

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Arthur Bordin Johnson

**AVALIAÇÃO E GESTÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DE
INFRAESTRUTURA HÍDRICA EM PROJETOS DE
IRRIGAÇÃO**

Porto Alegre
julho 2012

ARTHUR BORDIN JOHNSON

**AVALIAÇÃO E GESTÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DE
INFRAESTRUTURA HÍDRICA EM PROJETOS DE
IRRIGAÇÃO**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de
Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do
título de Engenheiro Civil

Orientador: Carlos André Bulhões Mendes

Porto Alegre

julho 2012

ARTHUR BORDIN JOHNSON

**AVALIAÇÃO E GESTÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DE
INFRAESTRUTURA HÍDRICA EM PROJETOS DE
IRRIGAÇÃO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 2 de julho de 2012

Prof. Carlos André Bulhões Mendes
Dr. pela University of Bristol
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Prof. Carlos André Bulhões Mendes
Dr. pela University of Bristol

Prof. Fernando Dornelles
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Francisco Carlos Bragança de Souza
Dr. pela Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho a meus pais, Jaime e Diva, que sempre incentivaram e apoiaram, estando sempre ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Carlos André Bulhões Mendes, orientador deste trabalho, pela ajuda, dedicação e paciência, contribuindo com a elaboração e também para dar um norte à minha pesquisa

Agradeço à Profa. Carin Maria Schmitt, coordenadora das disciplinas referentes ao Trabalho de Diplomação, pela incansável dedicação e orientação para a melhoria dos trabalhos.

Agradeço à minha família por me amarem e me apoiarem irrestritamente durante toda a minha vida, sem os quais eu não teria conquistado nada.

Agradeço a Adriana Boito, pela paciência, amor e carinho, principalmente nos momentos mais difíceis na elaboração deste trabalho.

Agradeço a meus grandes amigos, pela forte parceria durante todo o Curso de Graduação.

Dificuldades domadas são oportunidades conquistadas.

Sir Winston Churchill

RESUMO

A irrigação é responsável pela maior demanda de água doce no Brasil, logo, torna-se imprescindível que seja feita uma avaliação dos seus impactos, promovendo o entendimento dos processos de degradação dos recursos naturais e delineamento de medidas corretivas, função esta atribuída aos Estudos de Impacto Ambiental (EIA). Os EIA são ferramentas que permitem a avaliação ambiental de um empreendimento, mas, por vezes, os critérios utilizados são pouco objetivos ou precisos. Com isto em mente, este trabalho versa sobre a análise de EIA de projetos de irrigação caracterizados por infraestrutura de porte significativo. O trabalho será focado na sistematização dos impactos ambientais abordados nestes estudos, comparando-os, bem como seus métodos de avaliação. A partir da pesquisa bibliográfica, que aborda os métodos utilizados em estudos de impacto ambiental, a gestão de recursos hídricos no contexto brasileiro, as aplicações da irrigação, sua infraestrutura e os potenciais impactos que podem surgir nas fases de projeto, construção e operação, obteve-se a base teórica para uma análise crítica do conteúdo dos EIA, em especial na identificação, descrição e valoração dos impactos ambientais decorrentes dessa atividade antrópica. Com vistas à análise crítica destes estudos, verificou-se a abordagem utilizada na descrição dos empreendimentos propriamente ditos, focando em toda a infraestrutura hídrica necessária para sua implantação. Em seguida, descrevem-se os métodos utilizados em cada EIA, e levantam-se os impactos ambientais de cada fase do empreendimento. Após, fez-se uma comparação entre os projetos e os estudos correspondentes, utilizando métodos de valoração que permitam sistematizar estas avaliações. Os dados levantados são colocados lado a lado com suas características em comum, visualizando separadamente a magnitude de cada impacto sobre os meios físico, biótico e antrópico. Com estes valores, calculou-se a relevância para cada meio, o que permitiu fazer uma crítica aos estudos, dado que será possível compreender quais critérios foram utilizados da maneira mais adequada, quais foram supervalorizados e quais subestimados. Ao final deste trabalho, tem-se um procedimento metodológico mais adequado para valoração e sistematização de impactos ambientais causados pela irrigação e suas obras hidráulicas.

Palavras-chave: Gestão de Recursos Hídricos. Irrigação. Estudos de Impacto Ambiental. Infraestrutura Hídrica. Sistematização de Impactos Ambientais.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delineamento da pesquisa	18
Figura 2 – Esquematização do Singreh	29
Figura 3 – Localização do Projeto de Integração do rio São Francisco	36
Figura 4 – Resumo dos impactos ambientais, por tipo de meio afetado, do Projeto de Integração do rio São Francisco	41
Figura 5 – Localização da Barragem Jaguari	47
Figura 6 – Resumo dos impactos ambientais, por meio atingido, da Barragem Jaguari ..	51
Figura 7 – Resumo dos impactos ambientais, por meio atingido, da Barragem Taquarembó	57
Figura 8 – Localização do Projeto Pontal Norte	62
Figura 9 – Resumo dos impactos do Projeto Pontal Norte por meio	66
Figura 10 – Impactos ambientais por EIA	73
Figura 11 – Relevância acumulada para o Projeto São Francisco	84
Figura 12 – Relevância acumulada para a Barragem Jaguari	85
Figura 13 – Relevância acumulada para a Barragem Taquarembó	85
Figura 14 – Relevância acumulada para o Projeto Pontal Norte	86
Figura 15 – Relevância acumulada para o Projeto São Francisco, com classificação maior ou igual a Média	86
Figura 16 – Relevância acumulada para Barragem Jaguari, com classificação maior ou igual a Média	87
Figura 17 – Relevância acumulada para Barragem Taquarembó, com classificação maior ou igual a Média	87
Figura 18 – Relevância acumulada para o Projeto Pontal Norte, com classificação maior ou igual a Média	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –Avaliação do impacto ambiental de um incêndio florestal pelo método ad hoc.....	24
Quadro 2 –Lista de controle.....	25
Quadro 3 – Matriz de Leopold.....	26
Quadro 4 – Indicadores adotados para classificação dos impactos do Projeto de Integração do Rio São Francisco	39
Quadro 5 – Classificação da relevância, segundo seu valor absoluto	40
Quadro 6 –Impactos ambientais do Projeto de Integração do Rio São Francisco sobre o meio físico.....	42
Quadro 7 – Impactos ambientais do Projeto de Integração do Rio São Francisco sobre o meio biótico	43
Quadro 8 – Impactos ambientais do Projeto de Integração do Rio São Francisco sobre o meio antrópico	44
Quadro 9 – Indicadores de impactos ambientais da Barragem Jaguari	49
Quadro 10 – Barragem Jaguari: impactos sobre o meio físico.....	52
Quadro 11 – Barragem Jaguari: impactos ambientais sobre o meio biótico durante a fase de implantação	53
Quadro 12 – Barragem Jaguari: impactos ambientais sobre o meio biótico durante a fase de operação.....	54
Quadro 13 – Barragem Jaguari: impactos ambientais sobre o meio antrópico	55
Quadro 14 – Barragem Taquarembó: impactos ambientais sobre o meio físico	58
Quadro 15 – Barragem Taquarembó: impactos ambientais sobre o meio biótico durante a fase de implantação	59
Quadro 16 – Barragem Taquarembó: impactos ambientais sobre o meio biótico durante a fase de operação	60
Quadro 17 – Barragem Taquarembó: impactos ambientais sobre o meio antrópico.....	61
Quadro 18 – Indicadores adotados para classificação do Projeto Pontal Norte	64
Quadro 19 – Resumo dos impactos do Projeto Pontal Norte	66
Quadro 20 – Impactos ambientais do Projeto Pontal Norte sobre o meio físico	67
Quadro 21 – Impactos ambientais do Projeto Pontal Norte sobre o meio biótico	69
Quadro 22 – Impactos ambientais do Projeto Pontal Norte sobre o meio antrópico	71
Quadro 23 – Indicadores e valores atribuídos	76
Quadro 24 – Relevância segundo seu valor absoluto	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Alteração dos parâmetros de qualidade e composição de índice de qualidade da água	33
Tabela 2 – Estruturas do Projeto de Integração do rio São Francisco	37
Tabela 3 – Classificação dos impactos do Projeto de Integração do rio São Francisco sobre o meio físico	78
Tabela 4 – Classificação impactos das barragens Jaguari e Taquarembó sobre o meio físico	78
Tabela 5 – Classificação dos impactos do Projeto Pontal Norte sobre o meio físico	79
Tabela 6 – Classificação dos impactos do Projeto de Integração do rio São Francisco sobre o meio biótico	80
Tabela 7 – Classificação impactos das barragens Jaguari e Taquarembó sobre o meio biótico	80
Tabela 8 – Classificação dos impactos do Projeto Pontal Norte sobre o meio biótico....	81
Tabela 9 – Classificação dos impactos do Projeto de Integração do rio São Francisco sobre o meio antrópico	82
Tabela 10 – Classificação impactos do Projeto Pontal Norte sobre o meio antrópico....	83
Tabela 11 – Classificação impactos das barragens Jaguari e Taquarembó sobre o meio antrópico	84

LISTA DE SIGLAS

AIA – Avaliação de impactos ambientais

AID – Área de influência direta

AII – Área de influência indireta

APP – Área de proteção permanente

CCR – Concreto rolado

Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EB – Estação de bombeamento

EIA – Estudo de Impactos Ambientais

Ibama – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

LI – Licença de instalação

LO – Licença de operação

LP – Licença prévia

PCH – Pequena central hidrelétrica

Rima – Relatório de Impacto Ambiental

Singreh – Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos

TA – Tomada d'água

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UHE – Usina hidrelétrica

LISTA DE SÍMBOLOS

A – amplitude

D – duração

F – forma

IQA – índice de qualidade das águas (0 a 100)

M – magnitude

N – natureza

n – número de variáveis que entram no cálculo do IQA

P – probabilidade

q_i – qualidade do i-ésimo parâmetro (0 a 100)

R – reversibilidade

REL – relevância

T – temporalidade

w_i – peso correspondente ao i-ésimo parâmetro (0 a 1)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 MÉTODO DE PESQUISA	16
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	16
2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO	16
2.2.1 Objetivo principal	16
2.2.2 Objetivo secundário	16
2.3 DELIMITAÇÕES	16
2.4 LIMITAÇÕES	17
2.5 DELINEAMENTO	17
3 IMPACTOS AMBIENTAIS	19
3.1 DEFINIÇÃO	19
3.2 ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL	20
3.2.1 Legislação	20
3.2.2 Elaboração de um EIA	21
3.3 MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	22
3.3.1 Método Ad hoc	23
3.3.2 Método Check-list	24
3.3.3 Matrizes de Interação	25
3.3.4 Redes de Interação	27
4 IRRIGAÇÃO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	28
4.1 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	28
4.2 IRRIGAÇÃO	30
4.3 OBRAS HIDRÁULICAS	30
4.4 IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA IRRIGAÇÃO	31
5 PROJETOS ESTUDADOS	35
5.1 PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL	35
5.1.1 Infraestrutura e Obras	37
5.1.2 Metodologia de AIA utilizada	38
5.1.3 Impactos Observados	40
5.2 BARRAGEM DE USOS MÚLTIPLOS E SISTEMAS ASSOCIADOS NO ARROIO JAGUARI	46
5.2.1 Infraestrutura e Obras	48

5.2.2 Metodologia de AIA utilizada	49
5.2.3 Impactos Observados	50
5.3 BARRAGEM DE USOS MÚLTIPLOS E SISTEMAS ASSOCIADOS NO ARROIO TAQUAREMBÓ	55
5.3.1 Infraestrutura e Obras	56
5.3.2 Metodologia de AIA utilizada	57
5.3.3 Impactos Observados	57
5.4 PROJETO PONTAL NORTE	61
5.4.1 Infraestrutura e Obras	63
5.4.2 Metodologia de AIA utilizada	63
5.4.3 Impactos Observados	65
5.5 COMPARAÇÃO DOS ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL	72
6 SISTEMATIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	75
6.1 UNIFICAÇÃO DOS INDICADORES	75
6.2 CÁLCULO DA RELEVÂNCIA	76
6.2.1 Meio Físico	77
6.2.2 Meio Biótico	79
6.2.3 Meio Antrópico	81
6.3 ANÁLISE DA VIABILIDADE AMBIENTAL DOS EMPREENDIMENTO	84
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89
REFERÊNCIAS	92

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com as questões ambientais é um tema recorrente na atualidade. Efeito estufa, poluição e desastres naturais são todos assuntos muito debatidos pela comunidade em geral, visto que, cada vez mais, não apenas a sua ocorrência é mais frequente, como sua magnitude é maior. O expressivo crescimento populacional e, conseqüentemente, o aumento do uso dos recursos naturais faz com que os cuidados com o meio ambiente sejam cada vez maiores.

Este crescimento da população determina maior demanda por alimentos, obrigando a expansão das áreas agrícolas concomitantemente com o processo de melhoria das tecnologias de produção. Com o aumento das áreas cultivadas, apesar das melhorias nos sistemas de produção, é comum que ocorra o aumento do consumo de água, principalmente através da irrigação de culturas (NONNEMACHER, 2008, p. 1). O grande dilema é que este recurso está se tornando cada vez mais escasso, tanto em qualidade como em quantidade.

A partir de uma visão global da água do Planeta, três quartos da superfície da Terra é coberta por água, das quais 97% é de água salgada e, apenas, aproximadamente 3% de água doce. Já os rios e lagos, que são as principais fontes de abastecimento de água para a população, correspondem a apenas 0,01% desse percentual (SÃO PAULO, 2008¹ apud OLIVEIRA, 2009, p. 12). Com isso, torna-se necessária a elaboração de projetos de irrigação que usem os recursos hídricos de forma racional e responsável.

Nos últimos 30 anos, a responsabilidade ambiental tem aumentado através do estabelecimento de normas de controle, atuação de órgãos fiscalizadores e da inclusão das questões ambientais nos processos de tomada de decisão. No Brasil, a partir da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – Conama – n. 001/1986 – foram definidas as atividades sujeitas a Estudos de Impacto Ambiental (EIA), bem como foram estabelecidas as diretrizes de elaboração dos mesmos.

O EIA, portanto, é um documento técnico imprescindível para a obtenção das licenças de empreendimentos, devendo apresentar e identificar todos os impactos do projeto, assim como

¹ (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Água**: rios e reservatórios. São Paulo, 2008.

medidas que mitiguem estes mesmos impactos. Entretanto, não existem métodos padronizados para a avaliação destes, ficando isto, normalmente a critério da equipe responsável por sua execução e/ou fiscalização (OLIVEIRA, 2009, p. 13).

No contexto da Engenharia Civil, os projetos de irrigação estão ligados à gestão dos recursos hídricos, visto que muitas obras deste tipo demandam construções de barragens, vertedouros, reservatórios e canais de adução e drenagem. Estas construções requerem conhecimentos de hidrologia e de hidráulica, o que torna o engenheiro civil um profissional capaz de auxiliar na avaliação da viabilidade ambiental deste tipo de empreendimento, bem como propor alternativas tecnológicas de concepção de projeto e execução das obras, visando minimizar os impactos ambientais adversos.

Neste trabalho, busca-se, portanto, analisar projetos de irrigação que demandem o uso significativo de infraestrutura hídrica, bem como seus respectivos EIA, quantificando e mensurando os dados levantados. Com isso, é possível obter critérios menos subjetivos e mais precisos, delineando-se os procedimentos técnicos mais adequados para sua elaboração.

No próximo capítulo, discorre-se sobre o método de pesquisa, com a questão e os objetivos do trabalho. Nos capítulos 3 e 4 tem-se a pesquisa bibliográfica, nos quais são abordadas as definições de impacto ambientais e seus métodos de avaliação, e também a gestão de recursos hídricos e a irrigação, juntamente com a estrutura hídrica necessária para sua implantação e os impactos ambientais esperados para este tipo de empreendimento, respectivamente.

Nos capítulos 5 e 6 tem-se o desenvolvimento do trabalho. No primeiro, foi feita a descrição dos empreendimentos, dos métodos de avaliação e os impactos levantados pelos EIA, enquanto o último foi feita a análise destes impactos, sistematizando-os, tornando possível fazer a análise da viabilidade ambiental de cada projeto a partir do cálculo da relevância de cada impacto. Por fim, no capítulo 7, discorre-se sobre as considerações finais.

2 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo apresenta-se o método de pesquisa, que inclui a questão de pesquisa, os objetivos do trabalho, as delimitações, limitações e o delineamento do trabalho.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa deste trabalho é: qual é um procedimento metodológico que vise sistematizar os impactos ambientais decorrentes da implantação de infraestrutura hídrica aplicada em projetos de irrigação?

2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Os objetivos do trabalho estão classificados em principal e secundário e são apresentados nos próximos itens.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal deste trabalho é o desenvolvimento de um procedimento metodológico associado à sistematização de impactos ambientais relativos à implantação de obras hidráulicas aplicada em projetos de irrigação.

2.2.2 Objetivo secundário

O objetivo secundário deste trabalho é a mensuração, quantificação e valoração dos dados levantados nos EIA de irrigação, analisados concernentes às obras hidráulicas.

2.3 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimitou-se a analisar estudos de impactos ambientais de projetos de irrigação que utilizam infraestrutura hídrica de porte significativo, envolvendo a implantação de barragens

de acumulação de água, canais de irrigação e utilização de sistemas de irrigação em áreas expressivas.

2.4 LIMITAÇÕES

O trabalho limitou-se a estudar apenas os dados levantados pelos estudos de impactos ambientais analisados, sem medições em campo. São os EIA aos seguintes empreendimentos:

- a) Projeto Pontal Norte;
- b) Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional;
- c) Barragem de Usos Múltiplos e Sistemas Associados no Arroio Jaguari;
- d) Barragem de Usos Múltiplos e Sistemas Associados no Arroio Taquarembó.

2.5 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas e que estão sintetizadas na figura 1:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) descrição dos projetos de irrigação estudados e suas particularidades ambientais;
- c) análise da infraestrutura hídrica dos projetos de irrigação;
- d) sistematização de impactos ambientais;
- e) considerações finais.

A primeira etapa consistiu na pesquisa bibliográfica, que abordou o material necessário para a sistematização dos impactos e seus métodos de avaliação de impactos. A pesquisa bibliográfica versou dois itens principais:

- a) definição de impactos ambientais e dos seus instrumentos de análise (estudos e métodos para avaliação de impactos ambientais);
- b) descrição das atividades necessárias a implantação de sistemas de irrigação, legislação de gestão de recursos hídricos e impactos causados por sua infraestrutura hídrica.

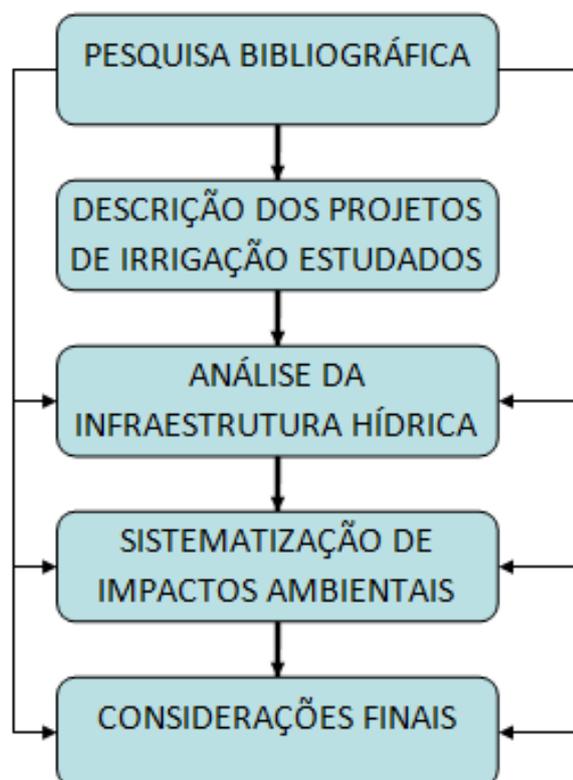
A pesquisa bibliográfica serve como base para a análise dos EIA selecionados. Os conceitos que podem ser utilizados nos estudos permitem a verificação daqueles empregados nos EIA detalhados, enquanto a descrição da irrigação e da sua infraestrutura hídrica permite a

compreensão dos impactos que podem ser gerados pela implantação destes projetos a partir do conhecimento detalhado de todas as atividades nas diferentes fases do empreendimento, quer seja o de estudos, o da implantação de obras físicas e da operação do sistema de irrigação propriamente dito.

A partir disto, foram descritos os EIA analisados, com as particularidades de cada projeto, como os objetivos e as finalidades do empreendimento, a sua área de abrangência e a infraestrutura hídrica necessária. Posteriormente, analisaram-se os impactos ambientais identificados e descritos nos estudos e o método utilizado para análise de sua importância e magnitude.

Da posse desses dados, partiu-se para a sistematização dos impactos ambientais. Esta sistematização consiste na comparação e valoração dos dados levantados no EIA. Com a aplicação desta valoração aos dados, chegou-se aos resultados e às considerações finais.

Figura 1 – Delineamento da pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

3 IMPACTOS AMBIENTAIS

Este capítulo encontra-se dividido em três partes, consistindo na definição de impactos ambientais, dos estudos e dos métodos que avaliam tais impactos.

3.1 DEFINIÇÃO

A definição de impactos ambientais dá margem a diversas interpretações. A Resolução 001 do Conama (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1986) cita, no artigo primeiro, que:

[...] considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

Diante disto, pode-se concluir que até mesmo a existência humana causa impacto no meio ambiente, visto que qualquer ação causa alterações nos meios supracitados. Rovere (2001, p. 10) destaca a dificuldade de ter uma definição clara de impacto ambiental, dado que “[...] o mesmo se propaga, espacialmente e temporalmente, através de uma complexa rede de inter-relações.”.

De uma maneira geral, impacto ambiental pode ser definido como a mudança de um parâmetro ambiental causada a partir de uma ação ou atividade, comparada com a situação que ocorreria caso a mesma não existisse (informação verbal)². Este impacto pode ser

² Informação obtida na cadeira de Diagnóstico e Controle de Impactos Ambientais, ocorrida no primeiro semestre de 2010, no Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS, em Porto Alegre/RS, proferida pelo Eng. Carlos André Bulhões Mendes.

positivo/benéfico ou negativo/adverso, dependendo dos critérios utilizados por quem está avaliando-o.

3.2 ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL

No estudo da viabilidade de qualquer projeto de infraestrutura é necessária uma análise das necessidades para o seu desenvolvimento e da relação custo/benefício envolvendo, portanto, aspectos tanto na questão econômica quanto na de Engenharia. Mais recentemente, em virtude das demandas e pressões sociais, faz-se necessário, além destas análises, um estudo detalhado do efeito que o projeto preconizado irá causar no meio, verificando-se, então, a viabilidade ambiental do empreendimento. Esta verificação é, portanto, a definição de um estudo de impacto ambiental. Ele deve consistir de quatro itens básicos (LEOPOLD et al., 1971, tradução nossa):

- a) análise completa da necessidade do empreendimento proposto;
- b) descrição aprofundada do ambiente a ser envolvido, incluindo consideração cuidadosa sobre a área de influência dos projetos;
- c) discussão pertinente dos detalhes do empreendimento proposto;
- d) avaliação dos prováveis impactos que serão causados pelo empreendimento a partir da interação das ações e atividades do empreendimento com a variedade de elementos e fatores ambientais existentes.

3.2.1 Legislação

O EIA é “[...] um dos instrumentos da política Nacional do Meio Ambiente e foi instituído pela Resolução Conama n. 001/1986.” (RIO GRANDE DO SUL, 2002). Esta resolução foi complementada pela Resolução Conama n. 237/1997, de forma a “[...] efetivar a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental, instituído pela política Nacional do Meio Ambiente.” (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1997). Logo, tal estudo é necessário para a obtenção, por parte do empreendedor, da licença ambiental do empreendimento, sem a qual o mesmo não pode ser implantado. Este licenciamento é composto por três tipos de licença, uma para cada etapa do empreendimento de acordo com o artigo oitavo da Resolução Conama n. 237 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1997):

- a) etapa de planejamento: licença prévia (LP);

- b) etapa de construção da obra: licença de instalação (LI);
- c) etapa de funcionamento do empreendimento: licença de operação (LO).

3.2.2 Elaboração de um EIA

Para elaborar um EIA, o mesmo deve obedecer às diretrizes gerais do artigo quinto da Resolução Conama n. 001 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1986):

- I – contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização do empreendimento, confrontando-as com a hipótese de sua não execução;
- II – identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação, operação e desativação do empreendimento;
- III – definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do empreendimento, considerando, em todos os casos, a microrregião sócio-geográfica e a bacia hidrográfica na qual se localiza;
- IV – considerar os planos e programas governamentais e não governamentais, propostos e em implantação nas áreas de influência do projeto, e sua compatibilidade;

Este mesmo artigo também define, em seu parágrafo único, que o estado e o município podem fixar diretrizes adicionais, como pode ser observado no artigo 73 do Código Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul que acrescenta mais três diretrizes (RIO GRANDE DO SUL, 2000):

- V – estabelecer os programas de monitoramento e auditorias necessárias para as fases de implantação, operação e desativação do empreendimento;
- VI – avaliar os efeitos diretos e indiretos sobre a saúde humana;
- VII – citar a fonte de todas as informações relevantes.

A Resolução Conama n. 001, define, também, em seu artigo 6., as atividades técnicas as quais um EIA deve desenvolver (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1986):

- I – Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:
 - a) o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;

- b) o meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;
 - c) o meio socioeconômico [ou antrópico] - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a socioeconomia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.
- II – Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.
- III – Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas.
- IV – Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento (os impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados).

Esta legislação ressalta a importância do EIA, dado que, não apenas ele aponta todos os potenciais impactos que podem ser gerados, como também deve sugerir medidas para mitigar (no caso dos negativos) ou potencializar estes impactos (no caso dos positivos). Estas medidas serão possíveis através dos programas ambientais que um EIA deve propor, contemplando programa de apoio às obras, compensatórios e de controle e monitoramento (ECOLOGY AND ENVIRONMENT DO BRASIL et al., 2004b).

Desta forma, para elaboração de um EIA, torna-se necessária a utilização de “[...] um conjunto de atividades técnicas e científicas que incluem o diagnóstico ambiental, a fim de identificar, prevenir, medir e interpretar, quando possível, os impactos ambientais [...]” (COSTA et al., 2005, p. 4). Este conjunto caracteriza a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), cujas diferentes metodologias serão descritas no próximo item.

3.3 MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Rovere (2001, p. 10), considera a AIA com dois objetivos fundamentais:

O de instrumento auxiliar do processo de decisão. Dentro deste contexto a AIA representa um método de análise sistemática, através de parâmetros técnico-científicos, dos impactos ambientais associados a um determinado projeto.

O de instrumento de auxílio ao processo de negociação. Esta vertente, político-institucional, atribui para a AIA um papel de interlocutor entre os projetos públicos e/ou privados com a sociedade na qual estes projetos estão inseridos.

Costa et al. (2005), destacam a importância da AIA utilizar parâmetros e itens tanto qualitativos quanto quantitativos, de forma que se possa obter dados que tornem o estudo mais realístico. Como instrumento para sua elaboração, tem-se os métodos (ou linhas metodológicas) de avaliação de impactos ambientais, que estruturam, comparam e organizam os impactos ambientais levantados.

Rovere (2001) considera como objetivo principal dos métodos de avaliação fazer a identificação dos impactos do projeto, avaliá-los e sintetizá-los. Há, entretanto, limitações, devido à dificuldade de se prever o comportamento de ecossistemas, dada a sua complexidade.

Tanto Costa et al. (2005), quanto Rovere (2001), discorrem sobre métodos de avaliação ambiental, sendo os principais: Ad hoc, Listagens (*Check-lists*), Matrizes de Interação e Redes de Interação. Estes métodos serão descritos nos próximos itens de maneira detalhada.

3.3.1 Método Ad hoc

O método Ad hoc consiste na identificação de impactos através de reuniões e reflexões entre os profissionais envolvidos, que, após identificarem estes possíveis impactos, os sintetizam por meio de matrizes (ROVERE, 2001). Este método é adequado para casos em que não se tem muitos dados para realização dos estudos, sendo baseado no conhecimento de profissionais de diferentes áreas. Ele possui a grande vantagem de poder estimar a evolução dos impactos de maneira ágil, simples e objetiva. Entretanto, não são muito detalhados, principalmente no que diz respeito às intervenções e variáveis ambientais envolvidas, podendo ser, por vezes deveras subjetivo (COSTA et al., 2005).

No quadro 1, tem-se como exemplo deste método uma matriz utilizada para a avaliação de impactos ambientais de um incêndio florestal.

Quadro 1 – Avaliação do impacto ambiental de um incêndio florestal pelo método ad hoc

Fator	Item	ENU	EPO	ENE	RCP	RMP	RLP	I
Solo	Porosidade			X	X			
	Umidade			X	X			
	Temperatura			X	X			
	Nutrientes		X					
	Matéria Orgânica			X	X			
	Microbiota			X		X		
Flora	Herbáceas			X	X			
	Arbustivas			X		X		
	Arbóreas			X		X		
	Banco de sementes		X					
Insetos	Predadores		X					
	Diversos			X	X			
Fauna				X	X			
Corpos hídricos		X						
Qualidade do ar		X						
Saúde/segurança		X						

ENU = efeito nulo; EPO = efeito positivo; ENE = efeito negativo; RCP = recuperação em curto prazo; RMP = recuperação em médio prazo; RLP6 = recuperação em longo prazo; I = efeito irreversível

(fonte: RETSLAFF et al., 2009)

3.3.2 Método *Check-list*

O método *check-list* (ou listagem) consiste na listagem das ações e atividades do empreendimento nas fases de implantação e operação do projeto. Estas podem variar desde uma simples listagem, indicando os fatores ambientais, como incorporar os efeitos previstos, orientar as técnicas de previsões dos impactos ou ainda estabelecer um sistema de ponderação dos efeitos ambientais. As listas permitem que os impactos sejam padronizados pela equipe de trabalho, apresentando-os de forma organizada e simples. Entretanto, esse método é criticado por ser considerado simples demais, não evidenciando as inter-relações entre os impactos. Elas podem incluir alguma valoração e ponderação de dados, mas são consideradas basicamente como técnicas de identificação (ROVERE, 2001).

O quadro 2 exemplifica o método *check-list*, ao apresentar uma listagem de controle da fase de operação de uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH), com as ações ambientais que poderão ocorrer, listadas em ordem cronológica de execução das obras.

Quadro 2 – Lista de Controle

FASES DE OPERAÇÃO	AÇÕES
	Geração de efluentes líquidos sanitários e industriais
	Operação dos equipamentos de geração de energia
	Transformação do ambiente lótico em lântico
	Geração de resíduos sólidos
	Manutenção das vias de acesso
	Controle e operação do reservatório
	Regime de escoamento do rio
	Geração de receitas
	Oferta de energia elétrica
	Ação antrópica

(fonte: OLIVEIRA, 2009)

3.3.3 Matrizes de Interação

Conforme Rovere (2001, p. 15):

As matrizes de interação são técnicas bidimensionais que relacionam ações com fatores ambientais. Embora possam incorporar parâmetros de avaliação, são métodos basicamente de identificação. Entre os mais conhecidos encontra-se a Matriz de Leopold, elaborada em 1971 para o Serviço Geológico do Ministério do Interior dos Estados Unidos.

A matriz de Leopold consiste em dois eixos, um com as ações que causam impactos ambientais e outro com as condições ambientais existentes que podem ser afetadas. Isso permite que se tenha uma noção da variedade de interações que podem se desenvolver. Após a listagem das interações entre ações e características, estes são valorados de acordo com a magnitude, a importância e a natureza (positiva ou negativa) de cada impacto. Mais detalhadamente, as matrizes baseadas neste método consistem na alocação dos impactos positivos ou negativos no eixo vertical da matriz, em ordem cronológica (da implantação até a operação) e de acordo com as áreas de influência (direta e indireta). Após isso, os impactos são alocados por meio: biótico, antrópico e físico (COSTA et al., 2005).

De modo geral, as matrizes são um bom método para esquematizar os resultados do EIA, unindo ação com o impacto, mas possuem dificuldades de distinguir quais são os impactos diretos e indiretos, além da valoração poder ser considerada controversa (trabalho não publicado³). O quadro 3 ilustra parte de uma matriz de Leopold, mostrando os impactos relacionados ao meio biótico que ocorrem durante a fase de instalação das obras. Nos espaços em branco são atribuídos os pesos considerados para cada meio.

Quadro 3 – Matriz de Leopold

		MEIO BIÓTICO								
		flora e fauna								
		a- Árvores	b- Arbustos	c- Pastos	d- Colheitas	e- Microflora	f- Plantas aquáticas	g- Animais terrestres	h- Aves	i- Flora aquática
MODIFICAÇÕES DE REGIME	a- Introdução de fauna ou flora exótica									
	b- Controle biológico									
	c- Modificação de habitat									
	d- Alteração do solo									
	e- Alteração do lençol freático									
	f- Alteração da drenagem									
	g - Canalizações									
	h- Irrigação									
	i- Modificação climática									
	j- Queimada									
	k - Pavimentação									
	l- Ruído ou vibração									

(fonte: trabalho não publicado⁴)

Como exemplo, uma matriz montada com 100 ações e 88 características ambientais resulta em 8.800 possíveis interações. Obviamente, em uma matriz deste tamanho, apenas um reduzido número de interações de fato envolveriam um impacto de magnitude e importância relevante o suficiente para merecer uma atenção maior (LEOPOLD et al., 1971, tradução nossa).

³ Informação obtida na apostila da disciplina Diagnóstico e Controle de Impactos Ambientais, ministrada pelo professor Carlos André Bulhões Mendes, no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, semestre 2010/1.

⁴ idem.

Apesar da valoração da magnitude ser feita com relativa objetividade, o mesmo não pode ser dito para a pontuação da importância, que é, geralmente, subjetiva ou normativa. Esta é uma crítica que pode ser feita a este método, dado que não há um critério claro para atribuição destes valores (ROVERE, 2001).

3.3.5 Redes de Interação

As redes de interação são um método mais avançado quando comparados com os outros supracitados. Elas consistem em uma técnica que estabelece relações do tipo causa e efeito entre os impactos e o ambiente. O método mais difundido é o de Sorensen, que consiste em identificar os efeitos, desdobrá-los em fatores causais, classificando-os como condições iniciais, consequências e efeitos (ROVERE, 2001).

As redes apresentam a vantagem de permitir uma visualização clara dos impactos, permitindo que sejam aplicados parâmetros probabilísticos, mostrando as tendências de ocorrência de impactos (COSTA et al., 2005). Entretanto, para introdução de valores relativos à magnitude, importância e probabilidade, os problemas de determinação de um método de cálculo preciso para valoração destes persistem (ROVERE, 2001).

Resumidamente, pode-se dizer que as redes possuem a vantagem de unir a ação com o impacto, manejando tanto os impactos diretos quanto os indiretos. Como desvantagem, pode tornar-se muito complexa quando são considerados muitos impactos (trabalho não publicado⁵).

⁵ Informação obtida na apostila da disciplina Diagnóstico e Controle de Impactos Ambientais, ministrada pelo professor Carlos André Bulhões Mendes, no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, semestre 2010/1.

4. IRRIGAÇÃO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

A água é um elemento indispensável para a sobrevivência humana, além de constituir componente fundamental do meio ambiente. Conforme descrito por Lima et al. (1999, p. [1]), ela “[...] apresenta utilidades múltiplas, como geração de energia elétrica, abastecimento doméstico e industrial, irrigação, navegação, recreação, turismo, aquicultura, piscicultura, pesca e, ainda, assimilação e condução de esgoto.”.

Este item trata da gestão de recursos hídricos, com foco na irrigação, na infraestrutura necessária para sua implementação e em seus impactos ambientais.

4.1 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Historicamente, o Brasil sempre considerou-se em uma situação de abundância de recursos hídricos. Havia uma concepção, enganosa, de que a água seria um recurso facilmente renovável, o que acarretou em uma cultura de mau uso e de desperdício da água (RODRIGUES; IRIAS, 2004). Lima et al. (1999, p. [1]) reforçam esta ideia ao afirmarem que “[...] o Brasil por muito tempo permaneceu sem dar a devida importância ao uso e à preservação de seus recursos hídricos, conseqüentemente, muitas providências deixaram de ser tomadas.”. No Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Projeto de Integração do rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (ECOLOGY AND ENVIRONMENT DO BRASIL et al., 2004b, p. 9), por exemplo, é citado que há “[...] uma diferença grande entre a oferta e o consumo de água nas diferentes regiões do Brasil. Habitantes do Sul e Sudeste do País apresentam gastos maiores do que os de outras regiões.”.

O mesmo relatório cita, também, que um dos principais objetivos do empreendimento é o de fornecer água para combater a seca que afeta a região. Entretanto, o projeto foi criticado pelo fato de que a captação de água no rio São Francisco possa prejudicar a geração de energia das UHE da região, o que exemplifica um dos conflitos mais comuns do uso da água (ECOLOGY AND ENVIRONMENT BRASIL et al., 2004b).

Logo, conclui-se que um planejamento e uma gestão adequada dos recursos hídricos disponíveis são indispensáveis para evitar o seu desperdício e o conflito entre os seus diversos

tipos de usuários. O desperdício pode acontecer de diferentes maneiras e em diferentes meios. No meio urbano, ela ocorre, principalmente devido à má manutenção da rede de abastecimento e ao uso doméstico negligente. Na indústria, há perdas significativas, visto que os processos não dão a devida prioridade à conservação de recursos naturais. Por fim, estão as perdas ligadas à agricultura, sendo responsáveis pelo maior volume de consumo de água, que ocorre pelo uso de técnicas e equipamentos inadequados nos projetos de irrigação (RODRIGUES; IRIAS, 2004).

É fundamental, portanto, que se desenvolvam programas de racionalização do uso da água. No Brasil, com o intuito de sanar estes problemas, foi criada a Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política e o Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos (Singreh) (NONNEMACHER, 2008). A esquematização desse sistema pode ser vista na figura 2.

Figura 2 – Esquematização do Singreh



(fonte: PAULA JÚNIOR, 2008)

O organograma deixa clara a importância da integração entre as jurisdições estadual e federal, visto que ações estaduais nos afluentes também impactam nas bacias de domínio federal. A articulação entre estes dois níveis jurisdicionais é, portanto, o grande desafio do sistema nacional de recursos hídricos (LANNA, 2004⁶ apud NONNEMACHER, 2008, p. 7).

⁶LANNA, A. E. **Gestão de Recursos Hídricos**. Notas de aula da disciplina de Gestão de Recursos Hídricos Hídricos e Saneamento Ambiental do IPH/UFRGS, 2004.

4.2 IRRIGAÇÃO

A irrigação permite não apenas evitar as perdas de produtos derivados da agricultura devido à falta de precipitações, como permite também a diversificação de culturas, melhorando a produtividade agrícola (BECK DE SOUZA ENGENHARIA LTDA, 2008b). A finalidade básica da irrigação “[...] é proporcionar água às culturas de maneira a atender às exigências hídricas durante todo seu ciclo, possibilitando altas produtividades e produtos de boa qualidade.” (BERNARDO, 2008, p. 1). A irrigação tem uma grande importância no contexto mundial, conforme descrito por Lima et al. (1999, p. [3]), uma vez que, com sua demanda aumentando cada vez mais devido ao crescimento populacional, torna-se indispensável tanto para as regiões úmidas, quanto para as áreas áridas e semiáridas do Planeta, fazendo com que mais de 50% da população mundial dependa de produtos irrigados.

Para o planejamento e consequente elaboração de um projeto de irrigação, de acordo com o Manual de Irrigação, elaborado pelo *Bureau of Reclamation*, são necessários diversos profissionais, dentre eles (OLSON et al., 1998, p. 35):

- a) Supervisor ou Coordenador de Planejamento;
- b) Engenheiro de Planejamento;
- c) Pedólogo;
- d) Engenheiro de Drenagem;
- e) Hidrólogo;
- f) Agrônomo;
- g) Engenheiro de Projeto;
- h) Economista;
- i) Geólogo;
- j) Hidrogeólogo;
- k) Especialista em Meio Ambiente;
- l) Sociólogo.

4.3 OBRAS HIDRÁULICAS

Lima et al. (1999, p. [12]) referem-se à grandiosidade dos projetos de irrigação, ao afirmar que “[...] são exigentes em termos de qualidade da água e, nos casos de grandes projetos, implicam obras de regularização de vazões, ou seja, barragens, que interferem no regime

fluvial dos cursos d'água e sobre o meio ambiente.”. Logo, é imprescindível que os projetos de irrigação contemplem um uso adequado dos recursos hídricos.

O Projeto de Integração do Rio São Francisco confirma esta assertiva, pois trata-se de um dos maiores projetos de irrigação do Brasil, sendo composto por dois canais adutores totalizando 720 km de comprimento, casas de bombas, túneis, aquedutos, pequenos reservatórios e PCH de 40 MW e 12 MW de capacidade (ECOLOGY AND ENVIRONMENTDO BRASIL et al., 2004a).

4.4 IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA IRRIGAÇÃO

Em função do porte, da complexidade das obras e dos expressivos volumes de água necessários, não há dúvidas de que os projetos de irrigação determinam impactos relevantes sobre os recursos ambientais. Bernardo (2008) reitera a importância de que os projetos de irrigação sejam sustentáveis não só economicamente, mas também social e ambientalmente, visto que, por vezes, a irrigação pode acabar inviabilizando áreas agrícolas ao invés de trazer benefícios, devido, principalmente, à salinização do solo, que afeta a germinação e o desenvolvimento vegetativo das culturas.

Conforme descrito por Rodrigues e Irias (2004, p. 3), é possível abordar os potenciais impactos ambientais da agricultura irrigada com “[...] diversos níveis de detalhamento e alcance dos parâmetros de qualidade ambiental utilizados.”. Parâmetros estes tanto objetivos, como utilização de indicadores de qualidade de água e solo, como mais subjetivos, de ordem social e econômica.

Lima et al. (1999) exemplificam um dos problemas causados pela irrigação, que é o fato de que parte da água utilizada não retorna ao curso d'água da onde ela foi retirada, diminuindo, desta forma, sua disponibilidade no manancial para os demais usuários em potencial. Soma-se isso ao fato de que a água de retorno da irrigação poderá agregar poluentes químicos em sua constituição, oriundo dos insumos largamente utilizados pela agricultura moderna intensiva, tais como herbicidas, pesticidas, fungicidas e fertilizantes químicos, além do carreamento de sedimentos em função de processos erosivos gerados a partir da utilização do solo agrícola.

Uma medida que pode ser utilizada para avaliar um impacto direto da agricultura está na medição do Índice de Qualidade da Água (IQA). O IQA incorpora parâmetros considerados

relevantes para avaliação da qualidade das águas, sendo calculado pelo produtório dos seguintes parâmetros (SÃO PAULO, 2001):

- a) temperatura da amostra;
- b) pH;
- c) oxigênio dissolvido;
- d) demanda bioquímica de oxigênio;
- e) coliformes termotolerantes;
- f) nitrogênio total;
- g) fósforo total;
- h) resíduo total;
- i) turbidez.

A fórmula utilizada para cálculo do IQA é:

(fórmula 1)

Onde:

IQA = índice de qualidade das águas (0 a 100);

n = número de variáveis que entram no cálculo do IQA;

q_i = qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva média de variação de qualidade, em função de sua concentração ou medida;

w_i = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

Rodrigues e Irias (2004) exemplificam a utilização do IQA como parâmetro, ao mostrar um estudo realizado em Guaíra (SP), como pode ser visto na tabela 1. Esta tabela demonstra uma queda brusca da oxigenação, chegando a menos de 30%, e uma alta concentração de sódio, o que determinou uma queda expressiva do IQA, baixando de 0,79 das águas situadas à montante para 0,55 a jusante. Desta forma, fica evidenciado o impacto ambiental adverso determinado pela operação do sistema de irrigação sobre a qualidade das águas. Esse comprometimento poderá, em casos extremos, inviabilizar a sobrevivência e conservação da

biodiversidade aquática, especialmente em função da diminuição da concentração de oxigênio dissolvido e, também, restringir o próprio uso agrícola, devido à alta salinização do solo agricultável. Registre-se que tais impactos, por muitas vezes, podem ser consequência da forma inadequada do manejo das águas e não, necessariamente, devido à irrigação como tecnologia.

Tabela 1 – Alteração dos parâmetros de qualidade e composição de índice de qualidade da água

Parâmetro	Situação	Montante	Jusante	Montante	Jusante
	Importância relativa	Xim,x	Ximx	Ui	Ui
Condutividade Elétrica (S/cm)	0,2	47,5	66,6	1	1
Nitrato (mg/L)	0,1	0,16	0,82	1	1
Amônia (mg/L)	0,1	0,12	0,46	1	1
Sódio (mg/L)	0,1	2,16	5,28	0,8	0,2
Sólidos em Suspensão (mg/L)	0,2	21,6	29,5	0,8	0,5
Saturação O2 (%)	0,3	64	26	0,5	0,1
			IQA (%)	0,79	0,55

(fonte: RODRIGUES⁷, 1998 apud RODRIGUES; IRIAS, 2004)

Muitos impactos negativos ocorrem também na fase de instalação do empreendimento, devido ao desmatamento causado pela construção dos canais, reservatórios e estações de bombeamento e pela criação de um grande número de ambientes com água (devido a estes mesmos canais e reservatórios) o que acaba alterando as propriedades da água ou constituindo-se em focos de vetores. Dentre os impactos causados devido à infraestrutura destes projetos, destacam-se como impactos negativos (ECOLOGY AND ENVIRONMENT DO BRASIL et al., 2004a):

- a) perda de vegetação nativa e habitat de fauna terrestre;
- b) diminuição da diversidade da fauna;
- c) redução da biodiversidade das comunidades aquáticas;

⁷ RODRIGUES, G. S. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisa:** fundamentos, princípios e introdução à metodologia. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1998.

- d) modificação no regime fluvial das drenagens receptoras;
- e) aceleração de processos erosivos e do carreamento de sedimentos;
- f) disseminação de vetores da saúde pública em decorrência da formação de águas paradas.

Em relação ao sistema de cultivo empregado, Rodrigues e Irias (2004, p. 3) concluem, a partir de uma análise técnica entre os sistemas de plantio direto e convencional, que:

[...] a introdução de irrigação mantendo-se o sistema convencional de cultivo, que envolve revolvimento repetido do solo e sua exposição à erosão, tende a causar um impacto negativo. Já a irrigação sob sistema de plantio direto, que tende a conservar o solo contra erosão, traria um impacto positivo, inclusive por melhorias econômicas e sociais.

Observa-se que a tecnologia utilizada no manejo do solo pode determinar consequências adversas e de maior magnitude sobre os recursos ambientais de uma região. No entanto, se por um lado os efeitos no meio físico e no biótico são em grande parte negativos, destacam-se os impactos positivos no meio socioeconômico. Ao evitar problemas ligados com a seca, a irrigação permite uma maior produtividade ao agricultor, gerando mais emprego e melhorias na qualidade de vida da população, dado que ficará disponível, em caráter permanente, melhor infraestrutura física e social na região. (PROJETOS TÉCNICOS LTDA, 2007).

Visando promover maior qualidade ambiental e de vida da população afetada pela implantação de sistemas de irrigação, os programas ambientais surgem como medidas de melhoria da qualidade de vida local, sendo os mais comuns para este tipo de empreendimento os programas de:

- a) treinamento e capacitação de técnicos de obra;
- b) indenização de terras;
- c) salvamento de bens arqueológicos;
- d) implantação de infraestrutura de abastecimento de água às populações;
- e) regularização fundiária;
- f) controle e monitoramento da saúde pública;
- g) sistema de supervisão, gestão e auditoria ambiental.

5 PROJETOS ESTUDADOS

Este capítulo discorrerá sobre os projetos de irrigação estudados com ênfase nos aspectos ambientais pertinentes. Serão mostrados quais foram os impactos listados, as metodologias utilizadas e a infraestrutura hídrica utilizada. Como já indicado anteriormente, quatro projetos de irrigação foram analisados, a saber:

- a) Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional;
- b) Barragem de Usos Múltiplos e Sistemas Associados no Arroio Jaguari;
- c) Barragem e Usos Múltiplos e Sistemas Associados no Arroio Taquarembó;
- d) Projeto Pontal Norte.

5.1 PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

O projeto de integração do rio São Francisco com bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional visa destinar uma solução à escassez de água na Região, tendo como um de seus objetivos principais o fornecimento de água para irrigação, permitindo a criação de mais empregos no sertão e viabilizando a retenção de mais pessoas no meio rural (diminuição do êxodo rural e da emigração da região). O empreendimento está situado ao norte do rio São Francisco, na região chamada de Polígono das Secas, abrangendo parcialmente os estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, viabilizando maior oferta hídrica para cerca de doze milhões de pessoas distribuída em uma área de 200 mil km². As bacias hidrográficas beneficiadas são as seguintes (ECOLOGY AND ENVIRONMENT DO BRASIL, 2004b):

- a) rio Jaguaribe, no Ceará;
- b) rio Piranhas-Açu, na Paraíba e no Rio Grande do Norte;
- c) rio Apodi, no Rio Grande do Norte;
- d) rios Moxotó, Terra Nova e Brígida, em Pernambuco, na bacia do São Francisco.

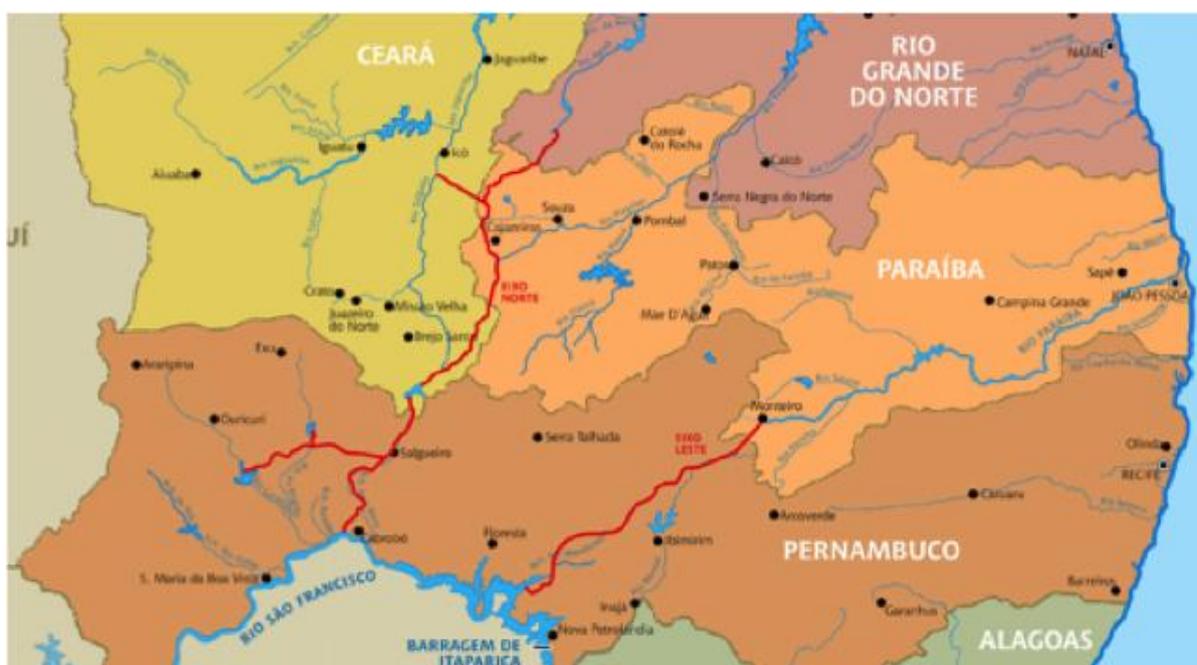
O empreendimento consiste em um sistema de integração de açudes e reservatórios já construídos no Nordeste, composto por dois sistemas independentes de obras hidráulicas, captando água entre as barragens de Sobradinho e Itaparica, em Pernambuco. Estes dois sistemas foram denominados Eixo Norte e Eixo Leste. Conforme descrito pelo EIA, na área potencialmente beneficiada pelo Eixo Leste, verificou-se que a oferta do Agreste é de aproximadamente $2,5\text{m}^3/\text{s}$ enquanto na do Eixo Norte, o crescimento da oferta hídrica com novos açudes foi avaliada em $5\text{m}^3/\text{s}$.

A área de influência indireta (AII) do projeto compreende as bacias hidrográficas supracitadas, sendo algumas fornecedoras de água para bombeamento e outras receptoras finais destas vazões. Sua área total é de 787.000 km^2 , sendo 212.453 km^2 correspondendo somente às bacias receptoras.

Já a área de influência direta do projeto (AID) está correspondida nas áreas dos municípios por onde passarão os eixos de condução de água, ou seja, os municípios onde estão localizadas as obras do projeto. A área total é de 67.000 km^2 , determinado pela soma de 86 municípios.

A localização dos eixos está ilustrada na figura 3.

Figura 3 – Localização do Projeto de Integração do rio São Francisco



(fonte: ECOLOGY AND ENVIRONMENT DO BRASIL, 2004b, p. 7)

5.1.1 Infraestrutura e Obras

O projeto é um empreendimento de infraestrutura hídrica, composto por canais, estações de bombeamento, reservatórios e PCH (para auto-suprimento), fornecendo, portanto, abastecimento para os municípios do semiárido do nordeste setentrional. Os eixos Norte e Leste estendem-se por cerca de 720 km de comprimento, que é a extensão total dos canais revestidos de concreto, aquedutos, túneis e pequenos reservatórios intermediários. Na tabela 2, tem-se as principais estruturas do projeto.

Tabela 2 – Estruturas do Projeto de Integração do rio São Francisco

ITEM DE OBRA	EIXO NORTE	EIXO LESTE
Canais revestidos – Extensão km	401,8	199,0
Canais – Volume de Escavação – milhões de m ³	29,3	12,1
Canais – Volume de Aterro – milhões de m ³	31,0	14,0
Barragens – Área de Reservatório – km ²	66,1	11,4
Vertedouros – Extensão de Soleira – m	941	1.224
Aquedutos – Extensão – km	3,8	1,0
Túneis – Extensão – km	29,6	7,4
Elevatórias – Quantidade	4	5
Elevatórias – Altura Manométrica Total – m	177,6	327,4
Elevatórias – Potência Instalada Total – Mw	210,4	91,6
Hidrelétricas – Potência Instalada – Mw	52,0	-
Extensão Total de Canais, Túneis e Aquedutos - km	435,2	207,4
Extensão Total de Reservatórios – km	66,5	17,5
Custo do Investimento Total – R\$ de Jul./1999	1,85 bilhões	0,85 bilhões

(fonte: ECOLOGY AND ENVIRONMENT DO BRASIL et al., 2004a)

A escolha do Rio São Francisco como fonte de águas se deu, principalmente por ser a maior e mais próxima fonte de água doce da região. O estudo chegou a considerar outras alternativas,

mas elas mostraram ser restritas, limitadas, caras ou tecnicamente ineficientes. Ainda, os Eixos Norte e Leste foram concebidos de forma a garantir a vazão mínima estabelecida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), de 1.300 m³/s, com o sistema hidráulico dos canais planejados a bombear até 127 m³/s nos dois eixos (99 e 28 m³/s para os eixos Norte e Leste respectivamente).

5.1.2 Metodologia de AIA utilizada

No EIA do Projeto de Integração do Rio São Francisco, a metodologia utilizada foi a de matrizes de interação (ou matriz de análise dos impactos ambientais). O processo de análise e avaliação de impactos se deu em três etapas:

- a) correlação das atividades previstas com os aspectos ambientais;
- b) identificação de ações impactantes ou atividades decorrentes do projeto que causassem impactos;
- c) avaliação da magnitude e relevância dos impactos.

Após a descrição dos impactos, passou-se para a definição de valores dos mesmos, gerando, assim, a Matriz Ambiental. Esta matriz auxilia a tomada de decisão quanto à viabilidade ambiental do empreendimento, dado que ela permite determinar a relevância de cada impacto ambiental.

Este método pode ser criticado pelo fato da pontuação da importância ser subjetiva, mesmo que a valoração da magnitude possa ser considerada objetiva, já que não são explicitados os cálculos que levaram a estas escalas. No quadro 4, tem-se os indicadores e valores adotados para classificação dos impactos.

Quadro 4 – Indicadores adotados para classificação dos impactos do Projeto de Integração do Rio São Francisco

Indicador	Tipo de Impacto	Descrição	Valor atribuído
Natureza	Positiva ou Benéfica	Resulta em melhoria à qualidade ambiental	1
	Negativa ou Adversa	Resulta em dano à qualidade ambiental	-1
Forma	Direta	Simples relação de causa e efeito	2
	Indireta	Parte de cadeia de manifestações	1
Duração	Temporária	Duração determinada	1
	Permanente	Uma vez executada, sua manifestação não cessa.	2
Temporalidade	Curto Prazo	Manifestação no instante da intervenção	2
	Longo Prazo	Depois de realizada a intervenção	1
Reversibilidade	Reversível	Cessada a ação, o parâmetro pode retornar à sua condição original	1
	Irreversível	O parâmetro não consegue retornar às suas condições originais	2
Abrangência	Local	Afeta apenas a área a qual incidem as ações geradoras	1
	Regional	Afeta toda a região	2
Magnitude	Alta	Grau de incidência alto	4
	Média	Grau de incidência médio	3
	Baixa	Grau de incidência baixo	2
	Irrelevante	Grau de incidência irrelevante	1
Probabilidade	Alta	Ocorrência quase certa	3
	Média	Ocorrência incerta	2
	Baixa	Ocorrência baixa	1

(fonte: adaptado de ECOLOGY AND ENVIRONMENT DO BRASIL et al., 2004a)

A partir destes valores adotados, é possível calcular o valor da relevância de cada impacto ambiental, através da seguinte fórmula:

$$REL = N*(F+D+T+R+A)*M*P \quad (\text{fórmula 2})$$

Onde:

REL = relevância;

N = natureza;

F = forma;

D = duração;

T = temporalidade;

R = reversibilidade;

A = abrangência;

M = magnitude;

P = probabilidade.

Assim, a relevância poderá variar de -120 a -5, para os impactos negativos, e de 5 a 120 para os positivos. O EIA utilizou-se destes valores para poder enquadrar cada impacto dentro de uma classificação, como pode ser visto no quadro 5.

Quadro 5 – Classificação da relevância, segundo o seu valor absoluto

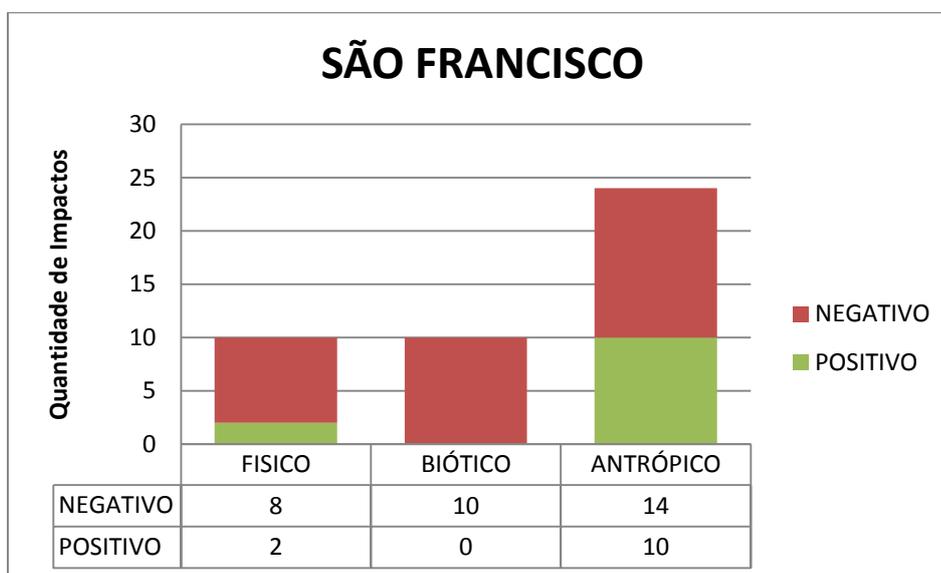
Faixa	Classificação
5 a 19	Muito Pequena
20 a 39	Pequena
40 a 59	Média
60 a 89	Grande
90 a 120	Muito Grande

(fonte: ECOLOGY AND ENVIRONMENT DO BRASIL et al., 2004a)

5.1.3 Impactos Observados

Foram identificados 44 impactos, sendo 23 considerados os de maior relevância. Destes, onze são positivos e doze são negativos. Na figura 4, tem se o resumo dos impactos por meio afetado.

Figura 4 – Resumo dos impactos ambientais, por tipo de meio afetado, do Projeto de Integração do rio São Francisco



(fonte: elaborado pelo autor)

A relevância dos impactos foi o principal fator considerado para identificar quais os impactos mais importantes para a formulação das medidas ambientais. Apesar disso, os impactos de pequena relevância foram analisados do mesmo modo pela equipe técnica, visto que eles também servem para verificação da viabilidade ambiental do empreendimento.

Nos quadros 6 a 8, são apresentados os impactos levantados pelos estudos, para os meios físico, biótico e antrópico, com os valores definidos pelo quadro 4.

Quadro 6 – Impactos ambientais do Projeto de Integração do Rio São Francisco sobre o meio físico.

Impactos	Escala de Atributos							
	Natureza	Forma	Duração	Temporalidade	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Probabilidade
Instabilização de encostas marginais dos corpos d'água	adversa	direta	temporária	curto prazo	reversível	local	baixa	baixa
Início/aceleração de processos erosivos e carreamento de sedimentos	adversa	direta	temporária	curto prazo	reversível	local	baixa	alta
Modificação do regime fluvial das drenagens receptoras	adversa	direta	permanente	curto prazo	irreversível	local	alta	alta
Alteração do comportamento hidrossedimentológico dos corpos d'água	adversa	direta	permanente	curto prazo	irreversível	local	baixa	média
Eutrofização dos novos reservatórios	adversa	indireta	permanente	curto prazo	reversível	local	média	média
Melhoria da qualidade da água nas bacias receptoras	benéfica	direta	permanente	curto prazo	reversível	local	alta	alta
Aumento da recarga fluvial dos aquíferos	benéfica	indireta	permanente	longo prazo	reversível	regional	alta	média
Início/aceleração dos processos de desertificação	adversa	indireta	permanente	longo prazo	reversível	local	alta	baixa
Modificação no regime fluvial do rio São Francisco	adversa	direta	permanente	curto prazo	reversível	regional	baixa	alta
Perda de terras potencialmente agricultáveis	adversa	direta	permanente	curto prazo	irreversível	local	irrelevante	alta

(fonte: adaptado de ECOLOGY AND ENVIRONMENT DO BRASIL et al., 2004a)

Quadro 7 – Impactos ambientais do Projeto de Integração do Rio São Francisco sobre o meio biótico

Impactos	Escala de Atributos							
	Natureza	Forma	Duração	Temporalidade	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Probabilidade
Perda/fragmentação de áreas de vegetação	adversa	direta	permanente	curto prazo	irreversível	local	média	alta
Diminuição da diversidade de fauna terrestre	adversa	direta	permanente	longo prazo	irreversível	local	baixa	média
Aumento das atividades de caça e diminuição das populações das espécies cinegéticas	adversa	indireta	permanente	curto prazo	reversível	local	baixa	média
Modificação da composição das comunidades biológicas aquáticas nativas das bacias receptoras	adversa	direta	permanente	longo prazo	irreversível	regional	alta	alta
Depleção da biodiversidade das comunidades biológicas aquáticas nativas	adversa	direta	permanente	longo prazo	irreversível	local	alta	alta
Comprometimento do conhecimento da história biogeográfica dos grupos biológicos aquáticos nativos	adversa	indireta	permanente	longo prazo	irreversível	local	baixa	alta
Introdução de espécies de peixes daninhas ao homem	adversa	direta	permanente	curto prazo	reversível	regional	média	alta
Interferência sobre a pesca	adversa	indireta	permanente	curto prazo	irreversível	local	média	alta
Proliferação de vetores	adversa	indireta	permanente	curto prazo	reversível	local	baixa	média
Acidentes com animais peçonhentos	adversa	direta	temporária	curto prazo	reversível	local	baixa	média

(fonte: adaptado de ECOLOGY AND ENVIRONMENT DO BRASIL et al., 2004a)

Quadro 8 – Impactos ambientais do Projeto de Integração do Rio São Francisco sobre o meio antrópico

Impactos	Escala de Atributos							
	Natureza	Forma	Duração	Temporalidade	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Probabilidade
Tensões e riscos sociais	adversa	indireta	temporária	curto prazo	reversível	regional	média	alta
Ruptura de relações sócio comunitárias	adversa	direta	temporária	curto prazo	irreversível	local	média	alta
Interferências com populações indígenas	adversa	direta	permanente	curto prazo	irreversível	local	média	alta
Risco de acidentes com a população	adversa	direta	temporária	curto prazo	reversível	local	baixa	média
Emissões de poeira	adversa	direta	temporária	curto prazo	reversível	local	baixa	média
Aumento e/ou aparecimento de doenças	adversa	indireta	permanente	longo prazo	irreversível	local	média	média
Aumento da demanda por infraestrutura de saúde	adversa	indireta	permanente	longo prazo	reversível	regional	baixa	baixa
Perda de empregos e renda	adversa	direta	permanente	curto prazo	reversível	local	alta	alta
Geração de empregos e renda durante a implantação	benéfica	direta	temporária	curto prazo	reversível	regional	alta	alta
Dinamização da economia regional	benéfica	indireta	permanente	curto prazo	irreversível	regional	alta	alta
Pressão sobre a infraestrutura urbana	adversa	indireta	permanente	curto prazo	reversível	local	média	alta
Especulação imobiliária nas várzeas irrigáveis	adversa	indireta	temporária	curto prazo	reversível	local	média	alta

continua

continuação

Impactos	Escala de Atributos							
	Natureza	Forma	Duração	Temporalidade	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Probabilidade
Comprometimento do patrimônio cultural	adversa	direta	permanente	curto prazo	irreversível	local	alta	média
Aumento da oferta e da garantia hídrica	benéfica	direta	permanente	curto prazo	irreversível	regional	alta	alta
Aumento da oferta de água para abastecimento urbano	benéfica	indireta	permanente	curto prazo	irreversível	regional	alta	alta
Aumento da oferta de água das populações rurais	benéfica	direta	permanente	curto prazo	irreversível	local	alta	alta
Redução da exposição da população a situações de seca	benéfica	indireta	permanente	curto prazo	irreversível	regional	alta	alta
Dinamização da atividade pecuária	benéfica	indireta	permanente	curto prazo	irreversível	local	alta	alta
Diminuição do êxodo rural da região	benéfica	indireta	permanente	longo prazo	reversível	regional	média	alta
Redução da exposição a doenças e óbitos	benéfica	indireta	permanente	curto prazo	reversível	local	alta	alta
Redução da pressão sobre infraestrutura de saúde	benéfica	indireta	permanente	curto prazo	reversível	local	média	alta
Redução da geração de energia elétrica no rio São Francisco	adversa	direta	permanente	curto prazo	reversível	regional	irrelevante	alta
Diminuição de receitas municipais	adversa	indireta	permanente	curto prazo	reversível	local	baixa	alta

(fonte: adaptado de ECOLOGY AND ENVIRONMENT DO BRASIL et al., 2004a)

5.2 BARRAGEM DE USOS MÚLTIPLOS E SISTEMAS ASSOCIADOS NO ARROIO JAGUARI

Conforme descrito pelo EIA do projeto a sua finalidade é (BECK DE SOUZA ENGENHARIA LTDA, 2008a, p. 8):

[...] acumular um volume de água máximo para assegurar uma vazão regularizada capaz de atender o abastecimento de água da cidade de Rosário do Sul, incluindo a manutenção da vazão do rio Santa Maria para criar condições de balneabilidade na praia de Areias Brancas. A barragem também atenderá à demanda da atividade agrícola na região, permitindo uma ampla diversificação de culturas, reduzindo as pressões de mercado (que ficam mais agudas quando a produção é de monocultura) e evitando as perdas das culturas que hoje ocorrem porque estão sujeitas a uma oferta inelástica de água.

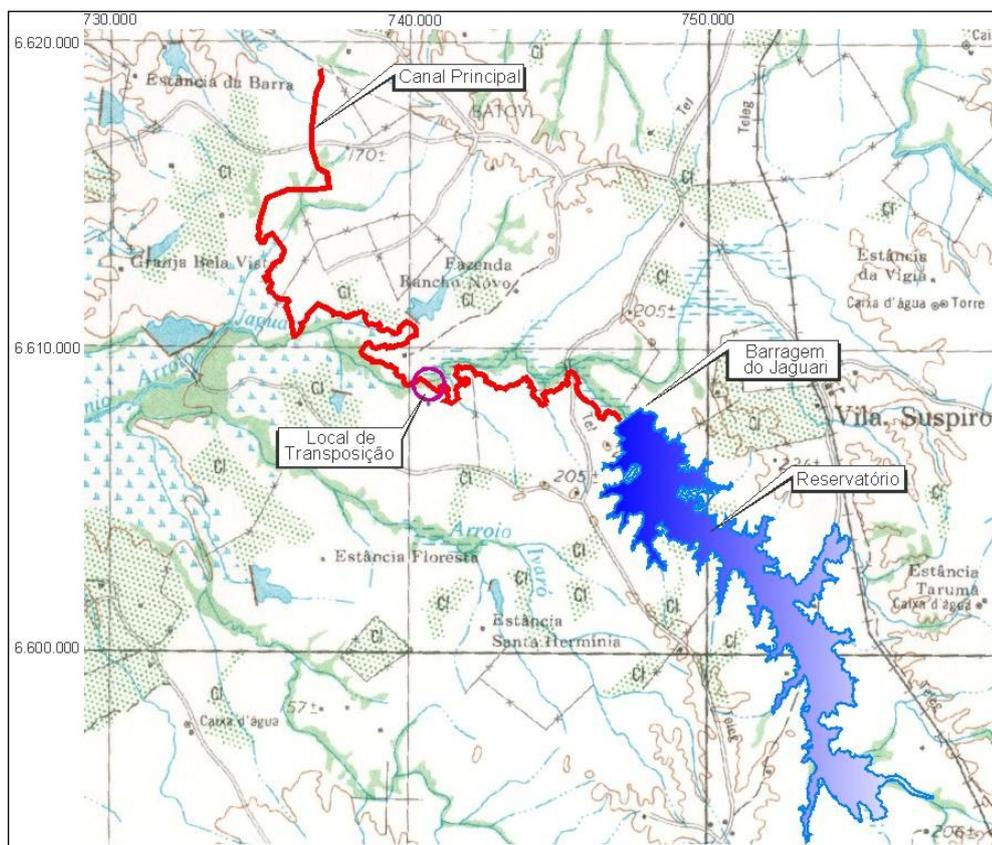
O projeto visa, portanto a utilização da água para desenvolvimento da região, promovendo suprimento para 17.000 hectares de área agrícola. Com isso, espera-se melhorar a produtividade e a sustentabilidade das lavouras, por meio de medidas de redução de desperdícios e aproveitamento de condições mais favoráveis.

A indicação do local do empreendimento foi definida com o critério básico de atender a demanda prevista para a comunidade. De forma geral, a definição ocorreu em três etapas:

- a) definição os pontos barráveis passives a atender a demanda pré-definida;
- b) critérios de priorização;
- c) critérios de análise objetivos, mensuráveis quantitativamente.

Na figura 5, tem-se a localização do empreendimento.

Figura 5 – Localização da Barragem Jaguari



(fonte: BECK DE SOUZA ENGENHARIA LTDA, 2008a, p. 39)

Como AID do empreendimento, foi definida uma área de 192.628 ha, abrangendo os seguintes itens (BECK DE SOUZA ENGENHARIA LTDA, 2008a):

- a) barramento;
- b) reservatório;
- c) área de proteção permanente (APP);
- d) área beneficiada para irrigação;
- e) canal principal;
- f) bacia hidrográfica do arroio Jaguari;
- g) propriedades atingidas;
- h) área de várzea, desde a foz do arroio Santo Antônio, até a chegada das águas do rio Santa Maria ao rio Ibicuí.

Já a AII do projeto, para os meios físico e biótico, foi considerada a área da bacia hidrográfica do rio Santa Maria (15.729,96 km²); para o meio socioeconômico, considera-se a área dos

municípios atingidos pelo empreendimento, correspondendo a Dom Pedrito, Lavras do Sul, São Gabriel, Rosário do Sul e Cacequi.

A seguir, descreve-se a metodologia utilizada, a infraestrutura necessária à implantação do projeto, e a descrição dos impactos citados no estudo.

5.2.1 Infraestrutura e Obras

A barragem terá como função criar um reservatório de acumulação anual para fornecimento de água para usos múltiplos. A barragem do arroio Jaguari terá taludes de 2,5:1 a montante e 2:1 a jusante de um núcleo impermeável de argila, com o restante do corpo construído de solo argilo-arenoso local. Ao longo do corpo da barragem, sob o núcleo impermeável, será construído um *cut-off*. Na face montante do maciço será executada uma camada de enrocamento e o talude de jusante será protegido por enleivamento. Foram projetados filtros de areia e drenos, ambos com o objetivo de proteção, tanto do maciço como um todo, como para evitarem-se erosões internas (*piping*). A largura do coroamento será de 10,00 m e sua cota de 156,00 m.

O vertedouro de superfície foi dimensionado com uma vazão de 1.237 m³/s, com comprimento de 60 metros. O mesmo estará situado na margem esquerda da barragem, constituindo-se de uma passagem de 40,00 m de vão livre escavada na rocha, muros e soleiras em blocos de concreto armado tipo gravidade, com clássico perfil *Creager*. As águas que saem pelo vertedouro passam num canal lateral de seção retangular em concreto armado com fundações na rocha da encosta da margem esquerda, sendo direcionadas ao arroio, após um dissipador de energia tipo *ski-jump*, aproveitando o colchão de água que se forma a jusante, devido à fraca declividade do curso d'água.

O dimensionamento das estruturas hidráulicas que compõem a tomada de água deverá atender a descarga máxima para a irrigação (17.000 ha com cultivo arroz) e a vazão ecológica do arroio (5% da vazão média afluyente ao reservatório). Para atender estas demandas, portanto, foi dimensionada uma vazão de 27 m³/s.

Denota-se, portanto, que o projeto é caracterizado por uma infraestrutura hídrica de grande porte, o que implicará em impactos ambientais muito significativos. A metodologia utilizada para avaliar estes impactos é definida nos próximos itens.

5.2.2 Metodologia de AIA utilizada

Para identificação e análise dos impactos, foram considerados aspectos físicos, bióticos e antrópicos, envolvendo os seguintes procedimentos:

- a) identificação dos impactos ambientais;
- b) conceituação dos impactos identificados;
- c) avaliação dos impactos previstos.

A metodologia adotada foi a do tipo *check-list*, compreendendo os impactos causados pela irrigação de lavouras, regularização de vazões e laminação de cheias. Já a caracterização dos impactos seguiu conceitos similares à encontrada no EIA Integração do Rio São Francisco, e pode ser resumida no quadro 9.

Quadro 9 – Indicadores de impactos ambientais da Barragem Jaguari

Indicador	Tipo de Impacto	Descrição
Natureza	Adversa	O indicador terá decaimento de suas características
	Benéfica	O indicador terá melhorias de suas características
Probabilidade de Ocorrência	Certeza	Assegura-se que haverá modificações nas características do indicador
	Muito Provável	Elevada probabilidade de ocorrerem modificações nas características do indicador
	Pouco Provável	Pequena probabilidade de ocorrência de modificações nas características do indicador
Abrangência	Área de Influência Indireta (AII)	O impacto atinge a AII do empreendimento
	Área de Influência Direta (AID)	O impacto é restrito à AID do empreendimento
	Regional	O impacto é deflagrado para além das áreas de influência estabelecidas
Magnitude	Forte	As modificações serão de grande magnitude
	Moderada	As modificações serão de média magnitude
	Fraco	As modificações serão de fraca magnitude

continua

continuação

Indicador	Tipo de Impacto	Descrição
Momento de Ocorrência	Imediato	O impacto aparecerá no período de implantação das obras
	Médio Prazo	O impacto ocorrerá após a implantação das obras, até 1 ano de operação do empreendimento
	Longo Prazo	O impacto aparecerá após um ano de operação do empreendimento
Duração	Temporária	O impacto ocorrerá somente durante um determinado período
	Permanente	O impacto permanecerá durante a existência do empreendimento
	Cíclico	O impacto se repete em determinados períodos
Reversibilidade	Reversível	Poderá haver retorno ou minimização das condições originais através de medidas apropriadas
	Irreversível	Não há possibilidade de retorno às condições originais ou minimização do impacto

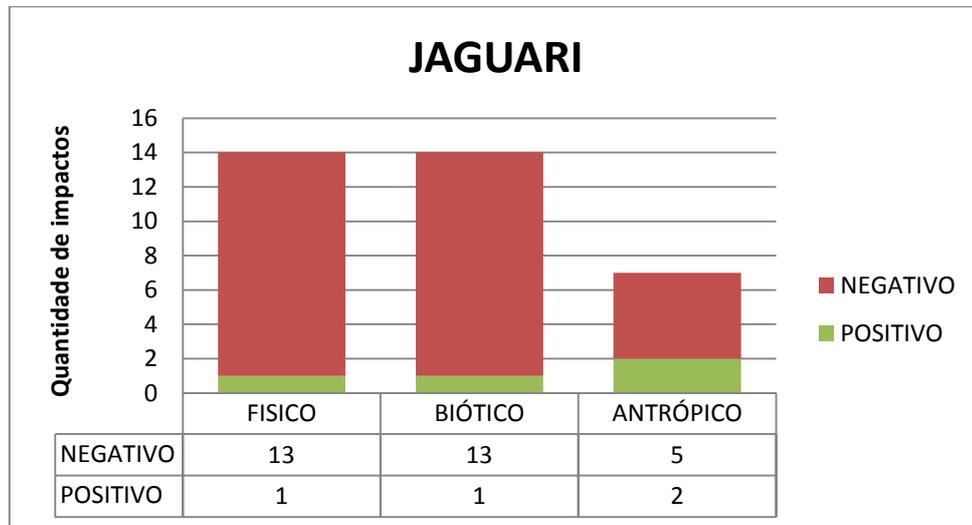
(fonte: adaptado de BECK DE SOUZA ENGENHARIA LTDA, 2008a)

Posteriormente ao *check-list*, foi montada uma matriz de impactos, de maneira similar à utilizada para o Projeto de Integração do Rio São Francisco, sendo criadas matrizes sobre os aspectos dos meios físico, biótico e antrópico. Estes impactos estão descritos no próximo item.

5.2.3 Impactos Observados

Ao total, foram identificados 29 impactos, sendo 26 negativos e apenas três positivos. Vale ressaltar, entretanto que, do total, 21 são reversíveis, dez foram considerados de magnitude fraca e cinco com baixa probabilidade de ocorrência, o que diminui, portanto, a grande disparidade entre impactos positivos e negativos. Na figura 6, tem-se o resumo dos impactos por meio afetado.

Figura 6 – Resumo dos impactos ambientais, por tipo de meio atingido, da Barragem Jaguari



(fonte: elaborado pelo autor)

Os impactos observados em cada um dos meios estudados: físico, biótico e antrópico podem ser observados nos quadros 10 a 13. O meio biótico teve impactos considerados tanto para a fase de implantação (durante a construção do empreendimento) quanto para a de operação (após a conclusão das obras).

Quadro 10 – Barragem Jaguari: impactos sobre o meio físico

Impactos	Escala de Atributos						
	Natureza	Probabilidade	Abrangência	Magnitude	Momento	Duração	Reversibilidade
Alteração climática	adversa	muito provável	AID	fraca	médio	permanente	irreversível
Instabilidade de encostas	adversa	pouco provável	AID	fraca	imediatos	temporário	reversível
Perda de bens minerais	adversa	certeza	AID	fraca	imediatos	permanente	irreversível
Alteração no relevo	adversa	certeza	AID	forte	imediatos	permanente	irreversível
Geração de sedimentos	adversa	muito provável	AID	fraca	imediatos	temporário	reversível
Erosão e assoreamento	adversa	pouco provável	AID	fraca	imediatos	temporário	reversível
Alteração das águas subterrâneas.	adversa	pouco provável	AII	fraca	longo	temporário	reversível
Abalos sísmicos	adversa	pouco provável	AID	fraca	imediatos	temporário	reversível
Perda de áreas agrícolas	adversa	certeza	AID	moderada	imediatos	permanente	irreversível
Degradação dos solos	adversa	muito provável	AID	moderada	médio	permanente	reversível
Regularização de vazões	benéfica	certeza	AID/AII	forte	médio	permanente	irreversível
Carreamento de sólidos	adversa	certeza	AID	forte	imediatos	temporário	reversível
Mudança de regime lótipo para lêntico	adversa	certeza	AID	forte	médio	permanente	reversível
Estratificação térmica	adversa	certeza	AID	moderada	médio	cíclico	irreversível

(fonte: BECK DE SOUZA ENGENHARIA LTDA, 2008a)

Quadro 11 – Barragem Jaguari: impactos ambientais sobre o meio biótico durante a fase de implantação

Impactos	Escala de Atributos						
	Natureza	Probabilidade	Abrangência	Magnitude	Momento	Duração	Reversibilidade
Supressão de vegetação lenhosa	adversa	certeza	AID	moderada	imediate	permanente	reversível
Inundação de afloramentos rochosos com cactáceas	adversa	certeza	AID	fraca	imediate	permanente	reversível
Mortandade de peixes	adversa	certeza	AID	forte	imediate	temporário	reversível
Afugentamento da fauna silvestre	adversa	certeza	AID	moderada	imediate	temporário	reversível
Perda de locais de nidificação	adversa	certeza	AID	forte	imediate	permanente	reversível
Perda de habitat da fauna	adversa	certeza	AID	forte	imediate	temporário	reversível
Acidentes com animais peçonhentos	adversa	muito provável	AID	moderada	imediate	temporário	reversível
Caça e captura de animais silvestres	adversa	pouco provável	AID	fraca	imediate	temporário	reversível

(fonte: BECK DE SOUZA ENGENHARIA LTDA, 2008a)

Quadro 12 – Barragem Jaguari: impactos ambientais sobre o meio biótico durante a fase de operação

Impactos	Escala de Atributos						
	Natureza	Probabilidade	Abrangência	Magnitude	Momento	Duração	Reversibilidade
Alteração na comunidade de peixes	adversa	certeza	AID	moderada	médio prazo	permanente	reversível
Ampliação de habitat aquáticos	benéfica	certeza	AID	moderada	médio prazo	permanente	irreversível
Proliferação de macrófitas aquáticas	adversa	muito provável	AID	moderada	médio prazo	permanente	reversível
Alteração na composição da vegetação terrestre	adversa	muito provável	AID	forte	longo prazo	Permanente	reversível
Contaminação da fauna por defensivos	adversa	muito provável	AID/AII	fraca	médio prazo	permanente	reversível
Alteração das vazões do arroio Jaguari	adversa	certeza	AID	moderada	médio prazo	permanente	reversível

(fonte: BECK DE SOUZA ENGENHARIA LTDA, 2008a)

Quadro 13 – Barragem Jaguari: impactos ambientais sobre o meio antrópico

Impactos	Escala de Atributos						
	Natureza	Probabilidade	Abrangência	Magnitude	Momento	Duração	Reversibilidade
Expectativas dos atingidos	adversa	certeza	AID	moderada	imediatos	temporário	reversível
Desapropriação de Terras	adversa	certeza	AID	forte	imediatos	permanente	reversível
Alteração no uso do solo	adversa	certeza	AID	fraca	imediatos	permanente	reversível
Pressão na infraestrutura	adversa	certeza	AID	moderada	imediatos	temporário	reversível
Aquecimento da economia	benéfica	certeza	AID/AII	moderada	imediatos	temporário	irreversível
Alteração da paisagem	adversa	certeza	AID	forte	imediatos	permanente	reversível
Garantia na oferta de água	benéfica	certeza	AID/AII	forte	médio prazo	permanente	irreversível

(fonte: BECK DE SOUZA ENGENHARIA LTDA, 2008a)

5.3 BARRAGEM DE USOS MÚLTIPLOS E SISTEMAS ASSOCIADOS NO ARROIO TAQUAREMBÓ

O reservatório no arroio Taquarembó possui as mesmas finalidades do projeto de Jaguari, mudando apenas a localização para a cidade de Dom Pedrito/RS. O projeto destaca, também a utilização da água como vetor de desenvolvimento, promovendo o suprimento de água para um potencial de irrigação que se estende por mais de 35.000 hectares.

Como AID do empreendimento, foi definida uma área de 227.285 ha, abrangendo os seguintes itens (BECK DE SOUZA ENGENHARIA LTDA, 2008b):

- a) barramento;

- b) reservatório;
- c) área de proteção permanente (APP);
- d) área beneficiada para irrigação;
- e) canal principal;
- f) estação de bombeamento de água bruta;
- g) adutora de água bruta;
- h) bacia hidrográfica do arroio Taquarembó;
- i) área urbana da cidade de Dom Pedrito;
- j) propriedades atingidas;
- k) área de várzea, desde a cidade de Dom Pedrito até a foz do rio Santa Maria junto ao rio Ibicuí.

Já a AII do projeto, para os meios físico e biótico, foi considerada a área da bacia hidrográfica do rio Santa Maria (15.729,96 km²); para o meio socioeconômico, considera-se a área dos municípios atingidos pelo empreendimento, correspondendo a Dom Pedrito, Lavras do Sul, São Gabriel, Rosário do Sul e Cacequi.

A seguir, descreve-se a metodologia utilizada, a infraestrutura necessária a implantação do projeto, e a descrição dos impactos ambientais citados no estudo.

5.3.1 Infraestrutura e Obras

A barragem em análise representa um estrangulamento do vale do arroio Taquarembó em seu curso médio, na divisa dos municípios de Dom Perito e Lavras do Sul, a jusante do Passo do Guterres. A obra é de gravidade constituída de um maciço em concreto rolado (CCR) com vertedouro frontal e com um dissipador tipo concha (*rollerbucket*). O vertedouro está localizado na margem esquerda junto à tomada de água. A barragem desenvolve-se numa extensão de 330 m, atingindo altura máxima sobre o terreno natural de 31 m, em sua parte central. A adoção de CCR no lugar de concreto-massa, deve-se ao menor custo, podendo, em função dos equipamentos e do cronograma apresentado pelo construtor, ser modificado para concreto-massa.

O talude de montante do corpo da barragem será vertical, enquanto que o talude de jusante terá uma declividade de 1,00:0,75 (V:H). O coroamento terá largura de 5,0 m. A barragem

terá a largura da base variável e definida segundo a condição da rocha de fundação, conferindo, assim, a estabilidade necessária à segurança da estrutura.

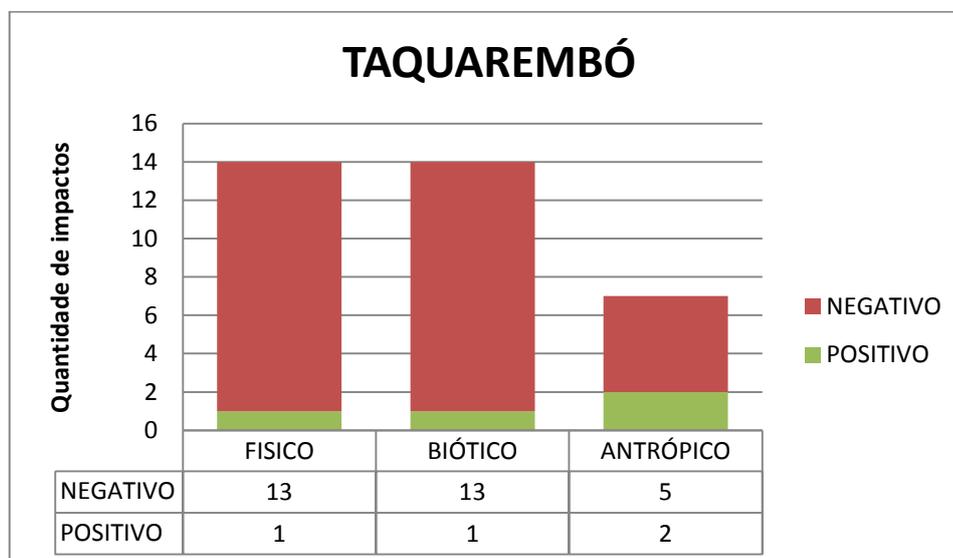
5.3.2 Metodologia de AIA utilizada

O EIA de Taquarembó, por ter sido realizado pela mesma empresa que desenvolveu o EIA de Jaguari, utiliza-se da mesma metodologia de avaliação de impactos ambientais, ou seja, a tipo *check-list*. Os indicadores utilizados podem ser vistos no quadro 9 (item 5.2.2).

5.3.3 Impactos Observados

O EIA considerou os mesmos tipos de impactos que os de Jaguari. Na figura 7, tem-se o resumo dos impactos por meio afetado.

Figura 7 – Resumo dos impactos ambientais, por tipo de meio atingido, da Barragem Taquarembó



(fonte: elaborado pelo autor)

Os impactos levantados estão descritos nos quadros 14 a 17, para os meios físico, biótico e antrópico. O meio biótico também teve impactos considerados tanto para a fase de implantação quanto para a de operação.

Quadro 14 – Barragem Taquarembó: impactos ambientais sobre o meio físico

Impactos	Escala de Atributos						
	Natureza	Probabilidade	Abrangência	Magnitude	Momento	Duração	Reversibilidade
Alteração climática	adversa	muito provável	AID	fraca	médio prazo	permanente	irreversível
Instabilidade de encostas	adversa	pouco provável	AID	fraca	imediate	temporário	reversível
Perda de bens minerais	adversa	certeza	AID	fraca	imediate	permanente	irreversível
Alteração no relevo	adversa	certeza	AID	forte	imediate	permanente	irreversível
Geração de sedimentos	adversa	muito provável	AID	fraca	imediate	temporário	reversível
Erosão e assoreamento	adversa	pouco provável	AID	fraca	imediate	temporário	reversível
Alteração das águas subterrâneas.	adversa	pouco provável	AII	fraca	longo prazo	temporário	reversível
Abalos sísmicos	adversa	pouco provável	AID	fraca	imediate	temporário	reversível
Perda de áreas agrícolas	adversa	certeza	AID	moderada	imediate	permanente	irreversível
Degradação dos solos	adversa	muito provável	AID	moderada	médio prazo	permanente	reversível
Regularização de vazões	benéfica	certeza	AID/AII	forte	médio prazo	permanente	irreversível
Carreamento de sólidos e contaminantes	adversa	certeza	AID	forte	imediate	temporário	reversível
Mudança de regime lótico para lântico	adversa	certeza	AID	forte	médio prazo	permanente	reversível
Estratificação térmica	adversa	certeza	AID	moderada	médio prazo	cíclico	irreversível

(fonte: BECK DE SOUZA ENGENHARIA LTDA, 2008b)

Quadro 15 – Barragem Taquarembó impactos ambientais sobre o meio biótico durante a fase de implantação

Impactos	Escala de Atributos						
	Natureza	Probabilidade	Abrangência	Magnitude	Momento	Duração	Reversibilidade
Supressão de vegetação lenhosa	adversa	certeza	AID	moderada	imediatos	permanente	reversível
Inundação de afloramentos rochosos com cactáceas	adversa	certeza	AID	fraca	imediatos	permanente	reversível
Mortandade de peixes	adversa	certeza	AID	forte	imediatos	temporário	reversível
Afugentamento da fauna silvestre	adversa	certeza	AID	moderada	imediatos	temporário	reversível
Perda de locais de nidificação	adversa	certeza	AID	forte	imediatos	permanente	reversível
Perda de habitat da fauna	adversa	certeza	AID	forte	imediatos	temporário	reversível
Acidentes com animais peçonhentos	adversa	muito provável	AID	moderada	imediatos	temporário	reversível
Caça e captura de animais silvestres	adversa	pouco provável	AID	fraca	imediatos	temporário	reversível

(fonte: BECK DE SOUZA ENGENHARIA LTDA, 2008b)

Quadro 16 – Barragem Taquarembó: impactos ambientais sobre o meio biótico durante a fase de operação

Impactos	Escala de Atributos						
	Natureza	Probabilidade	Abrangência	Magnitude	Momento	Duração	Reversibilidade
Alteração na comunidade de peixes	adversa	certeza	AID	moderada	médio prazo	permanente	reversível
Ampliação de habitat aquáticos	benéfica	certeza	AID	moderada	médio prazo	permanente	irreversível
Proliferação de macrófitas aquáticas	adversa	muito provável	AID	moderada	médio prazo	permanente	reversível
Alteração na composição da vegetação terrestre	adversa	muito provável	AID	forte	longo prazo	permanente	reversível
Contaminação da fauna por defensivos	adversa	muito provável	AID/AII	fraca	médio prazo	permanente	reversível
Alteração das vazões do arroio Taquarembó	adversa	certeza	AID	moderada	médio prazo	permanente	reversível

(fonte: BECK DE SOUZA ENGENHARIA LTDA, 2008b)

Quadro 17 – Barragem Taquarembó: impactos ambientais sobre o meio antrópico

Impactos	Escala de Atributos						
	Natureza	Probabilidade	Abrangência	Magnitude	Momento	Duração	Reversibilidade
Expectativas dos atingidos	adversa	certeza	AID	moderada	imediatos	temporário	reversível
Desapropriação de Terras	adversa	certeza	AID	forte	imediatos	permanente	reversível
Alteração no uso do solo	adversa	certeza	AID	fraca	imediatos	permanente	reversível
Pressão na infraestrutura	adversa	certeza	AID	moderada	imediatos	temporário	reversível
Aquecimento da economia	benéfica	certeza	AID/AII	moderada	imediatos	temporário	irreversível
Alteração da paisagem	adversa	certeza	AID	forte	imediatos	permanente	reversível
Garantia na oferta de água	benéfica	certeza	AID/AII	forte	médio prazo	permanente	irreversível

(fonte: BECK DE SOUZA ENGENHARIA LTDA, 2008b)

5.4. PROJETO PONTAL NORTE

O Projeto Pontal Norte corresponde a área Norte do Projeto Pontal, que inclui, também, uma área ao sul denominada Projeto Pontal Sul. Os projetos preveem o desenvolvimento hidroagrícola da Região onde se inserem a partir do emprego da irrigação. A área Norte está localizada no extremo oeste do Estado de Pernambuco, na zona rural do município de Petrolina/PE, compreendendo em uma área total de 11.764 ha. A sua localização pode ser visualizada na figura 8.

Figura 8 – Localização do Projeto Pontal Norte



(fonte: PROJETOS TÉCNICOS LTDA, 2007, p. 4)

Estes projetos se interligam tanto na concepção das obras de infraestrutura de uso comum, quanto nos objetivos finais, visto que ocupam o mesmo ambiente pedológico, ou seja, a mesma abrangência de solos agricultáveis, separados apenas pelo riacho Pontal, afluente da margem esquerda do rio São Francisco.

Como área de influência direta (AID), as mesmas foram separadas por meio, sendo elas (PROJETOS TÉCNICOS LTDA, 2007, p. 132):

- a) físico: bacia do riacho Pontal, inserida nos municípios de Petrolina e Lagoa Grande;
- b) biótico: todos os canais de irrigação;
- c) antrópico: área diretamente afetada – limite do município.

A área de influência indireta (AII), também foi considerada para cada meio (PROJETOS TÉCNICOS LTDA, 2007, p. 132):

- a) físico: bacia do riacho Pontal, inserida nos municípios de Petrolina e Lagoa Grande;
- b) biótico: entorno do empreendimento Pontal Norte e Sul;
- c) antrópico: área do empreendimento e limites municipais de Petrolina e Lagoa Grande.

5.4.1 Infraestrutura e Obras

O EIA do projeto Pontal Norte foi o que melhor destacou a infraestrutura do empreendimento. No projeto, pôde-se observar um conjunto de obras e serviços com sistema (PROJETOS TÉCNICOS LTDA, 2007):

- a) de captação/adução;
- b) de condução;
- c) de distribuição;
- d) de drenagem;
- e) viário;
- f) de suprimento de energia;
- g) de automação e controle.

O sistema de adução compreende uma captação associada a estação de bombeamento (EB-01), que recalca as vazões de projeto para o canal de condução principal. O sistema de condução, que se encontra construído, compreende um Canal de Condução, que se estende desde a EB-01 até a Tomada D'água TA-024. Para vencer os desníveis das áreas irrigáveis, foram previstos ao longo deste canal, duas outras Estações de Bombeamento, a EB-02 e a EB-03, e diversas outras estruturas operacionais. O sistema de condução do Projeto Pontal Norte é constituído de dois sistemas independentes, um para atendimento da Mancha 23, a primeira na sequência de atendimento e outro para atendimento da Mancha 20. Ao final do Canal Adutor foi prevista a EB-04 com capacidade máxima de $3,2\text{m}^3/\text{s}$, tendo os seguintes níveis operacionais: 391,5m para sucção e 420,1m ao final do recalque (RS-12).

A EB-04 foi projetada para instalação ao tempo, com bombas de eixo vertical em poço úmido, casa de comando abrigada e recalque composto de duas tubulações paralelas, em aço carbono. O número de conjuntos moto-bomba será de quatro unidades operando sem reserva com capacidade total de 2.000 CV.

5.4.2 Metodologia de AIA utilizada

O projeto Pontal Norte utilizou-se de metodologia semelhante àquelas utilizada nos EIA previamente discutidos. A equipe técnica utilizou fichas de identificação de impactos

ambientais, que serviram de base para a elaboração de uma listagem de impactos para os meios físico, biótico e antrópico. Os indicadores utilizados estão descritos no quadro 18.

Da listagem, foi montada a matriz de interdependência, classificando cada impacto quanto à intensidade, magnitude e grau de importância no contexto ambiental. Estes impactos foram classificados quanto à probabilidade de ocorrência em quatro etapas distintas:

- a) passivo (sem a obra);
- b) fase de planejamento;
- c) fase de instalação;
- d) fase de operação.

Diferentemente dos outros EIA analisados, os impactos descritos na matriz de interdependência aparecem interagindo com mais de um meio, ao invés de se ter impactos específicos para cada um dos três. Isso se deve pois os elementos levantados na listagem foram cruzados entre si, através de uma análise matricial, gerando-se **fatores ambientais**, que consistem em diferentes impactos que interagem em variados meios.

Quadro 18 – Indicadores adotados para classificação de impactos do Projeto Pontal Norte

Indicador	Tipo de Impacto	Descrição
Natureza	Adverso	Ação resulta na melhoria da qualidade de um fator
	Benéfico	Ação resulta em danos à qualidade de um fator
Forma	Direto	Resulta de uma simples relação de causa e efeito
	Indireto	Reação secundária em relação à ação ou quando é parte de uma cadeia de reações
Abrangência	Local	Ação afeta apenas o próprio sítio e suas imediações
	Regional	O efeito se propaga por uma área e suas imediações
	Estratégico	É afetado um componente ou recurso ambiental de importância coletiva ou nacional
Duração	Imediato	O efeito surge no instante em que se dá a ação
	Médio e longo prazo	O efeito se manifesta depois de certo tempo após a ação

continua

continuação

Indicador	Tipo de Impacto	Descrição
Persistência	Temporário	O efeito permanece por tempo determinado
	Permanente	Uma vez executada a ação, os efeitos não cessam de se manifestar
Reversibilidade	Reversível	O parâmetro pode retornar à sua condição original
	Irreversível	O parâmetro não consegue retornar às suas condições originais
Probabilidade de ocorrência	Remota	Chances remotas de ocorrer modificação na característica do indicador
	Provável	Leve probabilidade de ocorrência de modificações nas características do indicador
	Muito provável	Elevada probabilidade de ocorrerem modificações nas características do indicador
	Certa	Assegura-se que haverá modificações nas características do indicador
Magnitude	Muito Alta	As modificações serão de grande magnitude
	Alta	As modificações serão de alta magnitude
	Moderada	As modificações serão de média magnitude
	Baixa	As modificações serão de baixa magnitude

(fonte: adaptado de PROJETOS TÉCNICOS LTDA, 2007)

5.4.3 Impactos Observados

Ao todo, foram identificados 77 impactos decorrentes do planejamento, implantação e operação do Projeto Pontal Norte. Parte destes impactos, no entanto, provém do passivo da área, sendo estes doze impactos negativos e seis positivos.

Na fase de planejamento foram identificados dois impactos negativos, resultantes da geração de expectativas entre os moradores com a ideia do Projeto e a possibilidade de serem reassentados em decorrência da implantação do Pontal Norte. Os demais impactos não foram considerados por se constituírem passivos ambientais que se mantêm ainda nesta fase do empreendimento, não havendo, em função do planejamento nenhuma alteração ou melhora nestes parâmetros. Na fase de instalação foram previstos 47 impactos negativos e oito positivos e, na fase de operação, 55 impactos negativos e nove positivos.

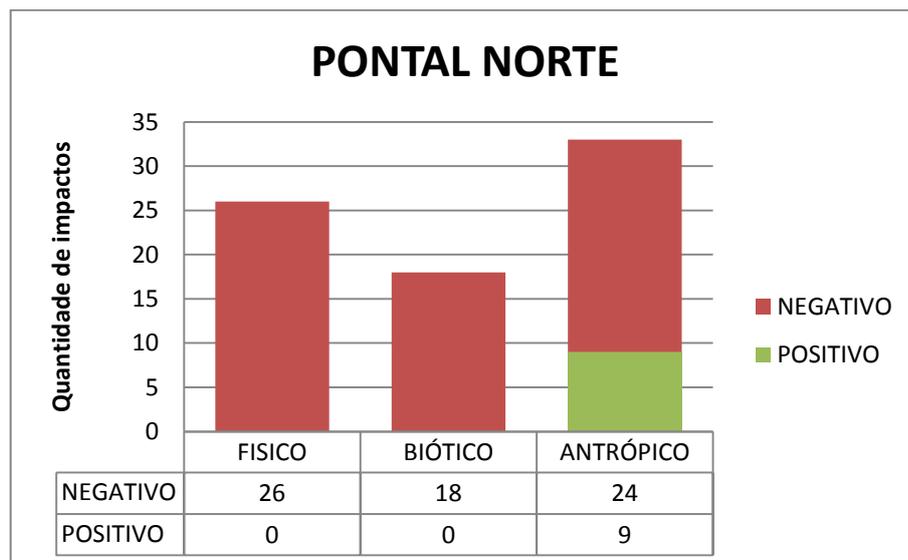
O resumo dos impactos por fase do empreendimento e por meio afetado pode ser observado no quadro 19 e na figura 9, respectivamente.

Quadro 19 – Resumo dos impactos do Projeto Pontal Norte

Ações que apresentam possibilidade de afetar parâmetros dos meios físico, biótico e antrópico		
	Negativo	Positivo
Sem a obra – passivo	12	06
Fase de planejamento	02	00
Fase de instalação	47	08
Fase de operação	55	09

(fonte: PROJETOS TÉCNICOS LTDA, 2007)

Figura 9 – Resumo dos impactos do Projeto Pontal Norte por meio



(fonte: elaborado pelo autor)

Devido ao método utilizado para a elaboração da matriz de impactos, algumas discrepâncias foram observadas, como, por exemplo, a consideração do impacto Agricultura Irrigada (técnicas) como sendo negativo para os três meios. De fato, para os meios físico e biótico os efeitos serão negativos, mas o mesmo não se aplica ao meio antrópico, haja vista que a aplicação de técnicas para agricultura irrigada é justamente o objetivo principal do empreendimento.

Os impactos esperados para a área do Projeto Pontal Norte podem ser vistos nos quadros 20 a 22, separados por meio impactado. Vale ressaltar que, por alguns impactos abrangerem mais de um meio, os mesmos aparecem também em mais de um quadro.

Quadro 20 – Impactos ambientais do Projeto Pontal Norte sobre o meio físico.

Impactos	Escala de Atributos							
	Natureza	Forma	Duração	Persistência	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Probabilidade
Agricultura irrigada	adversa	direto	imediatos	permanente	irreversível	regional	muito alta	certa
Modificação das formas de uso/ocupação	adversa	direto	curto	permanente	irreversível	local	alta	certa
Alteração da cobertura vegetal	adversa	direto	imediatos	permanente	irreversível	regional	alta	provável
Efeitos da pluviosidade	adversa	indireto	longo	cíclico	irreversível	local	alta	certa
Obras de infraestrutura	adversa	direto	imediatos	permanente	irreversível	local	alta	certa
Solo exposto	adversa	direto	curto	cíclico	reversível	local	moderada	muito provável
Aumento da densidade populacional	adversa	indireto	curto	permanente	irreversível	regional	alta	muito provável
Instalação de canteiro de obras	adversa	direto	curto	temporário	reversível	local	moderada	certa
Qualidade da água	adversa	indireto	curto	permanente	reversível	local	moderada	provável
Poluição dos mananciais	adversa	indireto	longo	permanente	reversível	regional	moderada	provável
Alteração do solo	adversa	direto	curto	cíclico	reversível	local	moderada	muito provável

continua

continuação

Impactos	Escala de Atributos							
	Natureza	Forma	Duração	Persistência	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Probabilidade
Movimentação de terra	adversa	direto	imediato	temporário	irreversível	local	moderada	certa
Erosão pluvial	adversa	indireto	curto	cíclico	reversível	local	moderada	provável
Escoamento superficial concentrado	adversa	indireto	curto	cíclico	reversível	local	moderada	provável
Extração mineral	adversa	direto	imediato	cíclico	reversível	local	moderada	certa
Melhoria na infraestrutura	benéfica	indireto	curto	permanente	irreversível	regional	moderada	muito provável
Fontes de poluição diluídas / jusante	adversa	direto	curto	permanente	reversível	local	moderada	muito provável
Compactação do solo	adversa	direto	curto	cíclico	reversível	local	moderada	muito provável

(fonte: adaptado de PROJETOS TÉCNICOS LTDA, 2007)

Quadro 21 – Impactos ambientais do Projeto Pontal Norte sobre o meio biótico.

Impactos	Escala de Atributos							
	Natureza	Forma	Duração	Persistência	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Probabilidade
Agricultura irrigada	adversa	direto	imediate	permanente	irreversível	regional	muito alta	certa
Modificação das formas de uso e ocupação	adversa	direto	curto	permanente	irreversível	local	alta	certa
Ocupação e uso das glebas	adversa	direto	curto	permanente	irreversível	local	alta	certa
Alteração da cobertura vegetal	adversa	direto	imediate	permanente	irreversível	regional	alta	provável
Efeitos da pluviosidade	adversa	indireto	longo	cíclico	irreversível	local	alta	certa
Erradicação da flora nativa	adversa	direto	imediate	permanente	irreversível	local	alta	certa
Obras de infraestrutura	adversa	direto	imediate	permanente	irreversível	local	alta	certa
Solo exposto	adversa	direto	curto	cíclico	reversível	local	moderada	muito provável
Aumento da densidade populacional	adversa	indireto	curto	permanente	irreversível	regional	alta	muito provável
Alteração do solo	adversa	direto	curto	cíclico	reversível	local	moderada	muito provável
Movimentação de terra	adversa	direto	imediate	temporário	irreversível	local	moderada	certa
Biodiversidade da flora	adversa	indireto	imediate	permanente	irreversível	regional	moderada	certa
Erosão pluvial	adversa	indireto	curto	cíclico	reversível	local	moderada	provável
Áreas de reserva legal averbadas	adversa	indireto	imediate	temporário	reversível	local	moderada	remota

continua

continuação

Impactos	Escala de Atributos							
	Natureza	Forma	Duração	Persistência	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Probabilidade
Espécies endêmicas da flora	adversa	direto	imediatto	permanente	irreversível	local	moderada	certa
Biodiversidade da fauna	adversa	indireto	imediatto	permanente	irreversível	regional	moderada	muito provável
Compactação do solo	adversa	direto	curto	cíclico	reversível	local	moderada	muito provável
Corte de arvores em APP	adversa	direto	imediatto	permanente	irreversível	local	moderada	provável
Alteração da comunidade planctônica	adversa	indireto	curto	cíclico	reversível	local	moderada	muito provável
Cultivo culturas de vazante	adversa	direto	curto	permanente	irreversível	regional	moderada	provável

(fonte: adaptado de PROJETOS TÉCNICOS LTDA, 2007)

Quadro 22 – Impactos ambientais do Projeto Pontal Norte sobre o meio antrópico.

Impactos	Escala de Atributos							
	Natureza	Forma	Duração	Persistência	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Probabilidade
Agricultura irrigada	benéfico	direto	imediate	permanente	irreversível	regional	muito alta	certa
Modificação das formas de uso e ocupação	benéfico	direto	curto	permanente	irreversível	local	alta	certa
Ocupação e uso das glebas	adverso	direto	curto	permanente	irreversível	local	alta	certa
Risco ao patrimônio cultural	adverso	indireto	longo prazo	permanente	reversível	regional	alta	certa
Alteração da estrutura fundiária	adverso	direto	curto	permanente	irreversível	local	moderada	certa
Aumento da densidade populacional	adverso	indireto	curto	permanente	irreversível	regional	alta	muito provável
Instalação de canteiro de obras	adverso	direto	curto	temporário	reversível	local	moderada	certa
Dinamização da economia regional	benéfico	indireto	curto	permanente	irreversível	regional	moderada	certa
Qualidade da água	adverso	indireto	curto	permanente	reversível	local	moderada	provável
Poluição dos mananciais	adverso	indireto	longo	permanente	reversível	regional	moderada	provável
Risco ao patrimônio arqueológico	adverso	indireto	imediate	cíclico	reversível	regional	moderada	provável
Melhoria na infraestrutura física	benéfico	indireto	curto	permanente	irreversível	regional	moderada	muito provável

continua

continuação

Impactos	Escala de Atributos							
	Natureza	Forma	Duração	Persistência	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Probabilidade
Melhoria da qualidade de vida	benéfico	indireto	curto	permanente	irreversível	regional	moderada	muito provável
Risco ao patrimônio histórico	adverso	indireto	curto	permanente	reversível	regional	moderada	provável
Possibilidade de valorização das terras	benéfico	direto	imediatos	permanente	irreversível	regional	moderada	certa
Fontes de poluição diluídas / jusante	adverso	direto	curto	permanente	reversível	local	moderada	muito provável
Geração de emprego e renda	benéfico	direto	imediatos	cíclico	irreversível	regional	moderada	certa
Aumento da arrecadação	benéfico	direto	imediatos	permanente	irreversível	regional	moderada	certa
Pecas arqueológicas de posse de moradores locais	adverso	indireto	curto	permanente	reversível	regional	moderada	provável
Cultivo culturas de vazante	adverso	direto	curto	permanente	irreversível	regional	moderada	provável

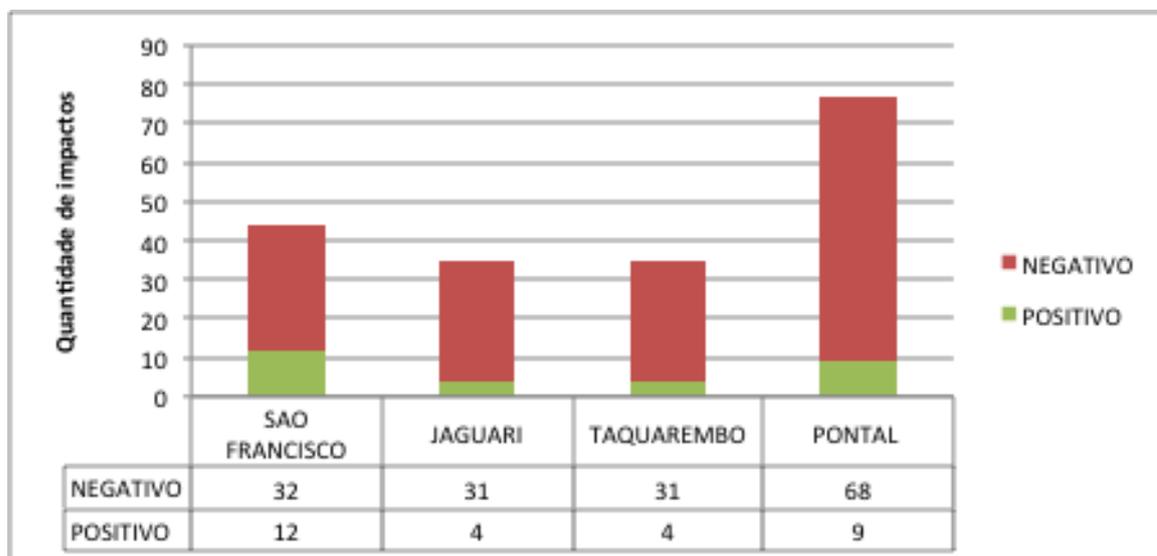
(fonte: adaptado de PROJETOS TÉCNICOS LTDA, 2007)

5.5 COMPARAÇÃO DOS ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Ao total, foram observados 29 impactos positivos e 162 impactos negativos distribuídos entre os quatro EIA. Conforme o esperado, a maioria dos impactos positivos ocorreram no meio antrópico, com destaque para o EIA do rio São Francisco, com dez impactos positivos. O meio biótico foi o que apresentou maior número de impactos negativos, com oito no total, o

que vai de acordo com o estudado, haja vista que a implantação destes sistemas de irrigação acaba por devastar e inundar áreas de porte significativo. Estes impactos estão sintetizados na figura 10.

Figura 10 – Impactos ambientais por EIA



(fonte: elaborado pelo autor)

Com relação aos impactos em si, os mais recorrentes foram:

a) meio físico,

- poluição da água;
- carreamento de sólidos;
- erosão do solo;
- degradação do solo;
- perda de áreas agrícolas;
- modificação no regime fluvial;

b) meio biótico,

- perdas de áreas de vegetação nativa;
- perda de habitat da fauna;
- diminuição/afugentamento da fauna terrestre;
- aumento das atividades de caça;
- acidentes com animais peçonhentos;
- modificação/depleção das comunidades biológicas aquáticas;

c) meio antrópico,

- aumento/garantia da oferta de água;
- dinamização da economia;
- geração de empregos e renda;
- alteração no uso do solo;
- tensões/expectativas da população;
- pressão na infraestrutura.

6 SISTEMATIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Para cada documento, fez-se uma análise do seu conteúdo e da avaliação de impactos ambientais apresentados. A análise foi realizada com base na metodologia utilizada pelo EIA São Francisco, tomando como referência os indicadores descritos na Resolução Conama n. 001/1986, discutidos nos capítulos anteriores, concomitantemente com a atribuição de valores a estes indicadores de forma a poder calcular a relevância destes impactos.

6.1 UNIFICAÇÃO DOS INDICADORES

Dado que os indicadores utilizados em cada EIA possuem pequenas variações, foi necessário, primeiramente, combiná-los de forma a ter-se dados unificados, que possam ser aplicados aos quatro EIA. Não foram necessárias grandes alterações, dado que a maioria dos indicadores eram os mesmos, sendo alguns apenas com nomenclaturas diferentes. Para atribuição dos valores, o trabalho se valeu dos mesmos utilizados pelo EIA do Projeto de Integração do rio São Francisco.

Dos indicadores utilizados nos EIA, apenas um foi descartado, o que tratava sobre a forma com a qual estes impactos se propagavam: como resultado de ação direta de causa e efeito, ou se é parte de uma cadeia de manifestações. Por este parâmetro não constar nos EIA de Jaguari e Taquarembó, apesar de constar na Resolução Conama n. 001/1986, optou-se por não utilizá-lo, de forma a ter-se indicadores que possam ser aplicados aos quatro estudos analisados.

Os indicadores unificados podem ser observados no quadro 23.

Quadro 23 – Indicadores e valores atribuídos

Indicador	Impacto	Valor atribuído
Natureza	Positivo	+1
	Negativo	-1
Duração	Permanente	2
	Temporário/Cíclico	1
Temporalidade	Imediato/Curto Prazo	2
	Médio/Longo prazo	1
Abrangência	Regional	2
	Local	1
Reversibilidade	Irreversível	2
	Reversível	1
Magnitude	Forte	4
	Moderada	3
	Fraca	2
Probabilidade	Alta	3
	Média	2
	Remota	1

(fonte: elaborado pelo autor)

6. 2 CÁLCULO DA RELEVÂNCIA

Tal qual o EIA do Projeto de Irrigação no Rio São Francisco, foi utilizada fórmula semelhante para o cálculo da relevância, sendo apenas retirada o item *forma* (F) da equação. A saber:

$$REL = N*(D+T+R+A)*M*P \quad (\text{fórmula 3})$$

Onde:

REL = relevância;

N = natureza;

D = duração;
 T = temporalidade;
 R = reversibilidade;
 A = abrangência;
 M = magnitude;
 P = probabilidade.

Portanto, a relevância poderá variar de -96 a -8, para os impactos negativos, e de 8 a 96 para os positivos. Os valores da relevância foram separados em cinco categorias, de acordo com o quadro 24.

Quadro 24 – Relevância, segundo o seu valor absoluto

Faixa	Classificação
8 a 24	Muito Pequena
25 a 44	Pequena
45 a 64	Média
65 a 84	Grande
85a 96	Muito Grande

(fonte: elaborado pelo autor)

A partir disto, foi possível calcular a relevância dos impactos levantados para cada EIA, de acordo com o meio a ser atingido, como pode ser observado nos próximos itens.

6.2.1 Meio Físico

O projeto Pontal Norte foi o que apresentou maiores valores de relevância aos impactos ambientais levantados, chegando a apresentar dois itens com valor máximo de relevância. O projeto de integração no Rio São Francisco surpreendeu por apresentar valores relativamente baixos, dado o tamanho do empreendimento, sendo que o maior valor foi atingido para um impacto positivo. Os resultados podem ser visualizados nas tabelas 3 a 5.

Tabela 3 – Classificação dos impactos do Projeto de Integração no rio São Francisco sobre o meio físico

Impactos	Relevância	Classificação
Instabilização de encostas marginais dos corpos d'água	-10	Muito Pequena
Início ou aceleração de processos erosivos e carreamento de sedimentos	-30	Pequena
Modificação do regime fluvial das drenagens receptoras	-63	Média
Alteração do comportamento hidrossedimentológico dos corpos d'água	-28	Pequena
Risco de eutrofização dos novos reservatórios	-30	Pequena
Melhoria da qualidade da água nas bacias receptoras	72	Grande
Aumento da recarga fluvial dos aquíferos	48	Média
Início ou aceleração dos processos de desertificação	-20	Muito Pequena
Modificação no regime fluvial do rio São Francisco	-42	Pequena
Perda de terras potencialmente agricultáveis	-42	Pequena

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 4 – Classificação dos impactos das barragens Jaguari e Taquarembó para o meio físico

Impactos	Relevância	Classificação
Alteração climática	-24	Muito Pequena
Instabilidade de encostas	-10	Muito Pequena
Perda de bens minerais	-42	Pequena
Alteração no relevo	-42	Pequena
Geração de sedimentos	-20	Muito Pequena
Erosão e assoreamento	-10	Muito Pequena
Alteração das águas subterrâneas.	-10	Muito Pequena
Abalos sísmicos	-10	Muito Pequena
Perda de áreas agrícolas	-63	Muito Pequena
Degradação dos solos	-30	Pequena
Regularização de vazões	84	Grande
Carreamento de sólidos	-60	Média
Mudança de regime lóxico para lântico	-60	Média
Estratificação térmica	-45	Média

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 5 – Classificação dos impactos do Projeto Pontal Norte sobre o meio físico

Impactos	Relevância	Classificação
Agricultura irrigada	-96	Muito Grande
Modificação das formas de uso e ocupação	-84	Grande
Alteração da cobertura vegetal	-64	Média
Efeitos da pluviosidade	-60	Média
Obras de infraestrutura	-84	Grande
Solo exposto	-45	Média
Aumento da densidade populacional	-96	Muito Grande
Instalação de canteiro de obras	-45	Média
Qualidade da água	-36	Pequena
Poluição dos mananciais	-36	Pequena
Alteração do solo	-45	Média
Movimentação de terra	-54	Média
Erosão pluvial	-30	Pequena
Escoamento superficial concentrado	-30	Pequena
Extração mineral	-45	Média
Melhoria na infraestrutura física	72	Grande
Fontes de poluição diluídas/jusante	-54	Média
Compactação do solo	-45	Média

(fonte: elaborado pelo autor)

6.2.2 Meio Biótico

Conforme esperado, no meio biótico foi percebida grande quantidade de impactos negativos e com valores de relevância significativamente altos. Os resultados podem ser observados nas tabelas 6 a 8.

Tabela 6 – Classificação dos impactos do Projeto de Integração do rio São Francisco sobre o meio biótico

Impactos	Relevância	Classificação
Perda e fragmentação de áreas de vegetação nativa e de habitat de fauna terrestre	-63	Média
Diminuição da diversidade de fauna terrestre	-24	Muito Pequena
Aumento das atividades de caça e diminuição das populações das espécies cinegéticas	-24	Muito Pequena
Modificação da composição das comunidades biológicas aquáticas nativas das bacias receptoras	-84	Grande
Depleção da biodiversidade das comunidades biológicas aquáticas nativas nas bacias receptoras	-72	Grande
Comprometimento do conhecimento da história biogeográfica dos grupos biológicos aquáticos nativos	-36	Pequena
Introdução de espécies de peixes potencialmente daninhas ao homem	-63	Média
Interferência sobre a pesca nos açudes receptores	-63	Média
Risco de proliferação de vetores	-24	Muito Pequena
Ocorrência de acidentes com animais peçonhentos	-20	Muito Pequena

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 7 – Classificação dos impactos das barragens Jaguari e Taquarembó sobre o meio biótico

Impactos	Relevância	Classificação
Supressão de vegetação lenhosa	-54	Média
Inundação de afloramentos rochosos com cactáceas	-36	Pequena
Mortandade de peixes	-60	Média
Afugentamento da fauna silvestre	-45	Média
Perda de locais de nidificação	-72	Grande
Perda de habitat da fauna	-60	Média
Acidentes com animais peçonhentos	-30	Pequena
Caça e captura de animais silvestres	-10	Muito Pequena
Alteração na comunidade de peixes	-45	Média
Ampliação de habitat aquáticos	54	Média
Proliferação de macrófitas aquáticas	-30	Pequena
Alteração na composição da vegetação terrestre	-40	Pequena
Contaminação da fauna por defensivos	-24	Muito Pequena
Alteração das vazões dos arroios	-45	Média

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 8 – Classificação dos impactos do Projeto Pontal Norte sobre o meio biótico

Impactos	Relevância	Classificação
Agricultura irrigada	-96	Muito Grande
Modificação das formas de uso e ocupação	-84	Grande
Ocupação e uso das glebas	-84	Grande
Alteração da cobertura vegetal	-64	Média
Efeitos da pluviosidade	-60	Média
Erradicação da flora nativa	-84	Grande
Obras de infraestrutura	-84	Grande
Solo exposto	-45	Média
Aumento da densidade populacional	-96	Muito Grande
Alteração do solo	-45	Média
Movimentação de terra	-54	Média
Biodiversidade da flora	-72	Grande
Erosão pluvial	-30	Pequena
Áreas de reserva legal averbadas	-15	Muito Pequena
Espécies endêmicas da flora	-63	Média
Biodiversidade da fauna	-72	Grande
Compactação do solo	-45	Média
Corte de árvores em APP	-42	Pequena
Alteração da comunidade planctônica	-45	Média
Cultivo culturas de vazante	-48	Média

(fonte: elaborado pelo autor)

6.2.3 Meio Antrópico

Os resultados para o meio antrópico (sintetizados nas tabelas 9 a 11), assim como nos estudos analisados individualmente, no seu conjunto, apresentaram impactos positivos de alta

relevância. O EIA do Projeto São Francisco foi o que apresentou maior quantidade de impactos positivos.

Tabela 9 – Classificação dos impactos do Projeto de Integração do rio São Francisco sobre o meio antrópico

Impactos	Relevância	Classificação
Introdução de tensões e riscos sociais	-54	Média
Ruptura de relações sócio-comunitárias	-54	Média
Interferências com populações indígenas	-63	Média
Risco de acidentes com a população	-20	Muito Pequena
Aumento das emissões de poeira	-20	Muito Pequena
Aumento e/ou aparecimento de doenças	-36	Pequena
Aumento da demanda por infraestrutura de saúde	-12	Muito Pequena
Perda de empregos e renda	-72	Grande
Geração de empregos e renda durante a implantação	72	Grande
Dinamização da economia regional	96	Muito Grande
Pressão sobre a infraestrutura urbana	-54	Média
Especulação imobiliária nas várzeas potencialmente irrigáveis no entorno dos canais	-30	Pequena
Risco de comprometimento do patrimônio cultural	-56	Média
Aumento da oferta e da garantia hídrica	96	Muito Grande
Aumento da oferta de água para abastecimento urbano	96	Muito Grande
Aumento da oferta de água das populações rurais	84	Muito Grande
Redução da exposição da população a situações emergenciais de seca	96	Muito Grande
Dinamização da atividade pecuária e incorporação de novas áreas ao processo produtivo	84	Muito Grande
Diminuição do êxodo rural e da emigração da região	54	Média
Redução da exposição a doenças e óbitos	72	Grande
Redução da pressão sobre infraestrutura de saúde	54	Média
Redução da geração de energia elétrica no rio São Francisco	-21	Muito Pequena
Diminuição de receitas municipais	-36	Pequena
Interferências com áreas de processos minerários	-21	Muito Pequena

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 10 – Classificação dos impactos do Projeto Pontal Norte sobre o meio antrópico

Impactos	Relevância	Classificação
Agricultura irrigada	96	Muito Grande
Modificação das formas de uso e ocupação	84	Grande
Ocupação e uso das glebas	-84	Grande
Risco ao patrimônio cultural	-72	Grande
Alteração da estrutura fundiária	-63	Média
Aumento da densidade populacional	-96	Muito Grande
Instalação de canteiro de obras	-45	Média
Dinamização da economia regional	72	Grande
Qualidade da água	-36	Pequena
Poluição dos mananciais	-36	Pequena
Risco ao patrimônio arqueológico	-36	Pequena
Melhoria na infraestrutura física	72	Grande
Melhoria da qualidade de vida	72	Grande
Risco ao patrimônio histórico	-42	Pequena
Possibilidade de valorização das terras	72	Grande
Fontes de poluição diluídas/jusante	-54	Média
Geração de emprego e renda	63	Média
Aumento da arrecadação	72	Grande
Peças arqueológicas de posse de moradores locais	-42	Pequena
Cultivo culturas de vazante	-48	Média

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 11 – Classificação dos impactos dos EIA Jaguari e Taquarembó para o meio antrópico

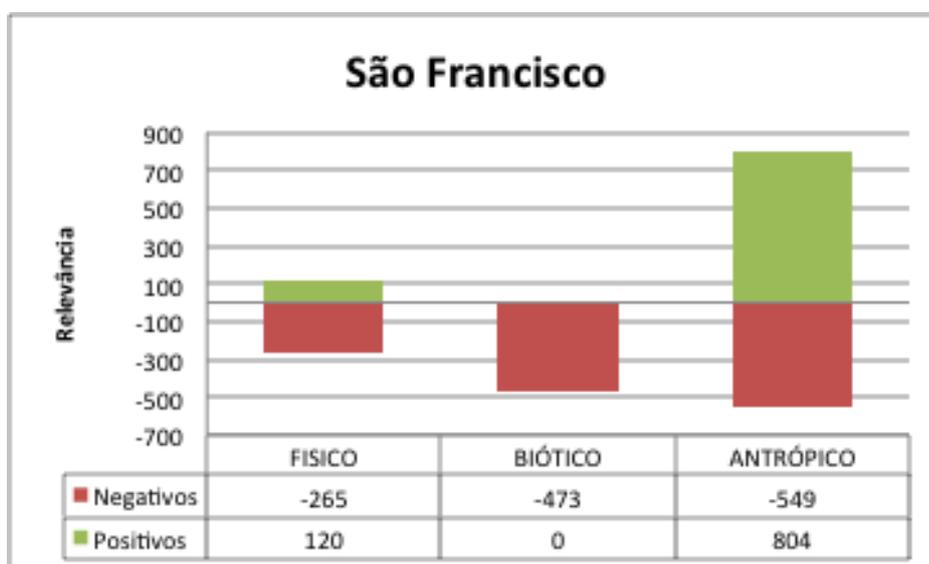
Impactos	Relevância	Classificação
Expectativas dos atingidos	-45	Média
Desapropriação de Terras	-72	Grande
Alteração no uso do solo	-36	Pequena
Pressão na infraestrutura	-45	Pequena
Aquecimento da economia	63	Média
Alteração da paisagem	-72	Grande
Garantia na oferta de água	84	Grande

(fonte: elaborado pelo autor)

6.3 ANÁLISE DA VIABILIDADE AMBIENTAL DOS EMPREENDIMENTOS

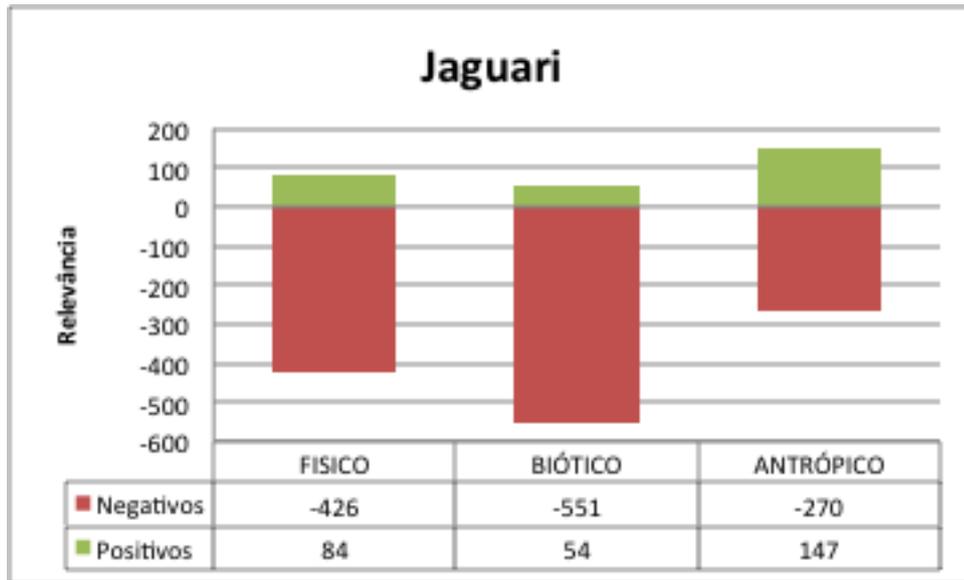
Com estes dados, torna-se possível verificar a viabilidade ambiental dos empreendimentos, acumulando-se os valores das relevâncias positivas e negativas e comparando-os. Inicialmente, fez-se a análise considerando todos os impactos levantados, separados por meio. Os resultados podem ser observados nas figuras 11 a 14.

Figura 11 – Relevância acumulada para o Projeto São Francisco



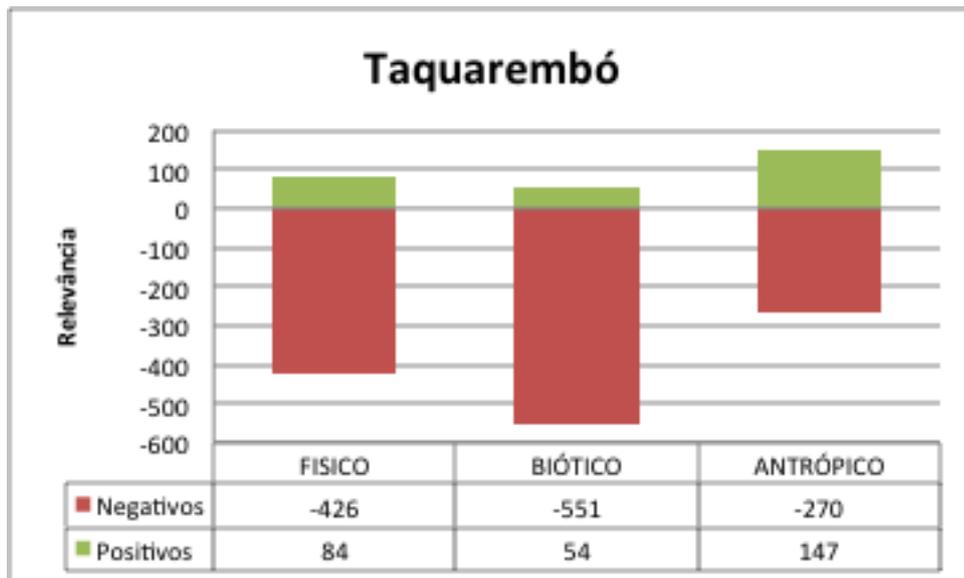
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 12 – Relevância acumulada para a Barragem Jaguari



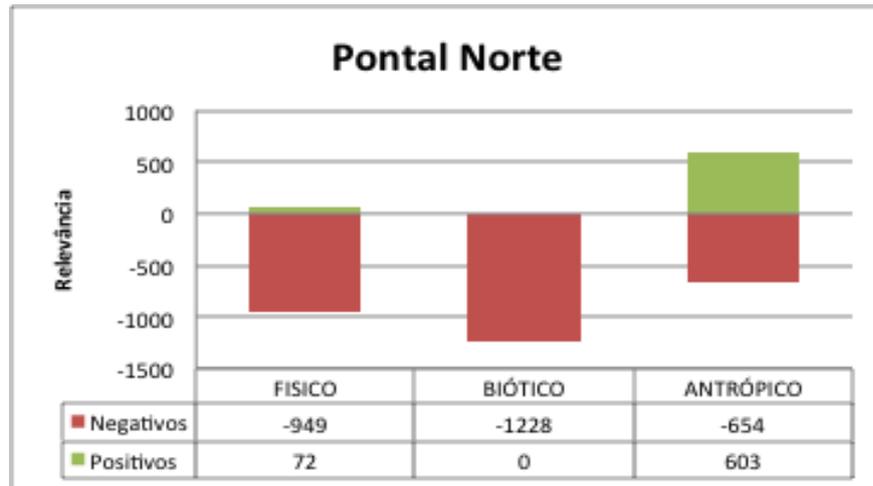
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 13 – Relevância acumulada para a Barragem Taquarembó



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 14 – Relevância acumulada para o Projeto Pontal Norte

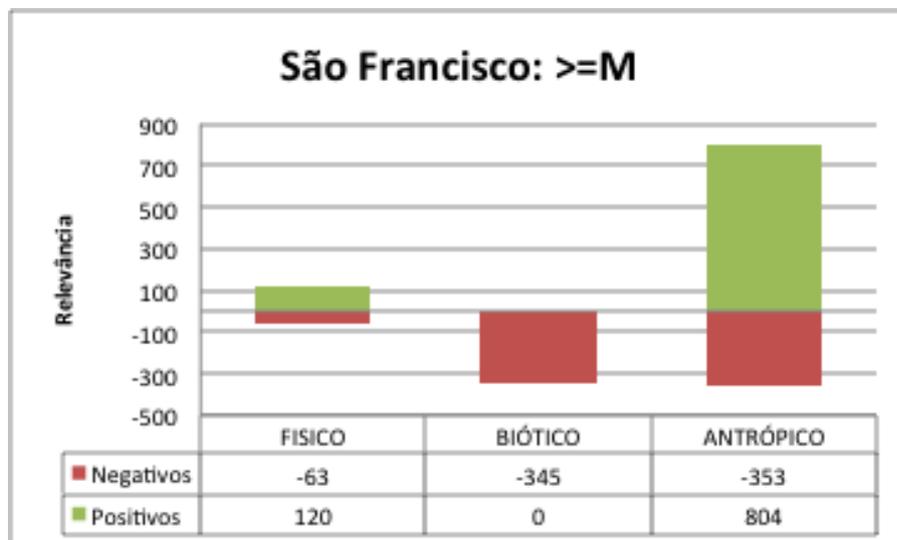


(fonte: elaborado pelo autor)

Considerando-se todos os impactos, percebe-se que os empreendimentos seriam inviáveis ambientalmente, já que os impactos negativos excedem, em larga escala, os positivos em todos os meios, com exceção do EIA do Projeto de Integração do rio São Francisco, que apresenta vantagem para os efeitos positivos no meio socioeconômico.

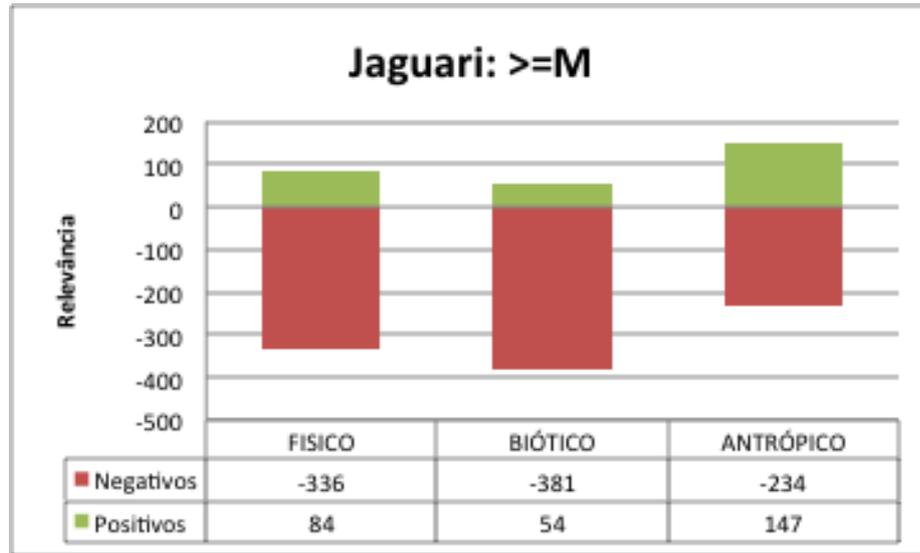
A partir disto, fez-se a análise focando nos impactos mais relevantes, desconsiderando-se, portanto, impactos classificados como muito pequenos ou pequenos. Os resultados são observados nas figuras 15 a 18.

Figura 15 – Relevância acumulada para o Projeto São Francisco, com classificação maior ou igual a MÉDIA



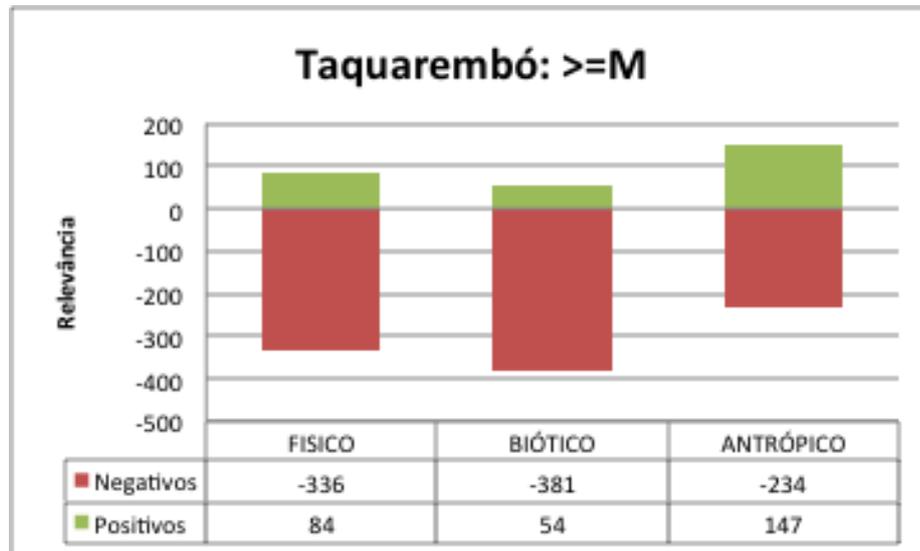
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 16 – Relevância acumulada para a Barragem Jaguari, com classificação maior ou igual a MÉDIA



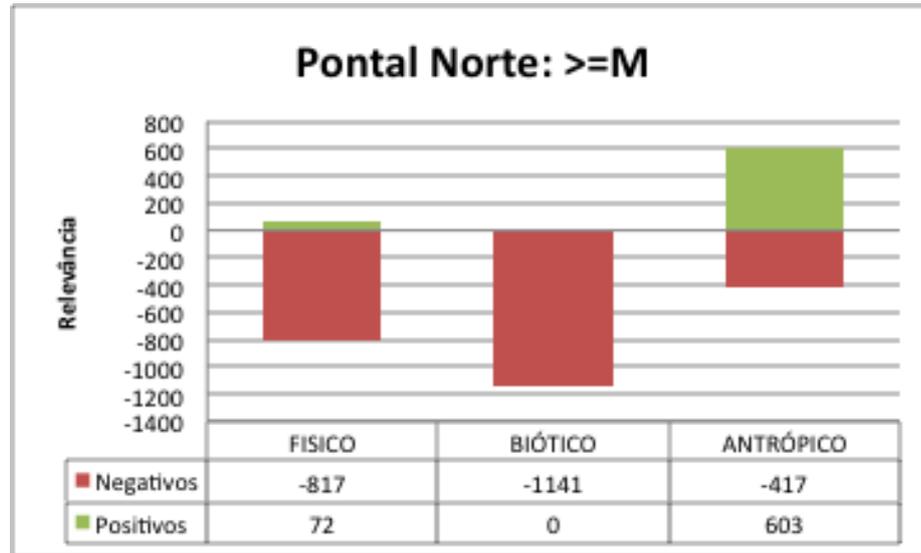
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 17 – Relevância acumulada para o Projeto Taquarembó, com classificação maior ou igual a MÉDIA



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 18 – Relevância acumulada para o Projeto Pontal Norte, com classificação maior ou igual a MÉDIA



(fonte: elaborado pelo autor)

A partir destas ponderações, nota-se que, apesar de apenas o EIA São Francisco mostrar vantagem global dos efeitos positivos em comparação aos negativos, os empreendimentos começam a se tornar mais atrativos tendo em vista os benefícios sobre os indicadores do meio antrópico. De fato, nota-se boa vantagem nos efeitos positivos nos EIA São Francisco e Pontal Norte, o que pode ser um ponto decisivo para a viabilidade ambiental destes empreendimentos. Por outro lado, não foi possível, com o método utilizado, verificar a viabilidade dos empreendimentos de Jaguari e Taquarembó, pois em todas as situações analisadas foram observados impactos adversos (negativos) em maior número e relevância do que os positivos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se os resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que, de fato, a irrigação causa impactos significativos no meio em que ela se instala, sendo estes tanto positivos quanto negativos. No entanto, os métodos analisados neste trabalho mostram que tais impactos nem sempre são bem avaliados.

Percebeu-se certa tendência a supervalorizar impactos positivos, tanto através da atribuição de valores altos para a magnitude, como ao levantar itens similares, que poderiam ser condensados em um único, como visto no EIA do Projeto São Francisco, que considerou três itens diferentes (e positivos) para um assunto similar, referente ao aumento da oferta e da garantia hídrica. Causou surpresa, também, que apenas o EIA do Projeto Pontal Norte tenha apresentado impactos com valores negativos máximos nos meios físico e biótico, ainda mais considerando-se a grandiosidade dos empreendimentos. No meio físico, aliás, excluindo-se o EIA do Projeto Pontal Norte, os maiores valores absolutos de relevância foram encontrados para impactos positivos.

O EIA do Projeto Pontal Norte foi o que apresentou maiores discrepâncias, se comparado com os outros projetos estudados. Boa parte disto foi devido ao método utilizado para montagem da matriz de avaliação de impactos, que foi elaborada utilizando-se de fatores ambientais, que causam mais de um efeito em mais de um meio. Ao se aplicar a técnica de sistematização adotada por este trabalho, os impactos listados acabam tendo um peso muito alto, além de se repetirem para mais de um meio, o que, com base neste trabalho, praticamente inviabiliza o empreendimento. A ideia de correlacionar os impactos para mais de um meio não pode ser considerada uma análise equivocada, já que, de fato, isto ocorre. Entretanto, a avaliação ambiental teria sido mais clara se fosse feita a separação por meio. Posteriormente, o EIA do Projeto Pontal Norte descreve com mais detalhes os impactos separados por meio e por fase de empreendimento, no entanto, o faz com base na matriz previamente citada.

Uma situação preocupante diz respeito aos EIA Jaguari e Taquarembó, que apresentaram resultados exatamente idênticos. Evidentemente que, por terem sido elaborados pela mesma empresa e por serem projetos semelhantes e próximos um do outro, esperava-se que os

resultados fossem semelhantes. No entanto, há diferenças entre os projetos, principalmente em relação às áreas de abrangência, logo, deveriam ser indicadas tais diferenças.

As limitações deste trabalho puderam ser percebidas principalmente a partir da segunda etapa da pesquisa, onde, devido a ausência de conhecimentos específicos fora da Engenharia Civil dificultou fazer uma análise mais adequada de alguns dos indicadores levantados pelos EIA, devido a multidisciplinaridade necessária para uma correta avaliação dos mesmos. Além disso, os diferentes métodos de avaliação de impactos de cada EIA dificultou a sistematização dos impactos ambientais. Outra questão, com relação à análise da viabilidade dos empreendimentos, foi que o trabalho não levou em conta as medidas mitigatórias de impactos negativos e as potencializadoras de positivos (que foram descritas nos EIA). Pode-se, em vista disso, propor que se proceda uma nova avaliação dos impactos adversos, a partir da implementação das medidas mitigadoras e compensatórias, onde poderia se obter os impactos ambientais líquidos do empreendimento, ou seja, com a adoção de medidas visando a atenuação dos mesmos.

Feitas as análises de relevância, foi possível observar quase todos os projetos apresentam maiores impactos negativos do que positivos, mesmo quando ignorando-se impactos de menor relevância. No entanto, isto não pode ser considerado como medida definitiva para verificar a viabilidade ou não dos empreendimentos, afinal, é de se esperar que os impactos negativos sobre os indicadores dos meios físico e biótico apresentem-se em larga escala. O que pode vir a ser o fiel da balança seriam, portanto, os benefícios que os empreendimentos trariam no meio socioeconômico, que podem, de fato, mudar para melhor a vida de toda uma população.

Como sugestão de pesquisa, fica, portanto, a ideia de se fazer uma análise da viabilidade ambiental de empreendimentos de irrigação a partir das medidas mitigatórias, haja vista que foi possível observar que alguns dos projetos estudados tornaram-se mais viáveis a partir da desconsideração de impactos de menor relevância (que, logicamente, seriam mais simples de se mitigar/potencializar). A criação de uma nova matriz de impactos, ponderados os efeitos mitigatórios/potencializadores, facilitaria, também, a visualização da viabilidade ambiental destes empreendimentos. A aplicação da metodologia desenvolvida neste trabalho em um número maior de EIA/RIMA também seria interessante, haja vista que isto permitiria ter uma

base de dados mais significativa, podendo-se melhor avaliar, desta forma, a aplicabilidade e validade deste método.

REFERÊNCIAS

BECK DE SOUZA ENGENHARIA LTDA. **Estudo de Impacto Ambiental para a barragem de usos múltiplos e sistemas associados do arroio Jaguari**. Porto Alegre: Fundação Estadual de Proteção ao Meio Ambiente, 2008a.

_____. **Estudo de Impacto Ambiental para a barragem de usos múltiplos e sistemas associados do arroio Taquarembó**. Porto Alegre: Fundação Estadual de Proteção ao Meio Ambiente, 2008b.

BERNARDO, S. Impacto ambiental da irrigação no Brasil. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO, 2., 2008, Fortaleza. **Anais eletrônicos...** Fortaleza: Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada, 2008, p. 1-13. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/imagens/winotec_2008/winotec2008_palestras/Impacto_ambiental_da_irrigacao_no_Brasil_Salassier_Bernardo_winotec2008.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Ministério do Meio Ambiente. Resolução 001, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF, 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 12 jun. 2012.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Resolução 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental. Brasília, DF, 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 12 jun. 2012.

COSTA, M. V.; CHAVES, P. S. V.; OLIVEIRA, F. C. Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 18., 2005, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, 2005, p. 1-15. Disponível em: <<http://galaxy.intercom.org.br:8180/dspace/bitstream/1904/17899/1/R0005-1.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2012.

ECOLOGY AND ENVIRONMENT DO BRASIL; AGRAR CONSULTORIA E ESTUDOS TÉCNICOS; JP MEIO AMBIENTE LTDA. **Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**: consolidação dos estudos ambientais. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2004a.

_____. **Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**: relatório de impacto ambiental. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2004b.

LEOPOLD, L. B.; CLARKE, F. E.; HANSHAW, B. B.; BALSLEY, J. R. A Procedure for Evaluating Environmental Impact. **Geological Survey Circular**, Washington, n. 645, p. 1-13, 1971. Disponível em:

<<http://eps.berkeley.edu/people/lunaleopold/%28118%29%20A%20Procedure%20for%20Evaluating%20Environmental%20Impact.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2012.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil: o estado das águas no Brasil**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 1999. Não paginado. Disponível em: <http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/irrigacao_000fl7vsa7f02wyiv80isprr5frxoq4.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2012.

NONNEMACHER, E. **Uso de instrumentos econômicos para incremento de eficiência na irrigação: aplicação na bacia do rio Pardo com rizicultura**. 2008. 93 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

OLIVEIRA, M. L. **Sistematização da análise de impactos ambientais em barragens**. 2009. 95 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

OLSON, D. C.; CLAY, D. E.; KYSAR, L. N. Planejamento geral de projetos de irrigação. **Manual de Irrigação**. Brasília: 1998. v. 1. Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/principal/publicacoes/publicacoes-atuais/pdf/planejamento.pdf>>. Acesso em 12 jun. 2012

PAULA JÚNIOR., F. de. Representação e Representatividade no SINGREH. In: PROGRAMA CIRCUITO DE DESENVOLVIMENTO DE CAPACIDADES EM COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICAS BRASILEIROS. 2008. Passo Fundo. Anais eletrônicos... Passo Fundo: Ministério do Meio Ambiente, 2008. Não paginado. Disponível em: <http://www.upf.br/coaju/download/ARrepresentacao_representatividade_singreh.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2012.

PROJETOS TÉCNICOS LTDA. **Estudo de Impacto Ambiental do Perímetro de Irrigação Pontal Norte**. Petrolina: CODEVASF, 2007. 3 v. Disponível em: <<http://www.pontal.org/documentos.html>>⁸. Acesso em: 12 jun. 2012.

RETSLAFF, F. A. S. ; OLIVEIRA, F. M. ; SANTOS, R. C. ; FARIA, A. B. C. . Avaliação do impacto ambiental de um incêndio florestal pelo método ad hoc. In: SEMANA DE INTEGRAÇÃO PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO, 2009, Irati. **Anais...** Irati: Unicentro, 2009. Não paginado.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente. **Decreto Lei 11.520**, de 3 de agosto de 2000. Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000. Não paginado. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/cgea/usu_doc/codigo_estadual_do_meio_ambiente_do_estado_do_rio_grande_do_sul.doc>. Acesso em: 12 jun. 2012.

⁸ Acesso ao trabalho: estando no site <<http://www.pontal.org/documentos.html>>, ir até o item <Estudos Ambientais>, <Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Pontal Norte> e clicar em cada link separadamente: <Vol. 1 Estudos Preliminares>, <Vol. 2 Diagnostico> e <Vol. 3 Impactos>

_____. Fundação Estadual de Proteção ao Meio Ambiente. Estudo de Impacto Ambiental (EIA)/Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), Porto Alegre: 2002. Não paginado. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/central/pdfs/eiarimainstabril2002.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2012.

RODRIGUES, G. S.; IRIAS, J. M. Considerações sobre os Impactos Ambientais da Agricultura Irrigada. **Circular Técnica EMBRAPA**, Jaguariúna, v. 7, jul. 2004. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/circular_7ID-cKH03Ez46o.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2012.

ROVERE, E. L. L. **Instrumentos de planejamento e gestão ambiental para a Amazônia, cerrado e pantanal**: demandas e propostas – metodologia de avaliação de impacto ambiental. Brasília: IBAMA, 2001. Disponível em: <<http://www.fag.edu.br/professores/praraujo/EAIA/metodologia%20de%20AIA.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2012

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Estado do Meio Ambiente. **IQA**: índice de qualidade das águas. São Paulo: nov. 2001. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/02.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2012.