

# **Análise *Ex Post* do Estudo de Impacto Ambiental: O Caso do Açude Atalho em Brejo Santo, Ceará**

## **Fernando Macedo Carneiro**

- Engenheiro Agrônomo
- Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará
- Professor do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará

## **Robério Telmo Campos**

- Doutor em Economia
- Professor Titular do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará
- Pesquisador do CNPq

---

## **Resumo**

Objetiva-se efetuar a análise *ex post* do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do reservatório Atalho, situado no Município de Brejo Santo, Ceará, Brasil. Desta forma, procura-se identificar a viabilidade ambiental do projeto, inicialmente preconizado, por meio da análise dos principais impactos ambientais decorrentes da sua implantação e operação. A avaliação de impacto empreendida foi conduzida segundo o método de avaliação ponderal desenvolvido por Bianchi, Nascimento e Gurgel Júnior, o qual resultou da evolução do método matricial proposto por Leopold. A análise global do empreendimento, que envolve os resultados obtidos para as áreas de influência física e funcional, demonstrou que, em sua versão original, o projeto apresenta uma soma de benefícios ponderados inferior ao conjunto das adversidades e das indefinições presenciadas, o que o caracteriza como indefinido ou mal concebido. A incorporação das medidas de proteção ambiental, no entanto, conseguiria reverter esse quadro, conduzindo o projeto para a situação favorável ao meio natural.

---

## **Palavras-chave:**

Impacto ambiental; Viabilidade ambiental; Açude Atalho; Avaliação *ex post*; Avaliação de Impacto ambiental.

## 1 – INTRODUÇÃO

As represas artificiais são formadas para satisfazer pelo menos um dos seguintes objetivos: abastecimento de água, regularização da vazão de rios, obtenção de energia elétrica, irrigação, navegação e/ou recreação.

Segundo Paiva (1982), a construção de açudes de maior porte no Nordeste brasileiro se iniciou na época do segundo império, sendo o primeiro grande açude o Cedro, no Município de Quixadá, Ceará. A construção de reservatórios se intensificou a partir de 1944/1945, quando houve um grande e drástico período de estiagem.

Ceballos (1995) destaca que, na região do semi-árido do Nordeste do Brasil, os açudes têm uma grande importância econômica e social. Nos períodos de estiagem, toda atividade humana depende desses mananciais e suas águas passam a ser utilizadas para múltiplos usos, tais como irrigação, dessedentação de animais, consumo humano e piscicultura.

Tundisi e Matsumura-Tundisi (1995) observaram que o número e o tamanho dos ecossistemas aquáticos artificiais têm aumentado em todas as regiões do globo, sendo a construção de represas uma das conseqüências do desenvolvimento industrial e do aumento da população. A construção de barragens, com a conseqüente formação de grandes lagos artificiais, produz diferentes alterações no ambiente, não apenas no aquático, mas também no ambiente terrestre adjacente (BAXTER, 1977). Essas modificações tanto podem ser benéficas como prejudiciais.

Estudos sobre o impacto ambiental causado pela criação dos grandes lagos artificiais brasileiros são escassos. Estudo desta natureza realizado por Balon (1974), na África, mostra significativo aumento de produção e da carga de nutrientes do sistema nos primeiros anos após o represamento, seguido de acentuada queda. De grande importância foi a constatação do aumento de diversidade de espécies que se tornou mais acentuada na fase de estabilização do ecossistema.

Pela legislação vigente, notadamente a Resolução nº 001 (23-01-86) do CONAMA, passaram a ser uma exigência os estudos de impactos ambientais quando da construção de grandes reservatórios; porém, alguns destes estudos foram feitos para atender essas formalidades, mas não deram a devida ênfase à identificação, aná-

lise e monitoramento de impactos ambientais negativos, o que vem redundando em sérios prejuízos ao longo e após a implantação e execução dos projetos.

Desta forma, propõe-se efetuar a avaliação *ex post* do Estudo de Impacto Ambiental, elaborado previamente à construção do açude, e analisar a aplicabilidade das Medidas de Proteção Ambiental (MPA) preconizadas na Resolução nº 01/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), para o caso específico do reservatório Atalho.

## 2 – METODOLOGIA

### 2.1 – Área de Abrangência do Estudo

O açude Atalho está localizado no Município de Brejo Santo, região do Cariri, sul do Estado do Ceará, e acerca de 14km da cidade de Jati, no sentido O-E. O açude está situado precisamente na localidade Cachoeirinha, cujas coordenadas são 7° 38' 30" de latitude sul e 38° 53' 35" de longitude oeste.

A bacia tem como afluente o riacho dos Porcos, que drena, praticamente, todas as águas da margem esquerda do rio Salgado, principal curso d'água da região.

O reservatório Atalho tem as seguintes características gerais:

- Capacidade ..... 108,2 milhões de m<sup>3</sup>
- Área da bacia hidrográfica ..... 2.264,00km<sup>2</sup>
- Área da bacia hidráulica (cota 426,0m) ..... 21,10km<sup>2</sup>
- Volume útil do reservatório (cota 418,83m /426m) ..... 135 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
- Volume máximo do reservatório ..... 395 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
- Cota do coroamento da barragem ..... 432,00m
- Altura máxima da barragem ..... 53,00m

### 2.2 – Justificativa da Escolha da Área Geográfica do Estudo

A construção do açude público Atalho teve como objetivo criar um reservatório que servisse de importante fonte hídrica para abastecimento da região do Cariri, Ceará, de bacia de amortecimento das enchentes ao longo do riacho dos Porcos, de bacia derivadora para captar, no futuro, as águas provenientes do rio São Francisco para a calha natural do riacho dos Porcos, alimentando, assim, a região semi-árida do Nordeste, além de criar

condições de um futuro aproveitamento do potencial energético proporcionado pela sua construção.

A área imediatamente a jusante da barragem é constituída por uma extensa planície que, em direção norte, se estende até a cidade de Milagres, Ceará, perfazendo uma área geográfica de cerca de 80.000 hectares, com grandes possibilidades para o seu aproveitamento com irrigação.

A escolha do açude Atalho, para ser usado no estudo de caso, levou em conta os seguintes aspectos:

- a) tratar-se de um reservatório de usos múltiplos com forte componente de desenvolvimento regional;
- b) o surgimento de impactos ambientais negativos, possivelmente, decorrentes de ações antrópicas no entorno do açude; e
- c) acesso relativamente fácil para obtenção dos dados necessários à implementação da análise.

## 2.3 – Fontes dos Dados

Os dados de origem secundária foram provenientes do Estudo de Impacto Ambiental ao Meio Ambiente do açude Atalho, tendo como fonte: Dnocs/Sirac, Projeto Executivo do Açude Atalho, Brejo Santo, Ceará, contidos no 1º Relatório de Andamento e Estudos Básicos, volume 1, Fortaleza, Ceará, 1988.

## 2.4 – Método de Análise

Em seguida, discorre-se sobre o método de análise para se terem respostas aos objetivos específicos do presente estudo.

Visando superar algumas deficiências apresentadas pelo Método de Leopold, bem como permitir a mensuração dos efeitos ambientais, foi desenvolvido por Bianchi, Nascimento e Gurgel Júnior (1989) o método de Avaliação Ponderal dos Impactos Ambientais (APIA), que se adota para as avaliações setoriais.

Na avaliação ponderal dos impactos ambientais proposta por Bianchi, Nascimento e Gurgel Júnior (1989), o projeto é considerado sob dois enfoques: “com” e “sem” a adoção de medidas de proteção ambiental. A análise é efetuada setorialmente para os meios abiótico, biótico e socioeconômico (antrópico) das áreas de inundação e de influência física do empreendimento e, de forma global, considerando as duas áreas de influência como um todo.

A ponderação dos impactos é feita com base nos pesos apresentados no Quadro 1.

A ponderação adota o emprego dos seguintes indicadores:

- a) Peso do Impacto Ambiental (PIA) é a soma dos pesos dos atributos, tomada como positiva (+), quando se tratar de impacto benéfico; negativa (-), quando se tratar de impacto adverso, ou indefinida ( $\pm$ ). Seu valor é calculado para cada célula matricial, da seguinte forma:

$$PIA = \begin{cases} (+) \\ (\pm) (M + I + D) \\ (-) \end{cases} \quad (1)$$

- b) Peso de Benefícios (PB) é a soma de todos os pesos de impactos benéficos cuja representação algébrica é dada por:

CARÁTER(C)	IMPORTÂNCIA (I)
(+) BENÉFICO ( $\pm$ ) INDEFINIDO (-) ADVERSOS	3 - SIGNIFICATIVA 2 - MODERADA 1 - NÃO-SIGNIFICATIVA
MAGNITUDE(M)	DURAÇÃO(D)
3 - GRANDE 2 - MÉDIA 1 - PEQUENA	3 - LONGA 2 - INTERMEDIÁRIA 1 - CURTA

**Quadro 1- Avaliação dos atributos dos impactos ambientais**

Fonte: Bianchi, Nascimento e Gurgel Júnior (1989).

$$PB = \sum_1^n (+) PIA \quad (2)$$

onde n é o número de impactos positivos na matriz.

c) Peso de Adversidades (PA) é a soma de todos os pesos de impactos adversos, cuja expressão é dada por:

$$PA = \sum_1^m (-) PIA \quad (3)$$

onde m é o número de impactos negativos na matriz.

d) Peso das Indefinições (PI) é a soma de todos impactos indefinidos na matriz de Leopold, cuja expressão é:

$$PI = \sum_1^p (\pm) PIA \quad (4)$$

onde p é o número de impactos indefinidos na matriz.

e) Peso Total dos Impactos (PTI) é a soma dos módulos dos pesos de benefícios, de adversidades e de indefinições, representada por:

$$PTI = |PB| + |PA| + |PI| \quad (5)$$

Após o cálculo dos indicadores, devem ser obtidos valores para os seguintes parâmetros de avaliação:

f) Índice de Benefícios (IB) é o percentual de benefícios ponderados em relação ao peso total dos impactos, expresso da seguinte forma:

$$IB = \frac{(+PB)}{PTI} \times 100 \quad (6)$$

g) Índice de Adversidades (IA) é o percentual de adversidades ponderadas em relação ao peso total dos impactos, cuja equação é:

$$IA = \frac{(-)PA}{PTI} \times 100 \quad (7)$$

h) Índice de Indefinições (II) é o percentual de indefinições ponderadas em relação ao peso total, expresso como:

$$II = \frac{(\pm)PI}{PTI} \times 100 \quad (8)$$

i) Índice de Avaliação Ponderal (IAP) é a razão entre o índice de benefícios e a soma dos módulos dos índices de adversidades e de indefinições, expresso por:

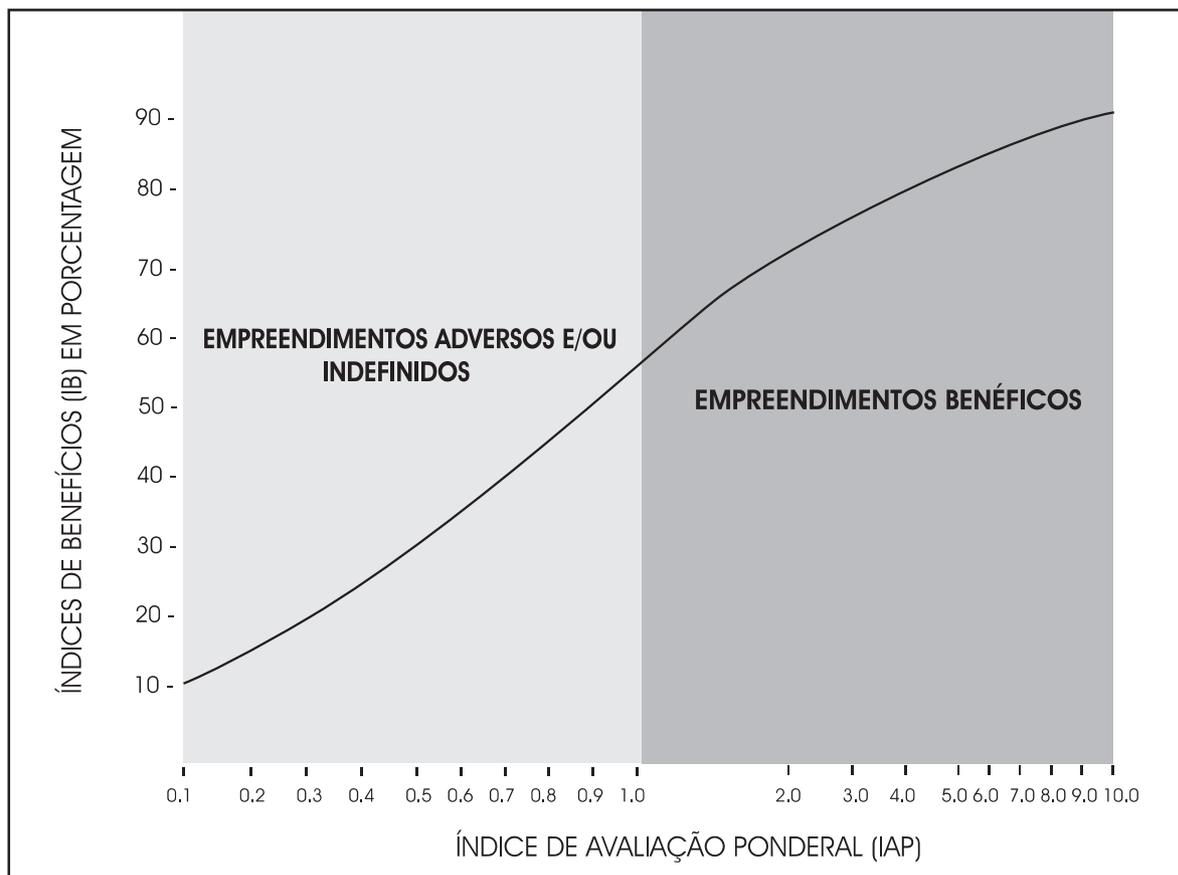
$$PTI = \frac{IB}{|IA| + |II|} \quad \text{ou ainda,} \quad IAP = \frac{IB}{100 - IB} \quad (9)$$

O valor do IAP será zero para um empreendimento sem nenhum impacto positivo e será infinito para um empreendimento sem impactos negativos e/ou indefinidos. O Gráfico 1 mostra a variação do IAP para valores de IB compreendidos entre 10% e 90%. Verifica-se que um IAP = 1 marca o início da predominância do IB sobre a soma IA + II, definindo para o empreendimento que os benefícios predominam sobre as adversidades e/ou indefinições. Os valores determinados para o IAP e seus componentes (IB, IA e II) permitem uma caracterização bastante sintética dos empreendimentos analisados. Conforme mostra o Gráfico 1, valores de IAP inferiores à unidade caracterizam empreendimentos adversos e/ou mal definidos em relação aos impactos ambientais previstos. Quanto maior for o valor do IAP, a partir da unidade, tanto mais benéfico e mais bem definido será o empreendimento.

A subjetividade na ponderação de impactos ambientais é fator inevitável em qualquer processo de avaliação que envolva grandezas de diferentes naturezas, cuja valoração não possa ser atribuída através de preços de mercado. Desta forma, os resultados apresentados pelo método refletem o grau e a especificidade do conhecimento da equipe executora e a sua capacidade de julgamento, não havendo reprodutibilidade nos resultados da sua aplicação.

A adoção da metodologia para avaliação ponderal dos impactos ambientais para o projeto Atalho, justifica-se pelas seguintes razões:

- por se tratar de uma metodologia nova, desenvolvida por técnicos locais, tendo evitado, assim, a transposição de instrumentos e indicadores que, embora aparentemente objetivos e técnicos, não refletem a nossa realidade;
- ser uma metodologia bastante flexível, podendo ser aplicada a diversos tipos de projetos;



**Gráfico 1 – Avaliação ponderal dos impactos ambientais**

Fonte: Bianchi, Nascimento e Gurgel Júnior (1989)

- c) permitir a incorporação das medidas de proteção ambiental na análise, o que possibilita visualizar até que ponto a sua adoção consegue reverter ou minorar os impactos adversos incidentes sobre o meio ambiente;
- d) possibilitar aos analistas a identificação das áreas, bem como das fases do projeto onde ocorre maior incidência de impactos adversos e se essa adversidade se concentra sobre o meio natural ou o meio antrópico; e
- e) colocar à disposição dos tomadores de decisão informações adicionais bastante úteis na avaliação da viabilidade dos projetos.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados os resultados e faz-se a discussão das avaliações dos Índices de Avaliações Ponderais (IAP) obtidos pela aplicação do método desenvolvido por Bianchi, Nascimento e Gurgel Júnior (1989), para análise do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do reservatório Atalho.

#### 3.1 – Resultados Setoriais da Análise do Estudo de Impacto Ambiental

##### 3.1.1 – Sem a adoção das medidas de proteção ambiental (MPA)

Inicialmente, apresentam-se os resultados sem a adoção das Medidas de Proteção Ambiental, na matriz de Leopold, do Estudo de Impacto Ambiental do açude Atalho. Assim sendo, são caracterizados 296 impactos ao ecossistema local nas áreas de inundação e de influência, assim distribuídos: 111 (37,50%) impactos considerados de caráter benéfico, 158 (53,40%), de caráter adverso e 27 (9,10%) impactos de caráter indefinido. Essas áreas, principalmente no local das obras civis, são marcadas pela grande concentração de impactos adversos ao ecossistema do reservatório Atalho, sendo caracterizados como de importância moderada ou não significativa e com previsão para duração intermediária e/ou longa. Esses impactos foram caracterizados da seguinte forma (Tabela 1):

**Tabela 1 – Impactos adversos observados no ecossistema do açude Atalho, Brejo Santo, Ceará, 1988**

Meio Área	Físico		Biológico		Socioeconômico		Total	
	Quant	%	Quant	%	Quant	%	Quant	%
Inundação	17	10,60	18	11,40	23	14,60	58	36,60
Influência	41	26,10	22	13,90	37	23,40	100	63,40
<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>36,70</b>	<b>40</b>	<b>25,30</b>	<b>60</b>	<b>38,00</b>	<b>158</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Relatório de impacto ambiental do açude Atalho, Brejo Santo, Ceará. Matriz de Leopold.

Nos meios abiótico e biótico das áreas de inundação e de influência, os impactos adversos provieram, principalmente, da extração, transporte, retrabalhamento de materiais de empréstimos, da execução das obras de engenharia e desmatamento da área do reservatório (erradicação de parte da flora, expulsão da fauna e degradação dos solos). Na formação do reservatório, através da submersão de grandes extensões de solos, de recursos minerais, dos habitats das faunas terrestres e ornitofauna, observaram-se impactos adversos. Naqueles meios, como não ocorreu um desmatamento total da área a ser inundada, os técnicos não deram a devida importância à qualidade da água futura a ser represada.

Dos 158 impactos adversos observados na matriz de Leopold, 60 são ligados ao meio socioeconômico das áreas de inundação e de influência, sendo atribuídos, acima de tudo, à desapropriação de famílias da área da bacia hidráulica do reservatório. Como consequência ocorreu paralisação de atividades produtivas, desemprego, abandono da infra-estrutura socioeconômica e até mesmo ruptura de relações familiares e sociais e, ainda, choques culturais entre a população residente e o grupo de trabalhadores que aportaram a obra.

No meio antrópico, houve a desapropriação de terras e a mobilização da população para fora da área de inundação antes do início das obras, com reflexos sobre as relações familiares e sociais e paralisação de atividades produtivas. Da área inundada, 4,24 hectares, ou 2,01% da área da bacia hidráulica, são compostos por solos aluvionais com alto poder de fertilidade, o que reduziu, desta forma, a área disponível de exploração agropecuária para a população local.

Para a área de inundação sem a adoção das MPA os impactos ao ecossistema do açude Atalho foram assim caracterizados: 44 impactos benéficos (peso dos benefícios PB = 88); 11 impactos indefinidos (peso de inde-

finições PI = 21) e 58 impactos adversos (peso de adversidades PA = 94). De acordo com esses pesos, o IAP nessa área é da ordem de 0,77. Para a área de influência, os impactos ao ecossistema ficaram assim definidos: 67 impactos benéficos (peso dos benefícios PB = 127); 16 impactos indefinidos (peso de indefinições PI = 29) e 100 impactos adversos (peso de adversidades PA = 152), sendo o IAP nessa área da ordem de 0,70. De acordo com a Tabela 2, mostra-se que, para essas duas áreas, o projeto Atalho em sua fase inicial é adverso ao meio ambiente local.

A formação de reservatório numa região sujeita aos rigores da seca permite o aumento da disponibilidade de recursos hídricos, havendo, assim, uma tendência ao balanceamento dos impactos e fazendo com que o valor do IAP se situe próximo da unidade. Assim, para a área de influência física como um todo (área de inundação + área de influência) o IAP assume o valor de 0,72, próximo, portanto, da unidade. Porém, este resultado do IAP demonstra que, nessas áreas, o projeto em sua versão original é inviável sob o ponto de vista ambiental.

Ao contrário da área de inundação (com 44 impactos benéficos), a área de influência funcional do empreendimento apresenta uma maior concentração de impactos positivos (67 impactos) incidentes, em sua maioria, sobre o meio antrópico. Tais impactos se originam do desenvolvimento das atividades hidroagrícola e piscícola, em benefício do setor primário da região; da possibilidade de abastecimento de água para os municípios de Jati e Brejo Santo, favorecendo a população; e do abastecimento para os setores secundário e terciário, por meio do fornecimento de água regularizada.

Recaem sobre os meios abiótico e socioeconômico da área de influência a maior parte dos impactos adversos ao ecossistema local, totalizando 41 e 37 impactos, respectivamente. Segundo a Tabela 3, o índice de avaliação ponderal para o meio abiótico é da ordem de 0,54,

e para o meio antrópico, de 0,89. Tais valores, como são inferiores à unidade, denotam que o projeto em sua versão original é inviável sob o ponto de vista ambiental para os dois meios.

O meio biótico da área de influência sofre o impacto dos desmatamentos necessários à execução das obras. É penalizado também pela interceptação da migração dos peixes de piracema, podendo vir a ocorrer a extinção de espécies. A competição em termos territoriais e alimentares, travada entre a fauna que migrará da área de inundação e a fauna periférica, é outro impacto previsto. O valor do IAP neste meio é da ordem de 0,44, bem inferior à unidade e, portanto, o projeto é altamente adverso ao ecossistema local.

O projeto preconiza a geração de energia elétrica, o desenvolvimento do turismo, da recreação e do lazer como fontes de benefícios para a região. Já a regularização das cheias sanaria problemas causados por enchentes periódicas que assolam as margens do riacho dos Porcos, destruindo plantações e provocando perdas na produção agropecuária e aumentando o risco de contágio de doenças de veiculação hídrica. No meio abiótico haverá redução temporária do escoamento natural do riacho dos Porcos, alterações no nível do lençol freático e aumento da tendência de assoreamento dos cursos d'água afluentes, entre outros impactos.

### 3.1.2 – Considerando a adoção das medidas de proteção ambiental

Visando à mitigação ou até mesmo à absorção dos impactos negativos e ao melhor aproveitamento dos impactos benéficos decorrentes da implantação do empreendimento, foram apresentadas no Estudo de Impacto Ambiental (EIA), Medidas de Proteção Ambiental (MPA) ao projeto Atalho. As medidas preconizadas foram: mobilização e reassentamento da população rural e do rebanho; realocação de núcleos urbanos; desmatamento zoneado da área do reservatório; manejo da fauna; remoção/realocação da infra-estrutura existente; monitoramento da água; monitoramento dos níveis do reservatório e da sedimentação; monitoramento da qualidade da água; acompanhamento das condições climáticas e dos níveis de sismicidade; monitoramento da faixa de proteção do reservatório e controle de deslizamentos de encostas marginais.

Ressalte-se, *a priori*, o fato de as cinco primeiras medidas de proteção ambiental mencionadas já virem incorporadas na versão original do projeto, tendo, inclusive, sido englobadas pela avaliação anterior, em razão de o órgão empreendedor já considerá-las como parte integrante daquele. Além disso, a necessidade de implementação das referidas medidas antes da operação do empreendimento, de certa forma, induz a este tipo de procedimento.

**Tabela 2 – Número de impactos observados ao ecossistema e respectiva avaliação ponderal sem a adoção das medidas de proteção ambiental (MPA). Projeto açude Atalho, Brejo Santo, Ceará, 1988**

Discriminação	Impactos Observados ao Ecossistema				Peso de Benefícios PB	Peso de Adversidades PA	Peso de Indefinições PI	Total dos Pesos
	Benéficos	Adversos	Indefinidos	Total dos Impactos				
<b>Área de Inundação:</b>								
Meio Abiótico	16	17	00	33	34	23	00	57
Meio Biótico	08	18	01	27	16	25	03	44
Meio Antrópico	20	23	10	53	38	46	18	102
Subtotal	4	58	11	113	88	94	21	203
<b>Área de Influência:</b>								
Meio Abiótico	14	41	02	57	30	53	03	86
Meio Biótico	07	22	00	29	14	32	00	46
Meio Antrópico	46	37	14	97	83	67	26	176
Subtotal	67	100	16	183	127	152	29	308
<b>Total Geral</b>	<b>111</b>	<b>158</b>	<b>27</b>	<b>296</b>	<b>215</b>	<b>246</b>	<b>50</b>	<b>511</b>

Fontes: Relatório de Impacto Ambiental do Açude Atalho – Matriz de Leopold e dados da pesquisa.

**Tabela 3 – Avaliação ponderal dos Impactos Ambientais sem a adoção das medidas de proteção ambiental (MPA). Projeto açude Atalho, Brejo Santo, Ceará, 1988**

Discriminação	Índice de Benefícios (IB) %	Índice de Adversidades (IA) %	Índice de Indefinições (II) %	Índice de Avaliação Ponderal (IAP) %
<b>Área de Inundação:</b>				
Meio Abiótico	59,65	40,35	0,00	<b>1,48</b>
Meio Biótico	36,36	56,82	6,82	<b>0,57</b>
Meio Antrópico	37,25	45,10	17,65	<b>0,59</b>
Subtotal	43,35	46,30	10,35	<b>0,77</b>
<b>Área de Influência:</b>				
Meio Abiótico	34,88	61,63	3,49	<b>0,54</b>
Meio Biótico	30,43	69,57	0,00	<b>0,44</b>
Meio Antrópico	47,16	38,10	14,74	<b>0,89</b>
Subtotal	41,23	49,35	9,42	<b>0,70</b>
<b>Total Geral</b>	<b>41,96</b>	<b>48,24</b>	<b>9,80</b>	<b>0,72</b>

Fontes: Relatório de impacto ambiental do Açude Atalho – Matriz de Leopold e dados da pesquisa.

Assim sendo, efetuou-se no presente trabalho uma nova série de avaliações setoriais do projeto, considerando que as demais medidas de proteção ambiental recomendadas também seriam adotadas, tendo-se chegado aos resultados apresentados na Tabela 4.

Para o conjunto dos meios da área de inundação, a incorporação das medidas de proteção ambiental (MPA) ao Projeto Atalho conseguiria reverter parcialmente as adversidades lá incidentes, passando a área a apresentar um índice de avaliação ponderal (IAP = 1,21). Para a área de influência, o IAP seria da ordem de 1,32. Os valores encontrados demonstram que, para essa área, o projeto poderia ser viável sob o ponto de vista ambiental, normalmente não característico de empreendimentos hidráulicos.

No meio abiótico da área de inundação, com a adoção das MPA, o IAP seria igual a 2,39, isto é, o projeto seria altamente benéfico ao ecossistema local, podendo isto ser atribuído à redução do peso das adversidades e aumento dos impactos benéficos com a adoção de medidas mitigadoras. Esse meio conseguiria, de certa forma, absorver os impactos adversos. Para o meio biótico da mesma área, o IAP passaria de 0,57 (sem a adoção de medidas de proteção ambiental) para 1,21, o que tornaria o projeto favorável a esse meio.

Ainda na área de inundação, os meios abiótico e biótico deveriam ser beneficiados com o monitoramento da qualidade da água, da sedimentação e da faixa de proteção do reservatório. Tais medidas seriam necessárias para permitir a manutenção da qualidade da água a ser repre-

**Tabela 4 – Avaliação ponderal dos impactos ambientais do projeto açude Atalho, Brejo Santo, Ceará, considerando a adoção das medidas de proteção ambiental (MPA), 1988**

Discriminação	Peso de Benefícios PB	Peso de Adversidades PA	Peso de Indefinições PI	Peso Total dos Impactos (PTI)	Índice de Benefícios (IB) %	Índice de Adversidades (IA) %	Índice de Indefinições (II) %	Índice de Avaliação Ponderal (IAP) %
<b>Área de Inundação:</b>								
Meio Abiótico	55	23	00	78	70,51	29,49	0,00	<b>2,39</b>
Meio Biótico	34	25	03	62	54,84	40,32	4,84	<b>1,21</b>
Meio Antrópico	50	46	18	114	43,86	40,35	15,79	<b>0,78</b>
Subtotal	139	94	21	254	54,73	37,00	8,27	<b>1,21</b>
<b>Área de Influência:</b>								
- Meio Abiótico	54	53	03	110	49,09	48,18	2,73	<b>0,96</b>
- Meio Biótico	45	32	00	77	58,44	41,56	0,00	<b>1,41</b>
- Meio Antrópico	148	67	31	245	60,00	27,35	12,65	<b>1,50</b>
- Subtotal	247	152	34	433	57,04	35,10	7,87	<b>1,32</b>
<b>Total Geral</b>	<b>386</b>	<b>246</b>	<b>55</b>	<b>687</b>	<b>56,04</b>	<b>35,80</b>	<b>8,00</b>	<b>1,28</b>

Fonte: Dados de pesquisa

sada e a redução das taxas de assoreamento afluentes ao reservatório, o que, aliado aos outros benefícios derivados, elevaria ainda mais os valores dos IAP desses meios.

Já o meio antrópico da área de inundação, por ter sido totalmente evacuado logo após a conclusão das obras civis, foi beneficiado pelas medidas concernentes ao reassentamento da população rural e realocação de pequenos núcleos urbanos, as quais já foram contempladas na análise anteriormente empreendida, e pelo fato de possibilitar o abastecimento d'água, expandir as áreas agricultáveis, além de geração de empregos diretos e indiretos. Assim, o referido meio passa a ter um IAP da ordem de 0,78, um pouco acima do IAP = 0,59, sem a adoção de medidas de proteção ambiental, porém, ainda abaixo da unidade, mostrando que o projeto continuaria a ser inviável tecnicamente para o referido meio.

No que se refere à área de influência funcional, o projeto não se apresentou exequível antes da adoção das MPA (IAP = 0,70) e, com sua incorporação, o valor do IAP seria elevado para 1,32, demonstrando que o empreendimento teria caráter positivo para essa área. O resultado obtido pôde ser atribuído, principalmente, a forte incidência de impactos benéficos sobre o meio antrópico (IAP = 1,50) dessa área. Os meios abiótico e biótico da referida área também seriam beneficiados com a incorporação das MPA, passando a apresentar valores do IAP igual a 0,96 e 1,41, respectivamente.

O monitoramento dos níveis do reservatório, das taxas de sedimentação e dos níveis de sismicidades permitiria, além do manejo adequado do reservatório, a manutenção da sua integridade física, garantindo a disponibilidade d'água durante os períodos secos. Além dessas medidas, foram sugeridas no projeto a remoção e realocação da infra-estrutura existente, o desmatamento zoneado e o manejo da fauna, os quais já foram englobados pela avaliação anterior.

### 3.1.3 – Avaliação global do projeto do açude Atalho

A análise global do projeto do açude Atalho executada através da junção dos resultados obtidos para o conjunto das áreas de inundação e de influência funcional é apresentada na Tabela 5, segundo os dois enfoques: “com” e “sem” a adoção das medidas de proteção ambiental.

Simulações considerando a conversão do peso de indefinições em peso de benefícios também são consideradas neste estudo.

Em sua versão original, sem adoção das medidas de proteção ambiental, o empreendimento é mal concebido. A incorporação das medidas de proteção ambiental melhoraria consideravelmente o IAP, passando da unidade, o que tornaria o projeto viável ao meio ambiente.

**Tabela 5 – Avaliação ponderal global dos impactos ambientais do projeto açude Atalho, Brejo Santo, Ceará. 1988**

Discriminação	Peso de Benefícios PB	Peso de Adversidades PA	Peso de Indefinições PI	Peso Total dos Impactos (PTI)	Índice de Benefícios (IB) %	Índice de Adversidades (IA) %	Índice de Indefinições (II) %	Índice de Avaliação Ponderal (IAP) %
• Projeto Original	215	246	50	511	41,96	48,24	9,80	0,72
• Projeto original + medidas de proteção ambiental	386	246	55	687	56,18	35,80	8,02	1,28
• Projeto original + medidas de proteção ambiental + conversão de 50% peso de indefinições peso de benefícios.	413	246	28	687	60,11	35,80	4,09	1,51
• Projeto original + medidas de proteção ambiental + conversão de 100%, peso de indefinições peso de benefícios.	441	246	00	687	64,20	35,80	0,00	1,80

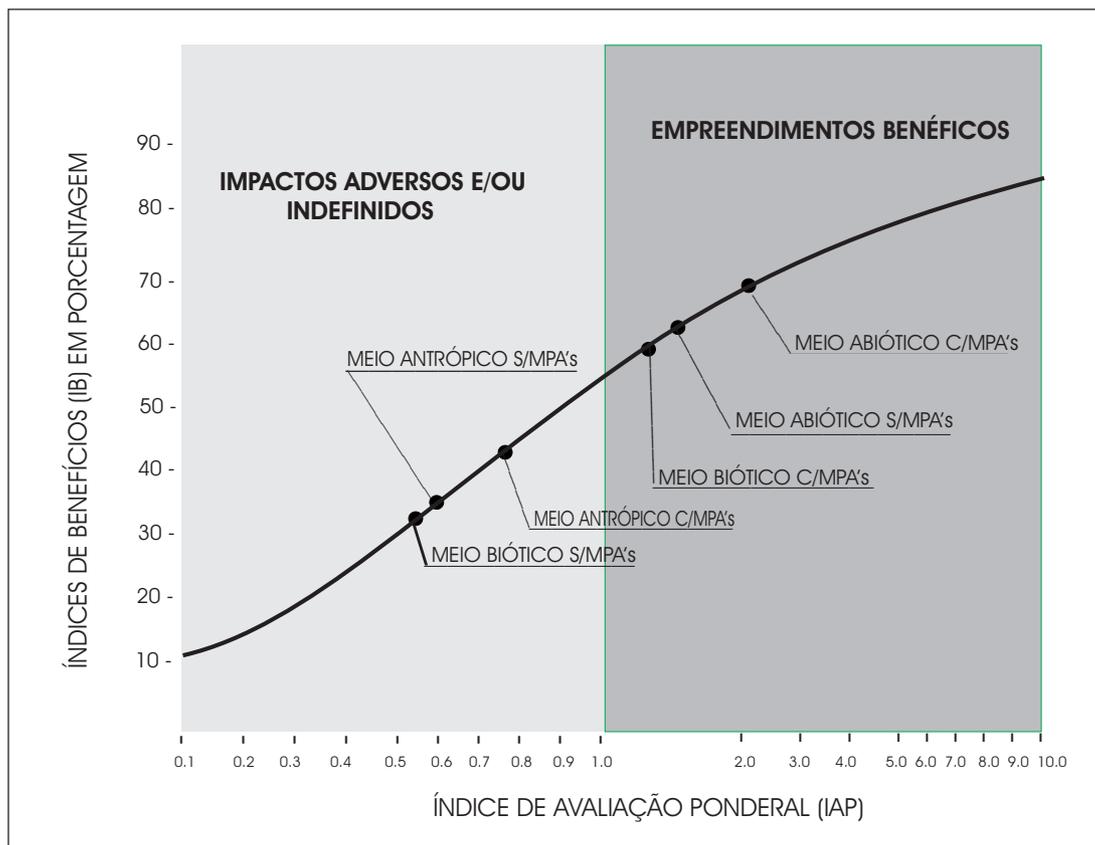
Fonte: Dados da pesquisa

Por sua vez, o percentual de indefinições poderia ser diminuído, pela administração do projeto, através das medidas mitigadoras de impactos sugeridas, tais como: mobilização e reassentamento da população rural e do rebanho; realocação de núcleos urbanos; desmatamento zoneado da área do reservatório; manejo da fauna; remoção/relocação da infra-estrutura existente; monitoramento da água; monitoramento dos níveis do reservatório e da sedimentação; monitoramento da qualidade da água; acompanhamento das condições climáticas e dos níveis de sismicidade; monitoramento da faixa de proteção do reservatório; controle de deslizamentos de encostas marginais. Caso conseguisse uma conversão de 50% do peso de indefinições em acréscimo ao peso de benefícios, seria obtido um IAP = 1,51, o que seria plenamente possível, tornando, assim, o projeto bem mais viável ao ecossistema local.

O limite máximo de melhora seria obtido com 100% de conversão do peso de indefinições em peso de benefícios, através das medidas mitigadoras, quando então o empreendimento teria uma IAP igual a 1,80.

Em suma, observa-se que o empreendimento analisado, como é comum em todos os projetos hidráulicos, apresenta uma massa de impactos adversos ao meio ambiente que, só com a adoção das medidas de proteção ambiental (MPA) recomendadas, seria admissível sua construção, desde que aplicadas no tempo certo, na extensão e na profundidade requeridas. Mesmo considerando a aplicação das MPA, o balanço dos impactos ainda seria adverso ao meio antrópico da área de inundação, só podendo ser compensado pelos impactos benéficos a serem obtidos pelo meio antrópico na área de influência funcional.

Com o intuito de propiciar melhor entendimento das avaliações setoriais e globais do Projeto Açude Atalho, apresentam-se os Gráficos 2 e 3. Para a área de inundação foi criado o Gráfico 2, que representa a Avaliação Ponderal dos Impactos Ambientais “com” e “sem” a incorporação das medidas de proteção ambiental (MPA). De forma similar, para a área de influência física do reservatório foi construído o Gráfico 3.



**Gráfico 2 – Avaliação ponderal dos impactos ambientais (APIA) da área de inundação do açude Atalho, Brejo Santo, Ceará.**

Fonte: Dados de pesquisa

Notas: LEGENDA: C/MPA = COM MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL  
S/MPA = SEM MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

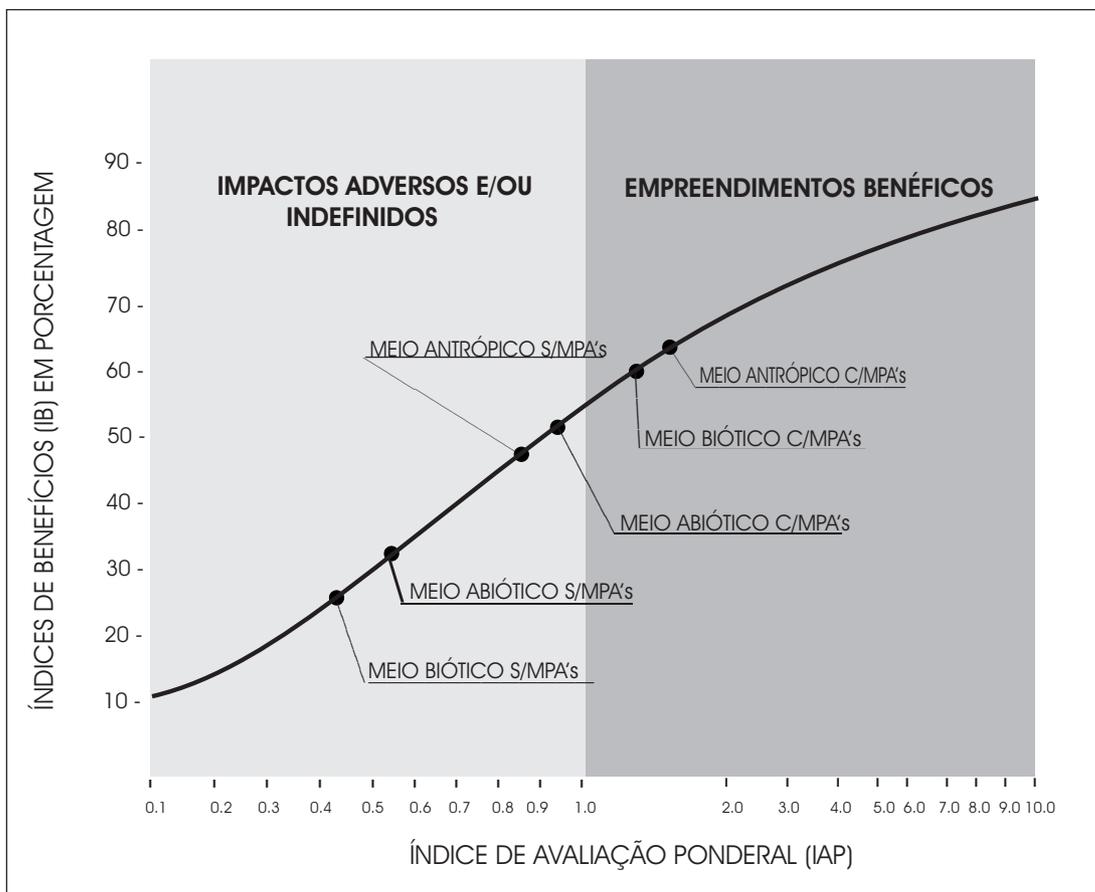
A Avaliação Ponderal dos Impactos Ambientais da área de inundação do reservatório Atalho, conforme Gráfico 3, mostra que os impactos adversos e/ou indefinidos são incidentes com maior intensidade no meio antrópico, mesmo ocorrendo ou não a adoção das medidas de proteção ambiental. Assim, para o meio antrópico da área de inundação, o projeto é adverso ao ecossistema local. Uma significativa incidência de impactos adversos também ocorre no meio biótico quando não se verifica a adoção das MPA, o que faz o projeto desfavorável ao ecossistema, que só se tornaria favorável caso ocorresse à adoção das MPA. Para o meio abiótico, o projeto é sempre favorável ao ecossistema com ou sem a adoção das medidas de proteção ambiental.

O Gráfico 3 mostra os valores de IAP para a área de influência do Projeto Atalho. Este é adverso aos meios abiótico, biótico e antrópico quando não ocorre a aplicabilidade das medidas de proteção ambiental. Tornar-se-

ia favorável aos meios biótico e antrópico com a adoção das MPA. Porém, mesmo que viesse a ocorrer essa adoção, o projeto continuaria desfavorável ao meio abiótico.

#### 4 – CONCLUSÕES, RECOMENDAÇÕES E LIMITAÇÕES

Um dos objetivos deste trabalho foi o de salientar a necessidade da adoção da análise de impacto ambiental em reservatórios. Os resultados apresentados têm importância à medida que permitem visualizar que a implantação de grandes reservatórios está necessariamente associada à geração de uma série de alterações bióticas, abióticas e antrópicas, as quais podem resultar numa qualidade ambiental melhor ou pior para a área onde eles se situam, bem como para sua área de influência funcional, a depender da implementação ou não de medidas preconizadas propostas no projeto para a fase de monitoramento.



**Gráfico 3 – Avaliação ponderal dos impactos ambientais (APIA) da área de influência física do reservatório Atalho, Brejo Santo, Ceará.**

Fonte: Dados de pesquisa

Notas: LEGENDA: C/MPA = COM MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL  
S/MPA = SEM MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Uma falha administrativa do projeto foi observada pelo fato de, quando do barramento do riacho dos Porcos, não ter havido preocupação com o desmatamento da área a ser inundada. A vegetação que foi submersa passou por todos os processos de decomposição e, ainda hoje, são visíveis os troncos desnudos dentro do reservatório.

Faz-se necessária a implantação das medidas de proteção ambiental (MPA) ao Projeto do Açude Atalho para que este possa ser enquadrado como empreendimento benéfico ao ecossistema local. Mesmo com as medidas propostas, caso fossem adotadas, ainda assim, restariam impactos indefinidos, parte dos quais, seguramente, poderiam ser convertidos em benefícios através de boas ações de administração do projeto.

Para que o projeto seja viável, é imprescindível que os impactos benéficos resultantes do desenvolvimento dos usos múltiplos do reservatório, tais como o desenvolvimento das atividades hidroagrícola e piscícola e a possibilidade de abastecimento d'água dos municípios de Jati e Brejo Santo, incidam principalmente sobre o meio antrópico da área de inundação e, além disso, superem com larga margem as adversidades mencionadas.

Recomenda-se sempre, quando da realização de um EIA, reavaliar a qualidade do estudo realizado e o método de análise empregado por parte do órgão ambiental competente. Em assim procedendo, e tendo em vista o substancial grau de subjetividade apresentado pelas análises, sugere-se a realização de análises *ex post* ao projeto, de forma mais aprofundada, utilizando-se novas metodologias de avaliação de impactos ambientais e que melhor se adaptem a realidade local.

## Abstract

This work aims to analyze the Ex Post of the Environmental Impact Assessment (EIA) and the water quality of the Atalho dam, located in the municipality of Brejo Santo, Ceará, Brazil. This study wants to identify the environmental feasibility of the Atalho Public Dam Project through the analysis of the main environmental impacts resulting from its implementation and operation. The impact evaluation used was led based on a considering evaluation method developed by Bianchi, Nascimento and Gurgel Júnior, a variation of the matrix method developed by Leopold. The whole analysis of the

dam, represented by joining the results from the physical and functional areas, demonstrated that, in its original version, the project presents a sum of benefits considered inferior than the group of adversities and not defined impacts, what characterizes it as undefined or badly planned. The incorporation of environmental protection measures, however, could be able to revert this scenario by leading the dam project as favorable for the natural environment.

## Key words

Environmental Impact; Environmental Feasibility; Atalho Dam; Ex Post Evaluation; Environmental Impact Evaluation.

## REFERÊNCIAS

BALON, E. K. Fish production of a tropical ecosystem. *In*: BALON, E. K.; COCHE, H. G. **A man-made tropical ecosystem in Cental Africa**. Hague: Lake Kariba, 1974. p. 249-267.

BAXTER, R. M. Environmental effects on dams and impoudments. **Annual Rev. Ecological System**, Ottawa, v. 8, p. 255-283, 1977.

BIANCHI, L.; NASCIMENTO, N. M.; GURGEL JUNIOR, J. B. **Avaliação ponderal de impactos ambientais (APIA)**. Fortaleza: SIRAC, 1989. 12 p.

BISSET, R. Methods for environmental impact analysis: recent trends and future prospects. **Journal of Environmental Management**, Aberdeen, n. 11, p. 27-43, ago. 1980.

CEBALLOS, B. S. O. **Utilização de indicadores microbiológicos na tipologia de ecossistemas aquáticos do trópico semi-árido**. 1995. 192f. Tese (Doutorado do Instituto de Ciências Biomédicas II) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

DNOCS. **Açude Público Castanhão**. Fortaleza: SIRAC, 1990. 6v. (Relatório de Impacto no Meio Ambiente).

DNOCS. **Projeto executivo do açude Atalho, Brejo Santo, Ceará**: primeiro relatório de andamento e estudos básicos. Fortaleza: SIRAC, 1988. volume 1.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.  
**Resolução nº 1986/01.** 4. ed. rev. e aum. Brasília:  
IBAMA, 1992.

PAIVA, M. P. **Grandes represas do Brasil.** Brasília, DF:  
Editerra, 1982. 304p.

SIRAC. **Estudo de alternativas da barragem  
castanhão.** Fortaleza: SIRAC, 1990. 154 p.

TOMMASI, L. R. **Estudo de impacto ambiental.** São  
Paulo: CETESB Terragraph Artes e Informática, 1993.  
354 p.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI. **The lobo-broa  
ecosystem research.** São Carlos, SP: Limnology in  
Brazil; Brazilian Academy of Sciences; Brazilian  
Limnological Society, 1995. p. 199-243.

---

Recebido para publicação em 01.06.2005.