteorológicos, e provocar o caos no mercado das *commodities* agrícolas (Figura 18). E que, o fim de um evento de El Niño é frequentemente seguido por um fenômeno reverso, conhecido como La Niña, embora isso não seja certeza. Estes fatos foram apresentados pelos governos da Austrália e Japão, que indicaram que o atual El Niño já pode ter atingido seu clímax e vai perder força durante o primeiro semestre de 2016.

Além disso, Croymer (2015, p.88) indica que “A probabilidade de que o atual El Niño atinja o auge em breve e se transforme num potencialmente forte La

Niña no fim de 2016 ou início de 2017, é algo que os participantes dos mercados agrícolas devem monitorar de perto”.

Figura 18 – De Quente para frio – se o El Niño atual se tornar um La Niña



Fonte: Craymer (2015).

O La Niña ocorre quando os ventos alísios se fortalecem e resfriam as águas do centro e leste do Oceano Pacífico, o que, por sua vez, pode alterar as condições meteorológicas em todo o mundo e sua severidade pode ser medida pelas temperaturas oceânicas e pelas mudanças no comportamento dos eventos. Além, de provocar condições mais secas que o normal em algumas áreas dos Estados Unidos e da América do Sul e eleva a umidade em grande parte da Austrália, Papua Nova Guiné, Indonésia e América Central. Ele também aumenta a probabilidade de ciclones tropicais no Pacífico.

Segundo Villela e Villela (2014), ainda não é comprovado o vínculo de fenômenos planetários que ocasionam eventos meteorológicos extremos, com as mudanças climáticas globais. Entretanto, os eventos que ocorreram no final de 2013 e início de 2014 no Brasil, quando a temperatura máxima diária em São Paulo esteve até mais de 4°C acima da norma e a falta de chuva comprometeu o seu

abastecimento por água, podem estar indicando eventos extremos, mesmo que ainda não exista metodologia científica comprovada que possa certificar essas mudanças, aumentando a ansiedade quanto às consequências das alterações do clima para a vida do planeta.

Villela e Villela (2014, p. 69), conclui que:

Com base na experiência de 60 anos de análise e previsão do tempo, Rubens Villela, um dos autores deste artigo, postula que a atmosfera terrestre não é mais a mesma e está mudando para pior, do ponto de vista da atividade humana. A interpretação dele é que os atuais extremos climáticos são evidência da mudança e somam-se às evidências científicas sobre o papel progressivo das emissões de gases de efeito estufa sobre o balanço energético e dinâmico da atmosfera planetária.

3.1.1 O fenômeno *El Niño* de 2015

Segundo Alves (2015), o *El Niño* de 2015 foi apelidado pelos climatologistas de *Godzilla*, em função do seu potencial de alterar o clima médio global. E que no sul do Brasil, as precipitações intensas e frequentes encharcam a terra poderão provocar formam enxurradas, erosão que retira nutrientes do solo, podendo provocar o desabastecimento de comida na região e prejudicando a economia.

Assim, a expectativa do *El Niño* intenso para o final de 2015 foi prognosticado, podendo ser a ocorrência mais forte desde 1950, e assim “acende um sinal de alerta para as hidrelétricas do Nordeste do Brasil, indicando que a situação dos reservatórios na região pode ficar crítica devido a uma tendência de menos chuvas entre outubro e abril” (COSTA, 2015, p.87). Este fato exigiria que termoelétricas fossem novamente colocadas em operação, e assim onerando o preço da energia para o consumidor, além de possível dificuldade para o atendimento no horário de pico.

Em relação às hidrelétricas, um *El Niño* de forte intensidade produziria redução da precipitação no período chuvoso do Nordeste, e assim redução da capacidade de reabastecimento das hidrelétricas do Nordeste, que em setembro de 2015 apresentava apenas 17% de acúmulo de água nos seus reservatórios (COSTA, 2015).

Todavia, já em abril de 2015, a Operadora Nacional do Sistema constatava que a situação das hidrelétricas do Nordeste era crítica, reduzindo de 29% para 27,9%, a expectativa de estoque nos lagos das usinas no final do mês.

Segundo Freitas (2015), a produção de alimentos básicos no Brasil, tais como: trigo; arroz; feijão; soja; milho e cana estão sendo afetado pelo fenômeno El Niño. A produção de trigo nacional poderá ficar 22% abaixo do seu potencial, por causa do excesso de chuva no sul do país.

Sendo que, a produção de trigo de 2015 foi atingida pela ocorrência de chuvas e geada no Rio Grande do Sul, prejudicando e reduzindo a sua qualidade. A produção de trigo gaúcha estimada inicialmente em 3 milhões de toneladas deverá alcançar 1,5 milhões de toneladas segundo a JF Corretora, além de 500 mil toneladas que serão usadas para indústria de moageira para a fabricação de farinha, e o restante, 1 milhão de toneladas de trigo de baixa qualidade em função da umidade serão exportado para uso em ração (BATISTA, 2015)

Já a produção de arroz estava atrasada em função das chuvas no sul do Brasil, provocando a demora no cultivo e a pouca luminosidade e a umidade excessiva prejudicam a produtividade das lavouras gaúchas, enquanto as perdas devem chegar a um milhão de toneladas (FREITAS, 2015).

Enquanto, o feijão, a primeira safra colhida no estado do Paraná estava comprometida devido ao excesso de chuva, umidade e ataques de pragas, enquanto no Nordeste Brasileiro a situação é preocupante em função da falta de chuva. Todavia, de 10% a 15% do potencial de produção no país já está comprometido, indicando que e 2016 se terá uma demanda maior do que a oferta (FREITAS, 2015). E segundo Caetano (2015) e Freitas (2015), o El Niño de 2015 estaria causando problemas na produção de milho, colhida no verão, no sul do Brasil, especialmente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (Figura 19).

Figura 19 – Estimativa da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) para safra de milho de verão na região sul do Brasil



REDUÇÃO - 9% 4,5% 12%

Fonte: Jornal Valor Econômico (2015).

Quanto a soja, em função do clima seco no Centro-Oeste do Brasil, o plantio da soja estava atrasada até novembro de 2015, o que poderia limitar o plantio da safrinha de milho, e em algumas áreas de Mato Grosso (FREITAS, 2015). Porém, depois do plantio da soja no Mato Grosso, ocorreram excesso de chuva em janeiro de 2016 prejudicando a safra, e segundo Caetano (2016): 10% da produção de soja do sul do estado do Mato Grosso podem ser perdidas devido ao alagamento; R\$ 470 milhões são os prejuízos estimados; e 7,26 milhões de toneladas é a estimativa para a safra local, 2% abaixo da projeção inicial.

Finalmente, estima-se que a cana terá sua produção reduzida em 15% no Nordeste por causa da seca, enquanto no Centro-Sul do Brasil, principal produtora, a umidade favorece o desenvolvimento da cana, porém com a colheita atrasada, o que aumenta os custos de produção para as usinas (FREITAS, 2015).

Assim, segundo Fonsêca (2015a), até novembro de 2015, os mapas do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) não apresentam previsões de chuvas para a região do semiárido Baiano, principalmente na região do rio São Francisco. A previsão é que a região Semiárida do Nordeste, a distribuição de chuva chegue até 40% abaixo da média histórica. A região do Semiárido Baiano tem 265 municípios e corresponde a 63,5% do território do estado e 45% da população.

Enquanto que Martins (2015), por meio de estudo desenvolvido em abril de 2015 por economistas do Departamento de Ásia e Pacífico do Fundo Monetário Internacional (FMI), concluiu que o impacto no El Niño no crescimento dos países afetados é heterogêneo: enquanto na Austrália, Índia, Indonésia, Nova Zelândia e Peru, o efeito sobre o Produto Interno Bruto (PIB) é negativo, o outro grupo no qual o Brasil encontra-se inserido haverá um efeito positivo observado quatro triênios após, ou seja (MARTINS, 2015, p. A5):

Em ano de recessão, até mesmo eventos climáticos podem se transformar em alento para o desempenho pífio da economia. É o que mostra estudo da LCA consultores a respeito dos impactos do El Niño sobre a atividade econômica e a inflação no Brasil, com base em dados levantados recentemente pelo Fundo Monetário Internacional (FMI). Segundo a análise da LCA, o fenômeno para o país, na medida em que aumenta o volume de chuvas e, conseqüentemente, reduz a probabilidade de um racionamento energético em 2016.

Esse fenômeno tende a provocar na economia brasileira um aumento no Produto Interno Bruto (PIB), que poderão chegar a 0,68 ponto percentual, passados 12 meses. Este fato estaria relacionado aos efeitos que o El Niño exerce no Sudeste do Brasil, no qual o volume de chuvas que chega aos reservatórios são 10,7% maior no subsistema Sudeste/Centro-Oeste, que concentra 70% da capacidade de geração hídrica do país, comparado com os anos no qual não ocorre o El Niño (MARTINS, 2015).

Nestas condições a LCA Consultores indica que o Sistema Interligado Nacional terá armazenado em torno de 50% em abril de 2016, bem acima dos 35% e 43%, respectivamente, de abril de 2015 e 2014. É que antes de concluir sobre a confirmação do El Niño a consultoria trabalhava com o armazenamento próximo de 40 a 45% para o fim do período chuvoso. Entretanto, tem que ser considerado que a intensidade do fenômeno poderá ser diferente do previsto (MARTINS, 2015).

Contra-pondo, o meteorologista Alexandre Nascimento, da Climatempo, em Martins (2015, p. A5):

[...] o regime pluviométrico do próximo verão será insuficiente para reverter o baixo nível dos reservatórios, mesmo com o El Niño. O maior volume de chuvas em anos com o fenômeno, diz Nascimento, ocorre em pancadas, ao passo que a melhor forma para encher os reservatórios hidrelétricos seriam chuvas mais intermitentes.

3.1.1.1 O fenômeno El Niño no estado da Bahia

Em dezembro de 2015, o governo do estado da Bahia apresentou ao governo federal o “Plano de Ação para o enfrentamento da crise hídrica” com ações detalhadas para o enfrentamento da seca prolongada. O Plano contempla: a implantação de 200 sistemas simplificados de água, no valor de R\$ 30 milhões; no restabelecimento de sistema de abastecimento humana em cidades como Casa Nova; Pirão Arcado; Rodelas; Serrolândia, entre outras, que somam R\$ 42 milhões; além de adutoras, dessalinização e máquinas para perfuração de poços (JORNAL TRIBUNA DA BAHIA, 2015).

Entretanto, a seca no estado da Bahia já atingiu 144 municípios que se encontram em situação de emergência. Estes municípios são abastecidos por 1.100 veículos do exército que diariamente percorrem açudes, pequenas barragens, aguadas e tanques instalados nas sedes municipais em busca de água para abastecimento da população, que segundo a Defesa Civil do estado da Bahia são 1,5 milhões de pessoas que estão afetadas diretamente com a seca, sem água e com dificuldade na aquisição de alimentos (FONSEÇA, 2015a).

Segundo Fonseca (2015a):

As perdas na agricultura chegam a 90% nas regiões Sudoeste, Micro região de Irecê e entorno do Lago de Sobradinho. Na pecuária, essas perdas são superiores a 60%, enquanto que além dos 144 municípios em situação de emergência, outros 20 estão aguardando a homologação de decreto, e 51 foram afetados com os incêndios nas matas, também decorrentes da prolongada falta de chuva.

Enquanto que, os incêndios provocados pela seca atingiram o Parque Nacional da Chapada Diamantina, na região central do estado da Bahia, se alastrando nos municípios de Lençóis, Palmeiras, Ibicoara e Mucugê. Segundo Fonsêca (2015b, p.11):

A situação está dramática, o fogo está fora de controle, o incêndio se espalhou muito, tem muitas frentes ao mesmo tempo e a gente não está conseguindo combater todas. Estamos tentando dar mais atenção para evitar que o fogo atinja o Morrão, no Vale do Capão,

onde já atinge a comunidade conhecida como Conceição dos Gatos. Já passou do Campo de São João e está avançando nos Gerais em direção à cidade de Palmeira. Há, ainda, outra frente na região do Barro Branco, em Lenções, que é a outra ponta do fogo. No Vale do Cercado, que fica no município de Iraquara, numa região próxima ao Morro do Pai Inácio, o fogo está começando a avançar, ameaçando queimar algumas casas.

Os meses de novembro e dezembro de 2015 foram marcados pela falta de chuva, além das altas temperaturas no estado da Bahia, em torno de 40 graus, humidade do ar baixa, ventos fortes provocando muitos focos de incêndio na região da Chapada Diamantina. E segundo o secretário de Meio Ambiente do Estado da Bahia, o fogo já havia consumido o equivalente a dois mil hectares, provocando perdas significativas na vegetação rasteira, fauna, além de emissão de CO₂ para a atmosfera (ROCHA, 2015c).

O combate ao fogo na Chapada Diamantina durou todo o mês de novembro de 2015, atingindo pontos turísticos como a Cachoeira da Fumaça, o Vale do Capão, Morro do Pai Inácio, e principalmente as nascentes dos rios, tendo em vista que 80% dos rios que abastecem o estado da Bahia nascem na Chapada Diamantina, além de já ter consumido o equivalente a 30 mil hectares (PITOMBO, 2015; AZEVEDO; GOES, 2015).

Durante mês de novembro governadores dos estados da Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Piauí e Paraíba foram recebidos pela presidente Dilma Rousseff, quando apresentaram propostas para ações contra a seca que atinge grande parte do semiárido brasileiro potencializado pelo El Niño. Foram discutidos e apresentados planos para extensão de rede de abastecimento, poços artesianos, sistemas de água, dessanilizadores, carros-pipas entre outras ações, a serem desenvolvidos entre o governo federal e os estados envolvidos (LIMA, 2015d)

4 O CASO DA BARRAGEM DE SOBRADINHO EM 2015

A barragem do Sobradinho, Figura 20, está situada no bioma caatinga presente no estado da Bahia e responde por quase 60% da capacidade de armazenamento do Nordeste (COSTA, 2015).

Figura 20 – Barragem de Sobradinho



Fonte: PAN Notícias (2015).

O lago da barragem do Sobradinho, localizada no Rio São Francisco, no estado da Bahia, tem 320 Km de extensão e compreende áreas dos municípios de Casa Nova, Pilão Arcado, Remanso, Sento Sé e Sobradinho, no qual suas antigas áreas urbanas foram inundadas em 1974 para formação do lago. O lago tem um espelho d'água de 4.214 Km² e uma capacidade de armazenamento de 34,1 bilhões de metros cúbicos de água. É o terceiro lago artificial do mundo, e segundo do Brasil, garantindo assim, junto com o reservatório de Três Marias, no norte de Minas Gerais, nas épocas de estiagem a operação de todas as usinas do complexo de Paulo Afonso, Itaparica e Xingó (FONSÊCA, 2015).

É importante frisar que o sistema de controle de vazão do São Francisco é interligado, sendo que o lago de sobradinho funciona como uma espécie de caixa d'água de controle de vazão afetando todo o sistema. Este fato é comprovado por meio do lago da barragem de Itaparica, a jusante da barragem de Sobradinho, que regula as águas que chegam ao Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso tendo constantemente seus volumes reduzidos. Assim tem impacto direto na foz do rio São Francisco, com a diminuição da vazão média afetando a pesca e a navegação, além de permitir o avanço do nível do mar para o interior, salinizando suas águas (FONSÊCA, 2015).

Esses impactos e seus efeitos foram discutidos pela Agencia Nacional de Águas, em março de 2015, em função dos conflitos da crise hídrica que já estar afetando esta região. O conflito pelo uso da água, em especialmente entre o setor hidrelétrico, o de abastecimento humano e o do uso da agricultura irrigada, fez com que a ANA, respaldada por estudos do IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais), autorizasse a vazão normal de 1.300 m³/s para 1.000 m³/s. E, segundo o Comitê de bacia do rio São Francisco esta vazão prejudicaria, principalmente, a captação de água para uso humano, a navegação, a pesca, a agricultura irrigada, entre outros aspectos ambientais (HERMES, 2015).

Em maio de 2015, a Agencia Nacional de Águas e a Operadora Nacional do Sistema Elétrico indicam um cenário de extrema gravidade para a barragem de Sobradinho, propondo a redução imediata do volume de água, caso contrário o volume útil previsto para setembro de 2015 seria zero (BORGES, 2015)

Assim, pesquisa bibliográfica desenvolvida sobre o nível de água no lago do sobradinho e seus impactos ambientais nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2015, considerados os meses mais forte do *El Niño* 2015, indicaram as seguintes considerações:

Os meses de outubro, novembro e dezembro de 2015 foram marcados pelo menor valor no volume de água do lago do sobradinho no ano, considerando os valores medidos de janeiro a outubro de 2015 (Tabela 4). Os volumes medidos indicam um decréscimo do volume de água significativo a partir do mês de maio de 2015 (21,20%) até 6,5% no mês de outubro de 2015.

Tabela 4 – Valores medidos do nível do lago de sobradinho de janeiro a dezembro 2015

Mês	Percentual
Janeiro	18,88%
Fevereiro	17,80%
Março	18,88%
Abril	21,76%
Mai	21,20%
Junho	19,55%
Julho	16,74%
Agosto	12,70%
Setembro	8,40%
Outubro	6,5%
Novembro	1,0%
Dezembro	1,0%

Fonte: Adaptado Tribuna da Bahia (2015).

Segundo previsões do Instituto Nacional de Meteorologia, as chuvas nos meses de outubro a dezembro de 2015, na bacia do rio São Francisco deveria ficar abaixo da média histórica (Tabela 5). Esses dados históricos levantados pela CHESF (Companhia Hidrelétrica do São Francisco) desde o ano de 2000, e divulgados pelo Operador Nacional do Sistema, constata ser o segundo menor volume acumulado durante este período de 14 anos, 6,5%, somente superado no ano do “apagão” de energia ocorrido em 20 de janeiro de 2015 (FONSÊCA, 2015).

Segundo os estudos do Inmet, a previsão para chuva nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2015 indicaram a ocorrência de chuvas em volumes abaixo da média histórica para a região, o que poderá indicar que o rio São Francisco não acumule água suficiente para enfrentar um novo período de seca, que normalmente começa em abril, todavia, segundo Fonsêca (2015):

A Chesf descarta quaisquer riscos de racionamento de energia na região, mas o último boletim hidrológico, emitido às seis horas de ontem, indicam que houve uma queda de três pontos percentuais no volume de água acumulada no Lago do Sobradinho, em apenas um dia, passando de 6,8% na terça-feira, para 6,5% na manhã de ontem. Outro fato que chama a atenção nos boletins emitidos pela Chesf é que a vazão média do rio estava em 684 metros por segundo nas cidades de Bom Jesus da Lapa e 712 m/s em Morpará, pontos de amostragem antes da entrada do lago. Com isso sobradinho estava recebendo apenas 530 metros cúbicos de água por segundo, mas por necessidade de manter uma vazão hidrológica do leito do rio, estava liberando 942 metros cúbicos de água por segundo.

O mês de dezembro de 2015 o nível do reservatório do Sobradinho atingiu 1%, levando a Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF) e a Agencia Nacional de Agua (ANA) começarem a desenvolver testes para reduzir a sua vazão efluente de 900 m³/s para 800 m³/s. Segundo Hermes (2016) a redução tem como objetivo facilitar o armazenamento para os próximos meses em função do nível de reserva da barragem de Sobradinho, além do desenvolvimento de um Plano de Contingência pela CHESF para acompanhar os testes, incluindo monitoramento dos processos erosivos, qualidade da água e fauna, além de informações sistemáticas para as populações atingidas.

Tabela 5 – Volume de água acumulada no lago da Barragem de Sobradinho nos meses de outubros em 14 anos

Ano (outubro)	Volume útil %
2000	20,53
2001	6,29
2002	15,97
2003	14,97
2004	61,32
2005	50,37
2006	42,56
2007	25,57
2008	28,57
2009	60,25
2010	33,91
2011	41,44
2012	23,98
2013	24,66
2014	21,13
2015	6,5

Fonte: ONS citado por Tribuna da Bahia (2015).

Esse processo tem sido questionado pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco (CBHSF) que defende o desenvolvimento de planos a médio e longo

prazo para a revitalização e preservação da bacia, com ênfase nas nascentes, matas ciliares e áreas de recarga dos aquíferos (HERMES, 2016).

Neste interim, o Operador Nacional do Sistema Elétrico estuda o uso do volume morto, caso o nível d'água da barragem do Sobradinho chegue a zero, minimizando os possíveis impactos que esta ação trará as populações ribeirinha e agroindústria (HERMES, 2016).

Todavia, com as chuvas do final do mês de dezembro de 2015, reservatório da barragem de Sobradinho atingiu 2% (dois por cento), enquanto a discussão das agencias envolvidas (ANA, IBAMA, ONS e CHESF) sobre o uso do volume morto e o desligamento de turbinas das usinas continuaram.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Nasa e a Administração Nacional de Oceanos e Atmosfera dos EUA anunciaram ontem que 2015 terminou como o ano mais “tórrido” desde o início do registro em 1880, e destacando que 15 (quinze) dos 16 (dezesesseis) anos mais quentes ocorreram depois do ano 2000.

Em 2015, o El Niño foi o mais severo dos últimos 18 anos, tendo alcançado seu auge no mês de dezembro provocadas perdas agrícolas em nível mundial, tais como: em especial cacau e açúcar, respectivamente na África e Ásia. Enquanto no Brasil reduziu a safra de soja na região do “Matopiba”, confluência entre os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, no Mato Grosso do Sul e cana de açúcar no sul e sudeste. Entretanto, o excesso de umidade favoreceu a lavoura de café arábico na região sudeste.

No estado da Bahia, mesmo com a chegada das chuvas em algumas regiões, no mês de janeiro de 2015 foi decretado estado de emergência em 108 (cento e oito) municípios do semiárido.

Quanto a barragem de Sobradinho, o mês de dezembro atingiu seu menor nível histórico de 1% (um por cento), porém com as chuvas do final de dezembro de 2015 e início de janeiro de 2016 chegou a 2% (dois por cento). Assim, com esse valor a Companhia Hidrelétrica do São Francisco e a Agência Nacional de Água começou em janeiro de 2016, a reduzir a vazão efluente da barragem do Sobradinho de 900 m³/s para 800 m³/s. Assim, com essa nova vazão o Operador Nacional do Sistema Elétrico admite o uso do volume morto, caso o volume da barragem chegue à zero.

Diante dos dados concluímos que:

- a) O El Niño e a seca de fato foram muito grave para o Nordeste do Brasil, porém nos últimos dois anos (2014 e 2015) chegou ao lago de Sobradinho menos da metade da água em média dos últimos 80 (oitenta) anos;

- b) Enquanto o uso da água no rio São Francisco tem sempre crescido, inclusive com a decisão do governo federal de baratear o preço da energia;
- c) Existe a discussão que o modelo de operação dos reservatórios da bacia está esgotado, e a solução seria o compartilhamento com eólica e solar;
- d) O Tribunal de Contas da União apresentou relatório indicando que o programa de Revitalização do Rio São Francisco é um fracasso, com gastos previstos de R\$ 2,7 bilhões gastos de forma dispersa e sem uma política efetiva para melhoria do rio;
- e) O governo federal terá que recorrer a soluções improvisadas e criativas políticas de segurança hídrica para distribuição das águas que já começaram a ser desviadas do rio São Francisco, em função do projeto de Transposição previsto para ser concluído em 2016;
- f) Pesa sobre a operação da transposição do rio São Francisco os gastos com manutenção, vigilância e principalmente, com energia elétrica consumida pelas estações elevatórias que deverão ser pagas e administradas pelos estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte;
- g) Enquanto isso, a barragem de Sobradinho, que tem como principal função regularizar a vazão para produção de energia do sistema elétrico do São Francisco continua a depender das mudanças climáticas, e principalmente, seu entorno, sofrendo todos os efeitos do uso adequado, perdulário da água associado a degradação do solo supressão da cobertura vegetal e falta de saneamento básico com destinação adequada de esgotos e resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro: 2002a.

_____. **NBR 10520**: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002b.

_____. **NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002c.

_____. **NBR 6027**: informação e documentação: sumário: apresentação. Rio de Janeiro, 2003a.

_____. **NBR 6028**: informação e documentação: resumo: apresentação. Rio de Janeiro, 2003b.

BRASIL. Código de Mineração (1967). **Código de Mineração: e legislação correlata**. Subsecretaria de Edições Técnicas, Brasília, DF: Senado, 2003.

_____. **Decreto nº 4.340**, de 22 de agosto de 2002. Brasília, DF: Senado, 2002.

_____. **Lei nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Brasília, DF: Senado, 2000.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Histórico da Mineração Brasileira**. Brasília, 2013.

_____. Ministério de Minas e Energia. Projeto de Assistência Técnica Ao Setor de Energia. **Perfil da Mineração – Minério de Manganês**. Agosto, 2009.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Relatório Técnico 27 – Perfil da Mineração do Estanho**. Secretária de Geologia, Mineração E Transformação Mineral – SGM. Agosto, 2009.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Secretaria de Geologia, Mineração E Transformação Mineral – SGM**. Ministério de Minas E Energia – MME. Setembro, 2009.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional de Capacitação de gestores ambientais**: licenciamento ambiental. Brasília, 2009.

_____. **O sistema nacional de unidades de conservação da natureza**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2010.

_____. **O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, 2011.

A ATARDE. **Diminuição da vazão do velho chico** é alvo de preocupação. 28 de agosto de 2014;

_____. **El Niño ameaça secar hidrelétricas do Nordeste**. 13 de setembro de 2015.

_____. **Velho Chico é alvo de estudo financiado por governo japonês**. 13 set. 2015,

_____. **Lei estadual** garante pagamento para quem preservar nascentes. 25 de jan. 2015,

ADMINISTRAÇÃO DA HIDROVIA DO SÃO FRANCISCO (AHSFRA). **A importância da intermodalidade no escoamento da produção do Oeste Baiano**. 2002. Disponível em: <www.ahsfra.gov.br/media/intermodalidade.pdf> Acesso em: 12 mar. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS (ANTAQ). **Bacia do São Francisco**. Relatório Executivo: Plano Nacional de Integração Hidroviária. /Laboratório de Transportes e Logística (LABTRANS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Fevereiro de 2013.

ALVES, G. El Niño está aí. Folha de São Paulo, **Ciências + Saúde**. São Paulo, 2015, p. B14.

BACCI, Deise de La Corte; LANDIM, Paulo Milton Barbosa; ESTON, Sérgio Médici. Mineração: Aspectos e Impactos Ambientais de Pedreira em Área Urbana. **Revista. Esc. Minas**, V. 59, n.1, p.47-54, jan./mar. 2006.

BARRETO, Maria Laura. **Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2001.

BATISTA, F. Crescem as vendas da colheita de trigo no RS. **Agronegócios**. Brasília, 2015, p.B11.

BORGES, A. Sobradinho pode usar 'volume morto'. **O Estado de São Paulo**. Economia, São Paulo, 2015.

BORGES, Ana Carolina Almeida. Aspectos jurídicos do licenciamento ambiental. **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, v.15, n.99, 2012. Disponível em: <http://www.ambitojuridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=11428>. Acesso em: 26 maio 2015.

BRASIL, Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988.

CAETANO, M. Chuvas prejudicam safra de soja em MS. **Valor Econômico, Agronegócios**, Brasília, 2016.

CAETANO, M. El Niño poderá prejudicar milho no sul. **Valor Econômico, Agronegócios**, Brasília, 2015, p. B11.

CAMELO FILHO, José Vieira. A dinâmica política, econômica e social do Rio São Francisco e de seu Vale. **Revista de Departamento de Geografia**, v.17, p.83-93. 2005.

CARRAMENHA, Roberto. **Natureza jurídica das exigências formuladas no licenciamento ambiental**. Disponível em:

<<http://www.mp.pi.gov.br/internet/phocadownload/artigos/33.htm>>. Acesso em: 26 maio 2015.

CARVALHO, Daniela Alves. Unidades de Conservação no estado da Bahia e conselhos gestores: espaços territoriais e rituais políticos. In: SEMINÁRIO ESPAÇOS COSTEIROS, 1., 2011, Salvador (BA). **Anais...** 26 a 29 de setembro de 2011.

CEMIG. **Alternativas energéticas:** uma visão CEMIG. Companhia Energética de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.

CEPEL. **Atlas de potencial eólico brasileiro.** Centro de Pesquisas de Energia Elétrica da Eletrobrás. Brasília, 2001.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO SÃO FRANCISCO. **Plano dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco.** Salvador, 2004.

COSTA, L. El Niño ameaça secar hidrelétricas do Nordeste. **A Tarde**, Economia & Negócio. Salvador, 2015, p. B7.

COSTA, Ricardo Dalla. **Políticas ambientais no setor siderúrgico e mineral com ênfase no minério de ferro.** [S.l.]: [s.n.], 2014.

COUTINHO, Ana Luísa Celino; FARIAS, Talden. Natureza Jurídica da Licença Ambiental. **Prima Facie**, v. 4, n. 6, 2005.

DIAS, PollyanaPugas; VITAL, Tales Wanderley. O Desenvolvimento do Enoturismo no Vale do São Francisco: Um Segmento Em Expansão. **Turismo em análise.** v.23, n3., dez. 2012.

EÓLICO. **Atlas da Bahia.** [S.l.]: [s.n.], 2013.

FACURI, M. F. **A implantação de usinas hidrelétricas e o processo de licenciamento ambiental:** a importância da articulação entre os setores elétrico e de meio ambiente no Brasil. 2004, 88f. (Tese mestrado)- Universidade Federal de Itajubá, 2004.

FARIAS, Carlos Eugenio Gomes. **Mineração e Meio Ambiente no Brasil.** Relatório Preparado para O CGEE. 2002.

FARIAS, Talden. Da licença ambiental e sua natureza jurídica. **Revista eletrônica de Direito do Estado**, nº9, 2007.

FERREIRA, Gabriel LuisBonoraVidrih. Meio Ambiente e Mineração na Constituição Federal. **Cadernos de Direito**,v.11, n.20, p.111-124, 2011.

FERREIRA, Joice Nunes. **Serviço ambiental:** conservação dos recursos hídricos em Pólo do Proambiente no Nordeste do Pará. Belém (PA): Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 2008.

FILHO, José V. C. A dinâmica política, econômica e social do Rio São Francisco e do seu Vale. **Revista do Departamento de Geografia (FFLCH – USP)**, v.17, p. 83-93, 2005.

FONSÊCA, A. Barragem do Sobradinho chega a nível crítico. **Tribuna da Bahia**, Salvador, 2015.

FONSÊCA, A. Chapada Diamantina. Fogo se alastra e já afeta municípios. **Tribuna da Bahia**, Salvador, 2015b.

FONSÊCA, A. Estiagem. Seca deixa um terço da Bahia em situação de emergência. **Tribuna da Bahia**. Salvador, 2015a.

GARCIA, Luís Rodrigues A; BRANDÃO, Paulo Roberto G; LIMA, Rosa Marlene F. **Rochas & minerais industriais: uso e especificações**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2008. Magnesita cap. 27, p.605-631.

GOUVEIA, R. S. **Impactos socioambientais à margem do rio São Francisco: resultado da falta de consideração da área de influência real**. 91f. 2009. Tese (Doutorado) -Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

GOVERNO DA BAHIA. Secretaria de Ciências Tecnologia e Inovação. **Plano de Desenvolvimento do APL de Fruticultura do Vale do São Francisco – Bahia**. Salvador, 2008.

GUSMÃO, Suelene. **Pesquisador quer mais unidades de conservação na Bacia do São Francisco**. Ministério do Meio Ambiente, Universidade Federal de Goiás. Janeiro de 2012. Disponível em: <<https://www.uc.ufg.br/n/29357-pesquisador-quer-mais-unidades-de-conservacao-na-bacia-do-sao-francisco>> Acesso em: 12 maio 2015.

HERMES, M. Chesf testa reduzir razão em Sobradinho. Salvador, **A Tarde**. 2016.

HERMES, M. Diminuição da vazão do velho chico é alvo de preocupação. Salvador. **A Tarde**, 2015.

IBAMA. **Sistema Informatizado de Licenciamento Ambiental Federal**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/licenciamento/>>. Acesso em: 26 maio 2015.

JORNAL O GLOBO. Opinião. **Crise hídrica é um problema de toda a sociedade**. Rio de Janeiro, 11 nov.2015.

JORNAL TRIBUNA DA BAHIA. **Emergência. Governo busca verba federal para enfrentamento da crise hídrica na Bahia**, Salvador, 9 dez. 2015.

_____. **Barragem de Sobradinho chega a nível crítico**. 15 out.2 015.

JORNAL VALOR ECONÔMICO, **Dilma promete entregar parte da obra do Rio São Francisco mês que vem**. 4 set. 2015.

_____. **Transposição do Rio são Francisco ganha ritmo e deve ter dois novos canais**. 12 maio 2014.

_____. **Para evitar entrada no “volume morto”, Sobradinho poderá ter vazão reduzida.** 21 out. 2015,

_____. **Energias Renováveis**, jun 2015,

LEONCY, Léo Ferreira. O regime jurídico da mineração no Brasil. **Papers do Naea**, v.73, fev. 1997.

LERNER, G. L. S. **Estudo de impactos na geração hidroelétrica ao longo do rio São Francisco devido à transposição de suas águas utilizando o modelo matemático de fluxos em rede acquanet.** 108 f. Dissertação (mestrado)-2006. Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. 2006.

LEUZINGER, Márcia Dieguez. Uso Público em Unidades de Conservação. In: CONGRESSO DE DIREITO AMBIENTAL DA PUC-RIO, 1, 2010, Rio de Janeiro. **Anais...** 2010.

LIMA, José Maria Gonçalves. **Relatório Técnico 20 Perfil da Mineração do Nióbio.** Projeto de assistência técnica ao setor de energia. [S.l.]: [s.n.], Março, 2010.

LIMA, Luiz C.et al.Além das águas, a discussão no nordeste do rio São Francisco. **Revista do Departamento de Geografia** (FFLCH – USP), n.17, p. 94-100, 2005.

LIMA. R. Rui pede apoio para ações contra a seca. **Tribuna da Bahia**, Salvador, p. 11,2015d.

LOBATO, Emilio. **Banco Mundial para a Reconstrução e Desenvolvimento – BIRD.** Ministério de Minas E Energia – MME. Setembro, 2009.

MACHADO, Igor Ribeiro; LIMA JÚNIOR, Paulo César Rodrigues; CASSUNDÉ JUNIOR, Nildo Ferreira; CASSUNDÉ, Fernanda Rosa de Souza. Um estudo exploratório sobre os custos logísticos da hidrovía do São Francisco. In: CONVIBRA ADMINISTRAÇÃO – CONGRESSO VIRTUAL BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO, 7., 2010. **Anais...** 19 a 21 de novembro de 2010.

MARTINS, A. ‘El Niño’ contribui com cenário energético. **Valor Econômico**, Brasília, p. A5, 2015.

MARTINS, Dhiego de M. F. et al. Impactos da construção da usina hidrelétrica de Sobradinho no regime de vazões no Baixo São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.9, p.1054–1061, 2011.

MATA, A. T. M. **A construção de um programa de revitalização na bacia do Rio São Francisco.** 2008, 102f. (Tese doutorado)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Caderno da Região Hidrográfica do São Francisco.** Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006.

MOURA, Alan Rabelo de Souza Et. Al. **Processo de obtenção de alumínio.** Belém: Faculdade Federal do Pará Instituto de Tecnologia – ITEC, 2008.

NÓBREGA, Ig Nunes de Sousa Fernandes. **crescimento e desenvolvimento da fruticultura irrigada No Vale São Francisco**. 2004. Tese (Doutorado em Ciências Sociais)- Universidade Católica de Pernambuco. Recife, 2004.

NUNES, C. C. **Transposição do Rio São Francisco**: análise de oportunidade do projeto. 2011, 56f. (Tese de Doutorado-. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Rio de Janeiro, 2011.

OLIVEIRA, Antônio Inagê de Assis. **Introdução à legislação ambiental brasileira e licenciamento ambiental**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2005.

OLIVEIRA, Flávia Lopes; MELLO, Edson Farias. A Mineração de Areia E Os Impactos Ambientais A Bacia do Reio São João. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n.2, p.374-389, jJun. 2007.

OLIVEIRA, Ludmila Junqueira Duarte Oliveira. Regularização fundiária de unidades de conservação. Escola Superior do Ministério Público da União. **Boletim científico**, Ano 9, n. 32/33, Brasília/DF, jan./dez. 2010.

PADULA, Roberto Carrilho; SILVA, Luciene Pimentel da. Gestão e licenciamento ambiental no Brasil: modelo de gestão focado na qualidade do meio ambiente. **Cadernos EBAPE.BR**, edição temática 2005.

PAIVA, Alfredo de Almeida. Aspectos do código de mineração e do seu regulamento. **Revista de Direito Administrativo**, v.110, p.27-54, 1972.

PEREIRA, Silvio B. et al. Estudo do comportamento hidrológico do Rio São Francisco e seus principais afluentes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 6, p. 615-622, 2007.

PITOMBO. J. P. Grupos de voluntários passam até 4ddias na mata combatendo o fogo na Chapada Diamantina (Ba). **Folha de São Paulo**. São Paulo, p. B4, 2015

PONTES, Ivan Falcão; ALMEIDA, Salvador Luiz Matos. **Comunicação técnica elaborada para edição do livro rochas & minerais industriais: usos e especificações – 29 Talco**. [S.I.]: CETEM. 2005.

POUCHAIN, Adriano de Castro. **A natureza jurídica da concessão de lavra mineral no Brasil**. Monografia (Graduação em Direito)- Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

PRADO, M. V. P.; ANDRADE, J. R. L.; FACCIOLI, G.G. Turismo sustentável e capacidade de carga dos atrativos turísticos no município do Canindé do São Francisco/SE: uma reflexão dos aspectos metodológicos. In: ENCONTRO da ANPPAS GT15, 2., 2004, Indaiatuba. **Anais...** 2004.

QUARESMA, Luís Felipe. Projeto de Assistência Técnica Ao Setor de Energia. **Perfil Da Mineração – Minério de Ferro**. 2009.

RIBEIRO, Marta F. ; FREITAS, Marcos A. V. ROSA, ; Luiz Pinguelli. Vulnerabilidade e ações de adaptação dos recursos hídricos às mudanças climáticas no Brasil. [S.I.]: Interciência, 2014. v.3.

ROCHA, N. Ações para controlar o fogo são intensificadas pelos bombeiros. **Tribuna da Bahia**. Salvador, 2015, p.12.

RODRIGUES-MAIA, B. H.; FELIPPE, M.G.; MAGALHÃES, A.P. **Uso de técnicas de sensoriamento remoto na análise da dinâmica morfológica da foz do rio São Francisco no período de 1979 a 2008**. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.18.01.07/doc/3737-3744.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2015.

RYLANDS, Anthony B.; BRANDON, Katrina. **Unidades de conservação brasileiras**. Revista Megadiversidade, vol. 1, n. 1, julho 2005.

SÁNCHEZ, Luis Henrique. **Avaliação de impacto ambiental**: conceitos e métodos. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANTOS, B. B. C. **Licenciamento ambiental no Brasil sobre usinas hidrelétricas**: um estudo de caso da usina de Belo Monte. 2012, 90f. (Monografia) Universidade Tiradentes, Aracaju, 2012.

SANTOS, Evilânia André; LIMA, Suzana Marinho Souto. impactos ambientais causados pela extração de Caulim no Distrito Barra de Juazeirinho (PB). **Revista Scire**, v.1, n.1, ago. 2012.

SANTOS, Lúcia Helena Alves dos. O Direito Minerário e o instituto do manifesto de mina. **Revista Jus Navigandi**, Teresina, ano 13, n.1964, 2008. Disponível em: <<http://jus.com.br/artigos/11965>>. Acesso em: 23 maio 2015.

SANTOS, Renata dos. **A relevância das unidades de conservação na proteção de espécies arbóreas ameaçadas de extinção da Mata Atlântica do Sudeste da Bahia**. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

SCIENTIFIC AMERICAN, Ano 12, n. 143, Ed. Sciam, 2014.

SILVA, Alessandro Costa; VIDAL, Mariângela; PEREIRA, Madson Godoi. Impactos Ambientais Causados Pela Mineração E Beneficiamentos de Caulim. **Revista Escola de Minas**, v. 54, n.2, abr./jun. 2001.

SILVA, Francisco José Barretto. **Conflitos de uso em área de proteção ambiental**: água, mineração e agricultura. 2001. Tese (Doutorado Interdisciplinar em Ciências Humanas)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SILVA, João Paulo Souza. Impactos Ambientais Causados Por Mineração. **Revista Espaço da Sophia**, n.8, nov. 2007.

SOARES, Edmilson. Seca no Nordeste e a transposição do rio São Francisco. **Geografias**. Belo Horizonte, v. 9, n. 2, 2013.

SOUSA SOBRINHO, José. Desenvolvimento do Vale do São Francisco: Uma Análise Crítica. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 19., 2009, São Paulo. **Anais...** 2009.

SUASSUNA, J, **As águas do Nordeste e o projeto de Transposição do Rio São Francisco**. Audiência Pública. Comissão de Meio Ambiente da Câmara, Brasília – Fundação Joaquim Nabuco (apresentação ppt). DF, 15 de março 2007.

SUASSUNA, J. **Geração elétrica**: um presente de grego. Disponível em: <http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=644&Itemid=376> Acesso em: 22 maio 2015.

TUNDISI, J. G. Exploração do potencial hidrelétrico da Amazônia. **Estudos Avançados**, v.21, n. 59. Jan./abril 2007.

UGARTE, José Fernandes de Oliveira; SAMPAIO, João Alves; FRANÇA, Silvia Cristina Alves. **Rochas & minerais industriais**: usos e especificações. Vermiculita 2005. cap. 32. p.677-698.

VERÍSSIMO, Adalberto (Org.). **Áreas protegidas na Amazônia brasileira**: avanços e desafios. Belém: Imazon; São Paulo: Instituto Socioambiental, 2011.

VIEIRA, Cristina Sousa. **A representatividade das Unidades de Conservação do bioma Mata Atlântica da Bahia na conservação da avifauna ameaçada**. 2007, 87f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente)- Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2007.

VILLELA, R. J.; VILLELA, F. N. J. Calor intenso evidenciam efeitos de mudança climática. **Scientific American Brasil**, n.143, p.68- 73, abr. 2014.

WWF. **Unidades de Conservação**: conservando a vida, os bens e os serviços ambientais. Luciana Lopes Simões (coord.). São Paulo: WWF-Brasil, 2008.

ZELLHUBER, A.; SIQUEIRA, R. **Rio São Francisco em descaminho: degradação e revitalização**. Disponível em: <http://cptba.org.br/joomla15/download/artigos/sf_em_descaminho_ceas.pdf> Acesso em: 25 maio 2015.