



**UNIVERSIDADE CATÓLICA DO SALVADOR
SUPERINTENDÊNCIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM PLANEJAMENTO AMBIENTAL**

POLLIANNA FERRO SANTOS

**IMPACTOS AMBIENTAIS NA BIOTA NA CONSTRUÇÃO DE
USINAS HIDRELÉTRICAS - UHE: O CASO DO RIO SÃO
FRANCISCO.**

Salvador
2014

POLLIANNA FERRO SANTOS

**IMPACTOS AMBIENTAIS NA BIOTA NA CONSTRUÇÃO DE
USINAS HIDRELÉTRICAS - UHE: O CASO DO RIO SÃO
FRANCISCO.**

Dissertação apresentada à banca examinadora referente ao Curso de Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental da Universidade Católica de Salvador, como requisito para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Juan Carlos Rossi Alva

Salvador
2014

UCSal. Sistema de Bibliotecas

S237 Santos, Pollianna Ferro.
Impactos ambientais na biota na construção de Usinas Hidrelétricas
- UHE: o caso do Rio São Francisco/ Pollianna Ferro Santos. –
Salvador, 2014.
150 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Católica do Salvador.
Superintendência de Pesquisa e Pós-Graduação. Mestrado Profissional
em Planejamento Ambiental.
Orientação: Prof. Dr. Juan Carlos Rossi Alva.

1. Cidade de Propirá (SE) – Impactos ambientais 2. Recursos
Hídricos 3. Qualidade da Água 4. Resolução CONAMA 357/2005
I. Título.

CDU 504.05(813.7)



Universidade Católica do Salvador

Superintendência de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Social
Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental
Homologado pelo CNE (Portaria Nº. 73, 17/01/2007)

TERMO DE APROVAÇÃO

POLLIANNA FERRO SANTOS

Impactos Ambientais na Biota na Construção de Usinas Hidrelétricas – UHE: o caso do Rio São Francisco

Dissertação aprovada como requisito final para obtenção do grau de Mestre em Planejamento Ambiental.

Salvador, 29 de abril de 2014

Banca Examinadora:

PROF. DR. JUAN CARLOS ROSSI ALVA (ORIENTADOR)
DOUTOR EM BIOQUÍMICA
UNIVERSIDADE CATÓLICA DO SALVADOR - UCSAL

PROFA. DRA. JUNIA KACENELEBOGEN GUIMARÃES
DOUTORA GEOLOGIA MARINHA, COSTEIRA E SEDIMENTAR
UNIVERSIDADE CATÓLICA DO SALVADOR - UCSAL

PROFA. DRA. SIMONE SOUZA DE MORAES
DOUTORA EM GEOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA

*“Ao meu grande amor, Leonardo Matoso Gimenes,
pelo incentivo e parceira em todos os momentos desta jornada.”*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre ao meu lado e me conceder esta vitória.

Ao meu orientador Prof. Dr. Juan Carlos Rossi Alva pela orientação e amizade, por sempre ter acreditado em mim e no potencial desta pesquisa.

Ao meu esposo, Leonardo Gimenes, pela parceria, incentivo e apoio de todas as horas.

A minha mãe, Givalda de Freitas Ferro Santos, pelo carinho e força nos momentos difíceis.

Aos professores da banca examinadora pela disponibilidade em participação nesta defesa, pelas dicas e enriquecimento do meu trabalho.

Ao corpo docente do Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental que durante esses dois anos contribuíram para o meu crescimento profissional e aprimoramento de conhecimento científico.

Por fim, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

*“O homem não teria alcançado o possível, se inúmeras vezes
não tivesse tentado atingir o impossível.”*

(Max Weber)

SANTOS, Pollianna Ferro. **Impactos Ambientais na Biota na Construção de Usinas Hidrelétricas - UHE: o caso do rio São Francisco**. 150f. Dissertação (Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental) Universidade Católica do Salvador. (UCSAL), 2014.

RESUMO

As últimas décadas foram marcadas pela crescente preocupação com o efeito das atividades humanas na sustentabilidade ambiental, cujo foco direcional é a degradação ecológica e a perda da biodiversidade ecológica. Devido a estes problemas ambientais muitos estudiosos centram suas pesquisas na restauração e conservação de ecossistemas fluviais. Para tanto, faz-se necessário entender a dinâmica fluvial do rio e seus processos ecológicos. O presente trabalho tem como objetivo principal elaborar uma proposta de um plano de gerenciamento de impactos ambientais na construção de Usinas Hidrelétricas – UHE, tomando como base o baixo curso do Rio São Francisco. Foram realizados levantamentos das características socioambientais, passado e presente; coletadas cinco amostras em quatro pontos distintos de dados pluviométricos, fluviométricos e qualidade da água, da região do baixo São Francisco, na cidade de Propriá (SE), sendo que os dados de vazão e quantidade de chuva foram analisados e comparados com dois pontos distintos ao longo do rio São Francisco, Alto e Médio curso; e, confeccionada uma matriz de impactos representativa, na qual foram selecionados alguns impactos considerados principais para demonstração do estudo. Após a análise das amostras observou-se que existem alterações principalmente entre vazões máximas e mínimas a partir do ano de 1987, porém esta alteração ocorreu ao longo de toda extensão do rio, por conseguinte, a partir dessas mudanças do regime fluvial, as cotas da região do baixo São Francisco ficaram desproporcionais a quantidade de chuva, então nas estações secas têm-se cotas elevadas. No que tange a qualidade da água, verificou-se que, dentre os pontos coletados e o período de coleta teve-se dados em desacordo com o padrão da Resolução CONAMA 357/2005 com destaque a lagoa da Pindoba, porém esses dados coletados nas visitas a campo não são conclusivos apenas indicativos de problema. Então, os impactos relacionados nesta pesquisa, assim como a matriz de correlação de impactos, são apenas um demonstrativo de situações que ocorrem na atualidade e precisam de atenção, os estudos não foram conclusivos, porém é um alerta importante à sociedade e às autoridades responsáveis, principalmente à população da região no baixo São Francisco. Desta forma torna-se necessária a adoção do gerenciamento ambiental, sendo esta uma ferramenta complexa que exige uma mudança de atuação das empresas, da população e do governo. Frente a esta situação, apresentou-se um organograma, o qual tenta harmonizar interesses e definir uma estratégia de eco desenvolvimento, conseguindo um equilíbrio de princípio ético sustentável, mostrando que a gestão ambiental se inicia na fase anterior à etapa de planejamento, a partir do estudo de viabilidade ambiental, sendo concebida como uma etapa interativa cujos dados realimentam as fases do planejamento, sendo este um processo contínuo de decisões para uma gestão confiável.

Palavra-chave: Própria. Qualidade da água. Recursos Hídricos. Resolução CONAMA 357/2005.

SANTOS, Pollianna Ferro. **Environmental Impacts on Biota in Hydroelectric Construction - HPP: the case of the São Francisco**. 150f. Dissertation (Master Professional in Environmental Planning) Catholic University of Salvador. (UCSAL), 2014

ABSTRACT

The last few decades have been marked by growing concern about the effect of human activities on environmental sustainability, whose directional focus is ecological degradation and loss of ecological biodiversity. Because of these environmental problems, many scholars focused their research on the restoration and conservation of river ecosystems. For this, it's necessary to understand the fluvial dynamics of the river and its ecological processes. This paper aims to draw up a proposal for a plan of management of environmental impacts in the construction of Hydropower Plants - HPP, building on the lower course of the São Francisco River. Were performed surveys of social-environmental characteristics, past and present; Had been collected five samples at four different points of rainfall data, fluviometric data and water quality of the lower São Francisco River in the Propriá City (SE), being the data flow and rainfall were analyzed and compared with two distinct points along the São Francisco River, upper and middle course; and confeccioned an array of representative impacts, in which we selected some principal impacts considered for demonstration of the study. After the analysis of the samples revealed that there are changes mainly between flow maximum and minimum from the year 1987, but this change has occurred along the entire length of the river. Therefore, from these changes in fluvial regime, the quotas of the lower São Francisco region stayed disproportionate to the amount of rainfall, so then in dry seasons have become high quotas. Regarding water quality, it was found that among the points collected and collect period had data at odds with the pattern of CONAMA Resolution 357/2005, especially the pond Pindoba, however, these data collected in field visits aren't conclusive, only an indication of the problem. So, related impacts in this research, as well as the correlation matrix of impacts, are just a demonstration of situations that occur in the present and need of attention. The studies weren't conclusive, but it is an important warning to society and authorities, mainly to the population of the region low São Francisco. Thus it becomes necessary to adopt environmental management, which is a complex tool that requires a change of corporate performance, the population and the government. Facing this situation, presented an organization chart, which tries to harmonize interests and define a strategy for eco-development, achieving an equilibrium of sustainable ethical principle, showing that environmental stewardship starts before the pre-planning phase, from the study feasibility environmental, being conceived as an interactive step whose data feeds back the planning stages, this being an continuous process decisions for reliable management.

Keywords: Own. Water quality. Water Resources. CONAMA Resolution 357/2005.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Croqui dos principais itens que compõe a bacia hidrografia do rio.	20
Figura 2 – Conceito do sistema fluvial 4-D.....	21
Figura 3 – Hipótese do Rio Contínuo	22
Figura 4 – Representação esquemática de uma seção transversal de uma planície fluvial.....	24
Figura 5 – Hipótese da perturbação Intermediária	26
Figura 6 – Influência dos níveis fluviométricos na diversidade de vegetação marginal.....	31
Figura 7 – Distribuição de reservatórios de UHEs e PCHs no Brasil.	36
Figura 8 – Planejamento estratégico para minimização de impactos nas construções de barragem.....	50
Figura 9 – Perfil esquemático de usina hidrelétrica.....	51
Figura 10 – Projeto de construção de escada para peixe - reduz a velocidade da água, facilitando a subida dos peixes.....	53
Figura 11 – Ascensor para os peixes transporem a barragem (tipo elevador)	54
Figura 12 – Fotos do Canal de Piracema – Barragem de Itaipu.....	56
Figura 13 – STP usina Funil: Canal de Entrada; Elevador Mecânico; Caçamba para transporte; e, Canal de Saída.	57
Figura 14 – Início do processo de migração dos peixes – Caçamba para transporte.	57
Figura 15 – Corredor de Biodiversidade – Usina Itaipu.....	58
Figura 16 – Divisão fisiográfica da bacia do Rio São Francisco.....	62
Figura 17 – Barragens do rio São Francisco.....	66
Figura 18 – Localização dos pontos de observação: A) Lagoa do Morro; B) Primeiro ponto de coleta no rio (Rio ponto 1); C) Segundo ponto de coleta no rio (Rio ponto 2); e, D) Lagoa da Pindoba.	75
Figura 19 – Fotos da Lagoa do Morro: A) Localização espacial da Lagoa do Morro; B) Controle hidráulico da Lagoa do Morro.	76
Figura 20 – Fotos do segundo ponto de coleta as margens do rio São Francisco....	77
Figura 21 – Terceiro local de coleta (rio São Francisco).	77
Figura 22 – Fotos da Lagoa da Pindoba.	78
Figura 23 – Posto Pluviométrico da ANA.	79
Figura 24 – Esquema da instalação das réguas linimétricas.....	80
Figura 25 – Ponto estabelecido na lagoa do Morro para acompanhamento dos níveis linimétricos.	81

Figura 26 – Ponto de coleta estabelecido no primeiro ponto de monitoramento do rio (Rio Ponto 1) para acompanhamento dos níveis linimétricos.....	81
Figura 27 – Ponto de coleta estabelecido no terceiro ponto de observação (Rio Ponto 2) para acompanhamento dos níveis linimétricos (régua linimétrica da ANA).....	82
Figura 28 – Régua instalada na lagoa da Pindoba.....	83
Figura 29 – Ponto estabelecido na lagoa da Pindoba para acompanhamento dos níveis linimétricos.	83
Figura 30 – Equipamentos utilizados no levantamento topográfico.	85
Figura 31 – Nivelamento Geométrico.....	85
Figura 32 – Sonda Multi-parâmetro.....	86
Figura 33 – Gráfico Pluviométrico da região do baixo curso do rio São Francisco – Período de 1973 - 2012.	90
Figura 34 – Gráfico Fluviométrico da região do baixo curso do rio São Francisco – Vazões médias anuais do período de 1977 - 2012.....	91
Figura 35 – Gráfico da amplitude entre as diferenças das vazões máximas e mínimas da região do baixo curso do rio São Francisco – Período de 1977 - 2012.	92
Figura 36 – Gráfico Fluviométrico da região de Propriá (BA), vazões máximas e mínimas - Período de 1978 - 1981.....	93
Figura 37 – Gráfico Fluviométrico da região de Propriá (BA), vazões máximas e mínimas - Período de 1992 - 1995.....	94
Figura 38 – Gráfico Fluviométrico da região de Propriá (BA), vazões máximas e mínimas - Período de 2007 - 2010.....	94
Figura 39 – Gráfico Fluviométrico da região do baixo curso do rio São Francisco – Série de vazões médias anuais relacionadas com o ano de operações das barragens do período de 1977 - 2012.....	96
Figura 40 – Gráfico Fluviométrico da região de Ponta Nova do Paraopeba (MG) - Período de 1977 - 2012.	97
Figura 41 – Gráfico Fluviométrico da região de Juazeiro (BA) - Período de 1977 - 2012.	97
Figura 42 – Gráfico Fluviométrico da região de Propriá (SE) - Período de 1977 - 2012.	98
Figura 43 – Série de cotas e chuvas mensais - Período de 2007 a 2009.	99
Figura 44 – Monitoramento hidrológico – Lagoa do Morro; Lagoa da Pindoba; Primeiro ponto do rio; Segundo ponto do rio.	100
Figura 45 – Concentração de Oxigênio Dissolvido nos pontos de coleta.....	107
Figura 46 – Concentração de Oxigênio Dissolvido versus Demanda Bioquímica de Oxigênio nos pontos de coleta.	108
Figura 47 – Concentração de Fósforo Total nos pontos de coleta.	110

Figura 48 – Concentração de Nitrogênio Total nos pontos de coleta.....	111
Figura 49 – Matriz de Impactos	115
Figura 50 – Fluxograma dos Impactos	116
Figura 51 – Organograma - roteiro para gerenciamento de impactos ambientais de novos projetos de usinas hidrelétricas.	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pontos negativos para os aspectos ambientais a serem considerados no planejamento para construção de barragens.	42
Tabela 2 – Impactos positivos considerados em projetos hidrelétricos.....	42
Tabela 3 – Pontos negativos para os aspectos sociais a serem considerados no planejamento para construção de barragens.	48
Tabela 4 – Principais características hidroclimáticas da Região Hidrográfica do São Francisco.	63
Tabela 5 – Principais características da bacia do rio São Francisco.	63
Tabela 6 – Distribuição das terras do vale, por Estado, com relação à vegetação/uso atual.	64
Tabela 7 – Início das obras, operações e localização das usinas hidrelétricas no Rio São Francisco.	67
Tabela 8 – Disponibilidade e demanda de recursos hídricos na Região Hidrográfica do São Francisco.	68
Tabela 9 – Características ambientais da região do Baixo São Francisco.....	70
Tabela 10 – Características socioeconômicas da região do Baixo São Francisco.	70
Tabela 11 – Métodos utilizados para análises dos parâmetros.....	86
Tabela 12 – Características das barragens localizadas no Rio São Francisco.....	96
Tabela 13 – Monitoramento hidrológico – Lagoa do Morro; Lagoa da Pindoba; Primeiro ponto do rio; Segundo ponto do rio.	100
Tabela 14 – Monitoramento qualidade das águas Lagoa do Morro.	103
Tabela 15 – Monitoramento qualidade das águas Lagoa da Pindoba.	104
Tabela 16 – Monitoramento qualidade das águas primeiro ponto do rio.....	105
Tabela 17 – Monitoramento qualidade das águas segundo ponto do rio.	106
Tabela 18 – Fase de Implantação do Empreendimento.....	113
Tabela 19 – Fase de Operação do Empreendimento	113
Tabela 20 – Totalização da Valorização dos Impactos Segundo Alternativas (Projeto, implantação e Operação).....	113
Tabela 21 – Quadro síntese da qualidade ambiental a cerca da implantação de barragens.	119

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA – Agência Nacional das Águas
ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica.
APP – Área de Preservação Permanente
CBHSF – Comitê de Bacia Hidrográfica do São Francisco
CHESF - Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco
CMB – Comissão Mundial de Barragens
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
COT – Carbono Orgânico Total
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
EIA - Avaliação de Impactos Ambientais
FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA – International Energy Agency
LabDEA - Laboratório do Departamento de Engenharia Ambiental
LDM – Limite de Detecção do Método
OD – Oxigênio Dissolvido
ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico
PCH – Pequena Central Hidrelétrica
pH – Potencial Hidrogeniônico
RIMA - Relatório de Impactos Ambientais
RN – Referência de Nível
SGA – Sistema de Gestão Ambiental
SIN – Sistema Interligado Nacional
STP – Sistema de Transposição de Peixe
UHE – Usina Hidrelétrica

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. OBJETIVOS	18
1.1.1. Objetivo Geral	18
1.1.2. Objetivos Específicos	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1. AMBIENTE FLUVIAL	19
2.1.1. Ambientes Lóticos e Lênticos	27
2.1.2. Pulso de Inundação e Vazante	30
2.2. FRAGMENTAÇÃO DO SISTEMA HÍDRICO	33
2.2.1. Represamento dos rios: uma abordagem reflexiva	35
2.2.2. Aspectos Econômicos e Sociais: algumas considerações	44
2.3. NOVAS TECNOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO DE UHE	50
2.4. A GESTÃO AMBIENTAL COMO ALTERNATIVA PARA ADMINISTRAÇÃO AMBIENTAL EM HIDRELÉTRICA	59
3. A BACIA DO SÃO FRANCISCO	61
3.1. O BAIXO SÃO FRANCISCO	69
3.1.1. Caracterização socioambiental da região do baixo São Francisco: passado e presente.	71
4. METODOLOGIA	74
4.1. ESCOLHA DOS LOCAIS DE MEDIÇÃO	74
4.2. DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE OBSERVAÇÃO	75
4.3. CAMPANHAS	78
4.4. OBTENÇÃO DOS DADOS HIDROLÓGICOS, FÍSICOS E QUÍMICOS	79
4.4.1. Dados Pluviométricos	79
4.4.2. Dados Linimétricos	80
4.4.3. Dados Altimétricos	84
4.4.4. Dados Indicadores de Qualidade das Águas	85
4.5. ANÁLISE DOS DADOS	87
4.5.1. Descrição dos fatores de ponderação	88
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS DE MONITORAMENTO	90
5.1. PLUVIOMÉTRICO E FLUVIOMÉTRICO	90
5.2. QUALIDADE DA ÁGUA	102
5.3. ANÁLISE DOS PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS E MEDIDAS RECOMENDADAS	112
5.3.1. Totalização da valorização dos impactos	112
5.3.2. Matriz de Interação dos Impactos	114
5.3.3. Fluxograma dos Impactos	116

6. ORGANOGRAMA	119
7. CONCLUSÕES	125
8. REFERÊNCIAS	127
ANEXOS	137
ANEXO A – TABELA DE IMPACTOS AMBIENTAIS	137

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui cenários ambientais com uma grande riqueza de biodiversidade, representados por um complexo de grande importância botânica, zoológica, ecológica e econômica. No entanto, nossos ecossistemas aquáticos estão cada vez mais ameaçados, as quais variam consideravelmente em número e importância de acordo com as diferentes regiões do Brasil.

Existe um regime contínuo de condições físicas desde as nascentes até a foz de um rio em estado natural, por isso, alterações de quaisquer circunstâncias e magnitude podem gerar interferências nas condições físicas, químicas e biológicas do mesmo, as quais podem ser em maior ou menor escala.

No que tange a atual situação dos rios brasileiros observa-se diversos impactos voltados ao seu regime de fluxo e ecossistemas associados, como: regularização das vazões; interferência na ciclagem de nutrientes e sedimentos; mudanças na velocidade das águas; interrupção do fluxo dos peixes; retirada da mata ciliar; derramamento de esgotamento sanitário. Esses impactos proporcionam a modificação na variação de vazões máximas e mínimas com perturbação no regime hidrológico de vazante e cheia; ocorrência de erosão e assoreamento em partes do rio; interferência na biodiversidade e produtividade do corpo hídrico; aumento de mortalidade dos peixes; poluição, entre outros.

Pensando nisto, concluímos que conhecer a integridade ambiental dos ecossistemas aquáticos é necessário para buscar a restauração de seus níveis originais, considerando, a conservação local relacionada com a compreensão dos processos ecológicos responsáveis pela produtividade e biodiversidade existentes no meio ambiente. Essas considerações são entendidas como uma alternativa na tentativa de diminuir os impactos nesses ecossistemas, além de ser o grande desafio para a prática do uso sustentável.

Frente ao exposto e considerando a geração de energia como atividade de destaque no Brasil, observa-se que muitas bacias estão inteiramente barradas ou com vários barramentos. Sobretudo, advindo dessas muitas implantações de Usinas

Hidrelétricas (UHE), têm-se também várias alterações prejudiciais aos recursos hídricos. As usinas hidrelétricas existem há mais de 120 anos em diversos países.

Nesse sentido, a implantação dessas UHE ou de qualquer grande empreendimento ocasiona alterações no meio ambiente, físico, biológico, social/cultural, e econômico, os quais podem provocar prejuízos aos recursos naturais. Por isso, esses impactos são motivos de polêmica nas discussões atuais sobre o desenvolvimento sustentável.

O Rio São Francisco é um bom exemplo quando consideradas suas modificações hidrológicas fixadas a partir do número de reservatórios existentes ao longo do seu curso, impostos pela presença e operação das barragens da Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF), a qual tem como principal atividade a produção hidrelétrica. Vislumbrando esta cascata de reservatórios construídos ao longo do rio São Francisco, o baixo curso apresenta um histórico de impactos sofridos devido ao acúmulo de interferências existentes da nascente até a foz, porém poucos são os estudos voltados à esta área.

Levando em consideração a necessidade de implantação de novas usinas, vale enfatizar a necessidade de harmonizar os direitos e riscos nas implantações para o homem e o meio ambiente, o que indica a importância de um gerenciamento ambiental no qual o ponto chave é a política de meio ambiente. Vale ressaltar que, essa política deve ajudar no entendimento dos processos ecológicos e na minimização dos impactos negativos, e, a partir daí, buscar novas alternativas e soluções.

A relevância desta pesquisa aponta para o levantamento dos impactos ambientais ligados a implantação e funcionamento de usinas hidrelétricas, pelas modificações hidrológicas, relações com fauna e flora e gestão da bacia em sua área de influência, fazendo premente a necessidades de um plano de gerenciamento de impactos ambientais na construção de UHE, com indicadores preventivos e estratégicos à tomada de decisão durante a implantação.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo elaborar uma proposta de um plano de gerenciamento de impactos ambientais na construção de UHE, tomando como base o baixo curso do Rio São Francisco.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar socioambientalmente a região do Baixo São Francisco: passado e presente;
- Identificar os impactos ambientais relacionados às UHE, ao longo do baixo curso do Rio São Francisco;
- Desenvolver um organograma para estudo de viabilidade ambiental de UHE;
- Elaborar uma proposta de plano de gestão ambiental para projetos de UHE.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. AMBIENTE FLUVIAL

As últimas décadas foram marcadas pela crescente preocupação com o efeito das atividades humanas na sustentabilidade ambiental¹, com questionamentos sobre a degradação ecológica e a perda da biodiversidade² ecológica em ambientes aquáticos. Devido a estes problemas ambientais muitos estudos da atualidade têm como foco a restauração e a conservação de ecossistemas³ fluviais, no entanto, existem falhas nas atuais abordagens de gestão no que tange ao entendimento de que a integridade do fluxo de água dos ecossistemas aquáticos depende em grande parte da sua dinâmica fluvial natural.

Poff e colaboradores (1997) reconhecem em seus estudos “*que os cursos dos rios mostram padrões regionais que são determinados pelo tamanho do rio e pela variação geográfica no clima, geologia, topografia e cobertura vegetal*”, ou seja, existe uma forte relação entre o rio e a paisagem natural do local. Por isso, o seu regime hidrológico afeta a qualidade do ambiente e dos ecossistemas associados, o que inclui a magnitude de vazões⁴ mínimas, o tempo de ocorrência das cheias, a magnitude de vazões máximas, a frequência das cheias, o tempo de duração das estiagens, a época de ocorrência dos eventos de cheias e estiagens, entre outros (POFF e colaboradores, 1997; BUNN; ARTHINGTON, 2002; POSTEL; RICHTER, 2003).

Então, a estrutura física do ambiente é definida em grande parte por processos físicos que ocorrem entre o canal principal do rio, sua cabeceira, seus afluentes e sua planície de inundação (Figura 1). A cabeceira do rio é a porção mais próxima a sua nascente, os afluentes são rios menores que deságuam no rio

¹ Ação e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o futuro das próximas gerações.

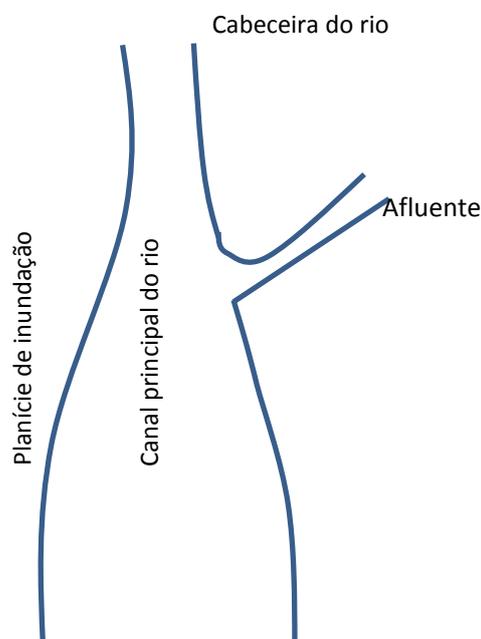
² Diversidade de formas de vidas no planeta.

³ É o conjunto da comunidade (componentes bióticos) e ambiente (componentes abióticos). Compreende o conjunto das interações estabelecidas entre os seres vivos da comunidade, e com o ambiente.

⁴ Representa a rapidez com a qual um volume esco.

principal e a planície é a área plana próxima ao corpo hídrico que pode ser inundada.

Figura 1- Croqui dos principais itens que compõe a bacia hidrografia do rio.



Fonte: Elaborado pelo autor

Todos os itens supracitados compõem a bacia hidrográfica do rio e sofrem influência especialmente do movimento da água e dos sedimentos, modificando o ecossistema associado. Por isso, para a melhor compreensão do que diz respeito à biodiversidade e à produtividade desses ecossistemas fluviais, os estudos devem ser voltados à necessidade de avaliar o desempenho natural da organização de um ambiente a partir das variáveis físicas do rio e do ambiente relacionado (POFF e colaboradores, 1997).

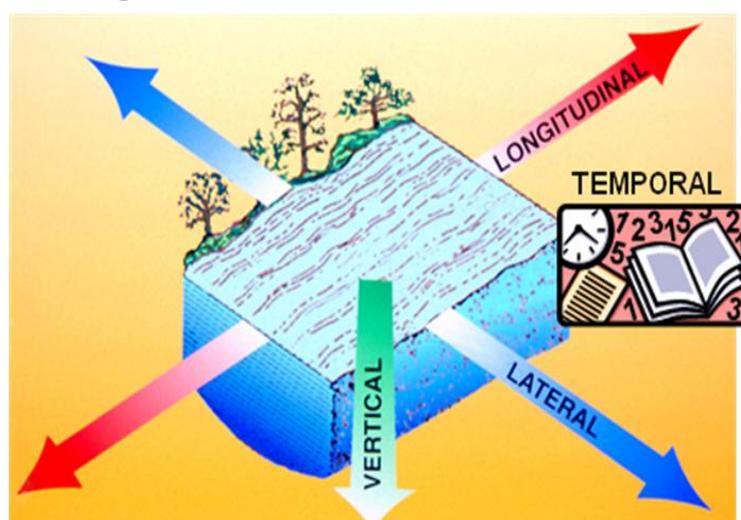
De acordo com estudiosos da área (POFF; WARD, 1989; RICHTER e colaboradores, 1996) vale observar de forma especial, a magnitude, frequência, duração, tempo e taxa de mudança de condições hidrológicas. Estes componentes do regime de fluxo dos rios regulam os processos ecológicos no ecossistema fluvial e por isso são considerados críticos. Vale ressaltar ainda que, segundo Poff e colaboradores (1997), estes componentes podem ser utilizados para caracterizar o conjunto dos fluxos e fenômenos hidrológicos, tais como inundações ou vazantes.

Desta forma, “qualquer perturbação tem um papel importante na organização e reorganização das comunidades, interferindo na integridade natural do rio” (TUNDISI; MATSUMURU-TUNDISI, 2008). Sendo assim, modificações de um ou mais componentes do regime de fluxo advindas de atividades humanas podem trazer consequências à conservação desses ambientes fluviais.

Por conseguinte, procurando entender o melhor funcionamento da dinâmica fluvial, vale buscar as diversas teorias que nortearam a compreensão sobre a ecologia de sistemas fluviais durante as décadas passadas. Estas teorias formulam concepções sobre os processos e funções que ocorrem nos ecossistemas aquáticos, procurando explicar a organização espacial e o funcionamento dos rios.

Segundo estudos de Ward (1989), os sistemas fluviais interagem ao longo de três dimensões espaciais: a longitudinal (entre as cabeceiras e o rio principal), a transversal (entre o corredor fluvial e sua planície fluvial), e a vertical (entre o leito do rio e o aquífero – zona hiporreica⁵). Em complemento a estas dimensões, o autor considera ainda a dimensão em escala temporal, “que determina uma série de diferentes processos, desde os derivados das variações hidrológicas intra-anuais e inter-anuais, até aos que se relacionam com o desenvolvimento das bacias hidrográficas à escala planetária” (Figura 2).

Figura 2- Conceito do sistema fluvial 4-D

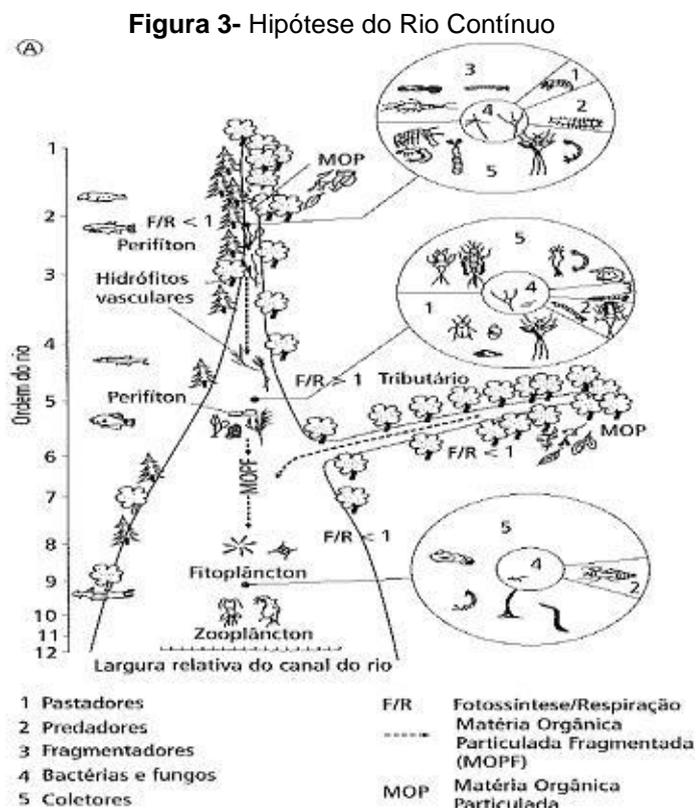


Fonte: WARD, 1989 – Adaptado.

⁵ São zonas de transição entre águas superficiais e subterrâneas.

Levando em consideração as dimensões citadas por Ward (1989), o conceito do perfil longitudinal do rio veio através dos estudos de Vannote e colaboradores (1980), com a formulação do Conceito do Rio Contínuo (*"River Continuum Concept"*), o qual descreve a estrutura e a função das comunidades ao longo de um sistema fluvial. Este conceito *"propõe que a compreensão das estratégias biológicas e da dinâmica dos sistemas fluviais requer a consideração do gradiente de fatores físicos formado pela rede de drenagem"* (VANNOTE, 1980). Sendo assim, este autor reafirma a relação do regime fluvial com os fatores físicos que compõe o sistema natural do rio, o que foi mencionado no início do capítulo.

A proposta do Rio Contínuo relaciona as dimensões de fluxo e o progresso de mudanças estruturais e funcionais atribuídos às comunidades lóticás⁶. Com base nestas considerações e relacionando-as com a ordem do rio, os autores apresentam algumas características gerais destas comunidades que podem ser agrupadas nas cabeceiras (ordens 1 a 3), trechos médios (ordens 4 a 6) e baixo curso (ordens > 6) (Figura 3).



Fonte: Tundisi; Matsumuru-Tundisi (2008, p. 366).

⁶ Termo que define ambiente aquático cujas águas se apresentam em movimento ou em correnteza.

Seguindo a figura 03 e segundo Tundisi; Matsumuru-Tundisi (2008) nos trechos de cabeceiras têm-se frequentemente rios de pequena dimensão rodeados por áreas florestais, porém com poucos nutrientes, por isso nesta zona existe uma dependência elevada das contribuições terrestres de matéria orgânica fornecida pelas zonas terrestres ripárias. À medida que o vale se alarga, passa para o trecho médio, neste a contribuição da bacia hidrográfica em materiais mais finos e nutrientes aumenta, a corrente não é tão forte e o leito apresenta zonas de deposição de areias e de materiais finos. No trecho de planície, têm-se um grande desenvolvimento do corredor fluvial, a massa de água é grande e pouco turbulenta, mas turva, com muitos materiais finos em suspensão e nutrientes oriundos de todos os processos de montante. Como a profundidade aumenta, as plantas estão circunscritas às zonas marginais e na massa de água domina o plâncton⁷.

Assim, o sistema do rio, da nascente à foz, preconiza um modelo de mudanças graduais que ocorrem enquanto a água flui de riachos de cabeceiras até os rios maiores, sendo que as principais influências bioenergéticas ao longo deste fluxo contínuo são os insumos locais (serrapilheira⁸ alóctone⁹ e luz) (FISHER, 1977).

De acordo com as pesquisas de Vannote e colaboradores (1980) sobre o Rio Contínuo e levando em consideração a descrição acima, pode-se considerar o rio e a sua bacia hidrográfica como um sistema funcional, ocorrendo constantes variações e substituições gradual e longitudinalmente de acordo com as características físicas. Esta observação corrobora e complementa a necessidade em entender o fluxo natural do rio para manter a integridade sustentável do corpo hídrico.

Então, vale considerar que existe uma variação espacial ao longo do rio, onde as espécies substituem às outras, considerando a adaptação a condição do local seja na quantidade de matéria orgânica, sedimentos e velocidade das águas, ou ainda, que essas modificações ocorrem de forma sazonal (variação no tempo), em que os organismos completam seu crescimento e são substituídos por outros, que exercem a mesma função, distribuindo ao longo do ano a utilização da energia. Isto

⁷ Conjunto de organismos que têm pouco poder de locomoção e vivem livremente na coluna d'água;

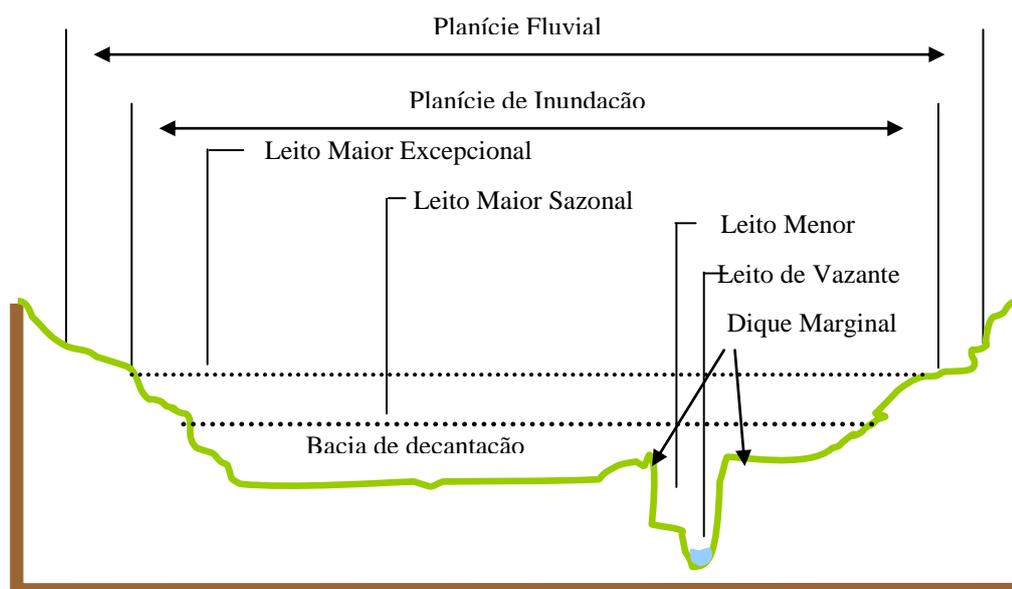
⁸ É a camada formada pela deposição e acúmulo de matéria orgânica morta em diferentes estágios de decomposição que reveste superficialmente o solo ou o sedimento aquático;

⁹ É um termo originário do grego. Significa aquilo que não tem suas origens no lugar onde existe.

promove a busca pela eficiência energética e a manutenção do equilíbrio do fluxo de energia no decorrer do tempo.

No que tange à dimensão lateral, Ward; Stanford (1995) consideraram como complemento a dimensão longitudinal, a qual é enfatizada no conceito do rio contínuo. Segundo Amorim (2009, p.16), “a expansão baseou-se em estudos sobre planície inundáveis que passaram a ocorrer a partir de 1989, tal como o conceito do pulso de inundação”. Esse perfil é composto pela planície de inundação e pelo leito fluvial, neste inclui-se o leito maior excepcional, leito maior sazonal, leito menor e leito de vazante; e, o dique marginal, como apresentado na Figura 4.

Figura 4- Representação esquemática de uma seção transversal de uma planície fluvial.



Fonte: Chirstofoletti (1981) – Adaptado.

Essa delimitação entre os tipos de leito nem sempre é fácil, pela falta de nitidez de seus limites. Segundo Guerra; Cunha (1998), “a existência dos distintos tipos de leito e as relações entre eles podem variar de um curso de água para outro ou de um setor a outro do mesmo rio”. De acordo com a figura 3, o leito fluvial corresponde ao espaço ocupado pelo escoamento das águas, sendo o leito de vazante a parte do canal ocupada durante o escoamento das águas de vazante; o leito menor a parte do canal por onde as águas do leito de vazante divagam e cuja frequência impede o crescimento da vegetação; o leito maior sazonal; e o leito maior

excepcional. Além dos tipos de leito é importante considerar a planície de inundação, área de transição entre a água e a terra, a qual já foi mencionada anteriormente, está permanente ou temporariamente inundada pelo aporte fluvial.

Sendo assim, nos períodos secos as águas ficam entre o leito menor e o leito de vazante, já nos períodos de cheia o nível do rio flui do leito menor ao leito maior sazonal, sendo este ocupado pelas águas do rio regularmente. O leito maior excepcional é ocupado durante as grandes cheias, no decorrer das enchentes, podendo alargar a planície de inundação. Contudo, o leito maior excepcional apenas é submerso nas grandes enchentes, em intervalos irregulares, isto ocorre como resposta à magnitude e frequência das cheias.

Para ajudar a compreensão sobre a ecologia de sistemas fluviais, tem-se ainda o perfil vertical que inclui a zona hiporréica, região abaixo da interface água-sedimento, sendo caracterizada como um ecótono¹⁰ delimitado pelo canal de fluxo das águas superficiais e as águas subterrâneas. Nesta região existem ainda várias interações físicas e químicas, como entre os padrões do canal fluvial, as formas de leito e os efeitos da heterogeneidade de aquíferos, os quais dependem de características geológicas e geomorfológicas que influenciam no grau de exportação e importação das águas, induzindo o fluxo de nutrientes e sedimentos.

E finalmente, a dimensão temporal, ou seja, alterações diárias e/ou sazonais que ocorrem, por exemplo, na corrente, na temperatura, e na taxa de migração das espécies, sendo importante para entender a estrutura e a dinâmica das comunidades.

Em vista a todas estas dimensões supracitadas, o rio é um sistema heterogêneo, variável no tempo e no espaço, e deve ser compreendido para preservar ou restaurar o status do ambiente ideal.

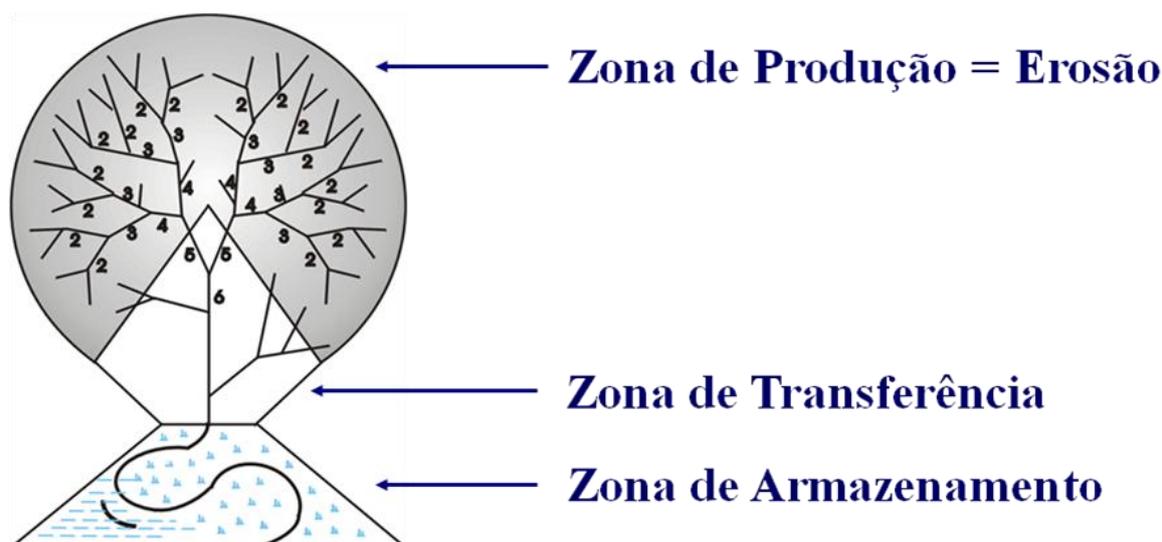
Outro conceito importante é da Hipótese da Perturbação Intermediária, como um mecanismo que permitiria a manutenção da diversidade nos ambientes fluviais, tendo como foco as três grandes zonas: as cabeceiras – zona de erosão¹¹ e

¹⁰ Consiste em área de transição ambiental, onde comunidades ecológicas diferentes entram em contato.

¹¹ É o desgaste do solo e das rochas.

extração de materiais; o curso médio – zona de transição ou de transferência de materiais; e, o curso final de planície – zona de deposição (WARD; STANDFORD, 1993). Para Ward; Stanford (1995) esta divisão simples apresenta uma base sólida em termos de processos geomorfológicos e explica grande parte das alterações do sistema fluvial ao nível da bacia hidrográfica (Figura 5).

Figura 5- Hipótese da perturbação Intermediária



Fonte: Schumm (1977) *apud* Ward; Starford (1993)) – Modificado.

Além disso, na tentativa de defesa da teoria acima, estudos realizados por Poff e colaboradores (1997) concluem que o habitat físico de um rio inclui o tamanho e a heterogeneidade do sedimento, e suas características variam entre os rios de acordo com o fluxo, o tipo e a disponibilidade de matérias transportáveis. Sendo assim, as zonas de produção, transferência e armazenamento defendidas por Ward; Stanford (1995) estão diretamente relacionadas aos sedimentos, os quais influenciam na morfologia do canal, e por isso, deve ser levado em consideração quanto ao entendimento do fluxo natural do rio. A partir da ampla gama de fluxo dentro deste corpo d'água, seus diferentes habitats são criados e mantidos.

Como exemplo, vale ressaltar que, ao longo do perfil longitudinal, quando a velocidade das águas é lenta e uniforme, as águas fluem em camadas sem se misturar, os processos erosivos são diminutos e a capacidade de transporte se torna reduzida, deslocando, apenas partículas muito finas. Ao contrário, nos fluxos

turbulentos, ocorrem flutuações da velocidade com redemoinhos produzidos por obstáculos e irregularidades existentes no leito, sendo que, neste caso, a capacidade de transporte atinge partículas maiores (GUERRA; CUNHA, 1998).

Baseado nessas variações, o sistema fluvial é palco de processos intensos de erosão e sedimentação, que modificam constantemente sua conformação. Esta dinâmica causa a existência simultânea de áreas em diferentes estágios sucessionais (...). O ambiente físico-químico resultante faz com que a biota responda com adaptações morfológicas, anatômicas, fisiológicas, fenológicas e/ou etológicos, produzindo estruturas de comunidades características (JUNK e colaboradores, 1989, p.119).

Essa variabilidade hidrológica cria e mantém os mosaicos de habitats os quais as espécies exploram, sustentando esta diversidade previsível. Então, para muitas espécies ribeirinhas, a realização do ciclo de vida depende de uma variedade de tipos de habitats diferentes, cuja disponibilidade ao longo do tempo é regulada pelo regime de fluxo (SPARKS, 1995; GREENBERG e colaboradores, 1996; REEVES e colaboradores, 1996). As espécies são adaptadas a este dinamismo do ambiente aquático, como foi indicado pelos autores acima, levando em consideração inundações e secas, e velocidade das águas, sendo que estas características regularmente destroem e recriam os elementos do habitat.

2.1.1. Ambientes Lóticos e Lênticos

De acordo com as variações do sistema fluvial e levando em consideração a velocidade das águas dos ecossistemas aquáticos, vale considerar e entender a classificação em ecossistemas lóticos, que são ambientes de água corrente, sendo sua principal característica o movimento das águas, e ambientes lênticos, que ao contrário dos lóticos, são aqueles que envolvem águas paradas, como lagos, lagoas, barragens, poças, pântanos, açudes, entre outros.

No que tange os ambientes lóticos, devido ao movimento das águas tem-se uma constante ação erosiva sobre rochas e sedimentos gerando uma mistura de partículas de várias origens, tamanhos e formas, e essa constante movimentação das águas vai carregando esses nutrientes e sedimentos. Esta mistura de partículas

e a movimentação das águas permitem trocas entre a terra e a água, gerando um ecossistema muito mais aberto com comunidades de metabolismo heterotrófico.

Segundo Cristofolletti (1981), diversos fatores influenciam na origem destes materiais e nas condições físico/química da água, entre eles o regime pluvial, as diferentes estruturas geológicas, as condições topográficas e a cobertura vegetal, componentes já citados anteriormente no que se refere às condições fluviais.

Já os sistemas lênticos, para Esteves (1998, p.63), *“não são elementos permanentes da paisagem da terra, pois eles são fenômenos de curta durabilidade na escala geológica, portanto surgem e desaparecem no decorrer do tempo, (...)”*.

Para o melhor entendimento entre ambientes lóticos e lênticos, percebe-se que num rio (ambiente lótico) durante sua variação de fluxo, inundação e vazante, ocorre o acúmulo de água em suas depressões laterais formando lagoas marginais (ambiente lêntico). Estas são amplamente reconhecidas pela sua importância na manutenção e integridade da biodiversidade regional, seja como criadouros naturais das espécies de importância comercial, na sua maioria migratórias (AGOSTINHO e colaboradores, 2000), ou habitat preferencial das espécies sedentárias e de pequeno porte.

Segundo Neiff (1999), a desconexão do rio com as lagoas marginais ocorre quando a descarga de água é restrita apenas ao canal principal, sendo que, as lagoas podem ser mantidas como corpos d'água ou podem desaparecer completamente devido à evaporação e/ou infiltração das águas, e do fluxo lateral para outro ecossistema lêntico ou para o rio.

Pensando nesta situação, observa-se que o ambiente lêntico é passageiro, porém com importante papel na produtividade e biodiversidade dos rios, já que, nessas áreas alagadas se reproduzem e desenvolvem elevadas biomassas de peixes, répteis, pássaros e mamíferos, e também macrófitas aquáticas emersas e submersas.

Enfim, os ambientes estão interligados, e para conservação de uma bacia hidrográfica, faz-se necessário a compreensão do funcionamento e a preservação da integridade destes ambientes.

Porém, de acordo com Cowardin e colaboradores (1979) durante a década de 70 e 80 não havia nenhuma definição completamente correta e ecologicamente fundamentada sobre áreas alagadas, isto primeiramente por causa da diversidade destas áreas e, depois, porque a demarcação entre as áreas secas e alagadas é difícil. Sobretudo, nos últimos anos foram formuladas várias definições para as áreas alagadas, cujo conhecimento de alguns dos conceitos estabelecidos é importante.

A *International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN) adotou a seguinte definição:

Áreas alagadas são regiões com solo saturado de água, ou submersas, naturais ou artificiais, permanentes ou temporárias, onde a água pode ser estática ou com fluxo, salina, salobra, água doce. Áreas dominadas por águas incluem pântanos, brejos, paludes, pântanos costeiros, estuários, baías, tanques, lagoas costeiras, lagos, rios, represas (GOPAL e colaboradores, 1992 *apud* TUNDISI; MATSUMURA – TUNDISI, 2008, p. 418).

Já o Programa Biológico Internacional definiu áreas alagadas como: “Área dominada por macrófitas¹², herbáceas, cuja produtividade ocorre no ambiente aéreo acima do nível da água, enquanto que as plantas sobrevivem ao excesso de água que seria prejudicial para muitas plantas superiores com raízes aéreas.” (GOPAL e colaboradores, 1992 *apud* TUNDISI; MATSUMURA – TUNDISI, 2008, p. 418).

No que tange os estudos de áreas alagadas, dentro deste sistema fluvial encontra-se a planície de inundação, a qual já foi mencionada anteriormente. Esta planície, especialmente nos grandes rios, compreende mosaicos de ecossistemas que, constituem um subsistema. De acordo com Iriondo (1992); Neiff e colaboradores (1994), a planície de inundação ou várzea “é uma faixa estreita por onde corre o rio, constituída por seus depósitos do canal e da inundação, permanente ou temporalmente inundada pelo aporte fluvial”.

Durante a inundação dos rios e a formação das áreas alagadas, ocorre também a passagem dos peixes reprodutores e o transporte dos nutrientes para a planície de inundação. Sendo assim, este local serve como berçário para os alevinos, e os

¹² São plantas aquáticas que vivem em brejos até ambientes verdadeiramente aquáticos.

nutrientes são utilizados no local por diferentes comunidades de produtores primários durante as fases terrestres e aquáticas para produzir matéria orgânica que são utilizadas por comunidades consumidoras, resultando em uma produção primária e secundária altas (JUNK, 1980, 1997, 2001; RESENDE, 2003; CALHEIROS, 2003), o que segundo Junk (2001) proporciona acúmulo de nutrientes na planície de inundação. Entretanto, essa conectividade ao longo do ano pode variar de acordo com a variabilidade do pulso hidrológico do rio, inundação e vazante.

Segundo Junk e colaboradores (1989), nesses sistemas rio/planície de inundação, o regime hidrológico é a principal função de força, sendo esse pulso de inundação de importância crucial para a manutenção da alta produtividade e diversidade desses ecossistemas complexos e frágeis.

2.1.2. Pulso de Inundação e Vazante

Para finalizar os estudos sobre a regime fluvial é importante entender às funções de força e as perturbações físicas nas relações ecológicas na bacia hidrográfica, o que se infere que esse funcionamento conjunto depende dos pulsos hidrológicos, inundação e vazante. Por isso, de acordo com Christofolletti (1981) *“a alternância entre inundação e emersão é o aspecto fundamental que controla a erosão e a deposição nas planícies, definindo comunidades bióticas, processos biológicos e ambientes característicos em ecossistemas fluviais”*.

Então, esses pulsos hidrológicos, de acordo com Tundisi; Matsumura-Tundisi (2008), *“determinam fluxos mais rápidos nos rios e variações de nível com inundação de áreas marginais, matas ciliares e lagoas marginais, podendo acelerar ciclos biogeoquímicos e interferir nos ciclos de vida de organismos aquáticos, tais como peixes e zooplâncton¹³, e terrestres, tais como insetos”*, isto corrobora com a afirmativa acima de Christofolletti (1981).

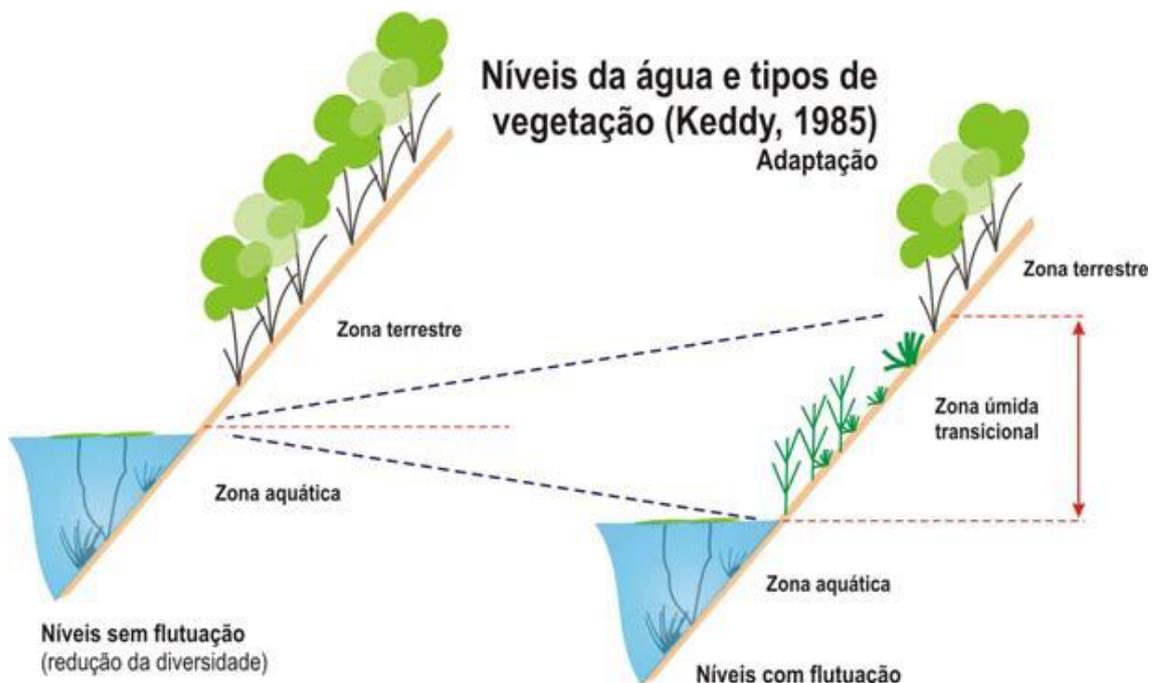
Para exemplificar, no que tange os ciclos dos organismos, as características das vazões, como amplitude, duração, frequência, taxa de recessão e ascensão, e a

¹³ Animais do Plâncton

época em que ocorrem as cheias e as secas, os quais caracterizam o pulso hidrológico, acionam processos migratórios com finalidade de reprodução ou busca de alimento (ARAUJO - LIMA e colaboradores, 1995). Neste caso, nos sistemas tropicais, a reprodução de algumas espécies de peixes é altamente sazonal e as enchentes funcionam como gatilho sincronizador para desova, e o pico da enchente, como finalizador do período reprodutivo (VAZZOLER e colaboradores, 1997).

Porém abaixo segue a influência dos níveis fluviométricos na diversidade de vegetação marginal, ilustrando a atuação do ciclo de inundação e vazante neste evento (Figura 6):

Figura 6- Influência dos níveis fluviométricos na diversidade de vegetação marginal.



Fonte: Keddy (1985) *apud* Amorim (2009) - Adaptado.

Com o decréscimo do nível d'água, ou seja, durante a vazante do corpo hídrico, ocorre a desconexão dos ambientes lacustres ao leito principal do rio, resultando em drenagem de sedimentos e aumentando o nível de oxigênio dissolvido nas lagoas (HENRY, 2003). Com esse período de baixos níveis fluviométricos a vegetação aquática do período de cheia morrem e liberam nutrientes

para as áreas que estão expostas, os quais são acumulados no solo e utilizados pela planta terrestre que irá se desenvolver (THOMAZ e colaboradores, 2004).

Já no período de cheias, os rios restabelecem a sua conexão com as lagoas marginais e de acordo com Oliveira (2004), os vegetais mais tolerantes à umidade desenvolvem-se próximas ao curso d'água e as espécies características de solos bem drenados crescem próximas à zona terrestre, compondo um ambiente rico em diversidade.

Essa vegetação que cresce às margens dos rios, também chamada de vegetação ciliar, tem papel importante na biodiversidade do rio. Segundo Pedralli; Teixeira (2003), além de controlar o excesso de sedimentos e nutrientes que alcançam o leito por meio do alagamento sazonal das planícies, a vegetação forma corredores interligando os remanescentes de matas e fornecem matéria orgânica com a sua decomposição.

Além disso, segundo Pompeu (1997), o contato periódico do rio com as lagoas e várzeas, permite a colonização das mesmas por ovos e larvas, bem como a saída para o rio de alevinos e jovens provenientes da reprodução do ano anterior. Com a reprodução ocorrendo em momentos anuais, a possibilidade dos novos peixes terem acesso aos habitats que serão os seus berçários aumentam, lhes oferecendo proteção e alimento. As inundações, proporcionando diversidade de habitats para peixes adultos, facilitam a distribuição de organismos pelo rio (BARON e colaboradores, 2003). Isto torna a manutenção da pesca e, principalmente, das populações de espécies migratórias intimamente associadas a esse ciclo.

Em vista ao supracitado, esta conexão e variabilidade permite a entrada de sedimentos e de matéria orgânica que fornece a matéria prima que cria a estrutura física dos habitats, os substratos e os locais de desova, e armazenam os nutrientes que sustentam as plantas e os animais aquáticos, isto permite as condições necessárias para o incremento da produtividade biológica dessas áreas alagadas (JUNK e colaboradores, 1989; BARON e colaboradores, 2003).

O ciclo de cheia e seca, imposto a esses ambientes, também os tornam singulares e dependentes das alterações do nível da água dos rios nos períodos de maior pluviosidade. Estas alterações podem ser bem definidas pelo ciclo hidrológico,

que representa o padrão estacional do nível de água, portanto, alterações nas condições hidrológicas podem causar diversos prejuízos aos ambientes e interferir nos ciclos biogeoquímicos (TUNDISI; MATSUMURA – TUNDISI, 2008).

O estudo desses ciclos biogeoquímicos se torna cada vez mais importante, como, por exemplo, para avaliar o impacto ambiental que essas alterações possam vir a causar no meio ambiente e nos seres vivos que dependem direta ou indiretamente desse meio para garantir a sua sobrevivência.

2.2. FRAGMENTAÇÃO DO SISTEMA HÍDRICO

A contaminação por atividades antrópicas foi intensificada após o advento da revolução industrial, e agravada ao longo das últimas décadas. Esta consequência do fator humano é um dos principais motivos das alterações na qualidade ambiental. Porém, é preciso avaliar a importância dos recursos naturais na vida do homem, em especial a água, quando considerando o seu uso geral, como: abastecimento público e industrial, agricultura, pecuária, piscicultura, saneamento básico, geração de energia elétrica, recreação, entre outros.

Contudo, para manter esta diversidade de aplicações é preciso entender que a qualidade e a quantidade da água em uma região são determinadas pelas condições físicas da bacia hidrográfica em conjunto com o seu ambiente associado, ou seja, é necessário considerar a intensidade de precipitações, intemperismo¹⁴, cobertura vegetal, os processos naturais e uso excessivo deste recurso. Pensando nisto, Lima e colaboradores (1998) reafirmam que a exploração inadequada dos recursos naturais para os mais diversos fins tem sido a causa principal da descaracterização de importantes ecossistemas, através da destruição de seus habitats, do empobrecimento da biodiversidade e da extinção de espécies nativas.

Por isso, vale ressaltar que a ligação do homem na formação dos processos ambientais é tão importante quanto o ciclo natural e seus fatores biológicos. Sendo assim, durante o processo de implantação do desenvolvimento tecnológico, o ser

¹⁴ É o conjunto de fenômenos físicos e químicos que levam à degradação e enfraquecimento das rochas.

humano precisa buscar compreender o comportamento da natureza para harmonizar sua criação com os processos ecológicos do meio ambiente, analisando melhores alternativas de proteção da natureza em conjunto com o desenvolvimento socioeconômico.

No contexto da influência das atividades antrópicas na qualidade das águas, vale comentar sobre uma dessas atividades por seus prejuízos ambientais: a construção de barragens, que resulta sempre em alterações ambientais, podendo ser benéficas ou não, e de maior ou menor influência.

A construção dessas represas contribui para o controle de cheias, irrigação, abastecimento de água, pesca, suprimento industrial de água e, mais recentemente, geração de energia elétrica. Todavia, esses determinados usos primários têm uma influência fundamental na morfometria¹⁵, morfologia¹⁶ e limnologia¹⁷ dos ecossistemas aquáticos, e podem provocar efeitos como, erradicação de espécies, com prejuízos para a pesca, o esgotamento das águas subterrâneas, disponibilidade e queda na qualidade da água, e diminuição das enchentes (ABRAMOVITZ, 1996; COLLIER e colaboradores, 1996).

A degradação e a extensa perda de diversidade biológica, resultante da exploração dos rios, são preocupantes quando se considera a conservação e restauração de ecossistemas fluviais saudáveis. Por isso, a qualidade de água de reservatórios deve ser o tema central para o gerenciamento ambiental de empreendimentos como usinas hidrelétricas, estimulando o aprimoramento do monitoramento, a elaboração de um banco de dados, aplicação de modelos ecológicos e matemáticos e a implantação de sistema de suporte à decisão, para o controle efetivo da qualidade da água.

¹⁵ É o estudo matemático das formas.

¹⁶ É o estudo da estrutura e da formação.

¹⁷ É a ciência que estuda águas interiores.

2.2.1. Represamento dos rios: uma abordagem reflexiva

No século XIX e XX o mundo se deparou com a euforia da busca pelo desenvolvimento de serviços a base de energia elétrica. Essa necessidade tornou a interferência humana no curso natural dos rios, através da construção de barragens para a geração de energia elétrica, uma prática comum nos tempos atuais. Porém, a implantação desses empreendimentos nos corpos hídricos proporcionou uma série de rios fragmentados, desviados e/ou canalizados por todo o mundo, causando efeitos sobre os ecossistemas de água doce e adjacências.

De acordo com dados da *International Commission on Large Dams (ICOLD)*, 1998 citados por Coelho (2008, p. 16):

O número de barragens no mundo, com mais de 15 metros (grande barragem), cresceu substancialmente, sobretudo, nos países de clima tropical com elevadas taxas de precipitação, como o caso do Brasil. Em 1900, havia 427 grandes barragens superiores a 15 m em torno do mundo. Em 1950, passou para 5.268, em 1986 eram, aproximadamente, 39.000 e, atualmente, são mais de 45.000.

No caso do Brasil a primeira UHE foi construída no rio Paraíba em 1889 (Petrere e colaboradores 2002), sendo intitulada Usina Hidrelétrica de Marmelos. A partir de então essas construções cresceram em número especialmente nas décadas de 1920 a 1930, 1950 e 1970 (TUNDISI, 2003). Segundo cadastro no banco de informações da ANEEL mais de 420 barragens já foram construídas e ocupam uma área de aproximadamente 40.000 km², com volume de 6,5 x 10¹¹ m³, representando, no ano de 2006, 76,18% da geração de energia elétrica do país (Figura 7) (ANEEL, 2006 *apud* COELHO, 2008).

No Brasil, de acordo com o Banco de Informações da Geração (BIG) da Aneel, em novembro de 2008, existia em operação 227 CGHs – Central Geradoras de Hidrelétricas, com potência total de 120 MW; 320 PCHs – Pequenas Centrais Hidrelétricas (2,4 mil MW de potência instalada) e 159 UHE – Usinas Hidrelétricas com uma capacidade total instalada de 74,632 mil MW. Em novembro de 2008, as usinas hidrelétricas, independentemente de seu porte, respondiam, portanto, por 75,68% da potência total instalada no país, de 102,262 mil MW (ANEEL, 2008, p. 54).

Figura 7- Distribuição de reservatórios de UHEs e PCHs no Brasil.



Fonte: Hidroweb, 2013 (Elaborado pelo autor).

Esse conjunto de reservatórios hidrelétricos construídos no Brasil promoveu, portanto, uma extensa e profunda alteração nos mecanismos de funcionamento das bacias hidrográficas, rios, lagos, áreas alagadas, pântanos, etc. Por isso, as questões para avaliar e minimizar os impactos destas usinas para meio ambiente tornou-se o foco de muitos estudos (HENRY, 1999; STRASKRABA; TUNDISI, 1999; NOGUEIRA e colaboradores, 2006;).

Por conseguinte, essa temática relativa ao impacto ambiental das centrais hidrelétricas tem sido discutida, de forma mais intensa, a partir da formulação da Resolução CONAMA nº 01/86 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Esta resolução considera a necessidade de estabelecer as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impactos Ambientais (EIA) e do Relatório de

Impactos Ambientais (RIMA). Antes do ano de 1986, os empreendimentos hidrelétricos eram considerados necessidades básicas, e seus prejuízos ambientais justificados como um “mal necessário” (SANTOS e colaboradores, 2003).

Além da resolução CONAMA nº 01/86, tem-se também a Constituição Federal de 1988 que reafirma a proteção ao meio ambiente, tendo a avaliação de impactos ambientais como matéria constitucional prevista no Art. 225, § 1º, Inciso IV, que determina a realização de estudo prévio de impacto ambiental para a instalação no país de obras ou atividades potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente.

Frente ao exposto, as construções de barragens em rios tornaram-se alvo de críticas e de questionamentos quanto às alternativas tecnológicas sustentáveis. A partir de então muitas pesquisas passaram a ter foco no entendimento da ecologia, buscando a integridade do ecossistema, e obtenção de respostas para as alterações.

Por conseguinte, retomando o assunto do primeiro capítulo deste trabalho, entende-se que qualquer alteração das condições físicas do corpo hídrico, como por exemplo, o represamento, causa um desequilíbrio na esfera ambiental da bacia hidrográfica, influenciando na ciclagem e transporte de nutrientes e sedimentos, capacidade de erosão e natureza das correntes fluviais.

Quando ocorre uma intervenção humana de grande intensidade, como é o caso das construções de grandes barragens, há o rompimento do equilíbrio longitudinal do rio. Praticamente todo barramento do canal fluvial interfere no seu sistema lótico (correntezas) passando a ser um sistema com características lênticas (ou de águas semi-paradas) no reservatório. Esse tipo de interferência gera uma série de efeitos em cadeia que, dependendo da magnitude e área de abrangência, pode ser irreparável (CUNHA, 1995, p. 378).

Então, considerando as alterações hidrológicas e geomorfológicas de rios represados, é necessário analisar considerando três setores: montante da barragem, secção do rio situada antes do barramento; na área do reservatório e periferia; e, a jusante da barragem, região do rio localizada entre o represamento e a foz do curso d'água.

Com a implantação da represa, o setor da bacia a montante da barragem tem uma redução na velocidade das águas contribuindo com uma maior deposição de

carga sólida e aumento dos níveis das águas, já que a vazão das águas depende da liberação de fluxo da barragem. Como consequência a estas modificações do regime fluvial pode-se ter alguns impactos geomorfológicos como, assoreamento do leito principal do rio e seus afluentes trazidos pelo acúmulo material particulado; e, formação de novas áreas de inundação, já que ocorreu o aumento dos níveis de água na região.

No que tange os impactos ocorridos na área de implantação do reservatório, tem-se a modificação do ecossistema lótico para ecossistema lêntico com, armazenamento na carga líquida e sólida, ocorrendo inundações da área do entorno, assoreamento do reservatório e formação de bancos arenosos emersos ou imersos; além da alteração na transparência e na estrutura térmica da água, com consequente modificação da taxa de oxigênio dissolvido.

Na região a jusante das barragens tem-se a redução da carga sólida (sedimentos); processo de deposição nas margens e no leito principal do rio; erosão do leito do rio, com consequente descida do nível de base local; redução das vazões e níveis da água o rio a jusante para garantir os reservatórios cheios, dando suporte em períodos de estiagem para que ocorra o fornecimento de energia elétrica durante todo o ano; alteração na estrutura térmica; e, modificação na dinâmica da foz, com entrada de água salgada e consequente salinização das águas do rio.

Baseado na descrição acima pode-se considerar que a construção das barragens interfere na sequência natural dos rios. Porém, apesar dos impactos destacados acima, vale ressaltar que ainda são bastante escassas as pesquisas que tratam a respeito desses efeitos em canais fluviais decorrentes da construção de barragens.

Brandt (2000) em seus estudos corrobora com os impactos citados com relação aos observados a jusante das barragens, destacando dois efeitos relacionados às mudanças no regime hidrológico do rio: o fluxo de água (efeitos semelhantes aos padrões de liberação) e o fluxo de sedimento. Lembrando que, nos dois casos ocorre a interação de acordo com a particularidade de cada represa, determinando, por sua vez, mudanças nos processos morfológicos do canal após a barragem.

Vale ressaltar ainda os estudos realizados por Coelho (2008), o qual destaca que, em grande parte dos reservatórios do país, independente do padrão, há “Modulação diária de Ponta” nos horários de maior consumo (entre 18:00 e 22:00 horas), ou seja, ocorre com isso um acréscimo de vazão a jusante das UHEs.

Outras interferências referem-se ao aporte de nutrientes, o que caracteriza o processo de eutrofização das águas, ou seja, o enriquecimento dos rios por nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, assim, geralmente as represas retêm fósforo e exportam o nitrogênio a jusante interferindo no processo de fertilização natural dos ecossistemas aquáticos favorecendo a fertilização acelerada, levando ao crescimento excessivo de plantas.

Um dos principais problemas relacionados à eutrofização é a proliferação de cianobactérias¹⁸ em detrimento de outras espécies aquáticas. Muitos gêneros de cianobactérias quando submetidas a determinadas condições ambientais podem produzir toxinas que chegam a ser fatais aos animais e aos seres humanos (FIGUEIRÊDO e colaboradores, 2007, p. 400).

Para Bizerril; Primo (2001), uma das consequências desses barramentos, é a possível redução da área inundada, o que impacta na conexão entre as lagoas da planície fluvial, o que permite a exposição das planícies durante todo o ano, ou ainda, a submersão em períodos irregulares. Esta modificação no regime hidrológico prejudica espécies que desovam nas margens, pois as oscilações bruscas podem expor ovos, larvas e alevinos ao dessecamento e espécies de peixes migratórios que desovam a montante das barragens, mas alimentam-se e crescem nas lagoas marginais.

É importante ressaltar ainda, os efeitos da construção de reservatórios em série ao longo do curso de rios, os quais, quando são avaliados considerando os efeitos em cadeia dessas barragens, são extremamente complexos e substanciais, podendo até, em alguns casos, exceder àqueles produzidos por uma única grande barragem (BRANDT, 2000).

¹⁸ Pertence ao domínio Bacteria e são popularmente denominadas algas azuis. Possuem forma de cocos, bastonetes, filamentos ou pseudofilamentos, apresentando coloração azul em condições ótimas, mas são frequentemente encontradas apresentando coloração de verde oliva a verde-azulado

Esse modelo de reservatórios construídos em forma de cascata é comum nos rios brasileiros, como no rio São Francisco, que apresenta sete represas dispostas em série ao longo do rio, UHE de Três Marias, Sobradinho, Itaparica, Paulo Afonso I, Paulo Afonso II, Paulo Afonso III e Xingó. Reservatórios em cascata também existe no rio Grande (UHEs Camargos, Itutinga, Furnas, Mascarenhas de Moraes, Luiz Carlos B. Carvalho, Jaguará, Igarapava, Volta Grande e Porto Colômbia), no rio Doce (Candongia, Aimorés e Mascarenhas), entre outros.

De acordo com Guerra; Cunha (1998), Christofolletti (1999) e Fontes (2002), as construções das barragens, além de tornar a vazão do rio artificial, danifica centenas de quilômetros à montante da barragem e prejudica áreas de recursos naturais, históricos e culturais pela inundação. À jusante, os impactos são mais fortes, chegando até a plataforma continental, comprometendo a complexa rede ecológica da biodiversidade do rio, do estuário e da costa adjacente.

Porém, vislumbrando tudo que foi citado acima, é necessário considerar que existem medidas mitigadoras para reduzir esses prováveis impactos negativos provocados pela construção de barragens.

Coelho (2007) aponta outros elementos importantes a serem considerados quanto à natureza e distribuição dos impactos gerados pelas barragens: usos/demandas por água; escala/amplitude espacial dos impactos; alcance longitudinal dos impactos do rio e seus afluentes; natureza e sequência dos impactos; forma de operação das barragens; encadeamento dos impactos; efeitos sobre os meios antrópicos e bióticos;

A magnitude do impacto da barragem depende de uma série de características e aspectos, como: a) geologia da bacia e reservatório; b) características de relevo da bacia, inclusive, o relevo fluvial; c) produção de sedimentos (tipo); d) clima predominante ao longo da bacia; e) número de represas construídas ao longo dos rios (finalidades; tipologia do reservatório como altura e forma; características/formas do vertedouro; temperatura, oxigenação e tempo de residência da água no reservatório; profundidade da qual a água é liberada da barragem/vertedouro; e f); demandas de água (atual e futura) da bacia, inclusive a jusante da barragem (COELHO, 2007).

Segundo Barbosa; Mattos (2007, p.5), vale ponderar a realização das seguintes etapas na tentativa de minimizar os impactos advindos das construções de empreendimentos como as usinas hidrelétricas:

1. Implementar um Programa de Educação Ambiental na área de influência de cada empreendimento de forma integrada com os demais programas e com o programa da bacia;
2. Implementar um Programa de Monitoramento adequado às necessidades do reservatório;
3. Implantar um laboratório na região para controle da qualidade da água e possibilitar o uso pela academia e instituições de pesquisa;
4. Recuperar e implantar Mata ciliar com espécies nativas nas margens dos reservatórios e nos demais mananciais;
5. Implantar um programa de apoio à averbação das Reservas legais das médias e pequenas propriedades da Bacia;
6. Treinar técnicos da área de meio ambiente e utilizar agentes públicos nas ações municipais;
7. Criação e implementação de Conselhos Municipais de Meio Ambiente; e,
8. Aumentar o efetivo do Ministério Público, do IBAMA e da Agência Ambiental da região diminuindo a restrição orçamentária.

Vale ainda levar em consideração a diferença existente entre as condições físicas, químicas e bióticas em diferentes regiões, principalmente quando se tratando América do Sul, América do Norte e Europa. Segundo, Miranda, 2001 *apud* Coelho 2008, muitos modelos de barragens instalados no Hemisfério Sul são elaborados por profissionais estrangeiros, os quais, não adéquam o projeto a realidade no local, a exemplo do funcionamento do clima, dinâmica geomorfológica/sedimentar, fauna (do rio) e também as condições socioeconômicas, podendo comprometer o empreendimento (ex.: menor vida útil do reservatório).

Pensando nas etapas propostas acima, e apreciando os questionamentos supracitados com relação à necessidade de planejamentos sustentáveis para a implantação das barragens, pode-se considerar que os barramentos não possuem apenas pontos negativos a serem discutidos.

Por isso, em contrapartida, a construção de barragens, independente da sua atribuição, pode contribuir para o abastecimento da população, para preservação e recuperação dos recursos hídricos, controle de inundação, diminuição do período de seca, auxílio na irrigação, benefícios no turismo e emprego, retorno econômico, entre outros. Porém, pelo fato da falta de gestão para com os represamentos, muitos estudiosos deixam de considerar seus benefícios focando as pesquisas em alertas e dicas nos pontos negativos na construção das hidrelétricas, na tentativa de contribuir na conscientização da mitigação, ou seja, na redução ou remediação dos impactos.

Abaixo estão descritos os pontos positivos e negativos das construções das barragens (Tabela 1 e Tabela 2).

Tabela 1- Pontos negativos para os aspectos ambientais a serem considerados no planejamento para construção de barragens.

ASPECTOS AMBIENTAIS	
Pontos negativos	Descrição
Perda da Biodiversidade	Implantação das hidrelétricas nos últimos redutos onde existem remanescentes florestais importantes para a conservação da biodiversidade, desmatamento dessas áreas para construção dos lagos.
Erosão e Depósito de Sedimentos	Com a construção das barragens ocorre a interrupção do transporte de sedimentos no rio, provenientes do solo e das rochas existentes no seu leito e em suas margens, devido a água correr muito lentamente no reservatório, e, além disso, há um obstáculo para o seu escoamento (a barragem), por isso os sedimentos se depositam no fundo e não seguem rio abaixo. Como forma de recuperar o abastecimento de sedimentos, abaixo da barragem, o rio vai aumentar o processo de erosão das margens. Esse processo de erosão pode aprofundar o leito e alargar o rio.
Tremores de Terra	Ainda estão sendo feitos debates científicos a este respeito, mas é certo que a pressão e o peso da água estocada no reservatório, em alguns casos, são suficientes para explicar um tremor.
Qualidade da Água	Ao se interromper o fluxo normal do curso do rio, acontecem diversas mudanças na temperatura e na composição química da água e por isso existem consequências diretas sobre a qualidade da água.
Efeito sobre os Peixes	As barragens alteram o fluxo dos rios e criam enormes obstáculos (barreiras físicas) para o ciclo migratório e até mesmo para a sobrevivência das espécies. Além disso, considerando o item acima a água do fundo de um reservatório de uma grande barragem normalmente é mais fria no verão e mais quente no inverno do que a água do rio. Já a água da superfície do reservatório é mais quente do que a do rio praticamente em todas as estações. Essas mudanças de temperatura mudam os ciclos de vida da vida aquática, tais como procriação, metamorfose, etc. Por isso, algumas espécies podem desaparecer por causa da não adaptação às novas temperaturas.

Fonte: Vieira; Vainer (2007) – Adaptado.

Tabela 2- Impactos positivos considerados em projetos hidrelétricos.

ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS	
Pontos positivos	Descrição
Social	Beneficiamento social com abastecimento do setor urbano, saneamento básico (saúde da população), recreação e geração de energia; controle de inundação e diminuição do período de seca.
Desenvolvimento sustentável	Desenvolvimento sustentável da região com benéficos ao turismo e emprego.
Econômico	Abastecimento das indústrias, agricultura, pecuária e piscicultura, com crescimento e exploração das colheitas, e retorno econômico para as comunidades.

Fonte: Akkaya (1999) *apud* Velosa (2009) – Adaptado.

Vale ressaltar que, na tabela acima, quando se considera os impactos positivos, os autores destacam entre outros itens, o controle de inundação e a diminuição do período de seca, isto pode trazer equívocos, já que na maioria dos estudos esses pontos são destacados como negativos. Porém, é necessário entender que esses itens advindos como consequência da construção das barragens feitos de forma a mitigar seus efeitos sobre o ciclo natural do meio ambiente podem ser considerados como positivos quando olhados com os olhos da sociedade.

É preciso lembrar que, para os países, principalmente os subdesenvolvidos, possuir recursos naturais que se transformem em fonte de energia renovável, que consiga abastecer os serviços vitais ao desenvolvimento econômico e social, é uma estratégia bastante vantajosa, o que favorece a redução da dependência da necessidade de suprimentos externos.

No caso dos potenciais hídricos, de acordo com a ANEEL (2008), vale destacar dois argumentos favoráveis: o baixo custo do suprimento na comparação com outras fontes (carvão, petróleo, urânio e gás natural, por exemplo) e o fato de a operação das usinas hidrelétricas não provocar a emissão de gases causadores do efeito estufa.

Levando em consideração o Decreto nº 24643, de 10 de Julho de 1934, o Código das Águas, em seu artigo 143, estabelece a harmonização dos aproveitamentos hidráulicos para a geração de energia com os outros usos. Este art. prevê (BRASIL, 1934):

Art. 143. Em todos os aproveitamentos de energia hidráulica serão satisfeitas exigências acauteladoras dos interesses gerais:

- a) da alimentação e das necessidades das populações ribeirinhas;
- b) da salubridade pública;
- c) da navegação;
- d) da irrigação;
- e) da proteção contra as inundações;
- f) da conservação e livre circulação do peixe;
- g) do escoamento e rejeição das águas.

Além disso, atualmente o IEA – International Energy Agency (2012) considera a água como a matéria prima da produção de energia, sendo que de

acordo com a realidade mundial, a necessidade de água para essa produção deverá crescer o dobro quando considerada a proporção da produção de energia..

A água é fundamental para a produção de energia: na geração elétrica, na extração, no transporte e no tratamento do petróleo, do gás e do carvão e, cada vez mais, na irrigação para as culturas destinadas à produção de biocombustíveis. (...). O aumento de consumo de água previsto, de 85% até 2035, traduz um movimento no sentido de uma geração de eletricidade que utiliza mais intensivamente a água, bem como a expansão da produção de biocombustíveis (IEA, 2012, p. 9).

Por esses motivos, vale ponderar os pontos positivos e considerar planejamentos para os efeitos de acordo com cada rio, avaliando de forma integrada o rio e a bacia, para que se tenha a noção dos efeitos cumulativos de várias barragens, ou de qualquer outra atividade, mas principalmente para que se possa planejar a quantidade e o modelo de represas em cada rio, levando em conta a conservação ambiental e a manutenção da qualidade de vida da população (VIEIRA; VAINER, 2007).

A construção de qualquer grande empreendimento, a exemplo das hidrelétricas, sem um planejamento que contemple a minimização dos impactos de seu funcionamento, e a construção de mais de uma grande hidrelétrica em um único rio sem levar em consideração suas possíveis modificações e as vantagens e desvantagens destas mudanças, é um indicativo de insustentabilidade econômica, social, cultural e ambiental.

2.2.2. Aspectos Econômicos e Sociais: algumas considerações

De fato a construção de usinas hidrelétricas é algo necessário à realidade atual do Brasil, já que, quase 97% de toda energia elétrica produzida no país é gerada em usinas hidráulicas. Além disso, essas águas armazenadas nos reservatórios contribuem favoravelmente às grandes áreas urbanas e rurais, as quais utilizam essas águas nos períodos secos, na irrigação e para atendimento da demanda agrícola para fornecimento de alimentos, e por isso no crescimento e

exportação das colheitas, além da ativação e abertura de novos mercados, o que contribui nos aspectos socioeconômicos da região (SABBAG, 2006).

Essas diversas variantes negativas, as quais envolvem regime de fluxo, ciclagem de nutrientes, mortandade da fauna e flora, entre outros, é a grande problemática relacionada à construção das barragens. Contudo, esta situação ocorre pelo fato de durante a construção dos empreendimentos no século passado não existir a exigência da avaliação dos impactos, e por isso, a constatação dos impactos ambientais e socioeconômicos prejudiciais foram detectados tardiamente. Segundo Sabbag (2006, p. 17), a mitigação para esses impactos *“deveria ter sido empreendida concomitantemente à execução do projeto, o que acabou não ocorrendo, por falta de conhecimento e por não haver exigência por parte da legislação”*.

Num estudo realizado pela CMB – Comissão Mundial de Barragens (WCD, 2000), quanto aos impactos sociais dos barramentos, constatou-se que muitas vezes os efeitos negativos não são adequadamente avaliados ou sequer considerados. A comissão listou sete itens considerando, a vida, a subsistência e a saúde das comunidades:

Existem entre 40 e 80 milhões de pessoas fisicamente deslocadas por barragens em todo o mundo;

1. Muitas dessas pessoas deslocadas não foram reconhecidas (ou cadastradas) como tal e, portanto, não foram reassentadas nem indenizadas;
2. Nos casos em que houve indenização, esta quase sempre se mostrou inadequada; e nos casos em que as pessoas deslocadas foram devidamente cadastradas, muitas não foram incluídas nos programas de reassentamento;
3. Aquelas que foram reassentadas raramente tiveram seus meios de subsistência restaurados, pois os programas de reassentamento em geral concentram-se na mudança física, excluindo a recuperação econômica e social dos deslocados;

- 4.Quanto maior a magnitude do deslocamento, menor a probabilidade de que os meios de subsistência das populações afetadas possam ser restaurados;
- 5.Mesmo nos anos 90, em muitos casos os impactos sobre os meios de subsistência a jusante não foram adequadamente avaliados ou considerados no planejamento e projeto de grandes barragens; e,
- 6.Milhões de pessoas que vivem a jusante de barragens - particularmente aquelas que dependem das funções naturais das planícies aluviais¹⁹ e da pesca – também sofreram graves prejuízos em seus meios de subsistência e a produtividade futura dos recursos foi colocada em risco.

Corroborando esse estudo e tomando o Rio São Francisco como exemplo, Silva (1999) concluiu que, *“com a construção do Sistema Chesf de Barragens a bacia hidrográfica do rio São Francisco tem sido alvo dos interesses expansionistas das políticas brasileiras de desenvolvimento, responsáveis pelo acelerado processo de destruição socioambiental”*.

Sobretudo, levando em consideração o Plano de Recursos Hídricos do rio supracitado publicado pela ANA/GEF/PNUMA/OEA (2004), a população total na Bacia, no ano 2000, foi de 12.796.082 habitantes, com uma densidade demográfica média de 20,0 hab./km². Já nos dados fornecidos pela ANA, mais de 14,2 milhões de pessoas habitavam a região do São Francisco em 2010. Isto demonstra um crescimento de quase dois milhões de habitantes em 10 anos, sendo que a sobrevivência destas pessoas depende das atividades de pesca, agricultura e navegação (ANA, 2010)

Pensando nessas condições, vale ressaltar que a construção de barragens e formação de grandes reservatórios, e sua forma de operação, tem resultado em alterações do padrão e características dos fluxos efluentes das usinas hidrelétricas, com isso a população ribeirinha que deveria estar aproveitando de maneira positiva

¹⁹ São terrenos baixos e planos junto aos cursos d'água e são formadas por sedimentos aluvionares, constituídos de argila, silte e areia.

essas mudanças do entorno, acabam enfrentando diversos problemas como, assoreamento, desmatamento, erosão e poluição (GOMES, 2005).

Além disso, de forma reflexiva percebe-se que o histórico da fragmentação do rio São Francisco esta diretamente relacionada à falta de consciência ecológica da população. E como consequência, a situação mais alarmante é o declínio da quantidade do Surubim, peixe considerado como símbolo da riqueza e vida do rio São Francisco, e a escassez, mais recentemente, do dourado e curimatá, a região ribeirinha depende da pesca para sua sobrevivência. Esta situação reafirma uma crise socioambiental na bacia em questão. Segundo Andrade (2002, p.4), a falta da água, além de levar ao desaparecimento da ictiofauna, pode eliminar os pescadores e as comunidades ribeirinhas.

Então, esses barramentos modificam o regime fluvial, e alteram o regime de cheias e vazantes, diminuindo o volume de água no canal do rio, prejudicando a formação de lagoas marginais, com isso, a reprodução e migração dos peixes. Por conseguinte, a estabilidade das margens que vem sendo erodidas acaba resultando em forte sedimentação da calha principal do rio, tornando o rio mais raso, favorecendo assim o aparecimento de croas e criando sérias dificuldades para a navegação (SILVA, 1999; ANDRADE, 2002; HOLANDA e colaboradores, 2005a).

Por essas ações, o rio acaba ficando sem nutrientes e sedimentos para alimentar a sua foz, além da mudança no regime de maré e da entrada de água do mar na foz, reduzindo assim o número total de peixes da região. Todas essas mudanças supracitadas compõem um quadro de insustentabilidade ambiental no rio comprometendo as atividades econômicas tradicionais (agricultura de várzea e pesca artesanal) da região, o que repercute profundamente na população ribeirinha, em forma de crescente pressão de uso em busca de geração de renda para o sustento das famílias.

Na tabela 3 estão descritos aspectos negativos na construção de barragens relacionados à sociedade.

Tabela 3- Pontos negativos para os aspectos sociais a serem considerados no planejamento para construção de barragens.

ASPECTOS SOCIAIS	
Pontos negativos	Descrição
População deslocada pelas grandes Barragens	As famílias e comunidades deslocadas sofrem enormes perdas. O impacto mais evidente é a perda de terras, casas, igrejas, clubes, escolas, comércios, etc. Costuma-se chamar este conjunto de impactos de perda dos meios materiais de vida.
População a Jusante e no Entorno dos Reservatórios das Barragens.	Os impactos sociais, econômicos e culturais decorrentes da construção de barragens não se limitam à área inundada. Isso significa que também são afetadas populações que vivem à jusante da barragem e que, de alguma maneira, se utilizam dos recursos – tais como rios, florestas, pastos, estradas – destruídos pelo projeto. Existem também populações que ficam no entorno dos reservatórios, depois das barragens construídas, e que sofrem prejuízos. É o caso da redução das comunidades por causa da fuga dos moradores.
População Indígena	O impacto das grandes barragens sobre os povos indígenas se torna especialmente grave porque os séculos de exploração e deslocamento imposto à maioria das tribos indígenas torna os remotos vales e florestas de suas reservas o último refúgio contra a destruição cultural. Nessas comunidades, o trauma do reassentamento é ainda maior por causa de sua forte ligação espiritual com o território.
Tempo e Incerteza	Há um aspecto que nunca é levado em conta nas políticas e planos: o tempo que leva um projeto e seus impactos. Ao contrário do que se pensa e diz, os sofrimentos da população atingida se iniciam muito antes do projeto começar a ser implementado. Além disso, existe a incerteza da população, ninguém sabe ao certo se de fato a barragem vai ser construída, nem quando, nem quantas casas e propriedades serão inundadas, quem deverá receber compensação e qual será o valor da compensação. Este clima de incerteza pode gerar situações dramáticas e até suicídios.
Doenças	O primeiro tipo de problema de saúde provocado por barragens começa com a chegada de um grande número de trabalhadores da construção civil para trabalhar na obra. São trabalhadores que circulam por toda parte e muitas vezes carregam consigo doenças contagiosas como tuberculose, sífilis, AIDS, entre outras. Mas os trabalhadores da obra também são vítimas das condições de trabalho perigosas e insalubres na maioria dos casos. Os acidentes e mortes são numerosos. Além disso, doenças parasitárias, em especial a esquistossomose e a malária, podem aumentar. Também podem ocorrer a febre amarela, a dengue e a filariase.
Relação de Gênero	O empobrecimento e a ruptura das comunidades, o trauma e os impactos na saúde têm um efeito muito mais severo nas mulheres. Em alguns casos, o empobrecimento gerado pelo deslocamento compulsório é responsável pelo aumento da migração masculina para as áreas urbanas, aumentando assim o número de casas chefiadas por mulheres, que passam a arcar sozinhas com os custos de manutenção dos filhos. Quanto à saúde das mulheres, a chegada de imigrantes durante a construção da barragem e a conseqüente urbanização da região são fatores que podem elevar o nível de doenças sexualmente transmissíveis, especialmente a AIDS. O aumento da violência doméstica, decorrente da elevação do alcoolismo, é outro efeito agravado pelo empobrecimento e pela desestruturação das comunidades.
Patrimônio Cultural	Grandes barragens também costumam provocar a perda de recursos arqueológicos, como cavernas, fósseis de plantas e animais, cemitérios, etc.

Fonte: Vieira; Vainer (2007) – Adaptado.

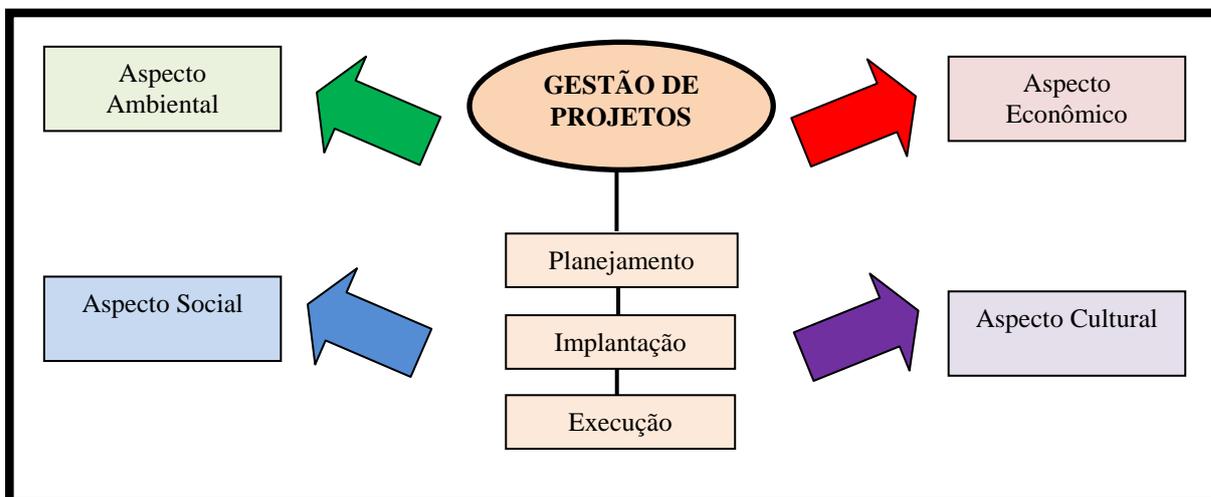
Corroborando com o que foi indicado, Azevedo (2002) aponta que são identificados como impactos sociais: o deslocamento forçado de populações; perda de cultura e atividades tradicionais; surgimento de doenças provocadas pelo aumento de populações de vetores; alteração cultural e distúrbios sociais, decorrente do grande fluxo de trabalhadores, acarretando aumento de taxas de alcoolismo, prostituição, violência e perda de valores culturais e religiosos; perda de patrimônio cultural, especialmente sítios históricos, arqueológicos, paleontológicos e religiosos, comumente encontrados às margens de rios e que são submersos ou destruídos por construções, retirada de material para aterro etc.; perda de infraestrutura, consistente em estradas, pontes, cidades etc., frequentemente submersas e perda de atividades econômicas primárias, tais como agricultura, pecuária e extrativismo, normalmente.

Frente a todas estas considerações a maioria dos estudos e pesquisas indicam eminentemente os aspectos negativos envolvidos nas construções de barragens, o que proporciona aos leitores que seria impossível implantar empreendimentos hidráulicos de grande porte com respeito aos direitos humanos e ambientais. Porém, a realidade não é essa, existem maneiras conscientes de programar o desenvolvimento tecnológico na sociedade tentando minimizar ou mitigar esses possíveis impactos. O desenvolvimento é necessário para atender as nossas necessidades, contudo, é preciso que o desenvolvimento seja sustentável, que os responsáveis pela implantação e operação dos empreendimentos vislumbrem sempre a melhor maneira de se construir pensando no meio ambiente e nas vidas humanas que estão envolvidas direta ou indiretamente.

Diante da discussão, fica evidente a necessidade da compreensão entre a relação do conhecimento sócio-ecológico e as respostas que levam às mudanças ambientais, considerando o uso e manejo sustentável dos recursos, a diversidade biológica e os ecossistemas, de forma a implantar um empreendimento com um planejamento sustentável vislumbrando todas as direções de influências, negativa ou positiva, dos aspectos ambientais, sociais, econômicos e culturais. Assim, nos novos projetos de barragens, que deverão piorar a já precária situação da biodiversidade aquática no Brasil, é importante ressaltar a necessidade de um

planejamento estratégico que busque a minimização dos impactos para futuros repesamentos (Figura 8).

Figura 8- Planejamento estratégico para minimização de impactos nas construções de barragem.



Fonte: Elaborado pelo autor

Diante desta realidade, é de vital importância desenvolver pesquisas para descobrir os problemas ambientais envolvidos na construção das barragens para poder adotar medidas mitigadoras para os mesmos e para permitir a exploração econômica dos recursos das bacias hidrográficas da área estudada de forma menos impactante possível.

2.3. NOVAS TECNOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO DE UHE

Em vista a realidade atual do Brasil e a todos os questionamentos realizados neste trabalho, conclui-se que com o aumento da população eleva-se a necessidade da produção de energia e, por isso, vale levar em consideração a importância das Usinas Hidrelétricas. Todavia, é preciso atentar ao funcionamento para usinas hidrelétricas, assim como suas opções em tecnologias sustentáveis.

A Lei nº 12.334 de 20 de Setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, em seus art. 2º estabelece as seguintes definições:

I - barragem: qualquer estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas;

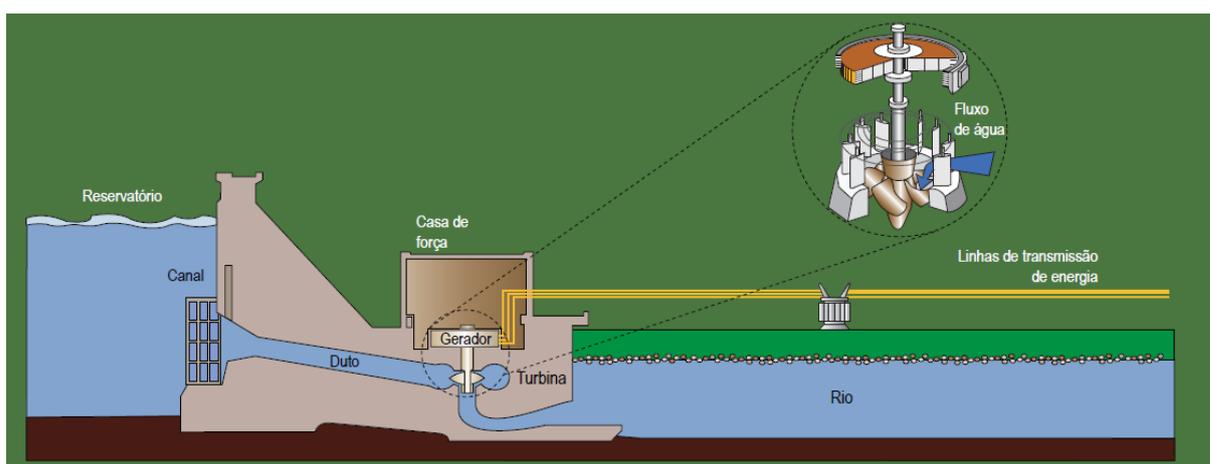
II - reservatório: acumulação não natural de água, de substâncias líquidas ou de mistura de líquidos e sólidos;

III - segurança de barragem: condição que vise a manter a sua integridade estrutural e operacional e a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente;

VII - dano potencial associado à barragem: dano que pode ocorrer devido a rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem.

Em uma central hidrelétrica, a usina é composta basicamente por: uma barragem, a qual interrompe o curso normal do rio e permite a formação do reservatório; o sistema de captação e adução de água, que têm a função de levar a água até a casa de força; a casa de força, onde estão as turbinas; e o vertedouro, o qual permite a saída da água sempre que os níveis do reservatório ultrapassam os limites recomendados. Todos esses itens funcionam em conjunto e de maneira integrada como pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 - Perfil esquemático de usina hidrelétrica.



Fonte: ANNEL, 2008, p. 50.

Pensando no funcionamento desses empreendimentos temos como matéria prima a água, que está acumulada no reservatório criado a partir da construção da barragem. Esta água entra no sistema de captação e adução e através dos dutos é

encaminhada à casa de força. Na casa de força a água aciona uma turbina hidráulica que movimenta o rotor de um gerador elétrico para produção de energia elétrica. Durante o seu movimento giratório, as turbinas convertem a energia cinética (do movimento da água) em energia mecânica, ou seja, a turbina movimentada pela água faz girar um eixo mecânico. A partir daí, o gerador elétrico tem seu rotor acionado por acoplamento mecânico com a turbina e transforma energia mecânica em elétrica devido às interações eletromagnéticas ocorridas em seu interior. Depois de passar pela turbina, a água é restituída ao leito natural do rio pelo canal de fuga (ANNEL, 2008).

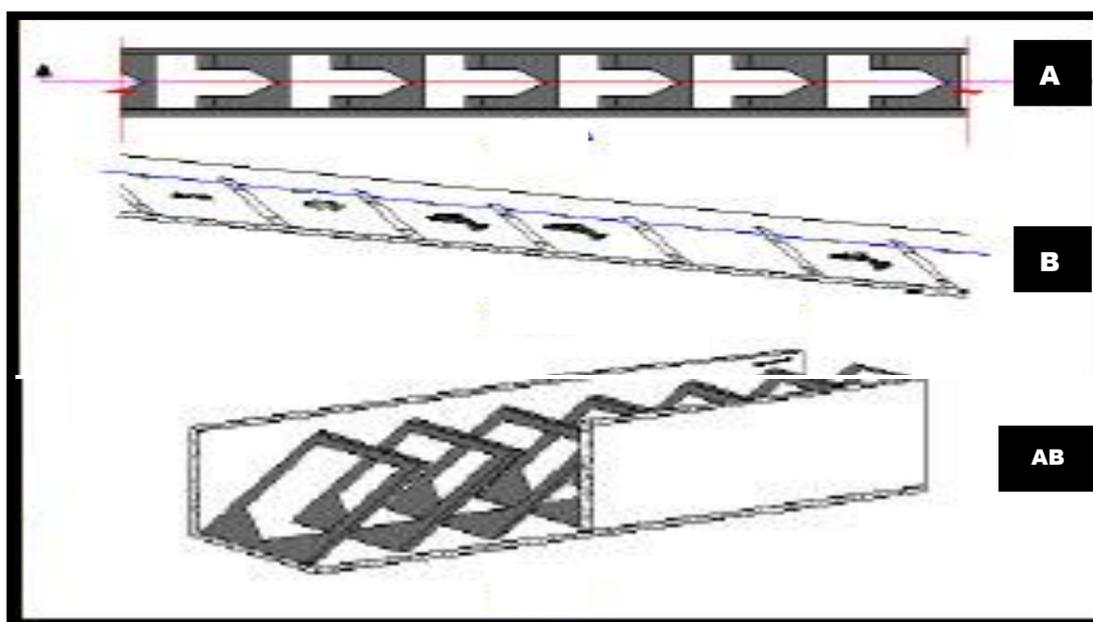
Por último, há o vertedouro, cuja função é permitir a saída da água sempre que os níveis do reservatório ultrapassam os limites recomendados. A água utilizada, pode ser totalmente liberada pelo aproveitamento – com reservatório de acumulação ou não -, ou liberada apenas em parte.

Segundo Reis (2011, p. 91), as usinas hidrelétricas são, em geral, classificadas quanto ao uso das vazões naturais em: centrais a fio d'água, centrais de acumulação e centrais com armazenamento por bombeamento e com reversão (centrais reversíveis). As usinas a fio d'água operam com a vazão natural do rio, aproveitando a força da correnteza dos rios, e por isso, não precisam de reservatório de acúmulo de água. De forma distinta, existem represas que possuem reservatório de acumulação, o qual acumula água no período chuvoso para usá-las em época de estiagem. Já a usina reversível é utilizada para gerar energia no horário de pico, em carga máxima, por isso, durante a noite ou em horários de baixa demanda a usina bombeia água do reservatório principal para um represamento a montante para posterior utilização (REIS, 2011)

Como já foi visto anteriormente, a construção desses reservatórios pode ocasionar muitos impactos ligados à bacia hidrográfica, por isso, segundo os estudos de Reis; Cunha (2006), a determinação para as melhores características de um reservatório trata-se de uma tarefa multidisciplinar e interativa, a qual depende de diversos fatores relacionados com a hidrologia, o dimensionamento mecânico e elétrico, desempenho no sistema elétrico interligado, os requisitos ambientais e sociais, e usos múltiplos da água, na tentativa de eliminar e/ou minimizar os respectivos impactos ligados a essa atividade.

Um exemplo quanto a tentativa de redução dos impactos causados à fauna é a construção de escadas para os peixes na tentativa de facilitar a locomoção dos mesmos. Durante a primeira metade do século XXI a instalação dessas escadas no Brasil era exigida pela legislação, a qual prescreve: “*a todos quantos, para qualquer fim, represarem as águas dos rios, ribeirões e córregos, são obrigados a construir escadas que permitam a livre subida dos peixes*” (Figura 10) (AGOSTINHO, 1997 *apud* FERNANDES, 2000).

Figura 10- Projeto de construção de escada para peixe - reduz a velocidade da água, facilitando a subida dos peixes.



Fonte: Martins (2000) *apud* Moretto (2005) - Adaptado.

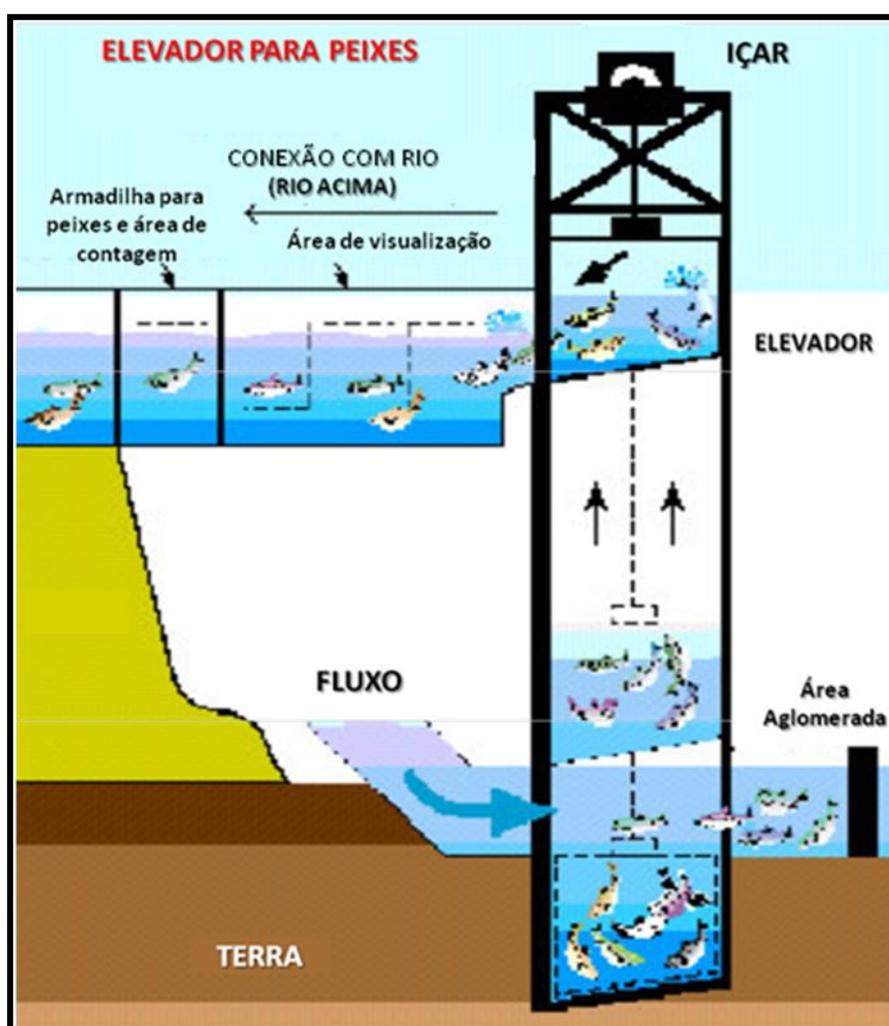
Segundo Martins (2000), o número de escadas ou similares implantadas no mundo são cerca de 13000 unidades, concentradas nos países desenvolvidos. No Brasil, a primeira escada de peixes, foi localizada na barragem da UHE Itaipava, rio Pardo, entre os municípios de Santa Rosa de Viterbo e de Cajuru, Estado de São Paulo. Construída em 1911, funciona até o presente, permitindo a migração ascendente, reprodutiva, de parte dos peixes de piracema, que atingem aquele ponto do rio.

O princípio da construção supracitada implica em degraus numa rampa retangular, como pode ser visto na figura 11, item A, com um declive relativamente íngreme (10 a 25 por cento) – figura 11, item B. Esses degraus em sua

complexidade variada reduz a velocidade do fluxo e causam correntes helicoidais secundárias que asseguram uma dissipação extremamente eficiente de energia no fluxo por intensa transferência do impulso (MORETTO, 2005).

Um modelo de escada interessante foi publicado pela Eletrobrás no ano de 1979, no qual estão mencionados exemplos da antiga União Soviética, como: Rio Volga e seu afluente Kama. As barragens foram dotadas de tipos originais de escadas de peixe, inclusive sob a forma de “ascensores”, ou seja, aparelho utilizado para elevar ou descer verticalmente os peixes, como pode ser visto na figura 11 (GODOY, 1985 *apud* MORETTO, 2005).

Figura 11- Ascensor para os peixes transporem a barragem (tipo elevador)



Fonte: Martins (2000) *apud* Moretto (2005) – Adaptado.

Porém, mesmo com os relatos de sucesso na construção das escadas para peixes existem algumas controvérsias. Segundo Castro (2008), pesquisas

publicadas pela Agência Fapesp (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), mostram que *“as escadas para peixes, idealizadas originalmente para salmões na América do Norte, são uma armadilha mortal para as espécies tropicais. O dispositivo aumentaria o risco de extinção das populações que vivem rio abaixo das barragens”*.

O Salmão é um peixe típico do hemisfério norte, e o seu ciclo de vida é diferente dos peixes do hemisfério sul, este animal desova uma única vez e o ciclo de vida se completa numa só jornada, não tendo a necessidade do Salmão retornar rio abaixo. Porém, no caso dos peixes do hemisfério Sul, a desova ocorre diversas vezes durante seu ciclo de vida, sendo assim, depois de subir, os peixes adultos e as larvas não voltam mais, ficando confinados no trecho acima do reservatório, onde o ambiente é mais pobre para a reprodução, e, assim, não completam o ciclo reprodutivo. Frente ao exposto, observa-se que as escadas para alguns peixes preenchem todos os requisitos para serem enquadradas no conceito de armadilha ecológica, atuando como uma fonte adicional de impacto ambiental (PELICICE; AGOSTINHO, 2008).

Então, é evidente que as escadas ecológicas não prejudicam o ciclo reprodutivo dos peixes quando de algumas espécies, como os salmonídeos, espécie está para a qual as escadas foram concebidas. Em vista a estes questionamentos e item citado no capítulo anterior, é fácil perceber que a técnica das escadas foi desenvolvida no hemisfério norte e transportada para o hemisfério sul sem nenhuma adaptação as necessidades locais. Essa situação é um típico exemplo da falta de estudos voltados à região tropical, e a necessidade de foco em pesquisas pensando nas características particulares dos ecossistemas em questão.

Porém, no Brasil, uma grande curiosidade a respeito do assunto supracitado encontra-se na barragem de Itaipu. Segundo os estudiosos daquela região, a mesma não representa um grande obstáculo à migração dos peixes no Rio Paraná, apresentando uma técnica de conexão entre o lago artificial e o leito do rio, merecedora de destaque.

Pesquisas voltadas a realidade local optaram por facilitar a migração dos peixes através de um canal, assim, desde dezembro de 2002, um rio artificial faz a ligação do reservatório com o rio, a jusante da usina, o canal de Piracema (Figura

12). Com 10 km de extensão, esse canal permite aos peixes migradores chegar às áreas de reprodução e berçários acima da usina no período da piracema, a migração reprodutiva, e seu retorno no período de outono e inverno, quando ocorre a migração trófica para áreas de alimentação. Até agosto de 2006, passaram pelo Canal da Piracema cerca de 130 espécies migratórias e não migratórias, o equivalente a cerca de 70% das espécies de peixes conhecidos da região (ITAIPU BINACIONAL, 2013).

Figura 12- Fotos do Canal de Piracema – Barragem de Itaipu



Fonte: ITAIPU BINACIONAL, 2013.

Além de Itaipu, outro local que adotou o Sistema de Transposição de Peixes (STP) foi a UHE Funil em Lavras – MG. Este STP é bem parecido com o elevador para peixes publicado pela Eletrobrás (1979), o mesmo é dotado de quatro partes principais: canal de entrada, elevador mecânico, caçamba para transporte e o canal de saída (ou calha aérea). Além disso, possui um sistema de água auxiliar que tem como principal função fornecer escoamento no canal de entrada que está localizado à margem esquerda do canal de fuga, possibilitando a atração dos peixes (Figura 13) (FUNIL, 2013).

Figura 13- STP usina Funil: Canal de Entrada; Elevador Mecânico; Caçamba para transporte; e, Canal de Saída.



Fonte: FUNIL, 2013.

De acordo com Funil (2013), o transporte dos peixes tem início quando o sistema de água auxiliar promove o escoamento das águas no canal de entrada atraindo os peixes, os peixes que se encontram confinados no canal são conduzidos pelo carrinho empurrador até o elevador. Os peixes que se encontram na caçamba de transporte são içados verticalmente, iniciando o processo de migração dos peixes a montante da barragem. A caçamba para o transporte dos peixes tem capacidade de oito mil litros de água (Figura, 14).

Figura 14- Início do processo de migração dos peixes – Caçamba para transporte.



Fonte: FUNIL, 2013.

Ainda pensando em mitigar os efeitos das barragens sobre a fauna e flora, pode-se pensar na conservação dos corredores ecológicos. Esta conservação é um dos pontos sustentáveis da Usina de Itaipu, a qual possui um projeto que promove a interligação entre áreas naturais que acabam ficando isoladas durante a destruição das florestas para a instalação das barragens, evitando desta forma o “efeito ilha” e proporcionando o “corredor da vida” (Figura 15) (ITAIPU BIONACIONAL, 2014).

Figura 15- Corredor de Biodiversidade – Usina Itaipu



Fonte: ITAIPU BIONACIONAL, 2013.

Frente ao exposto, percebe-se que existem alternativas sustentáveis para a construção das usinas hidrelétricas como, a implantação das escadas ou elevadores para peixes e a preservação dos corredores ecológicos visto em Itaipu. Para isto, é preciso um estudo multidisciplinar, que permita o conhecimento das características locais e possíveis adaptações de técnicas já existentes.

2.4. A GESTÃO AMBIENTAL COMO ALTERNATIVA PARA ADMINISTRAÇÃO AMBIENTAL EM HIDRELÉTRICA

As mudanças ocorridas na sociedade, principalmente na maneira de enxergar o meio ambiente, contribuem quanto a um novo paradigma ambiental, no qual a humanidade passa a ter maior responsabilidade com os recursos naturais. Pensando nisto, durante as implantações das Usinas Hidrelétricas, vale levar em consideração as possíveis alternativas para minimizar os impactos ambientais advindos desses empreendimentos.

Então, a sociedade passa a exigir e a influenciar modificações dos demais atores sociais, como o Estado e as organizações empresariais. O primeiro passa a agir por meio da criação de regulamentações que visam adequar e minimizar os níveis de degradação, buscando reduzir os impactos ambientais gerados pela ação antrópica. Já o setor empresarial por sua vez sofre influência de ambos (sociedade e Estado) e teve que se adaptar a essa nova realidade. Neste contexto as empresas que possuíam apenas as responsabilidades econômicas, de produzir bens e serviços, passaram a ampliar seu campo de atuação tendo a responsabilidade sociopolítica (DONAIRE, 1999).

A partir dessas mudanças de pensamentos e a inclusão de novos paradigmas, de acordo com Maimon (1996), as empresas, por não terem apenas que dar respostas aos seus consumidores e clientes, mas sim a toda sociedade, iniciaram um processo de remodelação de suas ações, buscando uma adequação tanto de caráter legal quanto dos anseios sociais, relacionados às questões ambientais. A partir dessa nova fase surge a gestão ambiental, inicialmente atrelada ao sistema produtivo e preocupada com o controle das emissões poluidoras.

O Sistema de Gestão Ambiental é a forma pela qual a empresa se mobiliza interna e externamente na conquista da qualidade ambiental desejada. Para atingir a meta, ao menor custo, de forma permanente, o SGA é a estratégia indicada para o sucesso na implantação de muitos empreendimentos, como as hidrelétricas (VOGT e colaboradores, 1998).

Porém, antes de qualquer coisa, vale definir o Sistema de Gestão Ambiental (SGA), segundo a NBR ISO 14001:2004 é “... *parte de um sistema de gestão de uma organização utilizada para desenvolver e implementar sua política ambiental e para gerenciar seus aspectos ambientais*” (ABNT NBR ISO 14001, 2004, p. 2).

Por meio de um Sistema de Gestão Ambiental busca-se a melhoria contínua do desempenho ambiental no processo produtivo, pautando-se no progressivo cumprimento de metas de gestão ambiental e de gestão estratégica da empresa. Para que esse princípio seja efetivado, é fundamental que os processos de gestão permitam avaliar se os aspectos e os impactos ambientais do operacional estejam comportando-se de acordo com as metas estabelecidas (FERNANDES; MORETTO, 2011). Por conseguinte, esses planejamentos têm como principal objetivo a minimização do valor esperado do custo de operação, levando-se em consideração restrições físicas e de confiabilidade do sistema.

3. A BACIA DO SÃO FRANCISCO

O Rio São Francisco, também chamado de Opará, como era conhecido pelos indígenas antes da colonização, ou popularmente de Velho Chico, é um rio brasileiro que nasce na Serra da Canastra no estado de Minas Gerais, a aproximadamente 1200 metros de altitude, atravessa o estado da Bahia, fazendo a divisa ao norte com Pernambuco, bem como constituindo a divisa natural dos estados de Sergipe e Alagoas e por fim, deságua no Oceano Atlântico, na região nordeste do Brasil.

A bacia do São Francisco é a terceira bacia hidrográfica do Brasil e a única totalmente brasileira. É responsável pela drenagem de aproximadamente 7,5 % do território nacional, possibilitando a sobrevivência da população ribeirinha de baixa renda, a irrigação em pequenas propriedades e a criação de gado. Este rio recebe água de 168 afluentes, dos quais 99 são perenes, 90 estão na sua margem direita e 78 na esquerda. A produção de água de sua Bacia concentra-se nos cerrados do Brasil Central e em Minas Gerais e a grande variação do porte dos seus afluentes é consequência das diferenças climáticas entre as regiões drenadas (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2013).

O clima do vale é influenciado por diferentes massas de ar, apresentando baixo índice de nebulosidade e, por consequência, uma grande incidência da radiação solar. Em função das elevadas temperaturas médias anuais, da localização geográfica intertropical e da limpidez atmosférica na maior parte do ano, a evapotranspiração potencial é muito alta, sobretudo na parte norte do vale (CODEVASF, 2009b).

O elemento que mais caracteriza o clima do vale é a pluviosidade, de um modo geral, os valores das isoietas diminuem em direção ao leito do rio e de montante para jusante até Pão de Açúcar onde começam a aumentar chegando à foz. Verifica-se uma precipitação média anual de 1.036 mm, variando espacialmente desde 600 mm no Semiárido nordestino, entre Sobradinho (BA) e Xingó (BA), até mais de 1.400 mm nas nascentes localizadas no Alto São Francisco, em Minas Gerais (CBHSF, 2004).

Esta bacia é fisiograficamente dividido em Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco (Figura 16).

Figura 16- Divisão fisiográfica da bacia do Rio São Francisco



Fonte: ANA, 2001.

As principais características hidroclimáticas da Região Hidrográfica do São Francisco e as características físicas da bacia estão sumarizadas na tabela 4 e 5, respectivamente, para cada uma de suas regiões fisiográficas.

Tabela 4- Principais características hidroclimáticas da Região Hidrográfica do São Francisco.

Características	Regiões Fisiográficas			
	Alto	Médio	Submédio	Baixo
Clima predominante	Tropical úmido e temperado de altitude	Tropical semiárido e sub-úmido seco	Semiárido e Árido	Sub-úmido
Precipitação média anual (mm)	2000 a 1100 (1372)	1400 a 600 (1052)	800 a 350 (693)	1500 a 350 (957)
Temperatura média (°C)	23	24	27	25
Insolação média anual (h)	2400	2600 a 3300	2800	2800
Evapotranspiração média anual (mm)	1000	1300	1550	1500
Trecho principal (km)	702	1230	550	214
Declividade do rio principal (m/km)	0,70 a 0,20	0,10	0,10 a 3,10	0,10
Contribuição da vazão natural média (%)	42,0	53,0	4,0	1,0
Vazão específica (l/s/km ²)	11,89	3,59	1,36	1,01

Fonte: ANA/GEF/Pnuma/OEA, 2003b – adaptado.

Tabela 5- Principais características da bacia do rio São Francisco.

Características	Regiões Fisiográficas			
	Alto	Médio	Submédio	Baixo
Área (km ²)	100.076 (16%)	402.531 (63%)	110.446 (17%)	25.523 (4%)
Altitude (m)	1600 a 600	1400 a 500	800 a 200	480 a 0
Trecho principal (km)	702	1230	550	214
Vazão média anual máxima (m ³ /s)	Pirapora 1303 em Fevereiro	Juazeiro 4393 em Fevereiro	Pão de açúcar 4660 em Fevereiro	Foz 4999 em Março
Vazão média anual mínima (m ³ /s)	Pirapora 637 em Agosto	Juazeiro 1419 em Setembro	Pão de açúcar 1507 em Setembro	Foz 1461 em Setembro
Sedimentos (10 ⁶ t/ano e área (km ²))	Pirapora 8,3 (61880)	Morpará 21,5 (344800)	Juazeiro 12,9 (510800)	Propriá 0,41 (620170)

Fonte: ANA/GEF/Pnuma/OEA, 2003b.

Esta bacia é uma das mais importantes bacias hidrográficas do país, tanto pela sua importância hídrica como pelo desenvolvimento gerado para a região Nordeste. Em toda sua extensão, desde a cabeceira no estado de Minas Gerais à sua foz nos estados de Alagoas e Sergipe, o rio São Francisco enfrenta vários impactos socioambientais, ocasionados por ações antrópicas (ROCHA, 2006). A falta de chuva, que além de pouca é mal distribuída, a agressão ao meio ambiente, o uso desordenado da água do rio, dentre outras coisas, vem acentuado a vulnerabilidade do São Francisco.

Quanto à cobertura vegetal, fragmentos de diversos biomas são observados: a Mata Atlântica nas cabeceiras; o Cerrado (Alto e Médio São Francisco) e a Caatinga (Médio e Submédio São Francisco). Além disso, encontram-se áreas de transição entre Cerrado e Caatinga, florestas estacionais decíduas e semidecíduas, os campos de altitudes e as formações pioneiras (mangue e vegetação litorânea) estas no Baixo São Francisco (CBHSF, 2004) (Tabela 6).

Tabela 6- Distribuição das terras do vale, por Estado, com relação à vegetação/uso atual.

Vegetação/Usos da Terra (mil ha)							
Vegetação/Usos	MG	BA	PE	SE	AL	Total	%
1 - Floresta	2.983,0	2.425,6	31,0	32,0	33,0	5.504,6	8,0
2 - Cerrado	14.421,1	8.800,9	-	-	-	23.222,0	33,9
3 - Caatinga	589,0	8.355,7	4.875,6	368,7	335,5	14.524,5	21,2
4 - Áreas de contato	220,0	7.174,9	114,0	40,0	62,7	7.611,6	11,1
5 - Áreas antrópicas	7.413,0	5.929,0	2.096,7	374,0	1.209,8	17.022,5	24,8
5.1 - Agricultura	360,7	2.181,7	1.565,7	156,0	552,5	4.816,6	7,0
5.2 - Pastagens	6.347,7	3.638,3	523,0	218,0	657,3	11.384,3	16,6
5.3 - Reflorestamento	529,6	95,0	-	-	-	624,6	0,9
5.4 - Usos diversos	175,0	14,0	8,0	-	-	197,0	0,3
6 - Áreas ecológicas	214,5	375,4	49,9	1,0	21,8	662,6	1,0
6.1 - Refúgios	-	275,6	-	-	-	275,6	0,4
6.2 - Preservação	214,5	99,8	49,9	1,0	21,8	387,0	0,6
Total	25.840,6	33.061,5	7.167,2	815,7	1.662,8	68.547,8	100,0

Fonte: CODEVASF, 2009a.

A bacia abrange uma grande diferença latitudinal, os 2.700 km² do rio se estendem da latitude 21° S em sua nascente, até 9° S em sua foz. Isto explica os

diferentes climas e tipos geológicos que configuram diferentes biomas, fisiografia do canal bastante distintas e características hidrológicas peculiares (ANA, 2001).

De acordo com o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF), o rio apresenta a maior diversidade de peixes de água doce da região Nordeste, porém observa-se um número reduzido de Unidades de Conservação. Mesmo com grande diversidade de peixes de água doce, verificam-se alterações nos ecossistemas aquáticos com declínio da biodiversidade em decorrência do uso da água e da ocupação do solo da bacia de forma inadequada tais como a deficiência dos serviços de saneamento, atividades industriais e agrícolas e construção de grandes barragens (ANA/GEP/PNUMA/OEA, 2004).

As águas do rio atendem a diversos usos, dentre os quais se destaca a geração de energia elétrica. A CHESF gera 95% de toda a energia produzida no rio e é responsável pela distribuição dessa energia no Nordeste. Além disso, esta companhia exporta excedentes de sua produção e recebe energia de outras regiões do País, por meio do Sistema Interligado Nacional (SIN) (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2004).

Para esta atividade, foram construídas usinas hidrelétricas ao longo do rio São Francisco: Itaparica, Complexo Moxotó com Paulo Afonso I, II, III e IV e Xingó. Assim, aproveitando o desnível natural do rio São Francisco, no local da cachoeira de Paulo Afonso foi construída a primeira Usina Hidrelétrica de Paulo Afonso (PA-I) (Figura 17). A partir de então, foram construídos reservatórios de regularização e implantado o sistema de barragens da Companhia Hidrelétrica do Rio São Francisco – CHESF.

Figura 17 - Barragens do rio São Francisco.



Fonte: ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003a e EcoDebate, 2013 – modificado.

Após a conclusão destas hidrelétricas o rio passou a possuir dois trechos de águas correntes: 1.100 km entre as barragens de Três Marias e Sobradinho, com vários tributários de grande porte e inúmeras lagoas marginais; e 280 km da barragem de Sobradinho até a entrada do reservatório de Itaparica. Daí para baixo transformou-se em uma cascata de reservatórios da Companhia Hidrelétrica do Rio São Francisco.

A Tabela abaixo apresenta a data de início das obras, data de operação e localização das usinas hidrelétricas ao longo do rio.

Tabela 7. Início das obras, operações e localização das usinas hidrelétricas no Rio São Francisco.

USINAS HIDRELETRICA	INÍCIO DAS OBRAS	INICIO DE OPERAÇÃO	LOCALIZAÇÃO
Paulo Afonso I	1948	1955	Sub-médio São Francisco BA/AL
Paulo Afonso II	1955	1961	Sub-médio São Francisco BA/AL
Três Marias	1957	1962	Alto São Francisco MG
Paulo Afonso III	1967	1971	Sub-médio São Francisco BA/AL
Moxotó	1971	1977	Sub-médio São Francisco BA/AL
Paulo Afonso IV	1972	1979	Sub-médio São Francisco BA/AL
Sobradinho	1973	1979	Médio São Francisco BA
Itaparica	1979	1988	Sub-médio São Francisco BA/PE
Xingó	1987	1994	Baixo São Francisco SE/AL

Fonte: CHESF, 2013 - modificado

A construção de várias hidrelétricas em um único rio, sem planejamento que contemple a minimização dos impactos de seu funcionamento, pode provocar uma insustentabilidade econômica, social, cultural e ambiental na região. Por conseguinte, diversos fatores políticos e administrativos, entre eles o embate em torno da transposição das águas do Rio São Francisco e a disponibilidade de águas correntes citadas acima, têm despertado projetos de revitalização na bacia. O conceito de revitalização de bacias hidrográficas é um termo ainda em elaboração no Brasil. Segundo Machado (2008), com os embates políticos e sociais em torno da possibilidade da obra de transposição, a revitalização passou a ser entendida como um conjunto de ações a serem realizadas, visando a melhoria da qualidade e o aumento da quantidade de água na bacia, ou seja, da disponibilidade hídrica da bacia.

A tabela 8 sintetiza as informações de disponibilidade hídrica e demanda de recursos hídricos na Região Hidrográfica do São Francisco.

Tabela 8- Disponibilidade e demanda de recursos hídricos na Região Hidrográfica do São Francisco.

PARÂMETROS		UNIDADE HIDROGRÁFICA					% do País
		Alto	Médio	Submédio	Baixo	Total	
Área (km ²)		110.696	322.140	168.528	36.959	638.323	7,0
Precipitação (mm)		1.402	1.111	695	842	1.036	-
Evapotranspiração Real (mm)		1.051	952	619	694	896	-
Disponibilidade	Contribuição natural de cada trecho (m ³ /s)	1.236	1.757	-126*	170	3.037	1,9
	Vazão específica (L/s/km ²)	11,2	5,5	-	4,6	4,8	-
	Vazão com permanência de 95% (m ³ /s) – Q95	423	780	-	60	1.077	1,4
Demanda (m ³ /s)	Urbana	26,85	4,61	2,78	1,10	35,33	7,7
	Rural	2,19	2,77	2,35	1,42	8,74	7,1
	Animal	2,49	3,21	1,44	0,65	7,78	6,8
	Industrial	11,36	0,84	0,37	0,35	12,92	5,0
	Irrigação	14,44	58,82	50,50	14,43	138,18	11,3
	Total	57,34	70,24	57,44	17,94	202,96	9,3
Demanda/Disponibilidade (%)		13,5	5,8**	4,8**	1,4**	18,8	-

Fonte: ANA/GEF/Pnuma/OEA, 2002 – adaptado.

* Contribuição negativa no Submédio São Francisco devido à alta evapotranspiração potencial

** Disponibilidade considerada como o somatório do Q95 das bacias de montante

Pensando em revitalização e restauração da qualidade e quantidade de água da bacia, o comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF) agregou em seu Plano Diretor de Recursos Hídricos, no ano de 2004, o conceito de vazão ecológica como critério para definição da disponibilidade hídrica da bacia. Isto porque a vazão ecológica mencionada é a quantidade mínima de água necessária para assegurar a manutenção e conservação dos ecossistemas aquáticos, e essencial para servir de base nas tomadas de decisão quanto às questões dos usos múltiplos da água (CBHSF, 2004).

Além disso, é necessário compreender que a vazão residual ou remanescente é a água que permanece no leito dos rios após a retirada para atender usos externos. A água retirada do rio para os usos consuntivos é conhecida como vazão alocável. Sendo assim, a disponibilidade hídrica total da bacia é referente a

quantidade de água considerada na vazão remanescente mais a vazão alocável, porém, levando em consideração a vazão ecológica estabelecida.

No Rio São Francisco a disponibilidade hídrica foi calculada em 1.849 m³/s (metros cúbicos por segundo), correspondendo à vazão máxima que pode chegar à sua foz. Sendo estabelecida uma média anual da vazão residual de 1.500 m³/s na sua foz. Com base na diferença entre vazão remanescente e a disponibilidade hídrica total, o Comitê aprovou a adoção do valor de 360 m³/s como vazão máxima alocável na Bacia. Porém, vale ressaltar que o valor da vazão ecológica estabelecida para o rio São Francisco é de 1.300 m³/s (MACHADO, 2008).

O estabelecimento desse limite de retirada é uma forma de garantir a manutenção dos ecossistemas fluviais e litorâneos associados à dinâmica ambiental na foz e a compatibilização com os usos não-consuntivos, entre eles o compromisso de geração de energia elétrica, a pesca e a navegação.

3.1. O BAIXO SÃO FRANCISCO

O baixo curso do Rio São Francisco, segundo a ANA/GEF/PNUMA/OEA (2003a) se estende de Paulo Afonso/BA à foz, no Oceano Atlântico, entre os municípios de Piaçabuçu/AL e Brejo Grande/SE. Esta região encontra-se localizada entre as coordenadas geográficas de 8° e 11° de latitude sul e 36° e 39° de longitude oeste, constituindo-se na porção mais oriental da bacia. Ocupa uma extensão territorial de 30.377 km², abrangendo os estados da Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, perfazendo um total de 265 km no sentido leste/oeste, compreendendo as sub-bacias dos rios Ipanema e Capivara. Além disso, com altitude variando entre 480m até o nível do mar.

Nas tabelas abaixo (Tabela 09 e 10) estão resumidas as principais características ambientais e socioeconômicas da região do Baixo São Francisco, respectivamente, dados publicados no ano de 2003.

Tabela 9- Características ambientais da região do Baixo São Francisco.

CARACTERÍSTICAS	REGIÃO DO SÃO FRANCISCO
Área (km ²)	25523 (4%)
Altitude (m)	480 a 0
Geologia	Rochas do Pré-Cambriano, rochas Cretácicas, e sedimentos Terciário-quaternários da formação Barreiras.
Principais acidentes topográficos	Serra redonda e Negra
Principais bacias sedimentares	Costeira Alagoas e Sergipe
Solos	Argissolos, alissolos, latossolos, hidromórficos, litossolos, areais quartzosas e espodosolos.
Vegetação predominante	Floresta estacional semidecidual, mangue e vegetação litorânea.
Ictiofauna	Pira, Curimatã, pacu, dourado, surubim, matrinxá, mandi-amarelo, mandi-açu, piau-verdadeiro, traíra, tambaqui.
Vias navegáveis (km)	148 de Belo Monte à foz
Sedimentos (10 ⁶ t/ano) e área (km ²)	Propriá 0,41 (620.170)
Antropização (%)	98

Fonte: ANA/GEF/Pnuma/OEA, 2003b – adaptado.

Tabela 10- Características socioeconômicas da região do Baixo São Francisco.

CARACTERÍSTICAS	REGIÃO DO SÃO FRANCISCO
População (hab)	1.372.735 (10,7%)
Urbanização (%)	51
Número de municípios	86
Densidade demográfica (hab/km ²)	68,7
IDH	0,364 a 0,534
Disponibilidade (m ³ /hab/ano)	880
Abastecimento de água (%) *	82,4
Coleta de esgotos (%) *	23,4
Coleta de lixo (%) *	87,7
Área irrigada (ha, %)	34681 (10,1)
Principais atividades econômicas	Agricultura, pecuária e pesca/equicultura

Fonte: ANA/GEF/Pnuma/OEA, 2003b – adaptado.

* Porcentagem (%) da população atendida.

A área de monitoramento está inserida mais precisamente à jusante da barragem da usina hidrelétrica de Xingó, no município de Propriá, próximo ao trecho do Perímetro Irrigado Cotinguiba-Pindoba, no extremo noroeste do Estado de Sergipe. Este município posiciona-se no limite entre o árido e o úmido, entre a Caatinga e a floresta mesófila, entre as coordenadas 10°13 44,1 S, 36°46 11,8 W e 10°13 44,4 S, 36°46 09,3W (SERGIPE, 2001).

O clima é Subúmido úmido com pequena ou nenhum excesso de água, com temperatura média anual de 25 °C. Os meses mais quentes se estendem entre outubro e fevereiro, estando em dezembro os picos de calor, cuja temperatura gira em torno de 26 a 27 °C, já os meses mais chuvosos ficam entre março e agosto, sendo junho o mês mais frio, com temperaturas em torno de 23°C. A região apresenta precipitação média anual variando entre 800 e 1200 mm (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003c).

3.1.1. Caracterização socioambiental da região do baixo São Francisco: passado e presente.

O baixo curso do rio São Francisco constantemente foi utilizado para diferentes finalidades sociais e econômicas, tanto no passado como no presente. Atividades como abastecimento de água para populações urbanas, diluição de efluentes domésticos, abastecimento de agricultura irrigada, com plantio de culturas de ciclo curto, pesca, aquicultura, ecoturismo e navegação (ANA, 2003).

Frente ao que já foi visto anteriormente, esta região sempre teve suas estações muito marcantes, períodos de seca e cheia, devido a grande variação de níveis da água. Além disso, ao longo de diversos trechos formam-se às suas margens lagoas que se ligam ao seu leito principal no período chuvoso. Esse regime sazonal da vazão possibilitava a pesca e o plantio em áreas férteis deixadas pelas águas em épocas de vazante.

Contudo, com o crescimento populacional e o desenvolvimento urbano, pensando no rio São Francisco em sua extensão total, houve o aumento do

consumo de energia, o que exigiu o acréscimo de mais uma atividade para o uso das águas do rio São Francisco, a exploração hidrelétrica, através da implantação da CHESF, a qual já foi mencionada. Porém apenas uma usina das várias instaladas no rio é localizada na região do Baixo São Francisco, a usina de Xingó.

De acordo com o ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico (2006) o aproveitamento hidrelétrico de Xingó localiza-se entre os estados de Alagoas e Sergipe, distando da foz do rio São Francisco cerca de 200 km. O reservatório de Xingó tem operação a fio d'água, com o volume de 3.800 m³ e área superficial de 60 km². A taxa de evaporação média no reservatório é igual a 134,25 mm/mês. A UHE de Xingó possui uma casa de força com 06 unidades geradoras com 527.000 kW de potência unitária, totalizando 3.162.000 kW e engolimento mínimo por turbina de 500 m³/s. O reservatório de Xingó possui as seguintes restrições de jusante: vazão máxima de 8.000 m³/s para controle de cheia e, vazão mínima de 1.300 m³/s.

Esses grandes projetos hidrelétricos podem estar ocasionando nesta bacia a alteração no regime hídrico, o que pode provocar, no seu baixo curso, um avançado processo erosivo, através do solapamento da base do talude marginal, devido ao abaixamento do nível d'água e do desmatamento da vegetação ripária (CASADO e colaboradores, 2002; HOLANDA e colaboradores, 2005b), além de variações de descarga e nível de alta frequência e pequena amplitude. Esta erosão, por sua vez, além de já ter destruído lotes residenciais e agrícolas, diques e estradas, vem provocando a diminuição da profundidade do rio em processo acelerado de assoreamento do seu leito e destruição das planícies de inundação (FONTES, 2002).

De acordo com Andrade (2002), a maior contribuição para a vazão do rio São Francisco vem do seu alto curso. Por conseguinte, o Médio São Francisco sofre impactos a montante e a jusante de suas barragens, tendo como consequências a interferência no fluxo de sedimentos, a regularização da vazão natural do rio e formação de uma barreira física para os peixes. Além de problemas ecológicos, há também problemas sociais sérios, existem populações isoladas que não possuem água potável com qualidade para consumo humano.

Frente ao exposto, verifica-se que existe uma falta de consciência ecológica diante de grandes projetos de desenvolvimento hídrico, ocorreram alterações profundas, rompendo o equilíbrio dinâmico natural do sistema fluvial, principalmente na região à jusante das mesmas. Essas alterações no regime fluvial influenciam na regularização das vazões do rio e o seu comportamento hidráulico e sedimentológico, como foi visto anteriormente. Além disso, a comunidade ribeirinha considera as barragens como as principais responsáveis pelas mudanças ambientais observadas nos últimos anos (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003c).

A região do baixo São Francisco é uma região muito complexa tanto sob o ponto de vista ambiental, caracterizado por uma imensa variedade climática e por grande variedade de ecossistemas naturais, porém sob o ponto de vista social, caracterizado por graves problemas de pobreza e concentração de renda. No que tange a esta situação e as características citadas, vale considerar a importância da revitalização desta bacia, pensando que a vasta riqueza do rio, proporciona uma diversidade de atividades, as quais poderiam permitir e/ou contribuir a melhoria das características sociais da região.

4. METODOLOGIA

A metodologia empregada no presente trabalho foi destinada a caracterizar socioambientalmente a região do Baixo São Francisco e identificar os impactos ambientais desta região relacionados à implantação da cascata do sistema CHESF, visando atingir dessa forma, o objetivo de elaborar um plano de gerenciamento de impactos ambientais na construção de Usinas Hidrelétricas – UHE, tomando como base o baixo curso do Rio São Francisco.

As informações contidas nesta pesquisa reúnem dados secundários coletados no banco de dados e pesquisas publicadas pelos principais órgãos públicos e empresas privadas que atuam e são responsáveis pela manutenção das condições socioambientais da região do baixo trecho do Rio São Francisco. Para tanto, o conteúdo do presente e passado desta região foram confrontados, levando em consideração os dados pluviométricos, histórico de vazões e qualidade das águas.

Dados complementares foram também obtidos a partir de monitoramentos realizados no local em questão, visando o reconhecimento da situação atual. Abaixo estão descritos a metodologia de obtenção dos dados de monitoramento.

4.1. ESCOLHA DOS LOCAIS DE MEDIÇÃO

A região determinada para a pesquisa foi o baixo curso do rio São Francisco, a jusante das hidrelétricas da CHESF. Esta área foi escolhida devido ao histórico de impactos sofridos a partir das construções das barragens, e pela carência de trabalhos já realizados. A sequência dos trabalhos de reconhecimento da área e definição das “estações” deu-se passando pelos seguintes passos:

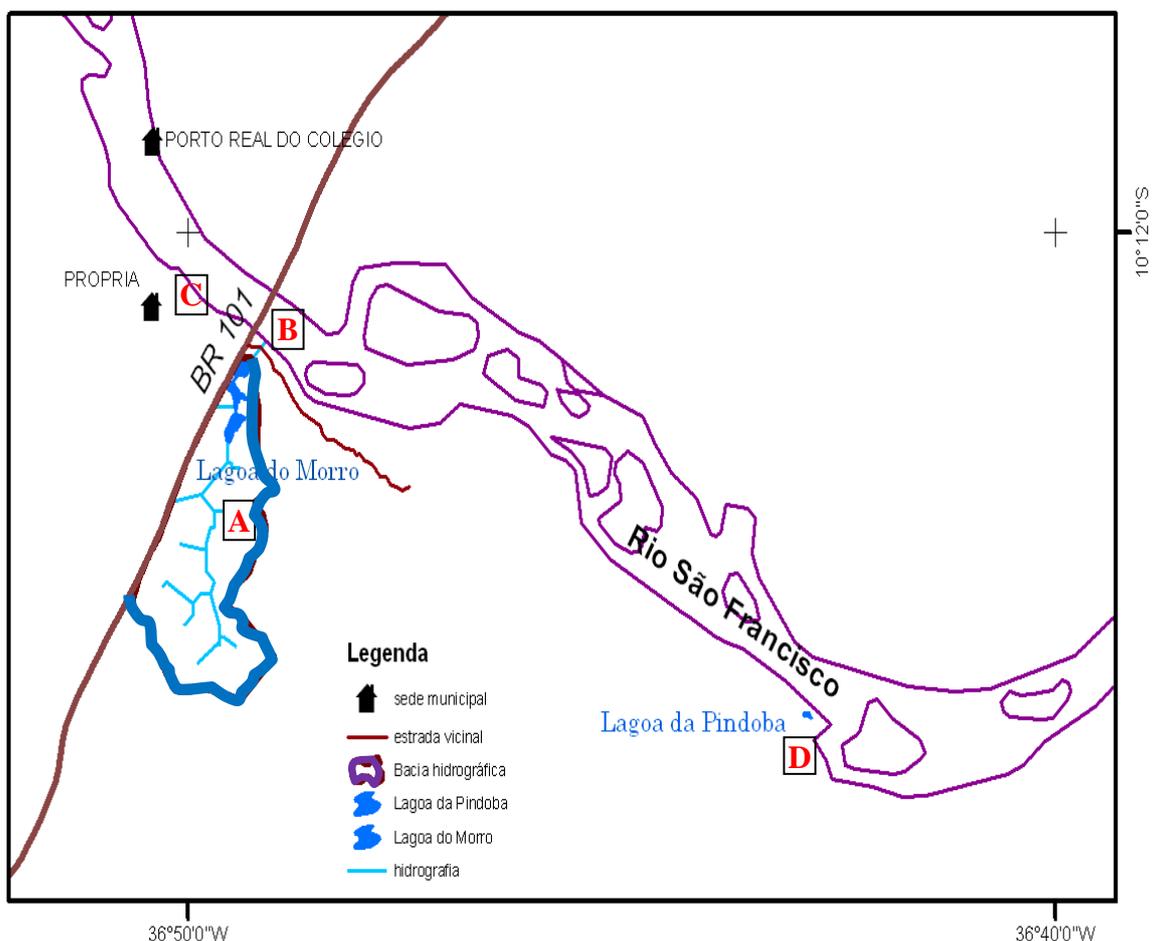
- Definição de estratégia e concepção inicial para rede de monitoramento e coleta de dados;
- Coleta de cartografia e imagens referente à área;

- Visitas no local;
- Contato com moradores e comunidades, visando estabelecer parceria a fim de que fosse, voluntariamente, realizada a vigilância de nossos equipamentos;

4.2. DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE OBSERVAÇÃO

Foram definidos quatro pontos de observação onde as medições hidrológicas e coletas de amostras de água foram realizadas. Na figura 20 estão os detalhes do local de monitoramento: a lagoa do Morro - BA; os dois pontos de monitoramento as margens do rio São Francisco e a lagoa da Pindoba - BA.

Figura 18- Localização dos pontos de observação: A) Lagoa do Morro; B) Primeiro ponto de coleta no rio (Rio ponto 1); C) Segundo ponto de coleta no rio (Rio ponto 2); e, D) Lagoa da Pindoba.



Fonte: Elaborado pelo autor

O primeiro ponto para estudo estabelecido na pesquisa foi a lagoa do Morro, a qual se encontra nas imediações da cidade de Propriá - SE, estando a margem da BR 101, e compondo a margem direita do rio São Francisco. Contudo, a ligação da lagoa com rio sofre algumas influências, como: uma estrada vicinal e uma comporta, que permite o controle do aporte hídrico do rio para lagoa e vice-versa (Figura 19).

Figura 19- Fotos da Lagoa do Morro: A) Localização espacial da Lagoa do Morro; B) Controle hidráulico da Lagoa do Morro.



Fonte: Elaborado pelo autor

Nesta lagoa a conexão com o rio é feita por um canal subterrâneo à estrada que liga Propriá à Pindoba. A operação da comporta é improvisada com tábuas, a qual é realizada para exploração da pesca na lagoa. Entretanto, não havendo esta comporta o fluxo entre a lagoa e o rio seria direto, controlado, apenas, pela cheia e seca na região. Além disso, no seu entorno, comunidades ribeirinhas utilizam a lagoa para a retirada de argila e como área de lazer.

Os dois pontos seguintes se encontram às margens do rio São Francisco. O primeiro ponto estabelecido neste, ficou próximo a Lagoa do Morro, sendo as coletas realizadas nas imediações de um bueiro, o qual permite a entrada da água do rio para a lagoa ou a saída da água da lagoa para o rio (Figura 20). Já, o segundo local para realização das amostras foi nas proximidades da cidade de Propriá, onde encontra-se uma estação linimétrica da ANA – Agência Nacional de Águas (Figura 21).

Figura 20 - Fotos do segundo ponto de coleta as margens do rio São Francisco.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 21 - Terceiro local de coleta (rio São Francisco).



Fonte: Elaborado pelo autor

O último local de coleta foi na Lagoa da Pindoba localizada no povoado de Pindoba a aproximadamente 18 km da sede da cidade de Propriá. Esta lagoa possui dimensões menores que a da lagoa do Morro, e sua conexão com o rio não é pontual, ocorrendo quando o rio transborda lateralmente. Além disso, esta possui dois diques a sua volta, sendo um artificial, do perímetro irrigado da Codevasf –

Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, e outro natural, entre o rio e a lagoa, geomorfologicamente formado a partir das cheias mais frequentes (Figura 22).

Figura 22 – Fotos da Lagoa da Pindoba.



Fonte: Elaborado pelo autor

Nesta lagoa a planície é inteira e melhor preservada. Não há ocupação humana no seu entorno, a vegetação é conservada e a erosão é ausente. A atividade pesqueira é reduzida, limitada a poucos pescadores de vara. Há presença de macrófitas flutuantes e submersas por toda a margem da lagoa.

Para o desenvolvimento das atividades propostas nos quatro pontos de observações apresentados acima foram definidas campanhas de coleta entre o período de Abril de 2009 a Fevereiro de 2010.

4.3. CAMPANHAS

Foram programadas quatro campanhas com intervalos de dois meses. Porém com a percepção da necessidade de aumentar a quantidade de dados coletados e intenção de monitorar os momentos de cheia e seca da região foram realizadas cinco campanhas, nas quais as três primeiras foram sucedidas com intervalos de três meses, e as duas últimas com intervalos de dois meses. Para tanto, o cronograma seguido foi abril/09, julho/09, outubro/09, dezembro/09 e fevereiro/10.

4.4. OBTENÇÃO DOS DADOS HIDROLÓGICOS, FÍSICOS E QUÍMICOS

4.4.1. Dados Pluviométricos

Os dados de chuva tiveram origem das medições da estação pluviométrica instalada na região de Propriá pela Agência Nacional de Água (ANA). O código da referida estação é 1036048, com latitude de $-10^{\circ} 12' 55.8$ e longitude de $-36^{\circ} 49' 26.4$ (Figura 23).

Figura 23 – Posto Pluviométrico da ANA.



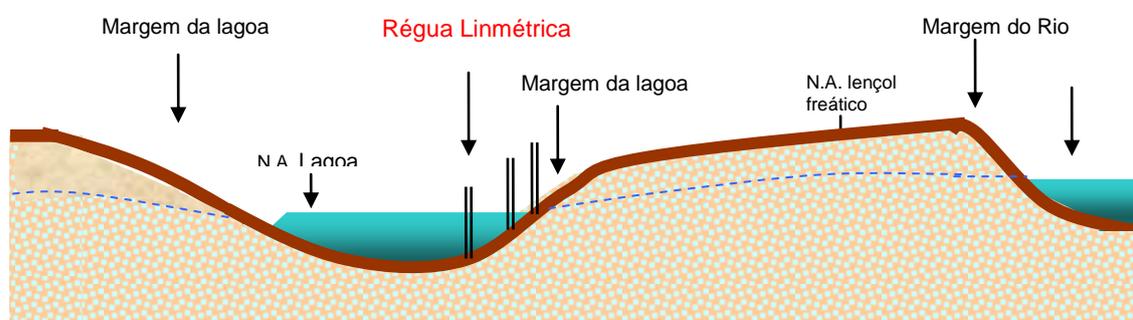
Fonte: Elaborado pelo autor

A precipitação pluviométrica da região influenciou nos dados limimétricos e, nos físicos e químicos da água, auxiliando na observação do grau de conectividade hidrológica na região em estudo.

4.4.2.Dados Linimétricos

Os níveis linimétricos seriam tradicionalmente registrados por réguas de nível implantadas nas lagoas e no rio (Figura 24). Sendo que, os dados das lagoas seriam coletados semanalmente por moradores e, os dados do rio seriam acompanhados com base nas informações do registro de cota disponibilizado no site da Chesf – Companhia Hidroelétrica do São Francisco.

Figura 24 - Esquema da instalação das réguas linimétricas.

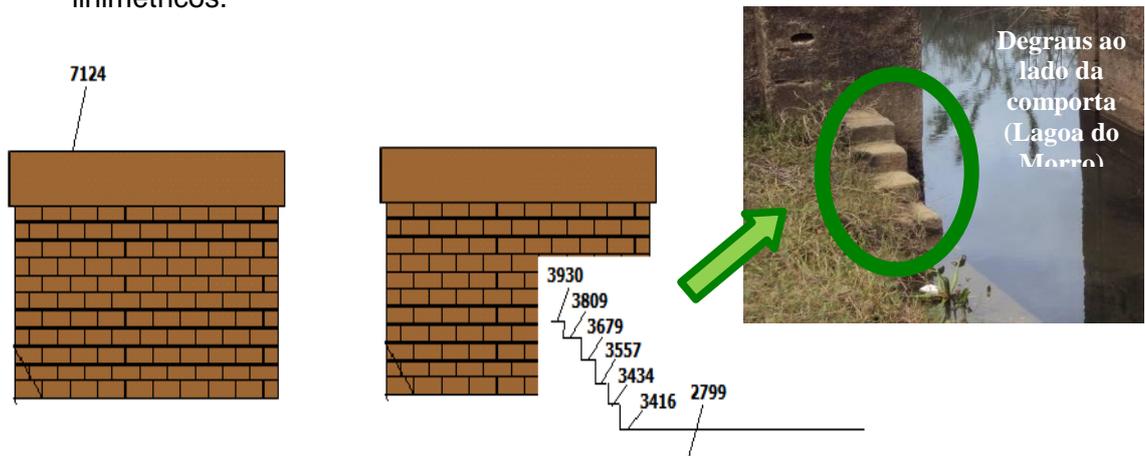


Fonte: Elaborado pelo autor

No entanto, as réguas instaladas na área de estudo foram extraviadas, e a opção para acompanhar a variação dos níveis linimétricos nos locais de monitoramento foi através de registros fotográficos. Para tanto, foram estabelecidos pontos de referências em cada local de estudo, os quais foram utilizados para comparações dentro das campanhas.

No que tange a Lagoa do Morro o referido ponto foram os degraus localizados ao lado da comporta. Para tanto, no estudo topográfico foi identificada a cota (ao nível do mar) da comporta e de cada degrau, estando estas numerações identificadas na figura 25. A partir dos registros fotográficos das campanhas e do estabelecimento das cotas referidas, estes foram comparados, identificando o nível da água para cada momento. Sobretudo, em cada degrau a partir das cotas reais estabelecidas foram identificadas as diferenças em metros dos mesmos até o talvegue do canal (2799 mm / 2,799 m).

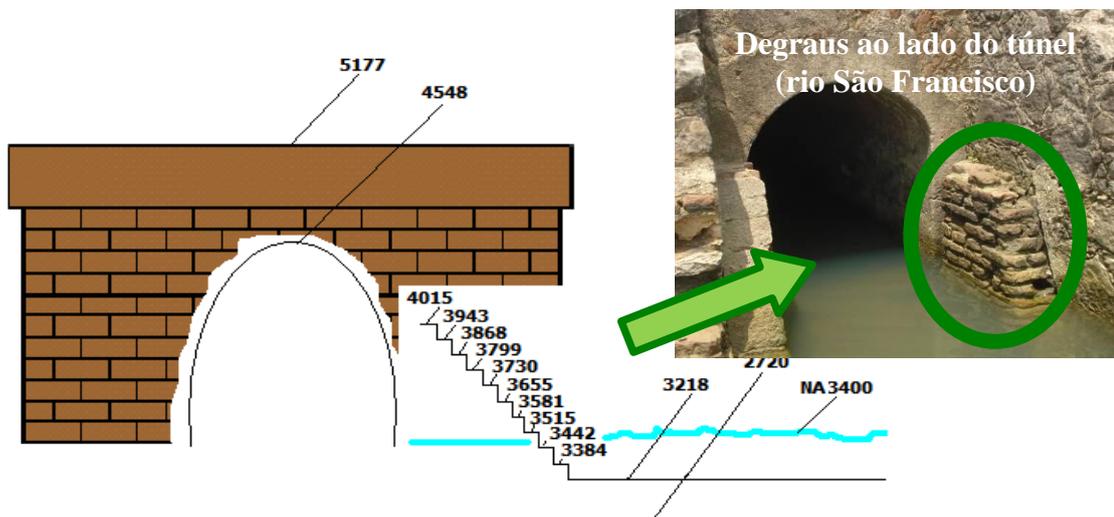
Figura 25 - Ponto estabelecido na lagoa do Morro para acompanhamento dos níveis linimétricos.



Fonte: Elaborado pelo autor

Para os estudos no segundo ponto de monitoramento localizado no rio São Francisco (Rio ponto 1), foram utilizados os registros dos degraus que ficam ao lado do túnel que dá acesso a comporta da lagoa do Morro. No estudo topográfico foram identificadas as cotas (ao nível do mar) do topo do bueiro, topo da manilha e de cada degrau, estando estas numerações identificadas na figura 26. A partir dos registros fotográficos das campanhas e do estabelecimento das cotas referidas, estes foram comparados, identificando o nível da água para cada momento. Para tanto, em cada degrau a partir das cotas reais estabelecidas, foram identificadas as diferenças em metros dos mesmos até o talvegue do canal (2720 mm / 2,720 m).

Figura 26 - Ponto de coleta estabelecido no primeiro ponto de monitoramento do rio (Rio Ponto 1) para acompanhamento dos níveis linimétricos.



Fonte: Elaborado pelo autor

No caso do terceiro local de estudo foram utilizados os dados das cotas diárias divulgadas no site da Chesf, o referido ponto era localizado na estação linimétrica da ANA – Agência Nacional de Águas (Figura 27).

Figura 27 - Ponto de coleta estabelecido no terceiro ponto de observação (Rio Ponto 2) para acompanhamento dos níveis linimétricos (régua linimétrica da ANA).



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Lagoa da Pindoba o acompanhamento do nível da água para a segunda campanha foi realizada com a régua instalada na mesma (Figura 28). Sobretudo, pelo fato da régua ter sido extraviada, nas demais campanhas esta identificação foi realizada através de uma estaca situada no centro da lagoa. Na referida estaca o estudo topográfico estabeleceu as cotas reais no pé da estaca, no topo da estaca, e nos níveis da água para as campanhas 4 e 5 (Figura 29).

Figura 28 - Régua instalada na lagoa da Pindoba



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 29 - Ponto estabelecido na lagoa da Pindoba para acompanhamento dos níveis linimétricos.



Fonte: Elaborado pelo autor

Para estabelecer as cotas nos locais de coleta a partir dos pontos determinados visualmente foi necessário obter os dados altimétricos da região de estudo.

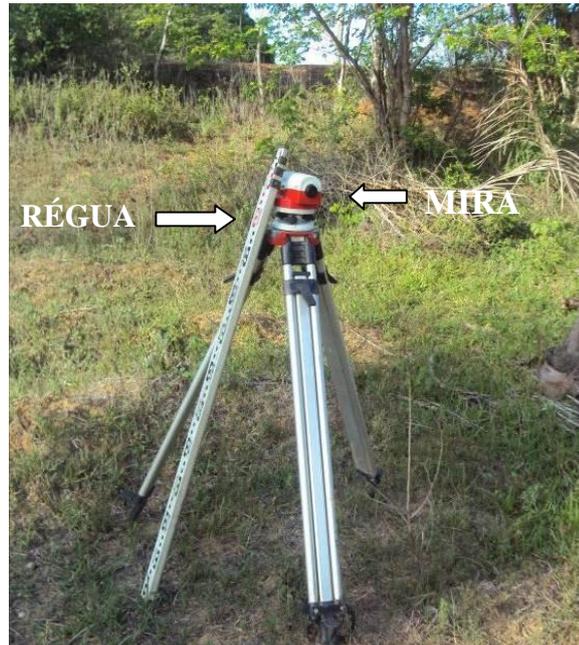
4.4.3. Dados Altimétricos

Para a realização do nivelamento dos pontos de observação foi necessário ser adotada uma referência de nível única, a partir, da qual pode-se calcular as demais cotas, permitindo determinar os desníveis existente no terreno. Neste caso, foi considerada a referência de nível (RN) localizado na ponte de Propriá, RN IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) número 18260 mm, que liga o estado de Sergipe ao estado de Alagoas. As RNs são pontos notáveis dos percursos de linhas geodésicas que permitem o levantamento topográfico da área.

A partir da ponte de Propriá o nivelamento prosseguiu com a obtenção das cotas até a estação linimétrica da ANA (terceiro ponto de coleta). Logo após, o levantamento continuou da ponte até a localização da comporta da lagoa do Morro (primeiro ponto de coleta), e desta para o bueiro às margens do rio São Francisco (segundo ponto de coleta). Já para o estudo do terreno na lagoa da Pindoba, o ponto inicial foi a RN localizada próxima à mesma (nº 4829 mm), deste a cota seguiu até a estaca localizada no centro da lagoa.

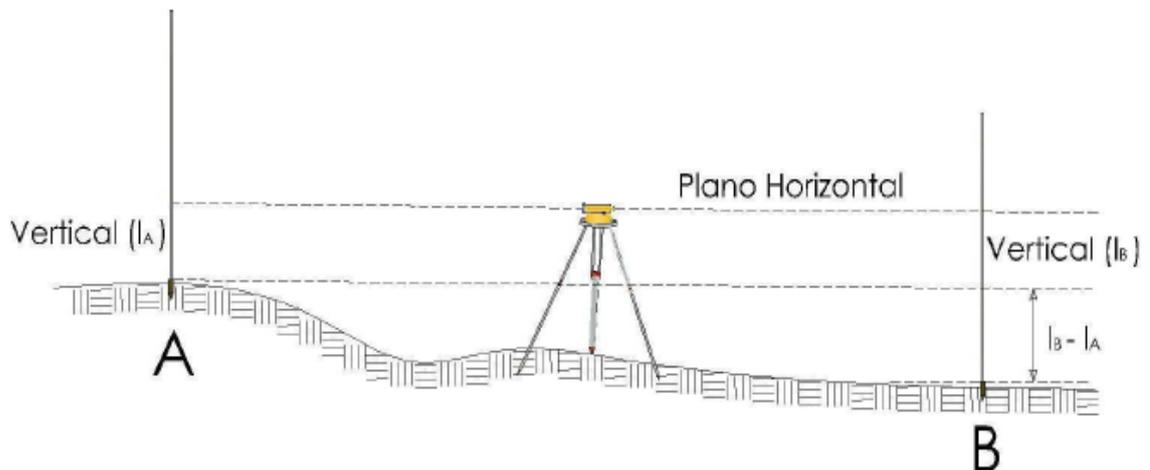
O equipamento utilizado no procedimento foi o 'nível', este permite definir com precisão um plano horizontal ortogonal (ver detalhes figura 30). Para tanto, o nivelamento adotado foi o geométrico ou nivelamento direto, o qual realiza a medida da diferença de nível entre os pontos do terreno por intermédio de leituras correspondentes à visadas horizontais, obtidas com um nível, em miras colocadas verticalmente nos referidos pontos (Figura 31).

Figura 30 - Equipamentos utilizados no levantamento topográfico.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 31 - Nivelamento Geométrico



Fonte: Silva (2003).

4.4.4. Dados Indicadores de Qualidade das Águas

A análise física e química da água considerou sete parâmetros: carbono total; fósforo total; nitratos; nitrogênio amoniacal; nitrogênio total; sólidos em suspensão; e, turbidez. As coletas das amostras foram realizadas durante as cinco campanhas do

período de estudo. O ensaio foi realizado no Laboratório do Departamento de Engenharia Ambiental (LabDEA), da Escola Politécnica, na Universidade Federal da Bahia (UFBA), baseados nos métodos citados abaixo (Tabela 11):

Tabela 11- Métodos utilizados para análises dos parâmetros.

ENSAIO	UNIDADE	LDM	MÉTODOS
Carbono Total	mg/l	0,30	Kit Hach-10129
Fósforo Total	mg.P/l	0,01	SM 4500-P D 21ªEd
Nitratos	mg/l N-NO ₃	0,01	SM 4500-NO ₃ E 21ªEd
Nitrogênio Amoniacal	mg/l N-NO ₃	0,02	Método Mod. SM 417 14ed
Nitrogênio Total	mg/l N	0,5	HACH 10071 ou 10072 (LR e HR)
Sólidos em Suspensão	mg/l	10	SM 2540D 21ªEd
Turbidez	NTU		SM 2130B 21ªEd

(Fonte: SM - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2005; Mod – Método interno do LabDEA, baseado em método oficial modificado).

***LDM**: Limite de Detecção do Método.

Além desses ensaios realizados no laboratório, utilizou-se uma sonda multiparamétrica para a estimativa do oxigênio dissolvido (OD), pH, temperatura da água e condutividade elétrica (Figura 32). Após a obtenção dos resultados os parâmetros foram comparados com os padrões da Resolução CONAMA nº 357/05 para corpo hídrico classe 2.

Figura 32 - Sonda Multi-parâmetro



Fonte: Elaborado pelo autor

4.5. ANÁLISE DOS DADOS

Para alcançar o objetivo geral delineado nesta dissertação, a partir dos dados obtidos *in situ* foram realizadas etapas de compilação, análise e demonstração de resultados, a fim de que os dados obtidos possam dar suporte à temática em questão.

Primeiramente, para expor uma abordagem dos impactos advindos da construção da UHE, foram utilizados documentos do EIA (Estudo de Impacto Ambiental), RIMA (Relatório de Impacto Ambiental) e literatura diversas. Nestes foram analisadas as potencialidades e vulnerabilidades existentes na área de entorno do projeto hidrelétrico, considerando-se todas as inúmeras variáveis a serem estudadas. A partir daí, para avaliação dos impactos, foi utilizado o *checklist* – listagem de controle. No mesmo foram listados todos os parâmetros e fatores ambientais que possam ser afetados pela proposta específica em questão.

Este método auxilia no vislumbamento e na listagem de consequências ambientais sob o prisma positivo e negativo, de causas conhecidas, norteando para o processo de licenciamento ambiental nos órgãos competentes. Entre suas principais vantagens, destaca-se a possibilidade de envolver uma grande variedade de impactos, o caráter interdisciplinar de sua abordagem e, também os poucos dados que exigem para sua aplicação (BRITO e colaboradores, 2002).

O *checklist* compilou todos os dados obtidos anteriormente, dados coletados em campo e as informações documentadas nos EIA/RIMAs pesquisados. Em seguida, para complementá-lo foi aplicada uma matriz de interação ao objetivo proposto de análise, nesta matriz em um dos eixos têm-se os fatores ambientais e no outro as diversas ações referentes ao projeto; na intersecção de linhas e colunas, assinalam-se os prováveis impactos de cada ação em relação a cada fator ambiental.

A importância identificada nesta matriz refere-se à significância da causa sobre o efeito, expressando o grau de transformação que pode ocasionar em determinada componente ambiental. Essa ordenação de informações procura ajustar

e refinar o estudo, detectando possíveis ameaças para a área de estudo, bem como sua hierarquização e qualificação.

Para interpretação foram utilizados fatores na classificação e ponderação dos impactos com as respectivas variações de ordem de grandeza. Esta metodologia baseia-se na Matriz de Leopold, a qual foi desenvolvida pela Sociedade Geológica Americana e é tida como um guia para avaliação e preparação de relatórios de impacto ambiental, descrevendo cada intersecção causa-efeito em termos de magnitude e importância (LEOPOLD, 1971 *apud* RICHIERI, 2007).

Os fatores de ponderação considerados foram natureza, incidência, abrangência espacial, ocorrência, duração do impacto, intensidade, magnitude, importância e cumulatividade. Segundo Sabbag (2006), essa convenção aos impactos valorizam maiores detalhes sobre cada projeto desenvolvido, em função das características do meio.

Com os resultados da matriz, foi realizada uma análise para elaboração de proposta de um plano de gerenciamento de impactos ambientais - através da criação de um organograma – que representa uma alternativa para novos estudos semelhantes, a fim de subsidiar ações mitigadoras dos impactos causados pela implantação de UHE. Os conhecimentos obtidos poderão ser utilizados também para novos reservatórios que eventualmente venham a ser estudados ou implantados, inseridos em um gerenciamento ambiental, que interaja com as políticas governamentais e a legislação correlata, dando relevância ao devido desenvolvimento sustentável.

4.5.1. Descrição dos fatores de ponderação

São descritos a seguir os fatores utilizados na classificação e ponderação dos impactos fundados no EIA/RIMA da Barragem do Rio Colônia – Bahia (2011) com as respectivas variações de ordem de grandeza.

Natureza – Fator através do qual se determina a natureza positiva ou negativa do impacto ambiental, ou seja, se ele leva a melhoria das condições ambientais ou causa degradação do ambiente ou piora a

qualidade de vida, considerado imensurável, sendo-lhe atribuído o respectivo sinal (positivo ou negativo).

Incidência – Fator adimensional que indica se o impacto incidirá direta ou indiretamente sobre os componentes socioeconômicos e ambientais relacionados.

Abrangência Espacial – Busca relacionar o impacto ambiental à dimensão do espaço sobre o qual atua, obedecendo ao seguinte critério:

- (1) Quando abrange a área de intervenção e parte da área de influência direta do empreendimento;
- (2) Quando abrange toda a área de influência direta do empreendimento;
- (3) Quando abrange toda a área de influência direta e parte da área de influência indireta;
- (4) Quando abrange toda a área de influência indireta.

Ocorrência – É definida como o intervalo de tempo entre a ação modificadora e a percepção ou manifestação do impacto ambiental propriamente dito. Pode ser determinada como:

- (1) de longo prazo;
- (2) de médio prazo;
- (3) de curto prazo; e
- (4) imediato.

Duração do impacto – Determina o espaço de tempo no qual o impacto continuará se manifestando, ou seja, seu prazo de duração:

- (1) curto prazo;
- (2) médio prazo; e
- (3) longo prazo.

Intensidade – Indica a força com a qual o impacto modifica determinado(s) componente(s) ambiental(ais), ou seja, a efetividade da modificação. Sua determinação está intimamente relacionada a qualidade ambiental boa, média ou ruim desta(s) componente(s), ou seja, seu grau de preservação, conservação ou degradação, denotando ser este o principal fator de ponderação e inter-relação das características do projeto e do diagnóstico ambiental realizado. Sua valoração é assim atribuída:

- (1) quando se observa menos que 30% de modificação de uma componente ambiental;
- (2) quando se observa entre 30% e 60% de modificação de uma componente ambiental;
- (3) quando se observa entre 60% e 90% de modificação de uma componente ambiental;
- (4) quando se observa mais de 90% de modificação de uma componente ambiental.

Magnitude – Indica a dimensão espacial e temporal do impacto ambiental, obtida como resultante da operação entre a abrangência, a ocorrência e a duração.

$$\text{MAGNITUDE} = \text{ABRANGÊNCIA} \times \text{OCORRÊNCIA} \times \text{DURAÇÃO}$$

Importância – Irá determinar num único fator a dimensão espacial e temporal do impacto ambiental, bem como sua capacidade de transformar determinada componente ambiental resultando, portanto, da operação efetuada entre Intensidade e Magnitude.

$$\text{IMPORTÂNCIA} = \text{INTENSIDADE} \times \text{MAGNITUDE}$$

Cumulatividade - definida pela acumulação ou sobreposição de impactos de diferentes naturezas que irão incidir sobre um determinado componente ambiental. A cumulatividade foi representada em forma de gráfico.

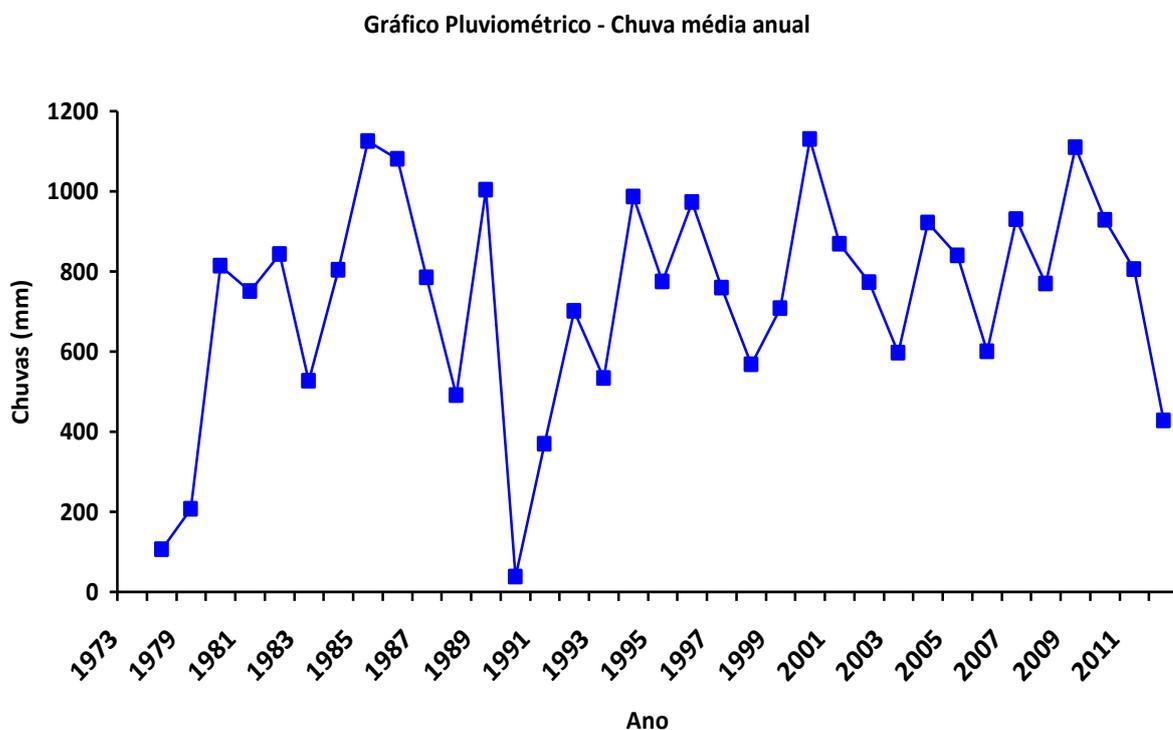
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS DE MONITORAMENTO

5.1. PLUVIOMÉTRICO E FLUVIOMÉTRICO

Como foi visto anteriormente, ao longo dos anos existiram diversas modificações no rio São Francisco, e por consequência, ocorreram mudanças no seu regime fluvial, o que abalou suas condições ambientais, econômicas e sociais. Frente a esta situação, o foco dessa pesquisa é verificar o regime pluviométrico e fluviométrico na região do baixo São Francisco evidenciando os períodos antes e após as construções das barragens.

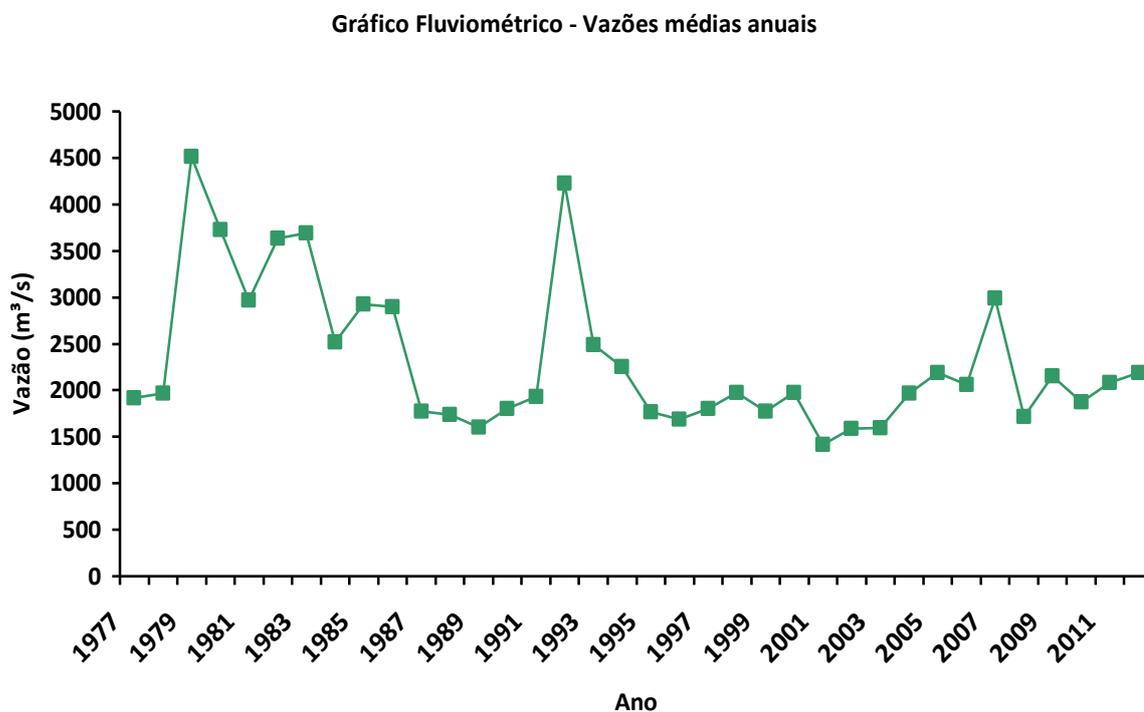
Esses dados foram coletados na Estação da ANA, código 1036048, no município de Propriá (SE), a jusante da UHE Xingó. Abaixo seguem gráficos constando o regime pluviométrico e fluviométrico do período de 1973 a 2012 (Figura 33 e 34).

Figura 33 – Gráfico Pluviométrico da região do baixo curso do rio São Francisco – Período de 1973 - 2012.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 34 – Gráfico Fluviométrico da região do baixo curso do rio São Francisco – Vazões médias anuais do período de 1977 - 2012.



Fonte: Elaborado pelo autor

Com base nessas informações pode-se verificar que a quantidade de chuva no período estudado variou entre os anos com índices abaixo de 600 mm e acima de 1000 mm, revezando entre anos chuvosos e anos secos. Este comportamento é característico da região, visto que cada ano possui características particulares, colocando em evidência as diferenças interanuais de vazões.

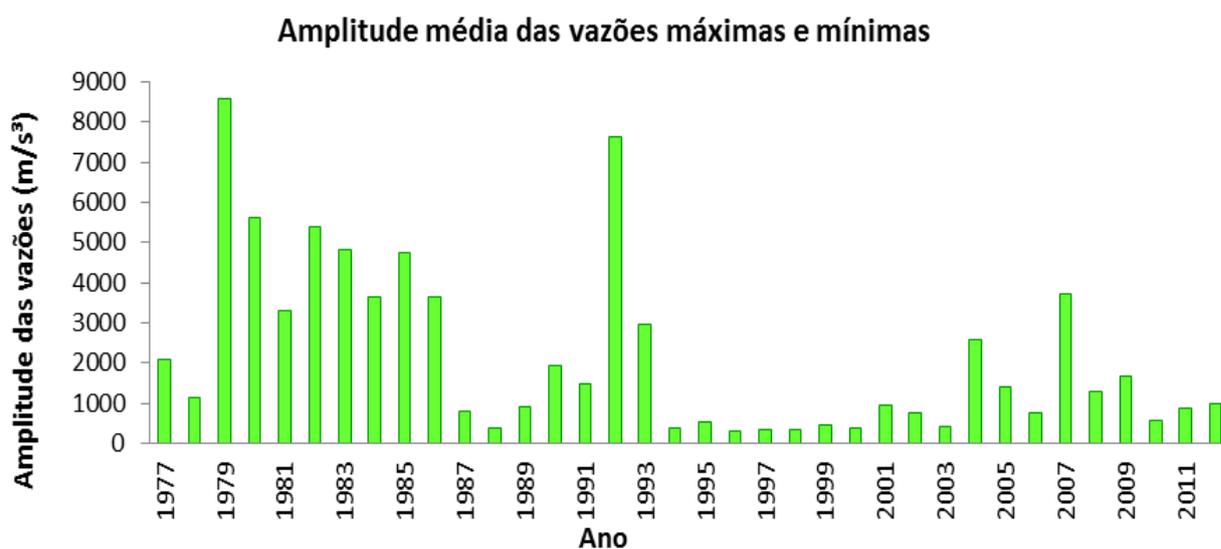
No que tange o gráfico fluviométrico observa-se uma redução dos níveis de vazão a partir do ano de 1987, com apenas dois picos de vazões de 4226,39 m³/s no ano de 1992 e 2990,38 m³/s no ano de 2007. Do período de 1977 a 1986 a média de vazão foi 3076,16 m³/s, já entre o ano de 1987 a 2012 uma média de 2023,90 m³/s.

Analisando essas alterações hidrológicas, a variabilidade climática interanual que ocorre naturalmente interfere na compreensão do problema, pois um ano em que houve pouca chuva e, conseqüentemente, baixos níveis fluviométricos, pode ser confundido com um impacto causado pelo reservatório, conduzindo a resultados equivocados (GENZ; LUZ, 2007).

Em contrapartida, observando a média de chuva e vazão no período estudado verifica-se que entre 1977 e 1986 existiu variação acentuada entre vazões mínimas e máximas com desvio padrão de 2719,89 mm, já de 1987 a 2012 a variabilidade foi reduzida apresentando um desvio padrão de 1369,33 mm.

Ainda baseado neste comparativo, vazões versus quantidade de chuva, observa-se que as variações apresentadas por estas variáveis são desproporcionais, sendo assim, independente da característica do período chuvoso ou seco, existiram médias de vazões anuais bastante reduzidas. Além disso, vale conferir a diferença entre as vazões máximas e mínimas (Figura 35).

Figura 35 – Gráfico da amplitude entre as diferenças das vazões máximas e mínimas da região do baixo curso do rio São Francisco – Período de 1977 - 2012.



Fonte: Elaborado pelo autor

Vale ressaltar as diferenças entre as vazões máximas e mínimas do período de 1977 a 1986, e entre 1987 a 2012, estando a média da amplitude para o primeiro período de 4295,24 m³/s, e no segundo período de 1347,74 m³/s. Pensando na existência das barragens e no funcionamento da regularização entende-se que as barragens acumulam água nos meses chuvosos para compensar os meses secos, reduzindo as variações entre vazão máxima e mínima e sua relação com quantidade de chuva.

Porém, vale considerar que a distribuição espacial da quantidade de chuva da bacia do São Francisco reduz do alto até o baixo curso do rio, a partir daí, ocorre um

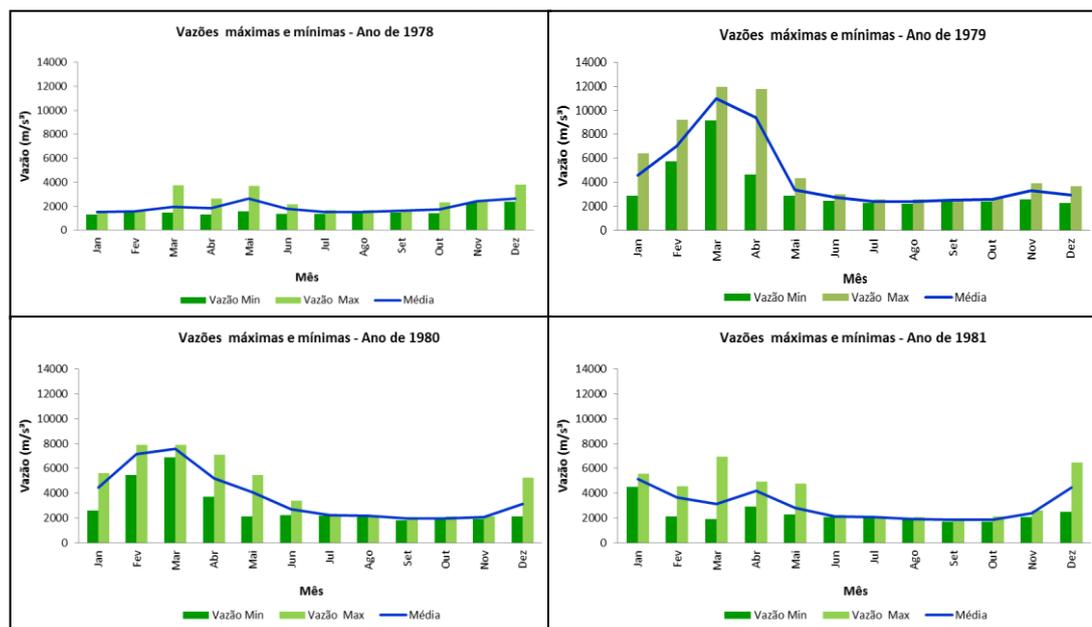
acentuado aumento na precipitação, em decorrência da influência das condições litorâneas no regime pluviométrico local, sendo que, o baixo São Francisco apresenta precipitação entre 400 a 1.300 mm (PEREIRA e colaboradores, 2003).

Então, esta característica pode explicar o comportamento entre chuva e vazão, quando observado que as precipitações mais elevadas da bacia são da região do alto São Francisco, chegando a atingir valores da ordem de 1.800 mm, além das evapotranspirações potenciais serem as mais baixas do rio, inferindo na maior contribuição hídrica da bacia.

Além disso, é importante a relação dos meses chuvosos e secos no alto e baixo São Francisco. À montante de Xingó o trimestre mais chuvoso é de novembro a janeiro, contribuindo com 53% da precipitação anual, enquanto que o período mais seco é de junho a agosto. Porém, existe uma diferença marcante na ocorrência do período chuvoso no Baixo São Francisco que se estende de maio/junho a agosto/setembro.

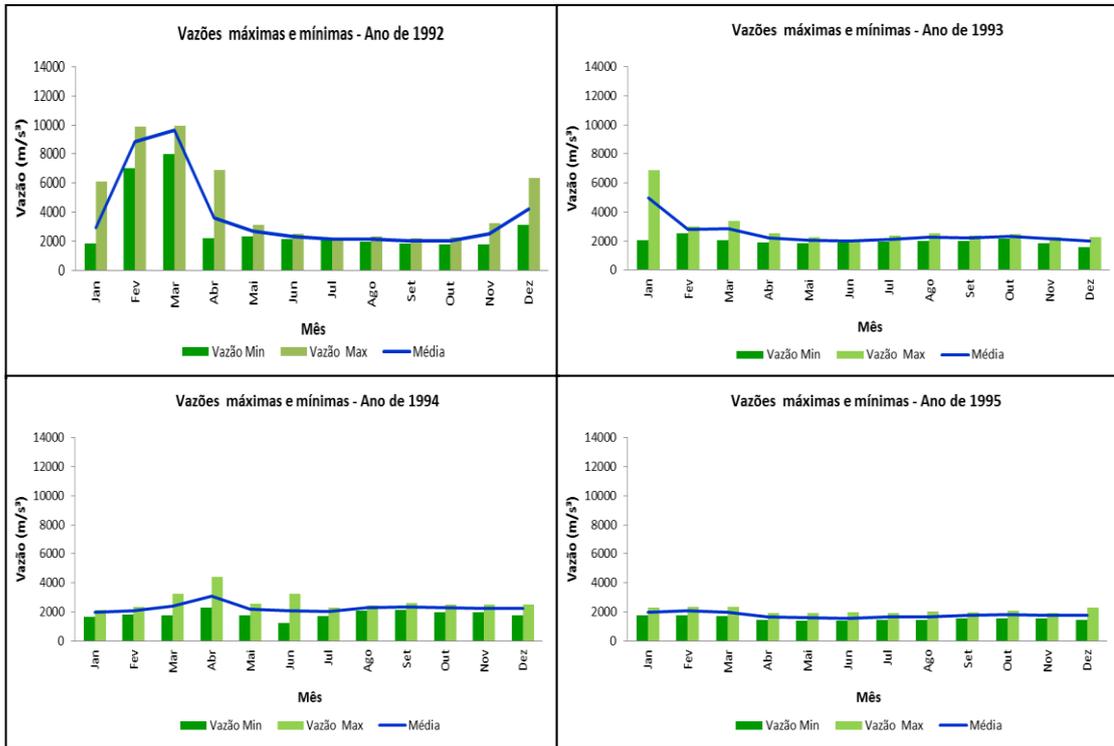
Sendo assim, quando o alto e médio São Francisco estão na estação chuvosa, os níveis dos reservatórios ficam altos e, por isso, a defluência total é elevada, conseqüentemente tem-se um aumento da vazão ao longo do rio. Neste momento, no baixo São Francisco o período é seco, porém os níveis médios das vazões são elevados (Figura 36, 37 e 38).

Figura 36 – Gráfico Fluviométrico da região de Propriá (BA), vazões máximas e mínimas - Período de 1978 - 1981.



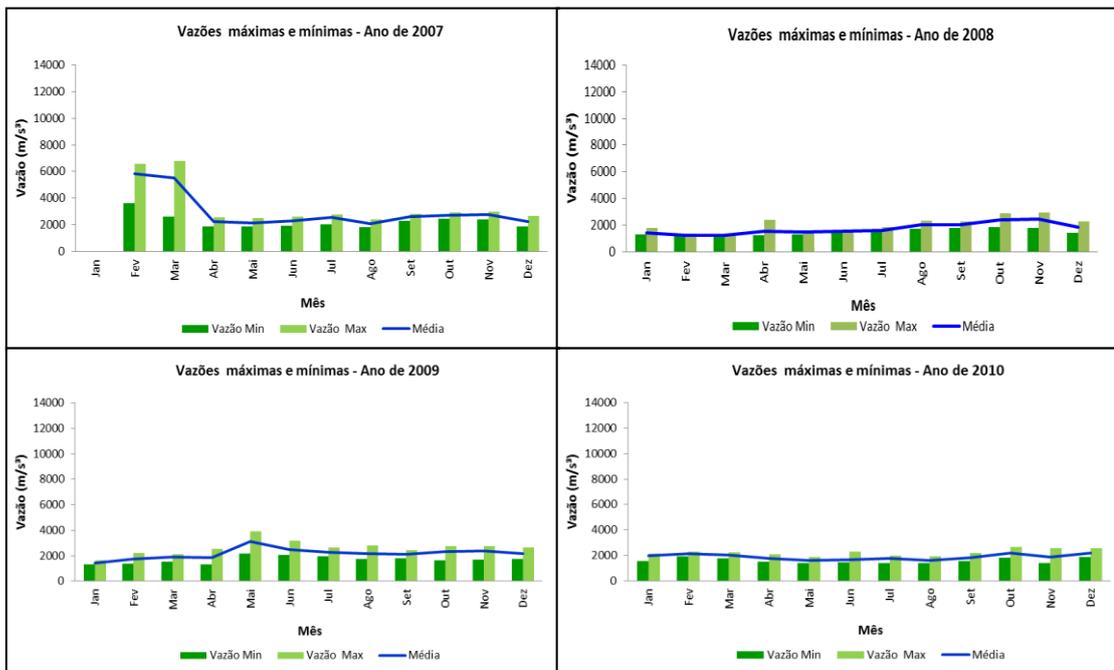
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 37 – Gráfico Fluviométrico da região de Propriá (BA), vazões máximas e mínimas - Período de 1992 - 1995.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 38 – Gráfico Fluviométrico da região de Propriá (BA), vazões máximas e mínimas - Período de 2007 - 2010.



Fonte: Elaborado pelo autor

Nestas figuras foram escolhidos anos aleatórios para observar as médias de vazões mensais. Nestes gráficos as maiores médias de vazões se concentravam do mês de Dezembro à Maio, com exceção do ano de 2008 e 2009. Em contrapartida, os meses chuvosos desta região se estendem de maio/junho a agosto/setembro, como informado anteriormente.

Em circunstância inversa dos períodos, estando o alto e médio São Francisco em estação seca, os reservatórios tendem a acumular água, diminuindo sua defluência total, e com isso a vazão do rio reduz em toda a sua extensão. Esta situação influencia todo o rio, já que os outros reservatórios tendem a acumular a água pelo fato da vazão do rio ter diminuído. Enquanto isto, o baixo São Francisco em seu período chuvoso apresenta suas médias de vazões regulares, porém com níveis menores do que entre os meses de Dezembro à Maio.

Pensando em fazer um comparativo dos valores encontrados a partir da construção das barragens, com os possíveis valores sem a construção das barragens, Amorim (2009) em sua pesquisa no baixo curso do rio São Francisco, reconstituiu as vazões naturais da região do período de 1938 a 2003. Antes do ano de 1955, em que não havia barramentos, o regime hidrológico apresentou picos de cheia de 14000 m³/s em 1949 e em torno de 4000 m³/s em 1953, essas diferenças hidrológicas entre cada ano são naturais.

Além disso, esta regularização das vazões está diretamente ligada à capacidade de acúmulo de água destas barragens, o complexo de Sobradinho é o primeiro colocado na questão capacidade de acúmulo de água e o quarto em potência instalada, em seguida tem-se o UHE Três Marias com capacidade de acúmulo de 15 bilhões de m³ considerando seu volume útil. Frente ao exposto, observa-se que os dois maiores reservatórios de água estão localizados no Médio e Alto São Francisco, respectivamente (Tabela 12).

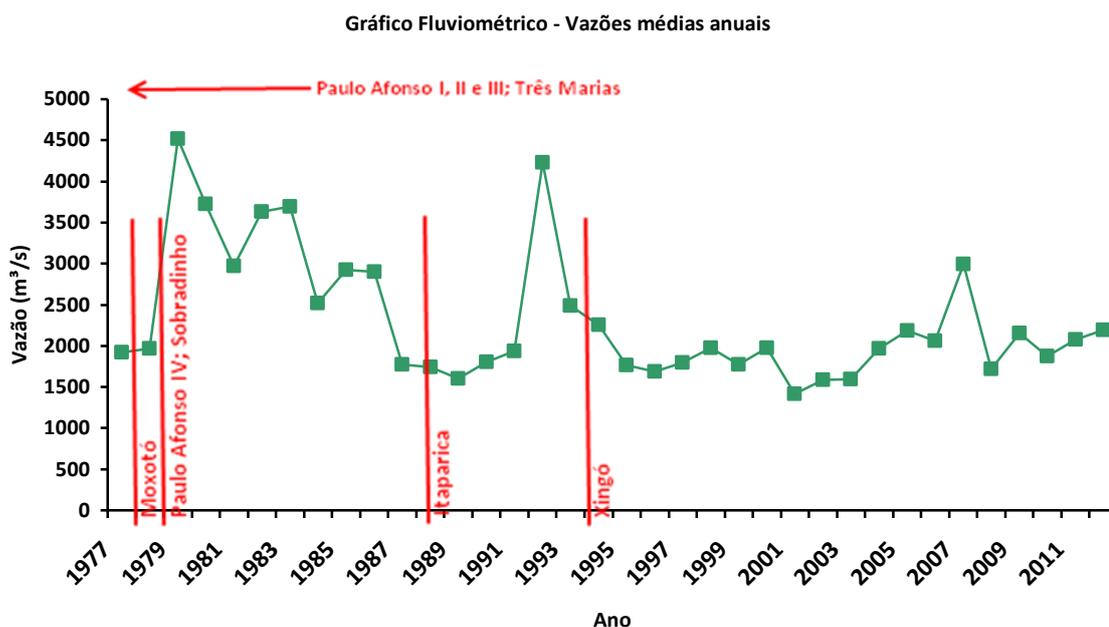
Tabela 12- Características das barragens localizadas no Rio São Francisco.

Complexo	Início de Operação	Potência instalada (MW)	Volume reservatório (m ³)	
			Total	Útil
Sobradinho	1979	1050	34 bilhões	28 bilhões
Três Marias	1962	396	19 bilhões	15 bilhões
Itaparica	1988	1500	10 bilhões	3 bilhões
Moxotó	1977	400	1,2 bilhões	180 milhões
Paulo Afonso I	1955	180	26 milhões	9,8 milhões
Paulo Afonso II	1961	445		
Paulo Afonso III	1971	864		
Paulo Afonso IV	1979	2460	127,5 milhões	29,5 milhões
Xingó	1994	3000	3,8 bilhões	41 milhões

Fonte: Martins e colaboradores, 2011 – adaptado.

Vale considerar ainda a série de vazões médias anuais relacionadas com o ano de operações das barragens do período de 1977 – 2012 (Figura 30).

Figura 39 – Gráfico Fluviométrico da região do baixo curso do rio São Francisco – Série de vazões médias anuais relacionadas com o ano de operações das barragens do período de 1977 - 2012.

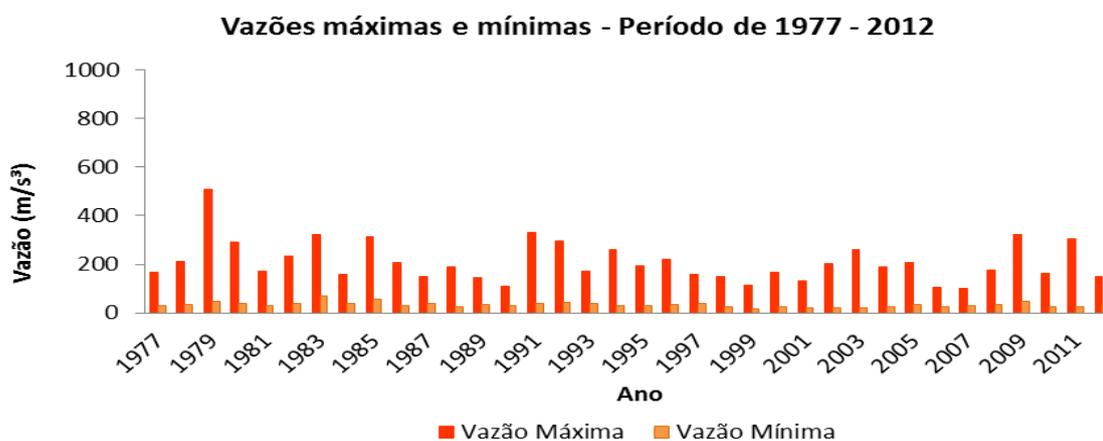


Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 39 observa-se que considerando o ano de 1987, apenas a barragem de Itaparica e Xingó não estavam em operação. Por isso, vale considerar como ponto importante a relação entre a construção de barragens e as vazões médias anuais do rio São Francisco, levando em pauta o alto, médio e baixo curso deste rio.

Nas figuras 40 e 41 estão representadas as vazões máximas e mínimas na estação ponta nova do Paraopeba (40800001) em Minas Gerais, acima da represa de Três Marias, e na estação Juazeiro (48020000) na Bahia, região no médio São Francisco. Sendo os dois gráficos considerados do período de 1977 a 2012, igualmente aos dados do gráfico acima da região de Propriá, baixo curso do rio São Francisco.

Figura 40 – Gráfico Fluviométrico da região de Ponta Nova do Paraopeba (MG) - Período de 1977 - 2012.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 41 – Gráfico Fluviométrico da região de Juazeiro (BA) - Período de 1977 - 2012.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 42 – Gráfico Fluviométrico da região de Propriá (SE) - Período de 1977 - 2012.



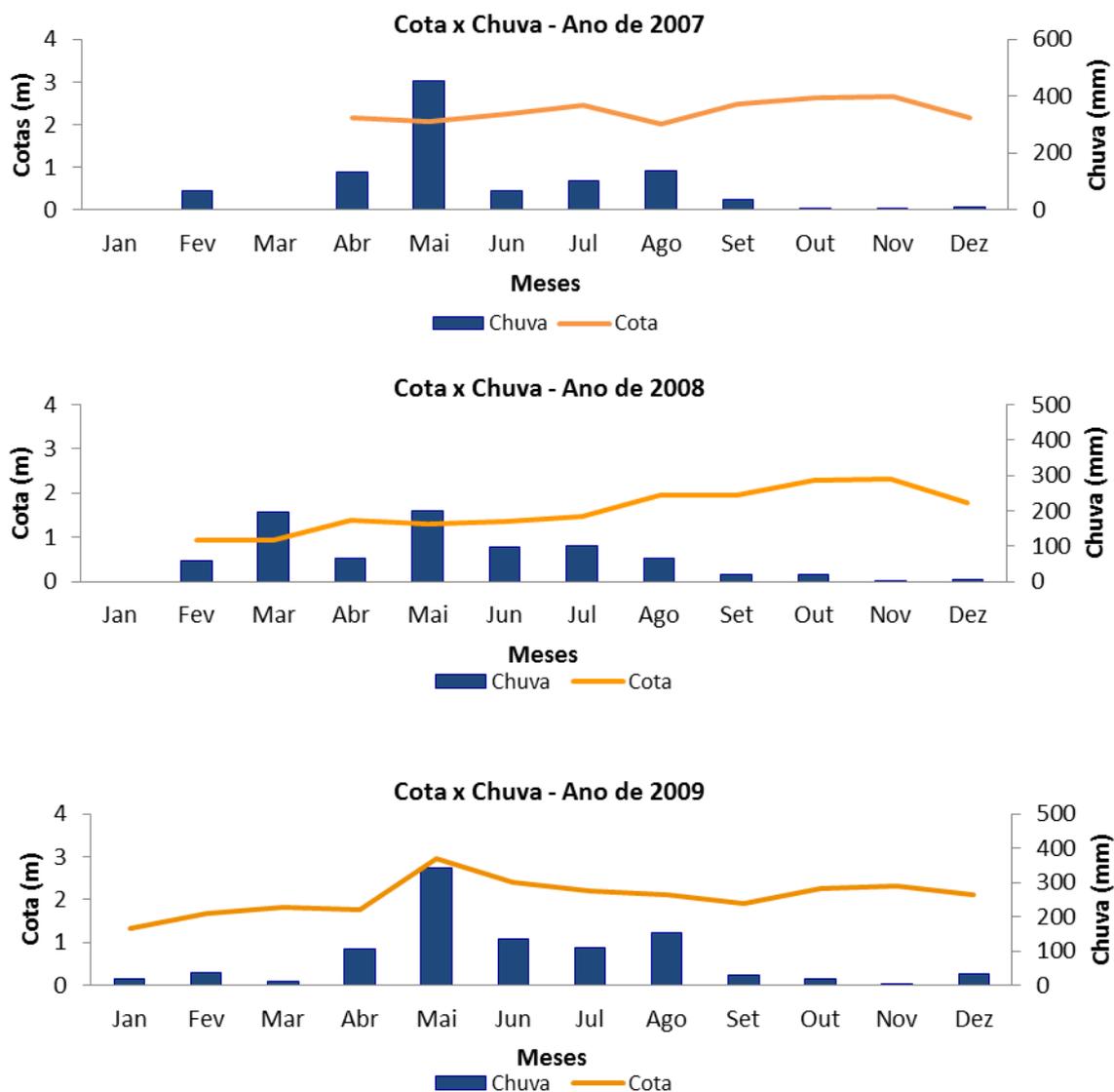
Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 42 tem-se a vazão máxima no ano de 1979 com 506,74 m/s³ e a vazão mínima no ano de 1999 com 18,56 m/s³, já na figura 42 tem-se no ano de 1979 a maior vazão do período com 13029,78 m/s³ e no ano de 2012 a menor vazão com 931,09 m/s³, na estação de Propriá, figura 43, observa-se vazão máxima no ano de 1979 com 10963,65 m/s³ e a menor vazão no ano de 2001 com 1031,05 m/s³.

Visualizando os gráficos de maneira global entende-se que na região de Paraopeba os níveis de vazão são menores quando comparado com as outras regiões (Juazeiro e Propriá), porém a variação média é constante entre os valores apresentados para as vazões máximas e mínimas durante todo o período. Por outro lado, na região de Juazeiro e Propriá, os níveis de vazão são compatíveis, com uma redução a partir do ano de 1987, e após este ano dois picos de vazões máximas no ano de 1992 e 2007.

Todas estas modificações dos níveis de vazões máximas e mínimas interferem diretamente no nível de cota dos rios. No gráfico 43, encontram-se os dados de cota da região do baixo curso do rio São Francisco com relação à quantidade de chuva no período de 2007 a 2009, dados coletados “*in loco*” pela equipe de pesquisa, através da estação linimétrica e pluviométrica da ANA.

Figura 43 – Série de cotas e chuvas mensais - Período de 2007 a 2009.



Fonte: Elaborado pelo autor

As cotas da região do baixo São Francisco foram desproporcionais a quantidade de chuva, visto que, de acordo com a figura 43 nas estações secas têm-se cotas elevadas.

As modificações de regime fluvial do rio têm pontos positivos e negativos. Levando em consideração a irrigação, e a redução de recorrência de enchentes percebem-se os pontos positivos. Em contrapartida, essas reduções de amplitudes entre máximas e mínimas, e a redução dos picos de cheia, provoca o desaparecimento das lagoas marginais e impedem os peixes migratórios de deslocar-se para montante do rio a fim de reproduzir, prejudicando a pesca da região.

Levando em consideração o desaparecimento das lagoas marginais realizou-se o monitoramento entre lagoa e rio no período de 2009 e 2010 (Ver resultados na Tabela 13 e Figura 45).

Tabela 13- Monitoramento hidrológico – Lagoa do Morro; Lagoa da Pindoba; Primeiro ponto do rio; Segundo ponto do rio.

LOCAL	04.04.2009		06.07.2009		12.10.2009		14.12.2009		14.02.2010	
	CL*	CR**	CL*	CR**	CL*	CR**	CL*	CR**	CL*	CR**
Lagoa do Morro	0,12	2,92	0,76	3,56	0,63	3,43	0,76	3,56	0,62	3,42
Lagoa da Pindoba	0,3	0,898	0,74	1,34	0,56	1,16	1,098	1,696	1,01	1,61
Rio – Ponto 1	0,79	3,51	0,86	3,58	0,72	3,44	0,79	3,51	0,68	3,4
Rio – Ponto 2	1,88	3,44	2,06	3,77	1,88	3,44	1,98	3,62	1,91	3,5

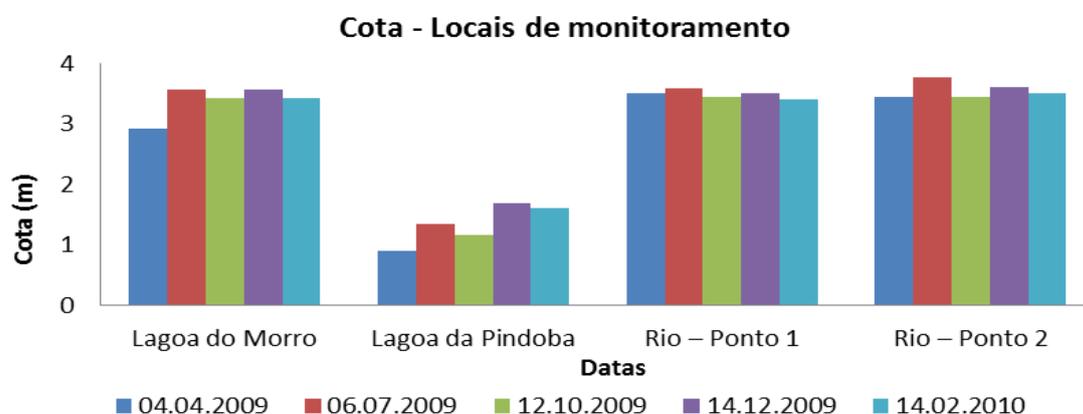
Fonte: Elaborado pelo autor

* CL: Cota Local, em metros;

** CR: Cota Real, em metros;

Na tabela 13 constam as cotas locais e as reais nos quatro pontos de monitoramento. Os dados da cota real são os níveis do rio considerando o nivelamento topográfico a partir do RN IBGE²⁰. Com base nestes dados observa-se o mínimo de variação entre os períodos em cada ponto.

Figura 44 – Monitoramento hidrológico – Lagoa do Morro; Lagoa da Pindoba; Primeiro ponto do rio; Segundo ponto do rio.



Fonte: Elaborado pelo autor

²⁰ Referencias de níveis (RN IBGE, número 18260 mm)

A lagoa do Morro e o primeiro ponto de monitoramento do rio são pontos de provável ligação em níveis altos do rio. No mês de abril obteve-se na lagoa do Morro cota de 2,92 metros e no rio – ponto 1 cota igual a 3,51 metros, o que caracteriza que o nível do rio estava mais alto que o da lagoa, promovendo a entrada da água do rio para a lagoa. Porém, como esta lagoa possui uma comporta de controle de entrada e saída da água em sua conexão com rio, no momento que o fluxo da água está se movendo para dentro da lagoa os peixes seguem o fluxo, e a população aproveita para fechar a comporta e pescar, impedindo que os peixes sigam seu ciclo de reprodução. Nos outros meses as diferenças de níveis entre a lagoa e o rio não tiveram representatividade.

Pruski e colaboradores (2003), analisaram a série de vazões do posto 48020000 – Juazeiro, localizado logo à jusante da Usina Hidrelétrica Sobradinho e chegaram às seguintes conclusões: após o início de operação da UHE houve uma redução da vazão média da ordem de 332 m³/s; o efeito de regularização promoveu um aumento na vazão média mensal do mês mais seco de 1.529 m³/s para 1.923 m³/s e uma diminuição de 1.028 m³/s na vazão mensal do mês de maior vazão, passando de 4.886 m³/s para 3.858 m³/s. Corroborando com este trabalho, Luz e colaboradores (2006), analisando as cotas linimétricas diárias da estação Pão de Açúcar, à jusante da UHE Xingó, verificou a eliminação de níveis de enchente e a elevação dos níveis mínimos.

Estes questionamentos considerados durante a pesquisa são um alerta a falta de sustentabilidade e de um programa de educação ambiental no momento das grandes construções de barragens. Estas modificações no regime fluvial expõem a população a situações de riscos e prejuízos econômicos quando considerando a visualização destes as áreas de inundação temporariamente exposta, os quais avançam em direção ao leito do rio, aterrando e ocupando a área e ficando sujeitos às inundações. Além disso, pode provocar a redução do número de espécies de peixes e invertebrados, redução dos níveis de deposição de sedimentos e nutrientes na planície de inundação, impedimentos à navegação, alterações nos processos biofísicos dos estuários, alterando a qualidade das águas, redução da recarga subterrânea e comprometimento da disponibilidade hídrica para os múltiplos usos. Vale ficar alerta que não apenas os grandes empresários tem sua parcela de culpa

nestas situações, a comunidade ribeirinha por falta de educação ambiental tem forte contribuição no agravamento das consequências supracitadas.

5.2. QUALIDADE DA ÁGUA

Pensando na integridade do habitat e na importância da vazão ecológica, é necessário fazer avaliações da biota aquática e dos parâmetros físicos, químico e geomorfológicos, incluindo os aspectos socioeconômicos que descrevem o papel dos impactos antrópicos sobre a quantidade e a qualidade das águas em bacias hidrográficas.

De acordo com a Resolução do CONAMA 357 de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água, alguns dos resultados de qualidade da água obtidos estão fora do padrão estabelecido (Tabelas 14 a 17), ao que se refere a corpo hídrico classe 2. Esta classificação do referido rio estabelece que estas águas possam ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, proteção da comunidade aquática, recreação de contato primário, irrigação, aquicultura e atividade de pesca.

Tabela 14- Monitoramento qualidade das águas Lagoa do Morro.

PARÂMETROS	LAGOA DO MORRO					CONAMA*
	04.04.09	06.07.09	12.10.09	14.12.09	14.02.10	
Temperatura (° C)	27,80	26,5	29,6	28,52	27,45	-
pH	7,48	6,72	7,44	7,46	6,37	6,0 – 9,0
OD (mg/l)	5,20	2,82**	5,81	7,07	0,25**	≥ 5mg/L O ₂
Condutividade (µS/cm)	0,284	0,197	0,897	0,062	0,213	-
COT (mg/l)	3,1	11,9	6,40	7,40	1,6	-
DBO (mg/l)	-	2,86	1,25	2,11	<LDM	≤ 5 mg/L O ₂
Fósforo Total (mg P/L)	0,03	<LDM	0,08**	0,38**	0,03	Lêntico ≤ 0,030 mg/L e Lótico ≤ 0,05 mg/L;
Nitratos (mg/l N-NO ₃)	0,20	<LDM	0,01	<LDM	0,03	≤ 10 mg/L N
Nitritos (mg/l N-NO ₂)	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	≤ 1,0 mg/L
Nitrogênio Amoniacal (mg/l N-NH ₃)	0,41	0,34	0,30	0,44	0,20	3,7 mg/L N para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L N para 7,5 < pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L N para 8,0 < pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L N para pH > 8,5
Nitrogênio Total (mg/l N)	0,70	1,2	0,80	<LDM	0,70	Lêntico ≤ 1,27 mg/L e Lótico ≤ 2,18 mg/L
Sólidos em Suspensão (mg/l)	3330**	11,8	29	17,7	<LDM	≤ 500 mg/L
Turbidez (NTU)	2834**	17,9	16,6	24,3	2,38	≤ 100 UNT

Fonte: Elaborado pelo autor

*Limites de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05 para corpo hídrico classe 2;

** Valores fora do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05.

Tabela 15- Monitoramento qualidade das águas Lagoa da Pindoba.

PARÂMETROS	LAGOA DA PINDOBA					CONAMA*
	04.04.09	06.07.09	12.10.09	14.12.09	14.02.10	
Temperatura (° C)	27,13	25,44	26,32	26,46	26,48	-
pH	7,15	6,34	6,06	6,15	5,85**	6,0 – 9,0
OD (mg/l)	1,42**	0,24**	1,35**	0,24**	1,40**	≥ 5mg/L O ₂
Condutividade (µS/cm)	0,189	0,284	0,195	0,197	0,141	-
COT (mg/l)	3,9	16,7	4,4	5,30	11	-
DBO (mg/l)	3	3	2,24	1,71	5,36**	≤ 5 mg/L O ₂
Fósforo Total (mg P/L)	<LDM	<LDM	0,09**	0,08**	0,19**	Lêntico ≤ 0,030 mg/L e Lótico ≤ 0,05 mg/L;
Nitratos (mg/l N-No ₃)	0,30	0,01	0,01	<LDM	0,04	≤ 10 mg/L N
Nitritos (mg/l N-No ₂)	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	≤ 1,0 mg/L
Nitrogênio Amoniacal (mg/l N-NH ₃)	0,41	0,34	0,79	0,41	0,46	3,7 mg/L N para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L N para 7,5 < pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L N para 8,0 < pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L N para pH > 8,5
Nitrogênio Total (mg/l N)	1,10	1,8**	1	<LDM	1,80**	Lêntico ≤ 1,27 mg/L e Lótico ≤ 2,18 mg/L
Sólidos em Suspensão (mg/l)	21,2	39,5	37,1	16	40,5	≤ 500 mg/L
Turbidez (NTU)	19,8	20,4	9,58	7,45	15,7	≤ 100 UNT

Fonte: Elaborado pelo autor

*Limites de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05 para corpo hídrico classe 2;

** Valores fora do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05.

Tabela 16- Monitoramento qualidade das águas primeiro ponto do rio.

PARÂMETROS	RIO SÃO FRANCISCO – Ponto 1					CONAMA*
	04.04.09	06.07.09	12.10.09	14.12.09	14.02.10	
Temperatura (° C)	28,51	26,41	27,08	28,55	28,33	-
pH	7,33	6,70	7,35	8,32	6,36	6,0 – 9,0
OD (mg/l)	7,37	4,20**	6,60	8,09	1,30**	≥ 5mg/L O ₂
Condutividade (µS/cm)	0,087	0,148	0,099	0,061	0,204	-
COT (mg/l)	4	6,2	0,5	9	1,8	-
DBO (mg/l)	<LDM	0,79	2,16	2	<LDM	≤ 5 mg/L O ₂
Fósforo Total (mg P/L)	<LDM	<LDM	0,06**	0,82**	0,08**	Lêntico ≤ 0,030 mg/L e Lótico ≤ 0,05 mg/L;
Nitratos (mg/l N-No ₃)	0,49	0,13	0,02	<LDM	0,03	≤ 10 mg/L N
Nitritos (mg/l N-No ₂)	0,01	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	≤ 1,0 mg/L
Nitrogênio Amoniacal (mg/l N-NH ₃)	0,17	0,18	0,20	0,40	0,22	3,7 mg/L N para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L N para 7,5 < pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L N para 8,0 < pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L N para pH > 8,5
Nitrogênio Total (mg/l N)	0,70	1,1	0,50	<LDM	<LDM	Lêntico ≤ 1,27 mg/L e Lótico ≤ 2,18 mg/L
Sólidos em Suspensão (mg/l)	2,20	26,6	30	23,5	<LDM	≤ 500 mg/L
Turbidez (NTU)	9,38	22,8	8,21	27,1	1,77	≤ 100 UNT

Fonte: Elaborado pelo autor

*Limites de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05 para corpo hídrico classe 2;

** Valores fora do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05.

Tabela 17- Monitoramento qualidade das águas segundo ponto do rio.

PARÂMETROS	RIO SÃO FRANCISCO – Ponto 2					CONAMA*
	04.04.09	06.07.09	12.10.09	14.12.09	14.02.10	
Temperatura (° C)	Os parâmetros não foram mensurados porque este ponto foi definido após a ida a campo.	26,66	27,45	28,33	28,08	-
pH		7,64	8,39	7,74	6,92	6,0 – 9,0
OD (mg/l)		7,55	9,04	7,12	7,46	≥ 5mg/L O ₂
Condutividade (µS/cm)		0,209	0,112	0,061	0,060	-
COT (mg/l)		5	<LDM	3,40	1,7	-
DBO5 (mg/l)		1,18	<LDM	<LDM	<LDM	≤ 5 mg/L O ₂
Fósforo Total (mg P/L)		<LDM	0,03	0,16**	0,07**	Lêntico ≤ 0,030 mg/L e Lótico ≤ 0,05 mg/L;
Nitratos (mg/l N-No ₃)		0,17	0,02	<LDM	0,05	≤ 10 mg/L N
Nitritos (mg/l N-No ₂)		<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	≤ 1,0 mg/L
Nitrogênio Amoniacal (mg/l N-NH ₃)		0,25	0,19	0,44	0,50	3,7 mg/L N para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L N para 7,5 < pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L N para 8,0 < pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L N para pH > 8,5
Nitrogênio Total (mg/l N)		1,6	0,6	<LDM	0,90	Lêntico ≤ 1,27 mg/L e Lótico ≤ 2,18 mg/L
Sólidos em Suspensão (mg/l)		29,6	6,20	<LDM	<LDM	≤ 500 mg/L
Turbidez (NTU)		25	4,41	3,36	2,06	≤ 100 UNT

Fonte: Elaborado pelo autor

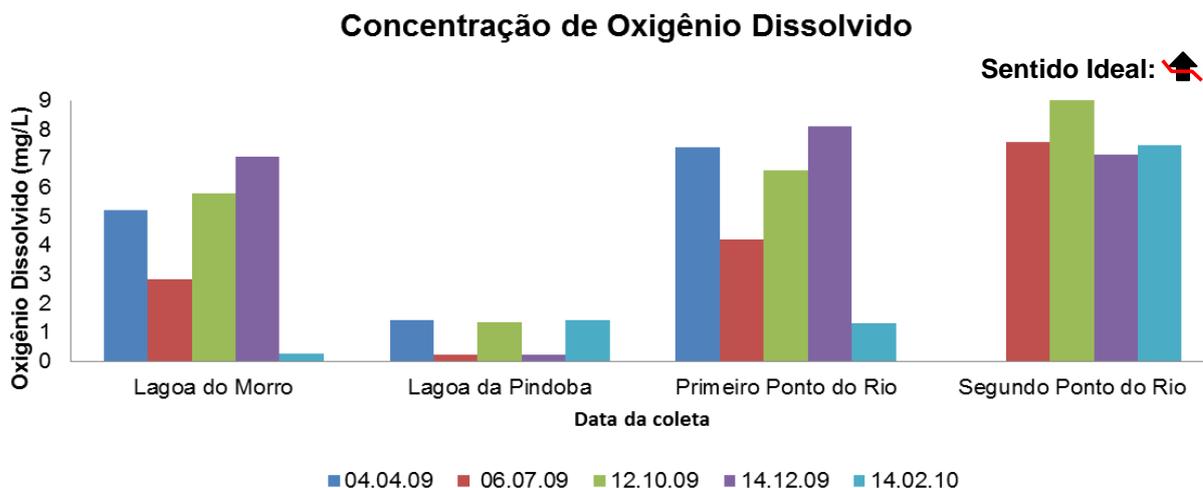
*Limites de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05 para corpo hídrico classe 2;

** Valores fora do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05.

A classificação em conjunto com as condições e padrões especificados pela Resolução asseguram a utilização das águas do rio para as atividades supracitadas, por isso, vale levar em consideração os parâmetros que estão em desacordo aos valores estabelecidos pela legislação.

Segue abaixo gráficos referentes ao parâmetro oxigênio dissolvido em relação aos limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005:

Figura 45 – Concentração de Oxigênio Dissolvido nos pontos de coleta.



Fonte: Elaborado pelo autor

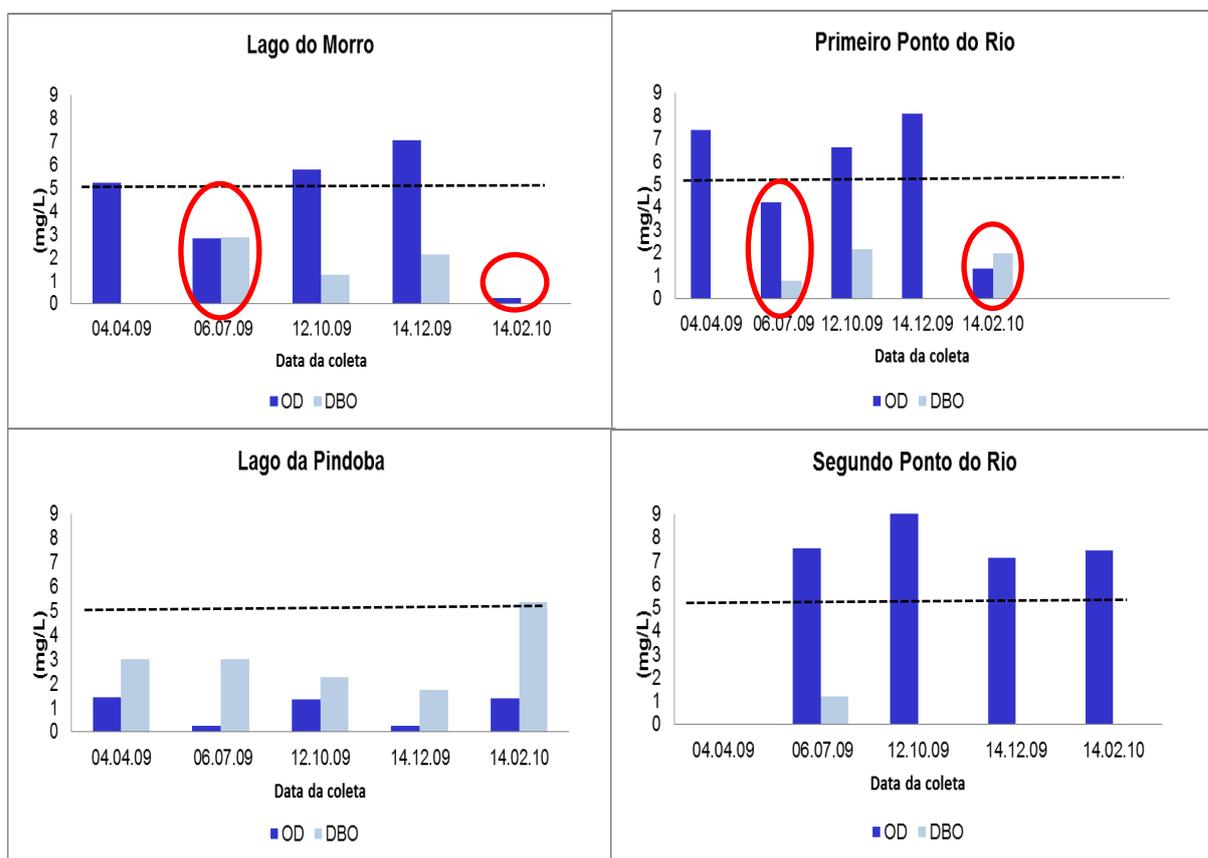
As águas que serão utilizadas para abastecimento e irrigação, após tratamento convencional, devem apresentar concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) acima de 5,0 mg/l (CONAMA 357/2005). Caso contrário, deve-se rever as atividades antrópicas, monitorar a qualidade da água e desenvolver projetos de educação ambiental, para garantir a qualidade das águas do rio São Francisco.

Todavia, a lagoa da Pindoba no mês de dezembro/2009 apresentou o nível de Oxigênio Dissolvido mais baixo da pesquisa (0,24 mg/l). No mês de fevereiro/2010 observa-se a lagoa do Morro com níveis de 0,25 mg/l e o rio Ponto 1 com OD igual a 1,30 mg/l. No que tange estes dois pontos, Lagoa Morro e rio Ponto 1, verifica-se que os níveis de OD apresentam níveis proporcionais, mostrando a influência do aporte hídrico entre os pontos. O que chama atenção é a diminuição brusca dos níveis de Oxigênio Dissolvido entre o mês de dezembro/2009 e fevereiro/2010 nos pontos da Lagoa do Morro e Rio Ponto 1. Além disso, foi identificado uma diferença bastante significativa entre os índices de OD no Rio ponto 1 e Rio Ponto 2.

No que tange à poluição pode-se levar em consideração os índices de OD juntamente com o DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), já que em casos de poluição encontram-se altos índices de DBO o que pode gerar a diminuição e até eliminação do oxigênio presente nas águas. Em contrapartida, observa-se uma redução deste parâmetro do mês de dezembro/2009 para o mês de fevereiro/2010 nos pontos da Lagoa do Morro e Rio Ponto 1. Lembrando que o DBO ocorre

naturalmente nas águas em nível reduzido em função da degradação de matéria orgânica (folhas, animais mortos, fezes de animais) (Figura 46).

Figura 46 – Concentração de Oxigênio Dissolvido versus Demanda Bioquímica de Oxigênio nos pontos de coleta.



A figura 48 mostra a relação entre a concentração de OD e DBO nos pontos de coleta. Vale frisar que o ponto limite para os dois parâmetros é 5 mg/L, porém a concentração de DBO deve se manter abaixo deste número, e a quantidade de OD deve estar acima de 5 mg/L, como já foi visto anteriormente. Esses dados estabelecidos estão de acordo a Resolução CONAMA 357/2005.

Levando em consideração os resultados encontrados na Lagoa do Morro e no primeiro ponto do rio, e a proximidade dos pontos de coleta, é perceptível a influência entre os mesmos, porém faz-se necessário uma pesquisa mais aprofundada para explicar a redução do OD nos meses de julho/2009 e fevereiro de 2010.

Além disso, observa-se que a Lagoa da Pindoba durante toda a pesquisa manteve sua concentração de OD abaixo do limite, e menor que a quantidade de DBO

nos meses de abril, julho, outubro e dezembro de 2009, por outro lado, a lagoa manteve os níveis de DBO dentro do limite padrão da resolução CONAMA 357/05 para os quatro primeiros meses de coleta, estando o mês de fevereiro/2010 com níveis de 5,36 mg/l. Já no segundo ponto do rio as concentrações de OD e DBO estavam dentro do limite determinado pela Resolução CONAMA nº 357/05 durante toda a pesquisa.

Vale salientar que as perdas de oxigênio dissolvido são causadas pelo consumo através da decomposição da matéria orgânica, por perdas para a atmosfera, respiração, nitrificação e oxidação química abiótica, sendo as principais fontes de oxigênio para a água a atmosfera e a fotossíntese. Além disso, as alterações no parâmetro OD podem ser causadas por temperatura da água, velocidade do vento, turbidez, sólidos em suspensão, interface sedimento-água etc.

Por conseguinte, no caso da lagoa da Pindoba os níveis de OD estavam fora do padrão e os níveis DBO estavam de acordo com a resolução CONAMA 357/2005, exceto para o mês de fevereiro 2010, o que comprova a pouca influência do parâmetro DBO na quantidade de OD. Esta situação leva a pensar na possível influência voltada as condições de água parada do local, havendo apenas troca de água através de chuva e evaporação, e o mínimo de trocas subterrâneas.

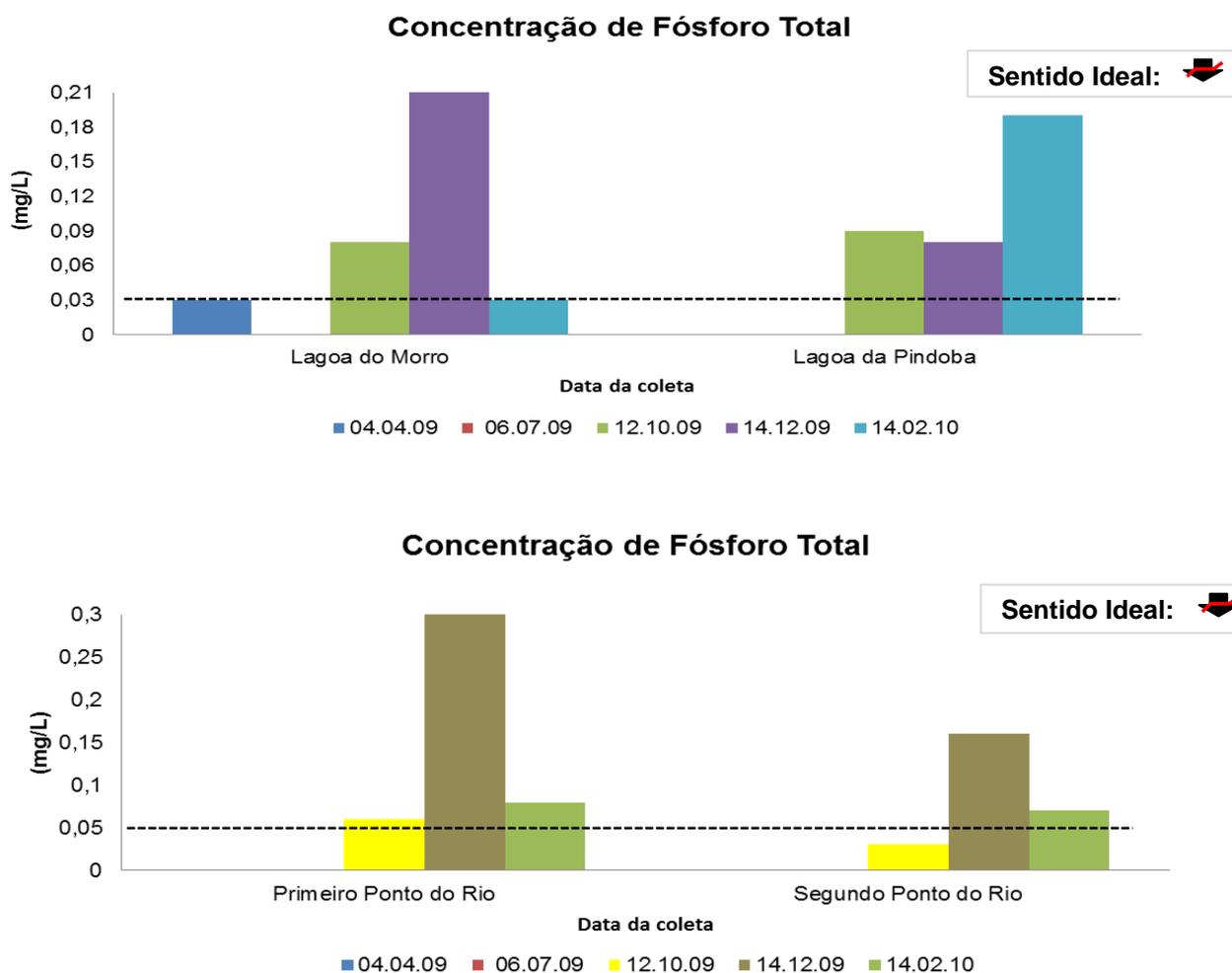
Sabendo que as espécies apresentam um limite mínimo de oxigênio para sua sobrevivência, essa redução de níveis de OD pode selecionar espécies. Porém, a importância do OD não se limita apenas à sobrevivência dos seres aquáticos, segundo Beneditti Filho; Fiorucci (2005), a presença de OD em águas residuárias industriais ricas em material orgânico é desejável por prevenir a formação de substâncias com odores desagradáveis que comprometem os diversos usos da água.

No mês de abril/2009 a lagoa do Morro obteve os maiores níveis de turbidez (2834 NTU) e sólidos em suspensão (3330 mg/l), sendo este mês as menores cotas do rio na região durante a pesquisa (Cota local = 0,12 m e Cota Real = 2,92 m). A turbidez traduz a redução da transparência devido à presença de matérias em suspensão que interferem na passagem da luz, prejudicando a fotossíntese, pode recobrir os ovos dos peixes e os invertebrados bentônicos, pode ainda obstruir as guelras dos peixes, interferir na habilidade de se alimentar e se defender dos predadores.

Além dos parâmetros já citados, é necessário entender que cada índice existente tem sua significância para os processos biológicos de um corpo hídrico. Segundo os estudos de Tomaz (2008), o fósforo e o nitrogênio são nutrientes essenciais à vida de todos os organismos e estão relacionados com a produção primária do ambiente.

O Fósforo é usualmente encontrado em pequenas quantidades, sendo o limite conforme Resolução CONAMA 357/2005 para ambientes lênticos, como a lagoa do Morro e lagoa da Pindoba, menor ou igual à 0,030 mg/L, e em ambientes lóticos como o rio São Francisco, menor ou igual à 0,05 mg/L, mas devido ao impacto das atividades humanas ocorreu o aumento da quantidade de fósforo (Figura 47).

Figura 47 – Concentração de Fósforo Total nos pontos de coleta.

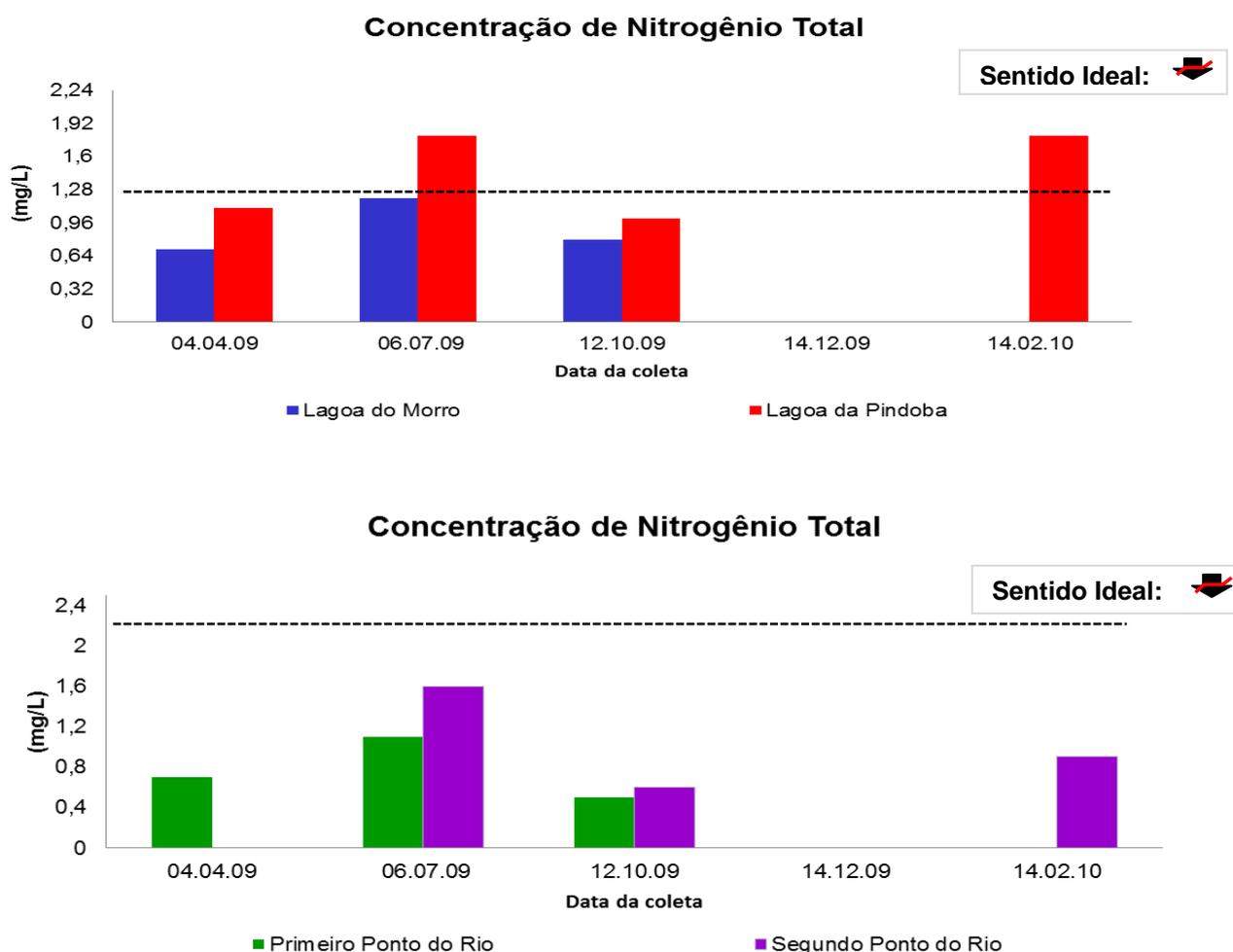


Fonte: Elaborado pelo autor

Nesta pesquisa apenas os meses de abril e julho/2009 apresentaram níveis dentro do limite da Resolução CONAMA quando visualizamos a pesquisa total, incluindo ambientes lênticos e lóticos. Além disso, a Lagoa do Morro no mês de fevereiro/2010 e o segundo ponto do rio no mês de outubro/2009 apresentaram concentrações dentro do limite da legislação.

No que tange ao Nitrogênio Total, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 o valor deste parâmetro não deve ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos. Verificando os índices de parâmetro para os pontos de coleta observa-se a permanência dentro da média exigida pelo resolução CONAMA em se tratando de água doce e ambiente Lótico, já para ambientes lênticos a Lagoa da Pindoba esta acima do limite nos meses de julho/2009 e fevereiro/2010 (Figura 48).

Figura 48 – Concentração de Nitrogênio Total nos pontos de coleta.



Fonte: Elaborado pelo autor

Os níveis destes parâmetros, fósforo total e nitrogênio total, estão diretamente relacionados com a quantidade de dejetos que são jogados no rio além dos efluentes industriais, sendo indicadores de eutrofização. Por isso, são necessários estudos levando em consideração tais parâmetros e as alterações visualizadas neste estudo, mantendo a comunidade ribeirinha em alerta quanto às suas atividades no rio e lagoa, como por exemplo, a criação de animais e o lançamento de esgoto direto no corpo hídrico.

Apesar desses resultados, os dados coletados nas visitas à campo não são conclusivos, indicam que existem alterações na qualidade das águas do rio São Francisco no seu baixo curso, região de estudo, por isso, os mesmos são indicativos de problema. Para uma melhor índice de qualidade das águas faz-se necessário um maior número de dados. Contudo, são de interesse da comunidade de Propriá e merecem destaques na visão científica.

5.3. ANÁLISE DOS PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS E MEDIDAS RECOMENDADAS

No anexo I seguem tabelas descritivas, nas quais estão as interações entre a fase do empreendimento (planejamento, implantação e operação), a ação considerada sobre o meio físico e biótico e o efeito relacionado. Os dados apresentados nas respectivas fases foram baseados nas informações contidas nesta pesquisa levando em consideração os dados, passado e presente, das condições do baixo curso do rio São Francisco. As tabelas são estabelecidas com o intuito de suporte à montagem da matriz de correlação.

5.3.1. Totalização da valorização dos impactos

Nas tabelas 18,19 e 20 são apresentados os resumos da valorização dos impactos selecionados para a formulação da matriz de correlação, vislumbrando a implantação (A1) e a não implantação (A0) do empreendimento.

Tabela 18- Fase de Implantação do Empreendimento

IMPACTO		A1	A0
01	Risco desenvolvimento de processos erosivos no solo.	-36	0
02	Alteração da paisagem natural.	-48	0
03	Perda e fragmentação de áreas com vegetação nativa e de habitats da fauna terrestre.	-48	0
04	Perda biomassa	-36	0
05	Perda da biodiversidade	-36	0
06	Efeito de borda	-12	0
07	Risco de danos aos indivíduos da fauna pela erradicação de habitats resultando em alterações nos sítios de alimentação e nidificação.	-24	0
08	Fuga e dispersão (afugentamento) da fauna nas áreas de intervenção resultando em alterações na dinâmica populacional e no equilíbrio trófico.	-48	0
09	Possibilidade de interrupção de rotas de migração de animais	-48	0
10	Instabilidade de encostas marginais dos corpos d'água	-48	0
11	Alteração da paisagem	24	0
12	Aumento da biomassa	36	0
13	Restabelecimento da biodiversidade	36	0
SUBTOTAL 01		-288	0

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 19- Fase de Operação do Empreendimento

IMPACTO		A1	A0
14	Interferência no ciclo reprodutivo da biota aquática	-108	0
15	Interrupção de rotas de migração de peixes.	-108	0
16	Modificação da composição das comunidades biológicas aquáticas nativas nas bacias receptoras	-36	0
17	Depósito de sedimentos	-81	0
18	Alteração nas características limnológicas da água.	-54	0
19	Modificação do regime fluvial do rio e das drenagens receptoras	-108	0
20	Regularização das vazões do rio	-144	0
SUBTOTAL 02		-639	0

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 20- Totalização da Valorização dos Impactos Segundo Alternativas (Projeto, implantação e Operação).

FASE		IMPLANTAÇÃO	NÃO IMPLANTAÇÃO
IMPLANTAÇÃO	SUB-TOTAL 01	-288	0
OPERAÇÃO	SUB-TOTAL 02	-639	0
TOTAL		-927	0

Fonte: Elaborado pelo autor

No geral foram identificados, caracterizados e avaliados 20 diferentes impactos com potencial de incidência sobre os meios físico e biótico, para as diversas fases do empreendimento. Durante a implantação do empreendimento foram selecionados 13 impactos e na fase de operação da UHE foram avaliados 07 impactos. No que tange às fases analisadas, observa-se que na implantação e operação do empreendimento os impactos foram caracterizados como negativos. Todavia, vale considerar que não existem apenas 20 (vinte) impactos para a construção e implantação de barragens, porém neste estudo foram selecionados alguns impactos apenas para visualização da matriz de impactos.

A não realização do empreendimento, dadas às características observadas na região, não causaria qualquer impacto. Isto considerando que a área em questão manteria as características originais observadas durante a realização dos levantamentos técnicos para elaboração do EIA, não havendo pontuação para a mesma.

5.3.2. Matriz de Interação dos Impactos

Abaixo segue matriz de interação dos impactos, a qual relaciona, causa e efeito, entre o empreendimento e os componentes ambientais. Vale ressaltar que, esta matriz de impactos considera as informações de pesquisas já realizadas levando em consideração o passado e presente da região do baixo São Francisco.

Figura 49 – Matriz de Impactos

FASE		IMPLANTAÇÃO											OPERAÇÃO							SUB-TOTAL DO IMPACTO X COMPONENTES AMBIENTAIS (CUMULATIVIDADE)		
AÇÃO		TERRAPLANAGEM E INSTALAÇÃO		SUPRESSÃO VEGETAL						PROGRAMA DE REVEGETAÇÃO			OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO									
IMPACTOS		RISCO DE DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS DO SOLO	ALTERAÇÃO DA PAISAGEM NATURAL	PERDA E FRAGMENTAÇÃO DE ÁREAS COM VEGETAÇÃO NATIVA E DE HABITATS DA FAUNA TERRESTRE	PERDA DE BIOMASSA	PERDA DE BIODIVERSIDADE	EFEITO DE BORDA	RISCO DE DANOS AOS INDIVÍDUOS DA FAUNA	FUGA E DISPERSÃO (AFUGENTAMENTO) DA FAUNA	INTERRUPÇÃO DA ROTA DE MIGRAÇÃO DE ANIMAIS	INSTABILIDADE DE ENCOSTAS MARGINAIS DOS CORPOS D'ÁGUA	ALTERAÇÃO DA PAISAGEM	AUMENTO DA BIOMASSA	RESTABELECIMENTO DA BIODIVERSIDADE	INTERFERÊNCIA NO CICLO REPRODUTIVO DA BIOTA AQUÁTICA	INTERRUPÇÃO DE ROTAS DE MIGRAÇÃO DOS PEIXES	MODIFICAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES BIOLÓGICAS AQUÁTICAS NATIVAS NAS BACIAS RECEPTORAS	DEPÓSITO DE SEDIMENTOS	ALTERAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS LIMNOLÓGICAS DA ÁGUA		MODIFICAÇÃO DO REGIME FLUVIAL DO RIO E DAS DRENAGENS RECEPTORAS	REGULARIZAÇÃO DAS VAZÕES DO RIO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
FISICO	SOLOS	-36																				-36
	RECURSOS HÍDRICOS																	-81		-108	-144	-333
	QUALIDADE DAS ÁGUAS																		-54			-54
	PAISAGEM		-48									24										-24
BIOTICO	VEGETAÇÃO			-48	-36	-36	-12				-48		36	36								-108
	FAUNA TERRESTRE							-24	-48	-48												-120
	BIOTA AQUÁTICA														-108	-108	-36					-252
TOTAL																						-927

TOTALIZAÇÃO DOS IMPACTOS NEGATIVOS	-1023
TOTALIZAÇÃO DOS IMPACTOS POSITIVOS	96
TOTALIZAÇÃO DOS IMPACTOS	-927

LEGENDA	
	IMPACTOS POSITIVOS
	IMPACTOS NEGATIVOS
	DESDOBRAMENTOS SINÉRGICOS DE IMPACTOS POSITIVOS
	DESDOBRAMENTOS SINÉRGICOS DE IMPACTOS NEGATIVOS

5.3.3. Fluxograma dos Impactos

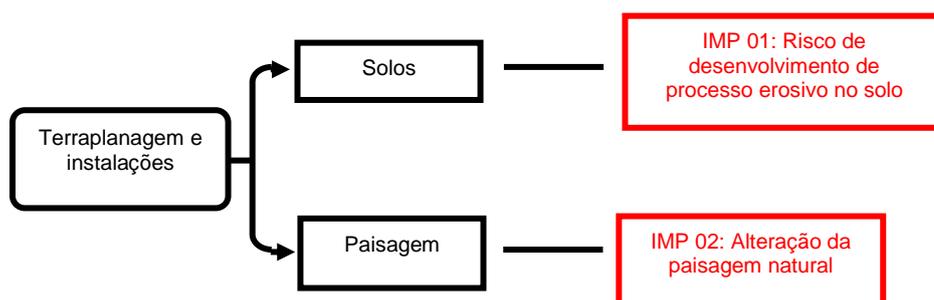
Com o objetivo de melhor explicitar as interações e possibilitar um gerenciamento de impactos ambientais nas construções de barragens, o foco da rede de interações foi o meio biótico e físico, o que permitiu relacionar as causas e efeitos, e a relevância de cada impacto ambiental.

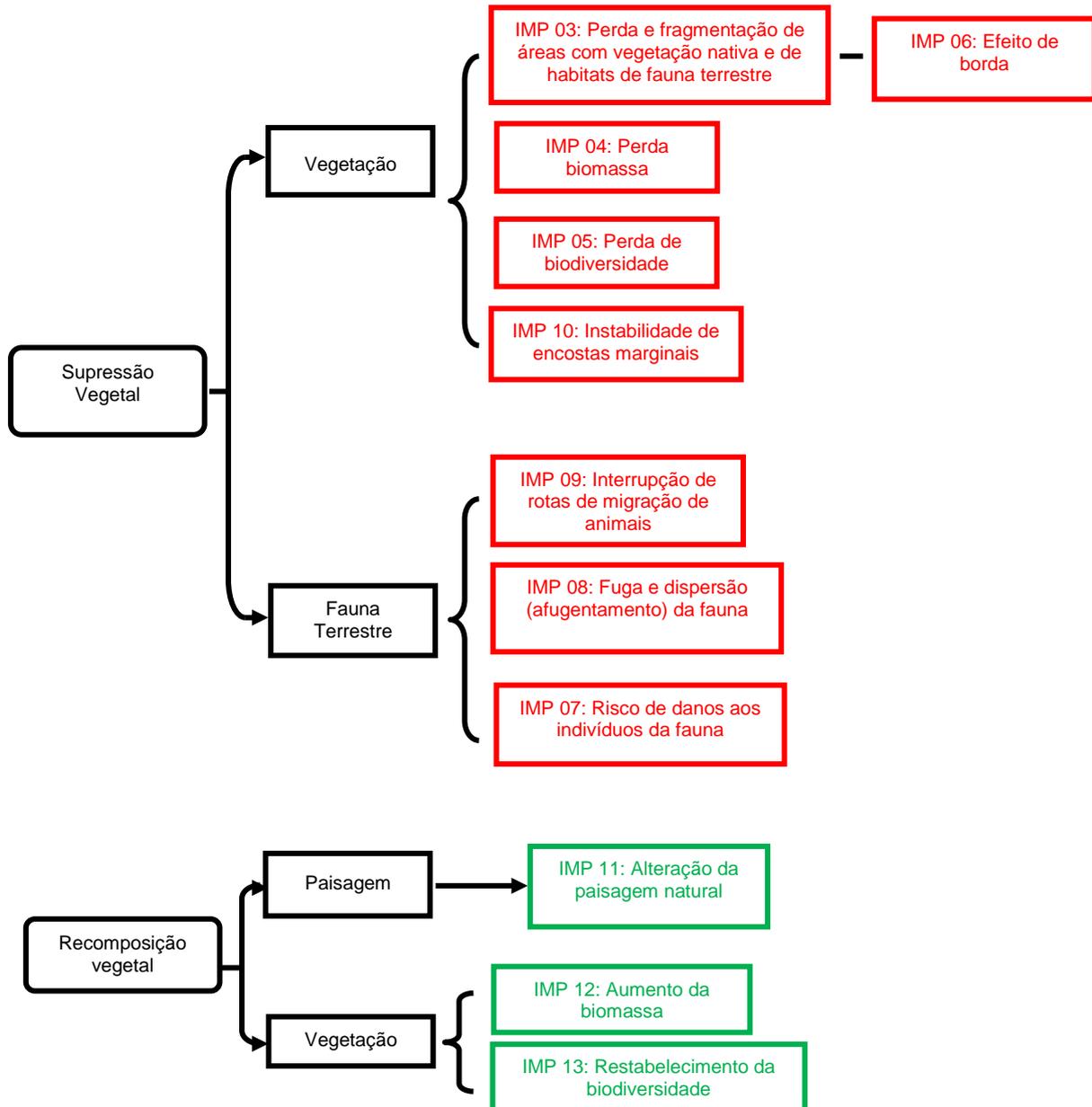
O primeiro passo para a análise de impactos foi a identificação das ações impactantes ou atividades que pudessem causar impactos sobre os recursos naturais. Dentre as ações impactantes identificadas, podem ser citadas as seguintes:

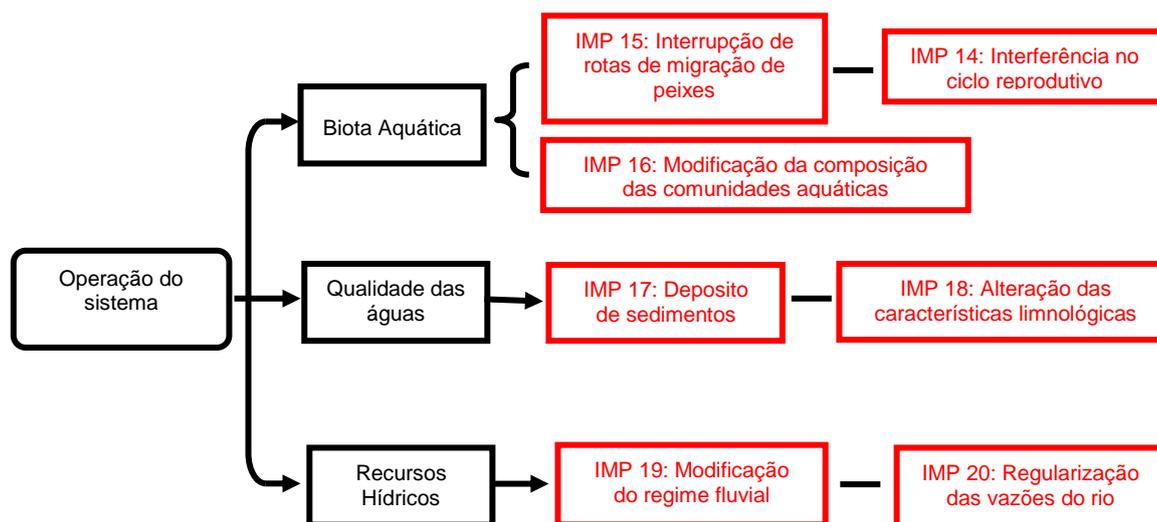
- Terraplanagem e instalações;
- Supressão Vegetal;
- Recomposição Vegetal;
- Operação do sistema;

A partir desse conjunto de informações, procurou-se identificar medidas mitigadoras adequadas, visando evitar, minimizar ou eliminar qualquer potencial impacto adverso. Abaixo segue o fluxograma dos impactos, considerado os quadros na cor vermelha como impactos negativos e na cor verde como impactos positivos:

Figura 50 – Fluxograma dos Impactos







LEGENDA:

Impactos positivos

Impactos negativos

Fonte: Elaborado pelo autor

Frente ao exposto, e segundo Sabbag (2006), ao ser implementada uma atividade transformadora os recursos ambientais serão transformados pela ocupação territorial, prevendo algumas modificações nos ecossistemas existentes, por isso, conseqüentemente novas demandas de relações ambientais deverão ser estabelecidas e relações ambientais preexistentes serão modificadas. Sendo assim, existe a necessidade de estudos preliminares de viabilidade ambiental para implantação de hidrelétricas.

6. ORGANOGRAMA

Frente ao exposto e pensando na problemática ambiental salientada por este trabalho tem-se um quadro de avaliação onde a quantidade de impactos negativos é maior que os impactos positivos. Isto permite a reflexão da importância em verificar a viabilidade ambiental de empreendimentos desse porte, enfatizando a associação condicional da implantação de planos e programas ambientais onde se encontram medidas de mitigação dos impactos.

Pensando nos componentes ambientais e nos impactos relacionados a estes itens (verificar a matriz de impactos), segue na Tabela 21 um quadro síntese da qualidade ambiental como prognóstico à implantação de hidrelétricas.

Tabela 21 – Quadro síntese da qualidade ambiental a cerca da implantação de barragens.

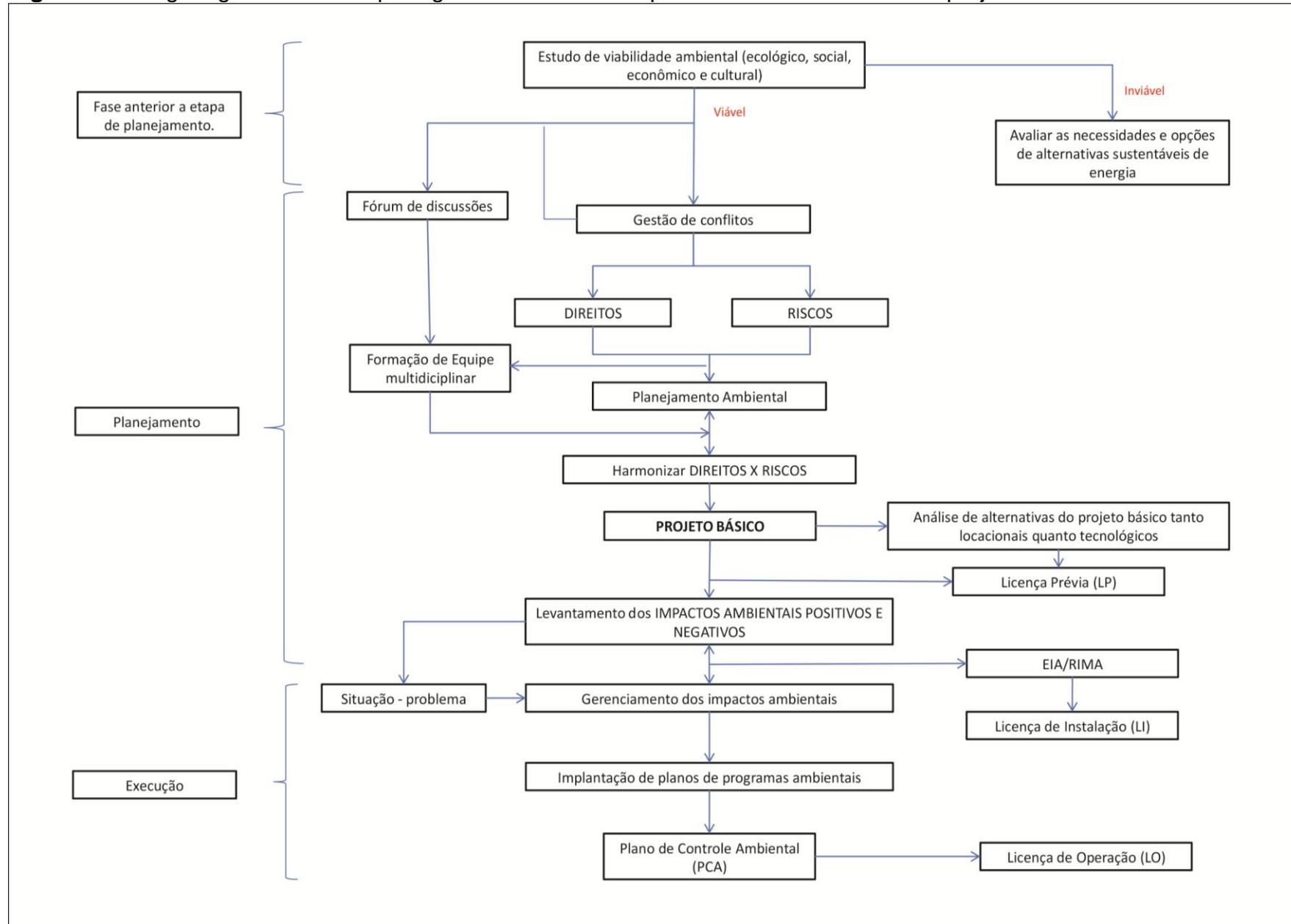
FATOR AMBIENTAL	QUALIDADE AMBIENTAL
Solo	Com o enchimento do reservatório ocorrerá a perda de áreas contendo solos com características edáficas, favoráveis ao uso e ocupação.
Recursos Hídricos	Trata-se da intervenção primordial do empreendimento. Passa-se a ter um trecho represado, na forma de um lago e o trecho a jusante passa a ter um regime com menor amplitude de vazões, conseguindo, inclusive o amortecimento de parte das cheias e a regularização do rio no trecho a jusante.
Qualidade da água	Aumento do carreamento de material para os corpos d'água, alterando a qualidade da água quanto à turbidez e sólidos em suspensão, provocando o assoreamento dos leitos das drenagens. Além disso, há alteração da fauna e flora que por consequência altera a matéria orgânica disponível no local; diminuição dos níveis d'água em alguns locais, por isso, dificuldade na diluição dos lançamentos de esgoto, aumento de níveis de cloreto, etc.
Paisagem	O enchimento do reservatório e, conseqüentemente formação do lago, bem como a implantação da APP caracteriza-se, também, como uma interveniência do empreendimento neste componente que qualifica a paisagem.
Vegetação	Durante a implantação e operação do empreendimento serão suprimidas áreas de vegetação nativa. A recomposição da área de preservação permanente no entorno do reservatório representa um aporte significativo de habitats, principalmente se considerarmos que as espécies a serem utilizadas serão nativas da região, configurando-se em medida compensatória ao desmatamento.

Fauna Terrestre	Os impactos sobre a fauna poderão ser notáveis, frente a possibilidade de se retirar habitats e afogar animais, principalmente répteis. Passados os efeitos negativos da implantação do barramento, haverá um incremento significativo da fauna, em decorrência da oferta de água, implantação da APP e restabelecimento de novos habitats.
Biota Aquática	Com o barramento, a dinâmica hídrica sofrerá drásticas mudanças, o que terá reflexos na fauna e flora aquática. A sujeição das comunidades bentônicas e planctônicas a eventos de cheias e a proximidade das nascentes que formam os rios da bacia, exerce um papel decisivo na estrutura de suas populações fazendo parte do ciclo reprodutivo. A construção do eixo do barramento da UHE representa uma barreira física para o deslocamento das espécies de peixes em especial aquelas que realizam migração reprodutiva, além disso, ocorre a extinção de lagoas marginais, locais considerados berçário de alevinos de diversas espécies. Todavia, a transformação do regime lótico em lântico no trecho da barragem permite o surgimento de um novo ecossistema, contendo áreas de remanso propícias ao desenvolvimento da ictiofauna. Novos processos ecológicos são estabelecidos e induz as adaptações necessárias à promoção da homeostase no mesmo.

Fonte: SEDUR, 2011 – Modificado

Visualizando o quadro acima, e levando em consideração a atual situação da sociedade, com um crescente desenvolvimento urbano, o planejamento ambiental de projetos hidrelétricos está pautado por princípios que levam a ponderar a realidade de tal maneira que as barragens se façam a qualquer custo. Porém, faz-se necessário incorporar o ambiente ao planejamento, pensando num desenvolvimento urbano sustentável. O organograma elaborado durante esta dissertação (Figura 52) pode servir de roteiro nos futuros empreendimentos hidroelétricos que, eventualmente, possam causar danos excessivos e até irreversíveis ao meio ambiente.

Figura 51 – Organograma - roteiro para gerenciamento de impactos ambientais de novos projetos de usinas hidrelétricas.



Pensando na interpretação do organograma, vale levar em consideração todas as fases listadas, fase anterior ao planejamento, fase do planejamento e execução. Na primeira fase é necessário fazer uma análise global sobre a inserção do eventual empreendimento numa determinada região de influência, formulando o relatório de identificação da obra (RIO). Neste deve-se considerar características básicas do empreendimento, tais como: o nível d'água normal no reservatório, à posição do eixo do barramento, a queda aproveitável, a potência instalada e o número de unidades geradoras, entre outras, que propiciam o aproveitamento de energia elétrica mais econômica e ambientalmente menos impactante do recurso hídrico disponível.

Esta fase é concluída com o estudo de viabilidade, o qual deve ser contemplado pelos diferentes agentes, ecológicos, social, econômico e cultural, concluindo com a formulação do relatório final de viabilidade (RFV). Este estudo de possibilita informar sobre a existência de eventuais limitações que poderão inviabilizar um projeto, considerando os dispositivos legais nos três níveis do poder público (municipal, estadual e federal), caso o projeto seja definido como inviável o estudo deve fornecer aconselhamento ao nível de redefinições e alternativas a considerar, de modo a evitar futuros problemas de aprovação como no licenciamento ambiental.

Segundo Brasil (2005), no estudo de viabilidade deve-se considerar os seguintes questionamentos: a) O empreendimento exigirá desapropriação e/ou reassentamento involuntário de famílias? Em que quantidade?; b) O empreendimento afetará áreas ou populações indígenas?; c) O empreendimento afetará unidades de conservação legalmente estabelecidas?; d) O empreendimento afetará sítios considerados de patrimônio histórico, cultural ou arqueológico?; e) O empreendimento afetará áreas de habitat naturais importantes?; f) Será necessário indenizar pessoas ou empresas por paralisação de atividades de exploração mineral?.

Com a conclusão da viabilidade do projeto passa-se para a fase do planejamento, o qual tem início com a gestão de conflitos, reconhecendo os direitos da população na região diretamente impactada e avaliando os riscos para tal atividade. Nessa discussão formam-se fóruns, compostos por representantes dos proponentes, autoridades e grupos de pessoas da comunidade, além da equipe multidisciplinar, com o intuito de

entender os estudos (realizados anteriormente) acerca das interferências e principalmente das tendências futuras da localidade afetada.

Os itens considerando nesta fase são: a) Análise Ambiental da Bacia/Região; b) Análise da situação de infra-estrutura de saneamento básico/recursos hídricos da região; c) Programas governamentais na região relacionados com saneamento e recursos hídricos; d) Análise Ambiental do empreendimento; e) Análise de alternativa técnicas, que são concebidas nos estudos de engenharia, e deverá auxiliar ou mesmo condicionar a seleção da alternativa ou alternativas a serem desenvolvidas; f) Medidas mitigadoras e compensação recomendadas (BRASIL, 2005).

No que tange a viabilidade dos estudos é preciso entender os direitos e riscos do empreendimento e das partes interessadas. Esse conjunto de informações serve de subsídio para a equipe multidisciplinar elaborar o projeto básico do empreendimento com o planejamento ambiental da obra, harmonizando os direitos e riscos. Complementando esta fase ocorre a análise de alternativas do projeto básico tanto locais quanto de tecnologias menos impactantes.

Após a aceitação deste projeto através da liberação da Licença Prévia (LP), conclui-se o levantamento de impactos ambientais positivos e negativos, formulando o Estudo de Impactos Ambientais (EIA) e o Relatório de Impactos Ambientais (RIMA). Com o estudo de viabilidade ambiental e o EIA/RIMA solicita-se a Licença de Instalação (LI).

Durante a execução da obra o gerenciamento desses impactos ambientais torna-se a ferramenta eficaz para as etapas subsequentes do projeto, solucionando situações - problema e implantando planos e programas ambientais. Os documentos contendo os projetos executivos e o detalhamento das medidas mitigadoras e compensatórias compõem o Plano de Controle Ambiental (PCA). Antes do enchimento dos reservatórios solicita-se a Licença de Operação (LO), a qual autoriza a operação do empreendimento.

Essa dinâmica de trabalho de acordo com o organograma procura incluir o ambiente no planejamento. Essa situação, segundo Almeida e colaboradores (1999), consiste em uma análise sistemática, das oportunidades e potencialidades, bem como dos riscos e perigos inerentes à utilização dos recursos ambientais da sociedade para o seu desenvolvimento.

A tarefa do planejador é harmonizar interesses e definir uma estratégia de ecodesenvolvimento, conseguindo um equilíbrio de princípio ético sustentável. Por conseguinte, como desenvolvido no organograma, a gestão ambiental se inicia na fase anterior à etapa de planejamento, a partir do estudo de viabilidade ambiental, sendo concebida como uma etapa interativa cujos dados realimentam as fases do planejamento, sendo este um processo contínuo de decisões para uma gestão confiável.

7. CONCLUSÕES

Tomando o baixo São Francisco como exemplo, observa-se a falta de educação ambiental para conscientização da população, o que possibilita através de algumas atitudes, prejuízos econômicos e ao meio ambiente, e até perdas de vidas. Além disso, tem-se a falta de sustentabilidade no momento das grandes construções de barragens por parte das empresas e do governo. Estes itens podem ser considerados como problemática na implantação de UHE no geral.

Além disso, os dados coletados nas visitas à campo demonstram um alerta nos resultados da lagoa da Pindoba, a qual apresentou níveis de oxigênio dissolvido sempre baixo do limite determinado pela resolução CONAMA 357/2005, exibindo no mês de Dezembro/2009 o menor nível de OD da pesquisa (0,24 mg/l). No que tange o parâmetro DBO, foi o único local a exibir índice fora do padrão CONAMA, com 5,36 mg/l no mês de Fevereiro/2010. Considerando a concentração de fósforo total e nitrogênio total, tivemos índices acima do limite para o mês de outubro/2009, dezembro/2009 e janeiro/2010, e, julho/2009 e fevereiro/2010, respectivamente.

Os impactos relacionados nesta pesquisa, assim como a matriz de correlação de impactos é apenas um demonstrativo de situação que ocorrem na atualidade e precisam de atenção. Lembrando que, não existem apenas 20 impactos envolvidos numa implantação e operação de usinas hidrelétricas, os impactos citados neste trabalho são apenas representativos. Contudo, os estudos não foram conclusivos, porém é um alerta importante a sociedade e as autoridades responsáveis, principalmente a população da região no baixo São Francisco, local de estudo e com pouco foco de pesquisa.

O gerenciamento ambiental é uma ferramenta para as organizações, sendo um desafio complexo que exige uma mudança de atuação das empresas, da população e do governo. Por isso, a possível operacionalidade deste organograma não é um processo simples de ser executado, porém é algo auxiliador de fundamental importância que pode ser aperfeiçoado em paralelo a estudos complementares acerca do tema em questão. Porém, a conclusão desta ferramenta é algo a ser amadurecido como proposta de um plano de gerenciamento de impactos ambientais na construção de UHE.

Além disso, com base nas pesquisas realizadas, a ocorrência dos impactos negativos é inevitável, e supera os impactos positivos, porém existe a possibilidade de minimização e controle desses impactos concedendo benefícios pós - construção. Diante desta necessidade e do cenário atual da sociedade a adoção de um plano de gerenciamento de impactos ambientais se torna cada vez mais presente, porém, vale salientar a carência de práticas de procedimento sustentáveis e da educação ambiental, questão supracitada, envolvendo as autoridades e a comunidade desde os estudos iniciais, o que pode minimizar futuramente os riscos de conflitos.

Vale salientar que, o problema ambiental não deve se ater somente ao aspecto ecológico, como já foi dito anteriormente, este pensamento limita a complexidade do entendimento entre o meio ambiente e a questão das relações complementares das dimensões socioeconômicas. A questão ambiental para o planejamento é antes de tudo uma questão política e conseqüentemente, econômica, cultural e técnica.

Enfim, é necessário entender o ambiente ecológico, utilizar técnicas sustentáveis durante a construção das UHE e implantar programas de educação ambiental para a empresa, população e o governo, focando no tema ambiental, social, cultural e econômico.

8. REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso. **NBR ISO 14001: 2004**. Rio de Janeiro, 2005.

ABRAMOVITZ, J.N. **Imperiled waters, impoverished future: the decline of freshwater ecosystems**. Washington (DC): Worldwatch Institute. Worldwatch paper p. 128. 1996.

AGOSTINHO, A. A. *et al.* Biodiversity in the high Paraná River floodplain. In: GOPAL, B.; JUNK, W. J.; DAVIS, J. A. **Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation**, Backhuys Publishers: Leiden, The Netherlands. p. 89-118. 2000.

ALMEIDA, J.R. *et al.* **Planejamento ambiental: caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum: uma necessidade, um desafio**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Thex. 180 p. 1999.

AMORIM, F. B. Impacto da adoção de vazões ecológicas no baixo curso do rio São Francisco sobre a geração hidrelétrica. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana)**. Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador – Ba. 113f, 2009.

ANA. **Projeto GEF São Francisco**. 2001. Disponível em <<http://www.ana.gov.br>>. Acessado em: Abril de 2009.

_____. **Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco** – Estudo do processo erosivo das margens do baixo São Francisco e seus efeitos na dinâmica de sedimentos do rio. Aracaju (SE). Abril de 2003.

_____. **Águas que contribuem para o desenvolvimento de 521 municípios**. 2010. Disponível em <http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/SãoFrancisco.aspx>>. Acessado em: Dezembro de 2012.

ANA/GEF/PNUMA/OEA. Subprojeto 1.4 – **Desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento da Qualidade da Água no Submédio do Rio São Francisco: índice de Sustentabilidade Ambiental do Uso da Água – ISA_Água**, EMBRAPA, Jaguariúna – SP, dezembro, 2002.

_____. Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco, Sub-projeto 1.3 – **Recomposição da Ictiofauna Reofílica do Baixo São Francisco** – Instituto Xingó: Sergipe. 2003a.

_____. Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco, Sub-projeto 4.5.B – **Programa de ações**

estratégicas para o gerenciamento integrado da Bacia do Rio São Francisco e da sua zona costeira – PAE: Brasília: 2003b.

_____. Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco, Sub-projeto 2.4 – **Estudo do Processo Erosivo das Margens do Baixo São Francisco e seus Efeitos na Dinâmica de Sedimentos do Rio** – UFS/FAPESE: Sergipe. 2003c.

_____. Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco, Sub-projeto 4.5C – **Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco - PBHSF (2004-2013)** – Instituto Xingó: Sergipe. 2004.

ANDRADE, Renata. “**Águas para a Vida!**” **Assim gritam as vozes que vivem na bacia do velho Chico.** Fórum permanente de defesa do São Francisco / International Rivers Network /Coalizão Rios Vivos. 2002.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico.** Disponível em: < <http://sigel.aneel.gov.br/sigel.html> >. Acesso em: Maio de 2014.

_____. **Atlas da energia elétrica do Brasil.** 3. ed. Brasília: ANEEL. 2008, 236.

ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M., AGOSTINHO, A.A. & FABRÉ, N.N. Trophic aspects of fish communities in Brazilian rivers and reservoirs. In: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnology in Brazil**, ABC/SBL, Rio de Janeiro. p. 105-136. 1995.

AZEVEDO, Robertson Fonseca. A questão legal e ambiental das barragens ‘free the rivers and the minds will follow’. In FREITAS, Vladimir Passos de (coord.). **Direito Ambiental em Evolução.** Curitiba: Juruá, 2002.

BARBOSA, Carlos Magno de Sousa & MATTOS, Arthur. Diretrizes para implantação de barragens e mitigação de impactos ambientais. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo, 2007.

BARON, J.S. *et al.* **Ecosistemas de água dulce sustentables.** Tópicos em Ecologia, Sociedad Norteamericana de Ecología, n. 10 Invierno, p. 1-15, 2003.

BENEDETTI FILHO, E; FIORUCCI, A. R. A importância do Oxigênio Dissolvido em Ecossistemas Aquáticos. **Química e Sociedade.** nº 22, 2005.

BIZERRIL, C.R.S.F. & PRIMO, P.B.S. **Peixes de águas interiores do Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: FEMAR – SEMADS, 2001.

BRANDT, S. A., **Classification of Geomorphological effects downstream of dams.** CATENA, v. 40, Issue 4, p. 375-401. 2000.

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

_____. Decreto nº 24643, de 10 de julho de 1934. Resolve decretar o seguinte Código das Águas, cuja execução compete ao Ministério da Agricultura e que vai assinado pelos ministros de Estado. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Rio de Janeiro, RJ, CLBR de 1934.

_____. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica. Unidade de Gerenciamento do Proágua/Semi-arido. Diretrizes ambientais para projeto e construção de barragens e operação de reservatórios. / Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica, Unidade de Gerenciamento do Proágua/Semi-arido. – Brasília : Bárbara Bela Editora Gráfica e Papelaria Ltda., 2005.

_____. Lei nº 12334, de 20 de Setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos. **Diário Oficial**. Brasília. 2010.

BRITO, E.R. *et al.* Perfil ambiental do empreendimento denominado de "praias fluviais", Estado do Tocantins. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 2, 2002.

BUNN, S. E.; ARTHINGTON, A. H. Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. **Environmental Management**, v. 30, n. 4, p. 492-507. 2002.

CALHEIROS, D. F. **Influências do pulso de inundação na composição isotópica (¹³C e ¹⁵N) das fontes primárias de energia na planície de inundação do rio Paraguai (Pantanal – MS)**. 164p. Tese (Doutorado em Ciências, área de concentração Energia Nuclear na Agricultura) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 2003.

CASADO, A. P. B.; HOLANDA, F. S. R.; ARAUJO FILHO, F. A. G.; YAGUIU, P. Bank erosion evolution in São Francisco River. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.26, p.231-239, 2002.

CASTRO, F. **Escada para peixes: Armadilha ecológica**. 2008. Agência FAPESP. Disponível em: < <http://www.ecodebate.com.br/2008/02/13/escadas-para-peixes-armadilha-ecologica/>>. Acesso em: Junho de 2013.

CBHSF. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Módulo1. Resumo executivo. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2004.

CHESF – Companhia Hidro Elétrica do São Francisco. **Parque de Geração: Usinas**. Disponível em: http://www.chesf.gov.br/energia_parquedegeracao_usinas.shtml. Acesso em: Abril de 2013.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, 1981.

_____. **Modelagem de sistemas ambientais**. Edgard Blücher: São Paulo, 1999.

CODEVASF (ultima modificação em 30/07/2006). Distribuição das Terras do Vale, por estado, com relação à vegetação/uso atual. Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/osvales/vale-do-sao-francisco/vegetacao1>>. Acessado em: 15 de abril de 2009a.

_____ (ultima modificação em 28/08/2006). Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/osvales/vale-do-sao-francisco/clima>>. Acesso em: 15 de abril de 2009b.

COELHO, André. L. N. **Alterações hidrogeomorfológicas no Médio-Baixo Rio Doce/ES**. Tese de Doutorado (Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal Fluminense) UFF, Niterói – Rio de Janeiro, 237f. 2007.

_____. Geomorfologia fluvial de rios impactados por barragens. **Caminhos de Geografia**: Uberlândia. v. 9, n. 26. 2008.

COLLIER, M; WEBB, R.H.; SCHMIDT, J.C. **Dams and rivers: primer on the downstream effects of dams**. Reston (VA): US Geological Survey. v. 1126. 1996.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para os seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluente, e dá outras providências. Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de Março de 2005.

COWARDIN, L. M.; CARTER, V.; GOLET, F. C.; LAROE, E. T. **Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States**. U. S. Fish & Wildlife Service Publication, Washington D. C., 103pp. 1979.

CUNHA, Sandra B. **Impactos das Obras de Engenharia Sobre o Ambiente Biofísico da Bacia do Rio São João (Rio de Janeiro – Brasil)**. Rio de Janeiro: Ed: Instituto de Geociências, UFRJ, p. 378 . 1995.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. 2 ed. – São Paulo: Atlas, 1999.

EIA/RIMA – Estudo de Impacto Ambiental da Barragem do Rio Colônia. Volume IV. Relatório Síntese do Estudo de Impacto Ambiental. Rev. 02. Geohidro. Setembro de 2011.

ESTEVES, F. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro/RJ: ed. Interciência – FINEP, 575 p., 1988.

FERNANDES, Marcelo Côrtes; SÁNCHEZ, Caio Glauco; ANGULO, Mario Barriga. Custos da gaseificação de gramínea para eletrificação rural. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL – AGRENER, 3., 2000, Campinas. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022000000200021&lng=en&nrm=abn>. Acesso em: Agosto de 2013.

FERNANDES, B.L. & MORETTO, E.M. Possibilidades para a Gestão de Programas Indicados na Avaliação de Impacto Ambiental de Empreendimentos Hidrelétricos Através de Sistemas de Gestão Ambiental. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Vol.13 , no 1, Jan/Jun 2011.

FIGUEIRÊDO, M. C. B.; TEIXEIRA, A.S.; ARUJO, L.F.P.; ROSA, M.F.; PAULINO, W.D.; MOTA, S.; ARAUJO, J.C. Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental de Reservatórios à Eutrofização. **Anais... Engenharia Sanitária e Ambiental**. Vol.12 - nº 4, 399-409. 2007.

FISHER, S. G. Organic matter processing by a stream-segment ecosystem: Fort River, Massachusetts, U.S.A. **Int. Rev. Hydrobiologia**. v. 62, p.701-727. 1977.

FONTES, Luiz C. S. Erosão Marginal no Baixo Curso do Rio São Francisco. Um Estudo de Caso de Impactos Geomorfológicos à Jusante de Grandes Barragens. **Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)** – Núcleo de Pós Graduação e Estudos do Semi-Árido Programa Regional de Pós-Graduação, Universidade Federal de Sergipe) UFS, Aracaju – Sergipe. 249f. 2002.

FUNIL. Sistema de transposição de peixes – UHE Funil. Disponível em: < <http://www.ahefunil.com.br/home/stp>>. Acesso em: Junho de 2013.

GENZ, F.; LUZ, L. **Metodologia para considerar a variabilidade hidrológica na definição do regime natural de vazões no baixo curso do rio São Francisco**. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo/SP.

GOMES, L.G.N. A bioengenharia como ferramenta para restauração ambiental das margens do rio São Francisco. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), São Cristóvão. p. 118. 2005.

GREENBERG, L.; SVENDSEN, P.; HARBY, A. Availability of microhabitats and their use by brown trout (*Salmo trutta*) and grayling (*Thymallus thymallus*) in the River Vojman, Sweden. **Regulated Rivers: Research & Management**. v. 12, p. 287–303. 1996.

GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 211-246. 1998.

_____. **Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 211-252. 2001.

HENRY, R. Heat budgets, thermal structure and dissolved oxygen in brazilian reservoirs. In: TUNDISI, J. G.; STRASKRABA, M. **Theoretical reservoir ecology and its applications**. Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Sciences; São Carlos: International Institute of Ecology; Backhuys Publishers, 1999.

_____. **Os ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos: conceitos, tipos, processos e importância**. Estudo de aplicação em lagoas marginais rio Paranapanema na zona de sua desembocadura na represa Jurumirim. In: ____.

Ecótonos nas Interfaces dos ecossistemas aquáticos. São Carlos: RIMA, p. 349. 2003.

HOLANDA, F. S. R.; SANTOS, I. G. C.; SANTOS, C. M. S.; CASADO, A. P. B.; PEDROTTI, A. Riparian fragments affected by bank erosion in the Lower São Francisco River, Northeastern Brazil. **Revista Árvore**, v.29, n.2, p.148-152, 2005a.

HOLANDA, F.S.R.; SANTOS, L.G.C.; SANTOS, C.M.; CASADO, A.P.B.; PEDROTTI, A.; RIBEIRO, G.T. Riparian vegetation affected by bank erosion in the lower São Francisco river, Northeastern Brazil. **Revista Árvore**. Viçosa. v. 29, n. 2, p. 327-336. 2005b.

IEA – International Energy Agency. **World Energy Outlook 2012**. France: Books published before January 2011. Disponível em: < <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Portuguese.pdf>. Acesso em: 19/05/2013.

IRIONDO, M. H. **Mapa geomorfológico de las llanuras de América del Sur**. Publ. Esp. Conicet - Nat. Geographical Society. 1992.

ITAIPU BINACIONAL. Meio Ambiente – Canal de Piracema. Disponível em: < <http://www.itaipu.gov.br/meioambiente/canal-da-piracema>>. Acesso em: Junho de 2013.

JUNK, W. J. Áreas inundáveis: um desafio para limnologia. **Acta Amazonica**, v. 10, n. 4, p. 775-795. 1980.

_____. Structure and function of the large Central-Amazonian river-floodplains: synthesis and discussion. In: JUNK, W. J. (Ed). **The Central Amazon Floodplain: ecology of a pulsing system**. Berlin: Springer Verlag, (Ecological Studies 126). p. 455-472. 1997.

_____. The flood pulse concept of large rivers: learning from the tropics. **Verrh. Internat. Verein. Limol.** , v. 27, p. 3950-3953, 2001.

JUNK, W.J., BAYLEY, P.B. & APARKS, R.E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v.106, p.110-127, 1989.

LIMA, S. C; ROSA, R; BACCARO, C.A.D; GUIMARÃES, R, M; CHAGAS. Avaliação dos cerrados de Mina Gerais e indicação de áreas potenciais para preservação. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia: Edufu. v.10, n. 14, p. 5. 1998.

LUZ, L.D., AMORIM, F.B., LUZ, J.A.G. Alterações Hidrológicas no Baixo Trecho do Rio São Francisco e Aspectos Ecológicos – Elementos para Definição de Vazões Ecológicas. VIII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Fortaleza/CE.2006.

MACHADO, A. T. M. **A construção de um programa de revitalização na bacia do Rio São Francisco**: estudos avançados v. 22, n 63, 2008.

MAIMON, D. **Passaporte verde: gestão ambiental e competitividade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.

MARTINS, S. L. **Sistemas para a transposição de peixes**. São Paulo, 2000. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica. São Paulo, 2000.

MARTINS, D.M.F.; CHAGAS, R.M.; MELO NETO, J. O.; MÉLLO JÚNIOR, A.V. Impactos da construção da usina hidrelétrica de Sobradinho no regime de vazões no Baixo São Francisco. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*. Campina Grande. v.15, n.9, p.1054–1061, 2011.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional – Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), pág. 14. Julho de 2004.

_____. São Francisco. Disponível em <<http://www.integracao.gov.br/sao-francisco/documentos/index.asp>> Acesso em: 15 de abril de 2013.

MIRANDA, L. E.. A review of guidance and criteria for managing reservoirs and associated riverine environments to benefit fish and fisheries. In: G. Marmulla, editor. **Dams, fish and fisheries: opportunities, challenges and conflict resolution**. Rome, Italy: FAO Fisheries Technical Paper, p. 93-141. 2001.

MORETTO, A. Análise da eficiência da escada para peixes no Ribeirão Garcia no município de Blumenau – SC. (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. Blumenau. 55p. 2005

NEIFF, J. J. El regimen de pulsos en rios y grandes humedales de sudamerica. In: Malvárez, A.I. & Kandaus, P. (eds.) *Temas sobre humedales subtropicales y templados de Sudamerica*. Ed. Universidade de Buenos Aires/UNESCO, Montevideo. p.97-146. 1999.

NEIFF, J. J.; IRIONDO, M. H.; CARIGNAN, R. Large Tropical South American Wetlands: an overview. Proc. of the Internat. **Workshop on the Ecology and Management of aquatic-Terrestrial Ecotones**. p. 156-165. 1994.

NOGUEIRA, M. G. *et al.* **Ecologia de reservatórios. Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**. 2.ed. s. l.: Rima. p. 458. 2006.

OLIVEIRA, P.S.G. Estudo das várzeas visando o controle de cheias urbanas e a restauração ecológica: o caso do parque linear do Ribeirão das Pedras, em Campinas, SP. **Tese (Doutorado em engenharia Agrícola)** – Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas. São Paulo. 2004.

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Plano Anual de Prevenção de Cheias**- ciclo 2006/2007. Rio de Janeiro, 2006.

PEDRALLI, G. & TEIXEIRA, M.C.B. **Macrófitas aquáticas como agentes filtradores de materiais particulados, sedimentos e nutrientes**. In: Henry, R.

(org). Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos. São Carlos: RiMa, p. 349. 2003.

PEREIRA, S.B.; PRUSKI, F.F.; NOVAES, L.F.; SILVA, D.D.; RAMOS, M.M. Distribuição espacial das variáveis hidrológicas na bacia do São Francisco. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, 32 v.11, n.1-4, Jan./Dez., 2003.

PETRERE, M.; AGOSTINHO, A.A.; OKADA, E.K. & JULIO, H.F. **Review of the Fisheries in the Brazilian Portion of the Paraná/Patanal Basin**. Pp 123-143. In: I. Cowx, (ed.). Management and ecology of lake and reservoir fisheries. Fishing News Books, London. p. 486. 2002.

PELICICE, F.M. & AGOSTINHO, A.A. Fish ladders of doom. 2008. **Conservation Biology Advance online publication**. Disponível em <<http://www.nature.com/news/2008/080117/full/news.2008.445.html>>. Acesso em: Junho de 2013.

POFF, N. L. & WARD, J. V. Implications of streamflow variability and predictability for lotic community structure: a regional analysis of streamflow patterns. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. v. 46, p. 1805–1818. 1989.

POFF, N. L.; ALLAN, J. D.; BAIN, M. B.; KARR, J. R.; PRESTEGAARD, K. L.; RICHTER, B. D.; SPARKS, R. E.; STROMBERG, J. C. The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. **Bioscience**, v. 47, n. 11, p. 769-784. 1997.

POMPEU, P.S. Ictiofauna de três lagoas marginais do médio São Francisco... In: Encontro Brasileiro de Ictiologia, São Paulo. XXII Encontro Brasileiro de Ictiologia. p. 136-136. 1997.

POSTEL, S.; RICHTER, B. **Rivers for life: Managing water for people and nature**. Island Press. Washington. p. 253. 2003.

PRUSKI, F.F., PEREIRA, S.B., NOVAES, L.F., DA SILVA, D.D. RAMOS, M.M. Comportamento hidrológico na estação Juazeiro antes e após a construção da hidrelétrica de Sobradinho. XV Simpósio Brasileiro de Recursos. Curitiba. 2003.

REEVES, G. H.; BENDA, L. E.; BURNETT, K. M.; BISSON, P. A.; SEDELL, J. R. A disturbance-based ecosystem approach to maintaining and restoring freshwater habitats of evolutionarily significant units of anadromous salmonids in the Pacific Northwest. **American Fisheries Society Symposium**. v. 17, p. 334–349. 1996.

REIS, Lineu Belico dos. **Geração de energia elétrica**. Manole. 2 ed. Barueri, SP. 2011.

REIS, L.B.; CUNHA, E. C. N. Energia elétrica e sustentabilidade. Manole (Coleção Ambiental). Barueri, SP. 2006.

RESENDE, E. K. **Formulação de meios para promover a conservação da pesca no rio Taquari – MS**: projeto Implementação de Práticas de Gerenciamento

Integrado da bacia Hidrográfica para o Pantanal e Alto Paraguai. [S. l.]: ANA/GEF/PNUMA/OEA, 75p. Relatório Final. Não publicado. 2003.

RICHERI, Sonia Maria de Melo. Avaliação do impacto das mudanças climáticas globais nos mangues tropicais. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**. 2007

RICHTER, B. D.; BAUMGARTNER, J.V.; POWELL, J.; BRAUN, D.P. A method for assessing hydrologic alteration within ecosystems. **Conservation Biology**, v. 10, n. 4, p. 1163-1174. 1996.

ROCHA, Igor Pinheiro. Controle da erosão marginal no baixo São Francisco: uso da Bioengenharia de solos associada à recuperação da Vegetação ciliar São Cristóvão – Se. **Monografia (Engenharia Florestal)**. Universidade Federal de Sergipe. Set. 2006.

SABBAG, J.O. **Impactos da construção da UHE ‘Três Irmãos’ sobre a atividade de mineração**: importância de uma gestão ambiental. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2006.

SANTOS, A.H.M.; RIBEIRO JUNIOR, L.U.; GARCIA, M.A.R.A.; SEVERI, M.A. Vazão remanescente no trecho de vazão reduzida de pequenas centrais hidrelétricas. **Anais... XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. CD-ROM. Curitiba. 2003.

SEDUR - SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO. Estudo de Impacto Ambiental da Barragem do Rio Colônia EIA/RIMA: Relatório Síntese do Estudo de Impacto Ambiental rev. 02. Geohidro. 2011.

SERGIPE. Departamento de estradas de rodagem - DER. **Mapa Rodoviário**. Sergipe. Mapa color., escala 1:400.000. 2001.

SILVA, J. L. B. **Nivelamento Geométrico**. UFRS (Apostila), 2003.

SILVA, T.E.M. **Impactos socioambientais e o futuro da pesca artesanal no Baixo São Francisco**. Candeeiro. Aracaju: v. 2, p 45-51. 1999.

SPARKS, R. E. Need for ecosystem management of large rivers and floodplains. **BioScience**. v. 45, p. 168 –182. 1995.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G. **Reservoir Water Quality Management: Guidelines of Lake Management**. Kusatsu, Japan: International Lake Environmental Committee. v.9, p. 227. 1999.

THOMAZ, P. **Autodepuração dos cursos d’água**: balanço de fósforo, nitrogênio, oxigênio em lagoas e rios. Cap. 02. 2008.

THOMAZ, S. M.; PAGIORO, T. A.; BINI, L. M.; ROBERTO, M. C.; ROCHA, R. R. A. Limnological Characterization of the Aquatic Environments and the Influence of Hydrometric Levels. In: THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Eds). **The Upper Paraná River and its Floodplain**. Maringá: EDUEM. p. 75-102. 2004.

TUNDISI, J. G.. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. RIMA, São Carlos. 2003.

TUNDISI, J. G. & MATSUMURA – TUNDISI. **Limnologia**. Oficinas de Texto, São Paulo, 2008.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R. & CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** v. 37, p. 130-137. 1980.

VAZZOLER, A.E.A.M, AGOSTINHO, A.A. & HAHN, N.S. **A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná**. : EDUEM, Maringá. p. 267-280. 1997.

VELOSA, J. M. N. B. C. Os efeitos das grandes barragens no desenvolvimento socioeconômico local. **Dissertação de Mestrado**. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa – Portugal. 2009.

VIEIRA, Flavia & VAINER, Carlos. **O que fazer quando uma hidrelétrica “bate à sua porta”?: os impactos sócias e ambientais**. MAB, 2007.

VOGT, A. I.; PADOIN, L.D.; GOLDSCHMIDT JUNIOR, J.L.; GODOY, L.P.; ROSA, L.C. Importância do Sistema de Gestão Ambiental na Empresa – Estudo de Caso. **Anais...** ABEPRO. Santa Maria – RS. 1998.

WARD, J. V. The four dimensional nature of lotic ecosystems. **J. N. Am. Benthol. Soc.** v.8, p. 2-8. 1989.

WARD, J. V. & STANFORD, J. A. The serial discontinuity concept of lotic ecosystems. - **In: FONTAINE, T. D. & BAR-TELL, S. M. (eds): Dynamics of Lotic Ecosystems**. - Ann Arbor Science Publ., Ann Arbor, Michigan. p. 29-42. 1993.

_____. The serial discontinuity concept: extending the model to floodplain rivers. **Regulated Rivers: Research and Management**, 10: 159-168. 1995.

WCD - World Commission on Dams. **Dams and development: A framework for decisionmaking** (O Relatório da Comissão Mundial de Barragens). The World Commission on Dams. 2000.

ANEXOS

ANEXO A – TABELA DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Fase de Planejamento

Não existe efeito significativo.

Fase de Implantação

FASE: Implantação			
AÇÃO: Terraplanagem e Instalações			
IMPACTO 01: Risco de desenvolvimento de processos erosivos no solo.			
INCIDÊNCIA: Direto			
<p>DESCRIÇÃO: O processo erosivo causado pela terraplanagem pode ocorrer em determinado tipo de solo devido a supressão vegetal e compactação do solo. Será necessário o desmatamento da faixa de domínio dos canais e dos reservatórios, além da supressão vegetal na melhoria e abertura de novos acessos.</p> <p>Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.</p>			
CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	-	0
B	Abrangência Espacial	1	0
C	Ocorrência	3	0
D	Duração	3	0
E	Intensidade	4	0
F	Magnitude (B x C x D)	9	0
G	Importância (E x F)	36	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		O material removido nessa fase deve ser reutilizado para auxiliar na recuperação vegetal; Implantar programa de controle de processos erosivos contemplando sistema de drenagem devidamente dimensionado.	

FASE: Implantação			
AÇÃO: Terraplanagem e Instalações			
IMPACTO 02: Alteração da paisagem natural.			
INCIDÊNCIA: Direto			
DESCRIÇÃO: Impacto produzido por máquinas com a proposta de terraplanagem nas áreas a serem construídas			
Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.			
CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	-	0
B	Abrangência Espacial	1	0
C	Ocorrência	4	0
D	Duração	3	0
E	Intensidade	4	0
F	Magnitude (B x C x D)	12	0
G	Importância (E x F)	48	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		Preservar a vegetação de porte mais expressivo para a região; Implantar programas de recuperação de áreas degradadas com espécies nativas.	

FASE: Implantação			
AÇÃO: Supressão de vegetação			
IMPACTO 03: Perda e fragmentação de áreas com vegetação nativa e de habitats da fauna terrestre.			
INCIDÊNCIA: Direto			
DESCRIÇÃO: A supressão vegetal propicia a fragmentação vegetal acarretando em riscos de perda de conectividade e interrupção do fluxo genético entre as populações animais dos diferentes fragmentos circundantes.			
Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.			
CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	-	0
B	Abrangência Espacial	2	0
C	Ocorrência	4	0
D	Duração	3	0

E	Intensidade	2	0
F	Magnitude (B x C x D)	24	0
G	Importância (E x F)	48	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		Promover Programa de Monitoramento da Fauna dispersada (afugentada) associado a Programa de Resgate de Fauna; assim como Programa de Recuperação de Áreas Degradadas para promoção e manutenção de novas áreas para a fauna ressurgente nos locais de impacto direto, limitar e manter corredores de vegetação, possibilitando a busca por alimento em áreas não perturbadas.	

FASE: Implantação			
AÇÃO: Supressão de vegetação			
IMPACTO 04: Perda de biomassa			
INCIDÊNCIA: Direto			
<p>DESCRIÇÃO: A perda de biomassa é uma consequência do processo de supressão e o tamanho deste impacto é determinado pela quantidade e porte da vegetação a ser suprimida. A implantação de processos de revegetação propicia o restabelecimento de parte da biomassa eliminada.</p> <p>Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.</p>			
CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	-	0
B	Abrangência Espacial	1	0
C	Ocorrência	4	0
D	Duração	3	0
E	Intensidade	3	0
F	Magnitude (B x C x D)	12	0
G	Importância (E x F)	36	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		Promover de Plano de Resgate de Flora e Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD).	

FASE: Implantação			
AÇÃO: Supressão de vegetação			
IMPACTO 05: Perda de biodiversidade			
INCIDÊNCIA: Direto			
<p>DESCRIÇÃO: A perda de biodiversidade da fauna pode ocorrer com supressão vegetal de indivíduos vulneráveis, que venham a óbito ou que não se adaptem a modificação da área. Além disso, a supressão vegetal influencia consideravelmente na redução significativa do fluxo de animais, pólen e semente. Além disso, a inundação de áreas com vegetação e florestas nativas é o impacto mais evidente da construção de hidrelétricas.</p> <p>Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.</p>			
CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	-	0
B	Abrangência Espacial	1	0
C	Ocorrência	3	0
D	Duração	3	0
E	Intensidade	3	0
F	Magnitude (B x C x D)	9	0
G	Importância (E x F)	36	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		Promover do Plano de Resgate de Fauna e Flora, e Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD).	

FASE: Implantação			
AÇÃO: Supressão de vegetação			
IMPACTO 06: Efeito de borda			
INCIDÊNCIA: Direto			
<p>DESCRIÇÃO: O efeito de borda é um fator que pode afetar significativamente o fragmento. Tem como característica alteração na composição e na abundância relativa de espécies na parte marginal de um fragmento de vegetação. Sob o efeito de borda, a margem do fragmento tende a ser invadida por espécies exóticas e a perder suas espécies nativas.</p> <p>Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.</p>			
CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	-	0

B	Abrangência Espacial	1	0
C	Ocorrência	2	0
D	Duração	3	0
E	Intensidade	2	0
F	Magnitude (B x C x D)	6	0
G	Importância (E x F)	12	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		Promover do Plano de Resgate de Fauna e Flora, e Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD).	

FASE: Implantação			
AÇÃO: Supressão de vegetação			
IMPACTO 07: Risco de danos aos indivíduos da fauna pela erradicação de habitats resultando em alterações nos sítios de alimentação e nidificação.			
INCIDÊNCIA: Direto			
DESCRIÇÃO: A supressão vegetal e movimentação de máquinas nas bordas tem influência direta na modificação e erradicação de habitat, trazendo conseqüentemente a perda de recursos ambientais e micro-habitat.			
Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.			
CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	-	0
B	Abrangência Espacial	1	0
C	Ocorrência	4	0
D	Duração	3	0
E	Intensidade	2	0
F	Magnitude (B x C x D)	12	0
G	Importância (E x F)	24	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		Promover Programa de Resgate da Fauna associado a um Programa de Resgate e Monitoramento da Flora e um Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD), com o intuito de diminuir os efeitos da supressão da vegetação sobre a biodiversidade e amenizar a perda de cobertura vegetal.	

FASE: Implantação			
AÇÃO: Supressão de vegetação			
IMPACTO 08: Fuga e dispersão (afugentamento) da fauna nas áreas de intervenção resultando em alterações na dinâmica populacional e no equilíbrio trófico.			
INCIDÊNCIA: Direto			
<p>DESCRIÇÃO: Devido a supressão vegetal e a movimentação de máquinas e caminhões pode ocorrer a fuga e dispersão de animais, causando alterações na dinâmica populacional nas novas áreas de refúgio, modificando o equilíbrio trófico.</p> <p>Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.</p>			
CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	-	0
B	Abrangência Espacial	2	0
C	Ocorrência	4	0
D	Duração	3	0
E	Intensidade	2	0
F	Magnitude (B x C x D)	24	0
G	Importância (E x F)	48	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		Promover Programa de Monitoramento da Fauna dispersada (afugentada) associado a Programa de Resgate de Fauna, visando minimizar os efeitos da movimentação de animais para outras áreas; Viabilizar um Programa de Recuperação de Áreas Degradadas com ênfase em espécies nativas, a fim de promover a manutenção de novas áreas para a fauna ressurgente;	

FASE: Implantação			
AÇÃO: Supressão de vegetação			
IMPACTO 09: Possibilidade de interrupção de rotas de migração de animais.			
INCIDÊNCIA: Direto			
<p>DESCRIÇÃO: A supressão vegetal pode alterar as características das áreas de refúgio e interferir em áreas de nidificação e alimentação, comprometendo a dinâmica populacional de espécies migratórias.</p> <p>Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.</p>			
CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	-	0

B	Abrangência Espacial	2	0
C	Ocorrência	4	0
D	Duração	3	0
E	Intensidade	2	0
F	Magnitude (B x C x D)	24	0
G	Importância (E x F)	48	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		Implantação de Programa de Monitoramento da Fauna dispersada (afugentada) associado a Programa de Resgate de Fauna. Viabilizar um Programa de Recuperação de Áreas Degradadas com ênfase em espécies nativas, a fim de promover a manutenção de novas áreas para a fauna ressurgente nos locais de impacto direto; Fomentar a construção de corredores de vegetação, possibilitando a busca por alimento em áreas não perturbadas; Implementação de Programa de Educação Ambiental para os operários.	

FASE: Implantação		
AÇÃO: Supressão de vegetação		
IMPACTO 10: Instabilidade de encostas marginais dos corpos d'água.		
INCIDÊNCIA: Direto		
DESCRIÇÃO: A supressão vegetal pode promover a instabilidade de encostas acentuadas.		
Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.		
CRITÉRIO		ALTERNATIVAS
		Implantação
		Não implantação
A	Natureza	-
B	Abrangência Espacial	2
C	Ocorrência	4
D	Duração	3
E	Intensidade	2
F	Magnitude (B x C x D)	24
G	Importância (E x F)	48
MEDIDAS MITIGADORAS:		Implantação de Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD), com o intuito de diminuir os efeitos da supressão da vegetação sobre a biodiversidade e amenizar a perda de cobertura vegetal.

FASE: Implantação			
AÇÃO: Programa de revegetação			
IMPACTO 11: Alteração da paisagem			
INCIDÊNCIA: Direto			
<p>DESCRIÇÃO: A alteração da paisagem natural pela implantação de um empreendimento deste porte pode ser minimizada pela execução de Programa de Revegetação. Este programa a ser implantado deverá contemplar áreas degradadas que venham a surgir com a implantação do empreendimento e áreas atualmente antropizadas. Estes programas deverão priorizar o plantio de espécies nativas com o propósito de devolver à paisagem as características da vegetação anteriormente existente e restabelecer parcialmente a biodiversidade local. Além disso, deve considerar o Programa de Monitoramento da Fauna dispersada (afugentada) associado a Programa de Resgate de Fauna; assim como Programa de Recuperação de Áreas Degradadas para promoção e manutenção de novas áreas para a fauna ressurgente nos locais de impacto direto, limitar e manter corredores de vegetação, possibilitando a busca por alimento em áreas não perturbadas.</p> <p>Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.</p>			
CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	+	0
B	Abrangência Espacial	2	0
C	Ocorrência	2	0
D	Duração	3	0
E	Intensidade	2	0
F	Magnitude (B x C x D)	12	0
G	Importância (E x F)	24	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		Não se aplica	

FASE: Implantação			
AÇÃO: Programa de revegetação			
IMPACTO 12: Aumento da biomassa			
INCIDÊNCIA: Indireto			
<p>DESCRIÇÃO: Para o reestabelecimento da biomassa o processo de revegetação é de extrema importância. A adoção de programa de revegetação deve priorizar e contemplar a recuperação das áreas degradadas, as áreas adjacentes aos diversos equipamentos, a utilização de técnicas apropriadas de transplante e o uso de espécies nativas.</p> <p>O resgate de flora durante os trabalhos de supressão são fundamentais para o transplante e para a produção de mudas em viveiros com a vantagem de serem nativas adaptadas ao local.</p> <p>Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.</p>			

CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	+	0
B	Abrangência Espacial	2	0
C	Ocorrência	2	0
D	Duração	3	0
E	Intensidade	3	0
F	Magnitude (B x C x D)	12	0
G	Importância (E x F)	36	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		Não se aplica.	

FASE: Implantação

AÇÃO: Programa de revegetação

IMPACTO 13: Restabelecimento da biodiversidade

INCIDÊNCIA: Indireto

DESCRIÇÃO: Revegetação é um processo importante para a reposição da biodiversidade em áreas que tiveram vegetação suprimida. Um programa de revegetação deve priorizar o plantio de espécies nativas valorizando a qualidade na seleção das espécies para o plantio, favorecendo ao restabelecimento da biodiversidade pré-existente e se completa quando se busca o maior enriquecimento com o plantio de espécies clímax típicas do ecossistema local, mas ausentes pela antropização.

O resgate e salvamento de flora durante os trabalhos de supressão são fundamentais para o processo de revegetação dando suporte ao transplante e a produção de mudas em viveiro com a vantagem de serem nativas adaptadas às condições locais.

Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.

CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	+	0
B	Abrangência Espacial	2	0
C	Ocorrência	2	0
D	Duração	3	0
E	Intensidade	3	0
F	Magnitude (B x C x D)	12	0
G	Importância (E x F)	36	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		Não se aplica.	

Fase de Operação

FASE: Operação			
AÇÃO: Operação do empreendimento.			
IMPACTO 14: Interferência no ciclo reprodutivo da biota aquática			
INCIDÊNCIA: Direto			
<p>DESCRIÇÃO: Com o barramento e o enchimento do reservatório a dinâmica hídrica sofrerá mudanças, o que terá reflexos na fauna aquática. A sujeição dessas comunidades aquáticas a eventos de cheias e vazante exerce um papel decisivo na estrutura de suas populações, pois para algumas espécies essa dinâmica faz parte do seu ciclo reprodutivo. Todavia, a transformação do regime hídrico no trecho da barragem dificultará o acesso dos peixes na fase de reprodução as lagoas marginais, local considerado berçário para alguns alevinos.</p> <p>Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.</p>			
CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	-	0
B	Abrangência Espacial	3	0
C	Ocorrência	3	0
D	Duração	3	0
E	Intensidade	4	0
F	Magnitude (B x C x D)	27	0
G	Importância (E x F)	108	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		Promover Programa de Monitoramento da Fauna associado a Programa de Resgate a Fauna, assim como Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para promoção e manutenção de novas áreas para a fauna ressurgente nos locais de impacto direto. Considerando a preservação das lagoas marginais.	

FASE: Operação			
AÇÃO: Operação do empreendimento.			
IMPACTO 15: Interrupção de rotas de migração de peixes.			
INCIDÊNCIA: Direto			
<p>DESCRIÇÃO: A construção do eixo do barramento da barragem representa uma barreira física para o deslocamento das espécies de peixes em especial aquelas que realizam migração reprodutiva. Esse impacto é evidenciado pela redução na frequência de ocorrência dessas espécies tanto à montante como à jusante do barramento. A presença da barreira física na área de trânsito das migrações reprodutivas dessas espécies impede que as populações se reproduzam e condene as mesmas no seu completo desaparecimento.</p>			

Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.			
CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	-	0
B	Abrangência Espacial	3	0
C	Ocorrência	3	0
D	Duração	3	0
E	Intensidade	4	0
F	Magnitude (B x C x D)	27	0
G	Importância (E x F)	108	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		Realização de estudos mais detalhados sobre a composição das comunidades da ictiofauna e do seu comportamento reprodutivo ao longo do rio, e a necessidade de intervenção antrópica, com instalação de escadas, para a manutenção dessas comunidades no trecho do rio à montante do reservatório; Realização dos planos de monitoramento ambiental.	

FASE: Operação			
AÇÃO: Operação do empreendimento.			
IMPACTO 16: Modificação da composição das comunidades biológicas aquáticas nativas nas bacias receptoras.			
INCIDÊNCIA: Direto			
DESCRIÇÃO: A modificação do regime de fluxo do rio pode trazer modificações da composição das comunidades biológicas aquáticas nativas nas bacias receptoras, interferindo na migração dos peixes, reprodução e possibilitado a entrada de espécies exóticas na região.			
Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.			
CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	-	0
B	Abrangência Espacial	3	0
C	Ocorrência	2	0
D	Duração	3	0
E	Intensidade	2	0
F	Magnitude (B x C x D)	18	0

G	Importância (E x F)	36	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		Promover Programa de Monitoramento da Fauna associado a Programa de Resgate a Fauna, assim como Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para promoção e manutenção de novas áreas para a fauna ressurgente nos locais de impacto direto. Considerando a preservação das lagoas marginais.	

FASE: Operação			
AÇÃO: Operação do empreendimento.			
IMPACTO 17: Depósito de sedimentos			
INCIDÊNCIA: Indireto			
<p>DESCRIÇÃO: Os rios transportam sedimentos, provenientes do solo e das rochas existentes nos seu leito e em suas margens. Quando se constrói uma barragem esse processo é interrompido, isto porque a água corre muito lentamente no reservatório, e além disso, a barragem serve como obstáculo para o seu escoamento, assim, os sedimentos se depositam no fundo e não seguem rio abaixo. Esse processo de erosão pode aprofundar o leito e alargar o rio.</p> <p>Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.</p>			
CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	-	0
B	Abrangência Espacial	3	0
C	Ocorrência	3	0
D	Duração	3	0
E	Intensidade	3	0
F	Magnitude (B x C x D)	27	0
G	Importância (E x F)	81	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		Realizar o desmatamento evitando a desagregação excessiva do solo e na margem do rio (mata ciliar); Promover Programa de Monitoramento da qualidade da água associado a Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD); Implantar a APP – área de Preservação Permanente conservando a Mata Ciliar; Recomposição das áreas erodidas.	

FASE: Operação			
AÇÃO: Operação do empreendimento.			
IMPACTO 18: Alteração nas características limnológicas da água.			

INCIDÊNCIA: Indireto			
<p>DESCRIÇÃO: Com o desmatamento promove-se a desnudação dos solos que ficarão vulneráveis a erosão das águas pluviais proporcionando o carreamento de material para os corpos d'água, alterando a qualidade da água quanto à turbidez e sólidos em suspensão, provocando o assoreamento dos leitos das drenagens. Além disso, algumas atividades relativas à operação do empreendimento poderão alterar as características limnológicas da água, como: a diminuição dos níveis da água, alteração da fauna e flora que por consequência altera a matéria orgânica disponível no local, etc.</p> <p>Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.</p>			
CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	-	0
B	Abrangência Espacial	3	0
C	Ocorrência	2	0
D	Duração	3	0
E	Intensidade	3	0
F	Magnitude (B x C x D)	18	0
G	Importância (E x F)	54	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		Realizar o desmatamento evitando a desagregação excessiva do solo e na margem do rio (mata ciliar); Promover Programa de Monitoramento da qualidade da água associado a Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD); Implantar a APP – área de Preservação Permanente conservando a Mata Ciliar; Recomposição das áreas erodidas.	

FASE: Operação			
AÇÃO: Operação do empreendimento.			
IMPACTO 19: Modificação do regime fluvial do rio e das drenagens receptoras			
INCIDÊNCIA: Direto			
<p>DESCRIÇÃO: Com o barramento e o enchimento do reservatório a dinâmica hídrica sofrerá mudanças. As velocidades das águas tornam-se mais lentas, e o ambiente lótico torna-se lêntico. Além disso, ocorre redução das vazões e carga de sedimentos.</p> <p>Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.</p>			
CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	-	0

B	Abrangência Espacial	3	0
C	Ocorrência	3	0
D	Duração	3	0
E	Intensidade	4	0
F	Magnitude (B x C x D)	27	0
G	Importância (E x F)	108	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		Promover Programa de Monitoramento da Fauna associado a Programa de Resgate a Fauna, assim como Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para promoção e manutenção de novas áreas para a fauna ressurgente nos locais de impacto direto. Considerando a preservação das lagoas marginais.	

FASE: Operação			
AÇÃO: Operação do empreendimento			
IMPACTO 20: Regularização das vazões do rio			
INCIDÊNCIA: Direta			
<p>DESCRIÇÃO: Com a implantação do reservatório as vazões do rio são regularizadas, controle de cheias e secas, pensando sempre na manutenção da água para a geração de energia elétrica. Essa regularização promove algumas irregularidades, diminuindo o nível das águas nesta região, o que dificulta a formação das lagoas marginais, isto acarreta consequências na reprodução dos peixes, os quais utilizam as lagoas como berçários. Além de influências na qualidade das águas, podendo os níveis das águas interferir no nível de turbidez e sólidos em suspensão da água na região, além dos ciclos de oxigênio dissolvido.</p> <p>Na opção da não implantação do empreendimento não existe impacto.</p>			
CRITÉRIO		ALTERNATIVAS	
		Implantação	Não implantação
A	Natureza	-	0
B	Abrangência Espacial	3	0
C	Ocorrência	4	0
D	Duração	3	0
E	Intensidade	4	0
F	Magnitude (B x C x D)	36	0
G	Importância (E x F)	144	0
MEDIDAS MITIGADORAS:		Monitoramento pluviométrico, fluviométrico e limnétrico na região. Observar os níveis necessários para manter as lagoas marginais.	