

# **Análise custo-benefício do programa de interligação de Bacias Hidrográficas: um estudo comparativo das alternativas na região da Ibiapaba, no Estado do Ceará**

## ***Cost-benefit analysis of the program joining river basins: a comparative study of the alternatives for the Ibiapaba region in the state of Ceará***

*Raimundo Eduardo Silveira Fontenele<sup>1</sup>*

---

---

### **Resumo**

Este artigo aborda a viabilidade econômica do programa de interligação da bacia hidrográfica da região da Ibiapaba, no Estado do Ceará. O Projeto Ibiapaba é uma das atividades empreendidas pelo Estado do Ceará para alcançar os objetivos de aproveitamento hídrico integrado e corrigir o desequilíbrio das necessidades e abastecimentos de água, através do desenvolvimento das áreas de pouca armazenagem onde escoamentos estão disponíveis; desenvolvimento do sistema de adução para transportar água dos reservatórios de água para cidades, comunidades rurais e outros usuários; e unir bacias fluviais através de transposições de bacias. Ao analisar o caso específico do Projeto Ibiapaba, compreendendo as bacias dos rios Acaraú, Coreaú e Poti, este trabalho contribui para definir parâmetros no processo final de seleção da alternativa ótima de projeto com auxílio de critérios de viabilidade econômica. Entre as alternativas propostas, a alternativa 3, cujas infra-estruturas propostas apresentaram proporcionalmente os maiores benefícios líquidos dentre todos os projetos alternativos, foi a única alternativa que se mostrou economicamente viável.

**Palavras-chave:** Viabilidade Econômica. Recursos Hídricos. Interligação de Bacias.

### **Abstract**

This article discusses the economic viability of joining the river basins of the Ibiapaba region, in the State of Ceará. The Ibiapaba project is a state waterworks program which intends to integrate water resources, making it possible to correct and distribute water supply in regions of Ceará where this resource is scarce. By developing conduits among various reservoirs water will be supplied to both rural and urban areas. Specifically, the Ibiapaba project plans to integrate the Acaraú, Coreaú and Poti river systems. This study helped define the parameters for the final decision concerning the best alternative to obtain this objective, through the use of economic analysis. The best chosen alternative was option number three, which had the best existing conditions and the greatest liquid benefits, this being the most viable economically.

**Keywords:** Economic Viability. Water Resources. River basin interconnections.

---

---

## **1 Introdução**

Desde o início do Século 18, com a colonização européia nas áreas semi-áridas do interior do Estado do Ceará, as secas periódicas nesta região têm constituído um sério problema econômico e social. Com a aceleração do crescimento demográfico ocorrido desde a década de 1940, as secas têm causado severo impacto na agricultura e na pecuária da região, e, a partir de 1960, vêm provocando o êxodo em massa das populações rurais em direção aos grandes centros urbanos do Estado, à Cidade de Fortaleza e às outras cidades ao longo da costa do Nordeste do Brasil.

Os esforços para armazenar grandes volumes de água na região tiveram início com uma política de há mais de 100 anos. A maioria desses projetos, embora bem intencionados, geralmente foram executados pelo Governo Federal e Estadual durante períodos de emergência, carecendo de planejamento adequado, e não levaram em consideração, na maioria dos casos, as condições socioeconômicas da região como um todo.

---

<sup>1</sup> \* fontenele@unifor.br - Professor do Curso de Mestrado Profissional em Negócios Internacionais da Universidade de Fortaleza - UNIFOR

Nos últimos anos, tem sido uma das preocupações máximas do Governo dotar o Estado de uma infra-estrutura hídrica capaz de atender as demandas das populações, quanto ao abastecimento de água. No último decênio, muito tem sido realizado no setor. Além da criação de todo um aparelhamento institucional, vem dedicando-se o Governo na execução de obras, através de programas específicos, tais como o PROURB – Projeto de Desenvolvimento Urbano e o PROGERIRH – Programa de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Ceará, que visam tanto fortalecer o sistema comunitário municipal, como equacionar e resolver os problemas de abastecimento de água das populações.

O Estado do Ceará tem desenvolvido um extenso programa de recursos hídricos que inclui não só a mobilização de água através da perfuração de poços ou em reservatórios, mas também sua distribuição às populações, através de adutoras, após tratamento para torná-la potável. O armazenamento de água para as populações e outros usos no Estado, historicamente, é feito através de mananciais artificiais constituídos por barramentos de rios, formando os açudes. No passado, a construção destes reservatórios tinha sempre um caráter emergencial, isto é, eles eram implantados sempre que se instalava uma seca mais prolongada. Nos anos de pluviometria normal, praticamente não se exercia essa atividade de modo continuado. Os açudes públicos eram construídos em locais muitas vezes não estratégicos, face à localização dos maiores contingentes de usuários, deixando-se de levar em conta outros fatores importantes, os quais só tiveram maior destaque com a criação, o desenvolvimento e o debate dos aspectos ambientais.

Com o crescimento mais acelerado da população a partir da década de 1940, e sua concentração nas cidades, iniciada nos anos 60, o problema do abastecimento de água, no Estado, passou a ser encarado de modo a atender a requisitos mais técnicos, tais como a localização dos açudes relativamente às cidades e às aglomerações rurais. Também tiveram um grande incremento os usos múltiplos da água, a qual passou a ser encarada como um bem econômico, sendo mais largamente utilizada, notadamente na agricultura irrigada, pecuária, piscicultura e nas atividades de lazer. Este aumento de consumo, aliado às irregularidades pluviométricas, induziu o governo do Ceará, a partir do final da década dos anos 80, a instituir programas que tratam a questão hídrica de modo racional, com continuidade e procurando sempre conferir um caráter de sustentabilidade às iniciativas do setor, podendo assim assegurar um desenvolvimento mais equilibrado do Estado.

Diante dessa realidade, a partir de 1987, o Governo Estadual vem institucionalizando a implementação de políticas públicas destinadas a encaminhar a questão da água. Assim, foram criados a partir da Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH, a Superintendência de Obras Hidráulicas – SOHIDRA e a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – COGERH; foram também elaborados o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH e o Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FUNORH.

Em 1998, superpondo-se ao PROURB, o Governo Estadual conseguiu um empréstimo adicional de US \$ 330,00 milhões junto ao Banco Mundial, para subvencionar a etapa seguinte do Programa de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (PROGERIRH).

O objetivo do PROGERIRH é realizar a integração das sete bacias hidrográficas do Estado, com a gestão eficaz de todas as instalações já existentes.

O fundamento básico do programa consiste em realizar o transporte de água, conforme as necessidades, das regiões bem servidas para aquelas que têm carência deste recurso, em decorrência da má distribuição das chuvas em todas as áreas do Estado, a qual ocorre em períodos irregulares e com pouca uniformidade.

Esse programa será realizado com a construção de diversas barragens de acumulação de grande e média capacidades e dos sistemas de transporte de água, fazendo-se, ao mesmo tempo, a integração das instalações existentes construídas pelos Governos Estadual, Federal e por entidades particulares.

O Estudo para o Sistema de Integração da Ibiapaba é o primeiro projeto a ser realizado no programa piloto do PROGERIRH, e será supervisionado pela Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, a SRH.

## **2 Breve caracterização da área de estudo**

A área de influência do Eixo de Integração da Ibiapaba compreende doze municípios do Estado do Ceará contidos nas microrregiões da Ibiapaba, Sertões de Crateús, Ibiapaba Meridional e Sobral, com um total de 8.574 km<sup>2</sup>, o que equivale a 5,84% da área do Estado. Os municípios mais representativos, em termos de área beneficiada, são Crateús, Ipueiras e Nova Russas, sendo os mesmos encravados na área do Sertão e que totalizam 5.080 km<sup>2</sup>, ou seja, quase 60% da área total do Eixo de Integração da Ibiapaba.

As condições ambientais da área de interesse do Eixo da Ibiapaba apresentam condições bastante diferenciadas do ponto de vista climático e socioeconômico. Basicamente, num contexto amplo da análise que se segue, dividiremos a mesma em áreas de Sertão e áreas do Platô da Ibiapaba. Do ponto de vista climático, principalmente no que se refere à pluviosidade da região, verifica-se um grande contraste entre as áreas do Platô da Ibiapaba e aquelas do Sertão, pois a influência do relevo faz com que ocorram índices pluviométricos bastante diferenciados entre as duas áreas.

No alto da Serra, temos uma pluviometria média em torno de 1500mm anuais (Ubjara –1.456mm e Ibiapina – 1.524mm), enquanto no Sertão esses valores se reduzem a praticamente à metade (Crateús 706mm). Essas alterações fazem com que os municípios do Sertão apresentem condições edafoclimáticas bastante diferentes daqueles situados no topo do Platô, que apresentam amena condição de clima se comparada com a aridez característica do Sertão, com a ocorrência de elevadas temperaturas.

Como reserva de água importante já realizada na área e compreendida na bacia do Parnaíba, podem ser destacados os seguintes reservatórios: Jaburu, com capacidade de 210 milhões de m<sup>3</sup>; Carnaubal, com capacidade de 87,7 milhões de m<sup>3</sup> e Realejo, com capacidade de 31,5 milhões de m<sup>3</sup>.

Nos doze municípios do Eixo, residiam, em 1970, 306.578 pessoas (SEPLAN/IPLANCE), correspondendo a 7% do total da população do Ceará, valores esses que atingiram, em 2000, segundo a mesma fonte, 350.000 habitantes, o equivalente a 4,9% do total do Ceará, mostrando um crescimento, no período de 20 anos, de apenas 3,55%, e um decréscimo de sua participação em relação ao Estado. Comparativamente ao Estado do Ceará, a área tem uma densidade demográfica semelhante (43 hab/km<sup>2</sup> no Estado, contra 37 hab/km<sup>2</sup> na área total do Eixo). Essa mesma população, que, em 1970, tinha um índice de urbanização de quase 26%, apresentava, em 2000, um aumento desse valor para quase 39%, demonstrando o crescimento das aglomerações urbanas da área, em contraste com os índices relativos à população rural, que foram reduzidos de 74%, em 1970, para 61%, em 1991.

Esses números retratam muito mais a fragilidade econômica do meio rural, de uma área tipicamente agrícola, do que propriamente o desenvolvimento do arcabouço urbano, que se torna cada vez mais frágil para suportar um aumento de fluxo de populações rurais. Os municípios do Eixo situados na Serra da Ibiapaba praticam uma agricultura diversificada, principalmente voltada para a produção de hortaliças e frutas, com vistas ao abastecimento do Ceará e dos estados vizinhos, Piauí, Maranhão e Pará. No Sertão, predominam as culturas de subsistência (milho e feijão), de baixa produtividade, e altamente vulneráveis à escassez de chuva, e a prática de um criatório extensivo, com predominância econômica da pecuária bovina.

### **3 O problema da transferência de águas entre bacias hidrográficas**

A transferência de águas entre bacias hidrográficas, em qualquer parte do mundo, em geral, e em regiões semi-áridas, em particular, é sempre uma questão que provoca muitos questionamentos. Aspectos sociais, econômicos e ambientais são largamente discutidos em todos os processos de transposição de água. Por um lado, as restrições levantadas ao nível das bacias doadoras e, por outro, os benefícios contidos nos propósitos das bacias receptoras. Cabe, então, indagar:

- por que transferir água ?
- para que transferir água ?

Estudos aprofundados devem embasar uma política séria de transferência de água. Não somente devem ser considerados os aspectos de engenharia, que devem ser concretizados com a melhor localização das obras de represamento e de condução de água (canais, túneis, adutoras etc.); é importante levar em conta, para o êxito do programa, as características de sustentabilidade do projeto pretendido em seus componentes econômicos, ambientais e sociais.

Tem-se, entretanto, a nítida compreensão e o conhecimento de que um projeto dessa magnitude deverá ser estudado, tendo em vista a sua implantação e efetivo funcionamento, promovendo os mais amplos benefícios, levando em conta também a sua sustentabilidade social, ambiental e econômico-financeira. Portanto, são inaceitáveis alternativas que agridam, sem possibilidades de medidas de reparação, as condições ambientais das suas áreas de implantação. É inexequível, do ponto de vista econômico e financeiro, um projeto que não tenha sustentabilidade sob esta ótica. Isso implica em que o tamanho do projeto seja concebido para o atendimento de usuários que tenham possibilidades e estejam dispostos a pagar o custo da água, normalmente elevados em se tratando de projetos de transferência de águas entre bacias.

O econômico e o social devem vir sempre atrelados numa análise da sustentabilidade de um projeto. Por exemplo, nas regiões mais secas, onde a água para o abastecimento humano é deficiente, entende-se, mesmo com subsídios, a necessidade social de implantação de alternativas cujos custos sejam elevados.

Considere-se, entretanto, que os volumes de água a serem transferidos para o consumo humano são sempre pequenos em relação a outros consumos, à irrigação, por exemplo. No caso da transferência em estudo, e se considerarmos que toda a população da área do Eixo da Ibiapaba, ou seja, 317.000 pessoas seriam abastecidas pela água transferida, teríamos a necessidade, para esse atendimento, de uma vazão regularizada de cerca de 0,55 m<sup>3</sup>/s <sup>(2)</sup>, bastante superior à vazão que vem sendo pretendida nessa transposição e que seria permitida pelos reservatórios inicialmente previstos nos primeiros estudos. Daí a necessidade do aprofundamento dos estudos de outros usos alternativos que demandem maiores volumes a serem consumidos. Neste caso, se enquadra a irrigação, razão pela qual o estudo do traçado de alternativas de caminhamento das principais obras deve considerar, no seu trajeto, a existência de solos irrigáveis. Por outro lado, deve também ser considerada

a disposição dos futuros usuários da irrigação de pagar taxas de água de maior custo do m<sup>3</sup> e a sua utilização no plantio de culturas que mais valorizem o m<sup>3</sup> de água empregado.

#### 4 Alternativas técnicas do eixo de integração da Ibiapaba

As alternativas de atendimento às demandas a partir do Eixo de Integração da Ibiapaba tiveram uma definição baseada na identificação das potencialidades e futuras disponibilidades nas bacias dos rios Acaraú, Coreaú e Poti. Dessa forma, foram identificados inicialmente quais possíveis novos reservatórios poderiam ser construídos nas bacias, que capacidade de regularização teriam essas obras e quais as opções de transporte dessa água regularizada para os centros de demanda. Resultaram desse estudo os seguintes reservatórios planejados (TABELA 1).

**Tabela 1:** Açudes Planejados no Projeto do Eixo de Integração da Ibiapaba

Açude Planejado	Bacia Hidrográfica	Capacidade (hm <sup>3</sup> )
Fronteiras	Poti	950,00
Inhuçu	Poti	325,00
Lontras	Poti	142,00
Paula Pessoa	Coreaú	167,00
Frecheirinha	Coreaú	85,00
Taquara	Acaraú	278,80

**Fonte:** Pesquisa Direta

As alternativas de transferência hídrica e de atendimento às demandas humanas, animal, industrial e de irrigação foram então determinadas a partir das condições topográficas, da localização dos açudes Fronteiras, Lontras, Inhuçu, Paula Pessoa e Frecheirinha, das demandas projetadas e da existência de uma fonte hídrica estratégica pouco utilizada – o açude Jaburu I. Resultaram desses estudos 3 (três) alternativas. A Alternativa 1 é composta das estruturas hídricas relacionadas na Tabela 2, abaixo:

**Tabela 2:** Infra-estrutura Hídrica da Alternativa 1

Obra	Dimensão	Tipo de Uso
Açude Fronteiras	950 hm <sup>3</sup>	Irrigação, abastecimento urbano e rural
Açude Inhuçu	325 hm <sup>3</sup>	Geração de energia, abastecimento urbano e rural e irrigação
Açude Lontras	142 hm <sup>3</sup>	Geração de energia, abastecimento urbano e rural e irrigação
Açude Paula Pessoa	167 hm <sup>3</sup>	Irrigação
Açude Frecheirinha	85 hm <sup>3</sup>	Abastecimento urbano e rural e irrigação
Canal Norte	213 km	Irrigação e abastecimento urbano e rural, Transposição Poti/Acaraú/Coreaú
Túnel e hidrelétrica	18 km, 6 MW	Geração de energia, Transposição Poti/Acaraú/Coreaú
Açude Taquara	279 hm <sup>3</sup>	Irrigação

**Fonte:** Pesquisa Direta

Nessa Alternativa 1, planejou-se um canal, chamado de Canal Norte, captando no Açude Fronteiras e seguindo em direção às demandas localizadas nas bacias do Acaraú e Coreaú. No seu primeiro terço, abastecem-se as demandas urbanas e rurais dos municípios de Ipaporanga e Ararendá, a demanda potencial de irrigação da mancha Ipaporanga/Ararendá (10.537 ha) e dos Projetos de Irrigação Ipaporanga e Boa Esperança (1.710 ha). Ao cruzar o divisor das bacias do Poti e Acaraú, há o encontro com o túnel e hidrelétrica que captam as águas derivadas dos açudes Lontras e Inhuçu. Nesse local, libera-se o excedente de água para a bacia do Acaraú, que, após abastecer o município de Ipueiras, entrará no Açude Paulo Sarasate, ajudando no incremento da área irrigada na parte média e baixa da bacia. A partir do túnel, o Canal Norte segue margeando a encosta da Serra da Ibiapaba, alimentando as demandas urbanas e rurais de Ipu, Pires Ferreira, Reriutaba, Graça, Pacujá e Mucambo, além das manchas de solos com demanda potencial de irrigação denominadas Ipueiras/Ipú (283 ha) e Graça

(1.671 ha). Ao chegar ao seu final, o Canal Norte libera a vazão remanescente em direção ao Açude Frecheirinha, indo aumentar a área irrigada do Projeto Frecheirinha (3.800 ha) e reforçar o abastecimento urbano e rural do município de Frecheirinha.

O açude Paula Pessoa é previsto para irrigação das manchas existentes no baixo Coreau, especialmente a mancha de Granja.

Na Alternativa 2, o Canal Norte termina no encontro com o túnel e hidrelétrica, sendo liberada uma vazão para atendimento ao município de Ipueiras e às áreas potenciais de irrigação do baixo e médio Acaraú. As demandas das sedes municipais e sedes de distritos com mais de 1.000 habitantes de Graça, Pacujá e Mucambo são atendidas por uma adutora proveniente do açude Jaburu I, que desce a serra com água tratada. Para esse caso, é prevista a ampliação da Estação de Tratamento de Água – ETA, existente nas margens do açude. Vale salientar que a ampliação da ETA irá beneficiar também os municípios abastecidos atualmente pela adutora da Ibiapaba. Há, ainda, a inclusão do Canal Poti Sul e da adutora de Nova Russas. O Canal Poti Sul irá abastecer parte da demanda rural de Crateús, como também, principalmente, irá aumentar a irrigação na porção sudoeste da bacia do Poti, revitalizando, inclusive, o Projeto Realejo (400 ha). A adutora de Nova Russas irá suprir a demanda urbana e rural deste município, pois o açude Farias de Souza não será suficiente para garantir um adequado abastecimento em 2.030. As demais demandas e disponibilidades permanecem iguais à Alternativa 1. A Alternativa 2 é apresentada na Tabela 3, abaixo:

**Tabela 3:** Infra-estrutura Hídrica da Alternativa 2

<b>Obra</b>	<b>Dimensão</b>	<b>Tipo de Uso</b>
Açude Fronteiras	950 hm <sup>3</sup>	Irrigação, abastecimento urbano e rural
Açude Inhuçu	325 hm <sup>3</sup>	Geração de energia, abastecimento urbano e rural e irrigação
Açude Lontras	142 hm <sup>3</sup>	Geração de energia, abastecimento urbano e rural e irrigação
Açude Paula Pessoa	167 hm <sup>3</sup>	Irrigação Abastecimento urbano e rural e irrigação
Açude Frecheirinha	85 hm <sup>3</sup>	Abastecimento urbano e rural e irrigação
Canal Norte	99,8 km	Irrigação e abastecimento urbano e rural; Transposição Poti/Acaraú
Túnel e hidrelétrica	18 km, 6MW	Geração de energia, transposição Poti-Acaraú
Adutora do Aç. Jaburu I	38,1 km	Abastecimento de Mucambo, Pacujá e Graça; Transposição Poti-Acaraú
Canal Poti Sul	27,0 km	Irrigação e abastecimento rural
Adutora de Nova Russas	26,3 km	Abastecimento urbano e rural
Açude Taquara	279 hm <sup>3</sup>	Irrigação

**Fonte:** Pesquisa Direta

Na Alternativa 3, definiram-se 3 (três) sistemas hídricos como parte do Eixo da Ibiapaba. O Sistema Sul, composto do Açude Fronteiras e Canal Poti Sul, cuja finalidade é o abastecimento rural e a irrigação das terras localizadas na região sudoeste da bacia do Poti; o Sistema Centro, composto pelos açudes Inhuçu e Lontras, o túnel e a hidrelétrica, liberando a vazão efluente da turbina para a bacia do Acaraú, que, após abastecer o município de Ipueiras, aumenta a área irrigada no médio e baixo vales da bacia; e o Sistema Norte, composto pela adutora do açude Jaburu I para atendimento das sedes municipais de Mucambo, Pacujá e Graça, pelo açude Paula Pessoa destinado à irrigação do baixo Coreau, e pelo açude Frecheirinha, destinado à irrigação do Projeto Frecheirinha e ao abastecimento do município de mesmo nome. Futuramente, com a destinação do açude Paulo Sarasate para a irrigação das terras do baixo e médio Acaraú e a necessidade de expansão dos sistemas que abastecem Ipu e Pires Ferreira (em construção), deverá ser estudada a alternativa complementar a esta de interligar o sistema Norte (Aç. Jaburu I) e Centro, permitindo o atendimento dessas demandas. A tabela 4 a seguir detalha as características dessas obras e o tipo de uso da Alternativa 3.

**Tabela 4:** Infra-estrutura Hídrica da Alternativa 3

Obra	Dimensão	Tipo de Uso
Açude Fronteiras	950 hm <sup>3</sup>	Irrigação e abastecimento rural
Açude Inhuçu	325 hm <sup>3</sup>	Geração de energia, abastecimento urbano e rural e irrigação
Açude Lontras	142 hm <sup>3</sup>	Geração de energia, abastecimento urbano e rural e irrigação
Açude Paula Pessoa	167 hm <sup>3</sup>	Irrigação
Açude Frecheirinha	85 hm <sup>3</sup>	Abastecimento urbano e rural e irrigação
Túnel e hidrelétrica	18 km, 6 MW	Geração de energia, transposição Poti/Acaraú
Adutora Ararendá/Ipaporanga/Nova Russas	93,1 km	Abastecimento urbano e rural
Adutora do Aç. Jaburu I		Abastecimento de Mucambo, Pacujá e Graça.
Canal Poti Sul	38,1 km	Transposição Poti/Acaraú
	107,7 km	Irrigação
Açude Taquara	279 hm <sup>3</sup>	Irrigação

Fonte: Pesquisa Direta

## 5 Análise econômica das alternativas

### 5.1 Aspectos metodológicos gerais

Os benefícios sociais decorrentes da implantação de projetos de infra-estrutura hídrica tornam o processo decisório de natureza social, pois, em geral, espera-se que esses projetos possam proporcionar os seguintes benefícios: ampliação da oferta hídrica para abastecimento humano, industrial e implantação de projetos de irrigação; redução das taxas de morbidade e mortalidade provocada por enfermidades de origem hídrica; melhoria dos hábitos e atitudes da população beneficiária, com respeito ao uso da água e disposição final e promoção do desenvolvimento econômico, social e intelectual das comunidades através de melhorias das condições socioeconômicas.

No entanto, dado o reconhecido problema econômico de escassez de recursos frente às necessidades ilimitadas, a decisão sobre a implantação desses projetos exige a aplicação de critérios econômicos, tendo em vista os objetivos de alocação eficiente dos recursos, de crescimento econômico e de distribuição de renda. É dentro desse contexto do problema econômico que se insere a avaliação econômica de projetos, com o intuito de demonstrar para a sociedade em quanto a implantação de um projeto aumenta o seu bem-estar. Em um país em desenvolvimento, uma boa medida dessa variação de bem-estar coletivo é o incremento de riqueza gerado pelo projeto.

A mensuração dessa variação pode ser efetuada através de uma análise de custo-benefício (ACB), uma técnica de estimar monetariamente os custos e benefícios decorrentes de um projeto sobre todos os agentes afetados, em uma mesma medida (reais, dólares, etc) e para diferentes momentos. Em outras palavras, o objetivo da ACB é formar um fluxo de caixa de custos e benefícios que atualizados por uma dada taxa social de desconto resultem em um valor presente líquido (VPL). Se o valor presente desse fluxo for positivo, deve-se aceitar o projeto, pois neste caso ele agregará riqueza à sociedade, mas se VPL for negativo, deve-se rejeitá-lo, mesmo que privadamente represente um bom negócio para os donos do projeto, pois, nesta situação, o ganho proporcionado aos donos será, pelo menos, igual à perda sofrida pelos demais agentes econômicos afetados.

É nesse último ponto que aparece uma primeira diferença entre a avaliação financeira e econômica de projeto. Aquela se preocupa apenas com os empreendedores ou financiadores, enquanto que esta última envolve todos os agentes econômicos:

consumidores, produtores e governos. Sob a ótica da avaliação econômica de projetos, o que interessa é o fluxo real de recursos utilizados (insumos e mão-de-obra) e os efeitos decorrentes dos bens e serviços produzidos pelo projeto. Os custos na avaliação econômica se distinguem da avaliação privada, quer seja porque parte dos mesmos recai sobre terceiros, quer seja pelo fato de que o valor dos insumos ou serviços efetivamente pago pelos investidores privados nem sempre corresponde ao preço socialmente atribuídos a eles, como é o caso dos bens e serviços subsidiados, ou que apresentam externalidades em sua produção ou consumo.

Para identificação dos custos e benefícios do projeto, é necessário definir a situação base otimizada. A comparação do que ocorre na situação com o projeto versus sem o projeto definirá os custos e benefícios pertinentes ao projeto a serem utilizados na análise custo-benefício (ACB).

### **5.2 Determinação dos custos e benefícios das alternativas**

O estudo de alternativa consiste no levantamento de todas as soluções apropriadas aos problemas existentes. Existindo várias alternativas, em que todas apresentam os mesmos benefícios, a escolha da melhor alternativa deve seguir o critério de mínimo custo a preços econômicos. Por outro lado, se as alternativas apresentam custos e benefícios distintos uma das outras, o critério será o do valor presente líquido máximo, como é o caso do projeto do Eixo de Integração da Ibiapaba.

Os custos já previamente selecionados no estudo de alternativas devem ser melhor detalhados para incorporar eventuais custos indiretos ou externalidades decorrentes da necessidade de implantação de projetos complementares não identificados na fase de pré-seleção, ou ainda para atender eventuais medidas mitigadoras por danos ambientais.

Os benefícios, também estimados em um horizonte de avaliação de cerca de 20 anos, devem ser resultantes de dois tipos básicos de benefícios diretos: o benefício por maior consumo de água e o benefício por liberação de recursos - custos evitados.

A análise econômica do projeto do Eixo de Integração da Ibiapaba é basicamente a comparação dos custos e benefícios de cada um das alternativas. Os custos e benefícios foram derivados com base nos serviços proporcionados em cada alternativa em relação aos benefícios proporcionados pelos:

- Suprimentos de água doméstica;
- Suprimentos de água para irrigação;
- Geração de energia elétrica;
- Piscicultura.

Como se requerem valores a preços econômicos<sup>3</sup>, devem-se utilizar fatores de conversão para transformar os custos de cada alternativa a preços de mercado para preços sociais. Para isso, devem ser adotados os mesmos fatores de conversão já utilizados pelos programas de financiamento do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) na Região, cujos valores estão desagregados para os componentes ilustrados na Tabela 5.

**Tabela 5:** Fatores de Conversão

COMPONENTES	MÃO-DE-OBRA QUALIFICADA	MÃO-DE-OBRA NÃO QUALIFICADA	ENERGIA ELÉTRICA	INSUMOS E EQUIPAMENTOS IMPORTADOS	OUTROS
Fatores de conversão	0,48 (*)	0,79	1,18	1,00	0,94

**Fonte:** MPO/SEPURB-PASS/BID.

Os fluxos destes custos e benefícios foram determinados ao longo de um período de 32 anos, sendo 2 (dois) para construção das principais obras, e 30 (trinta) anos de geração de benefícios. A evolução dos custos ocorrerá conforme a Tabela 6, abaixo:

**Tabela 6:** Critérios de Distribuição dos Custos

CUSTO	CRITÉRIOS
Construção	Ocorrerá ao longo dos próximos 7 anos (período de construção), nas seguintes porcentagens : 20, 17, 13, 13, 13, 12, 12. Termina no sétimo ano.
Operação, manutenção e energia	Ocorrerá ao longo dos próximos 7 anos, nas seguintes porcentagens : 5, 10, 30, 40, 80, 95, 100 e continuará ao valor integral do 8º ao 32º ano.
Substituição (equipamentos para as estações de bombeamento e usinas)	Ocorrerá no 15º ano, por um período de 2 anos cada vez. (15º e 16º anos).

**Fonte:** Pesquisa Direta

Os fluxos dos custos e benefícios foram então utilizados para calcular a relação de custo-benefício e o valor presente líquido a uma taxa de desconto de 12% a.a., e a taxa interna de retorno.

### 5.2.1 Custos

Os custos dos barramentos e das obras de adução e geração de energia foram apresentados e encontram-se distribuídos cronologicamente, por alternativa, nos capítulos 4 e 5 do Volume I – Relatório Geral do Projeto.

As estimativas dos custos capitais dos sistemas de distribuição de água potável e estradas de acesso foram feitas, utilizando-se os seguintes critérios:

- Sistemas de Distribuição de Água Potável – Admitiram-se para estimativa dos custos com sistema de distribuição de água potável os custos médios per capita levantados nos projetos executivos do Programa de Ação Social em Saneamento (PASS-BID), em municípios do Nordeste, correspondentes a R\$ 49,86 por habitante beneficiado;
- Estradas de acesso – R\$ 15.000/km;
- Os custos das medidas de proteção ambiental encontram-se detalhados no capítulo 7 do Volume I – Relatório Geral do Projeto. .
- Os custos anuais foram estimados, considerando-se os seguintes critérios:
- Operação e manutenção – 1 % do total dos custos de investimentos.
- Energia – Consumo: R\$ 0,02636/kwh e Demanda: R\$ 3,22/Kw.

### 5.2.2 Benefícios

Os benefícios foram derivados dos seguintes serviços:

- Suprimento de água doméstica;
- Suprimento de água para irrigação;
- Geração de energia hidroelétrica;
- Piscicultura.

Os benefícios do suprimento hídrico doméstico são baseados em uma combinação de custos de suprimentos alternativos. A fonte das informações é o documento “Banco do Nordeste – Execução de serviços técnicos sobre a demanda de água no Nordeste – Agosto – 1997”. A Tabela 7 apresenta as informações relativas às alternativas dos suprimentos domésticos e industriais:

**Tabela 7:** Custos de Fontes Alternativas de Água no Nordeste Brasileiro

TIPO DE FONTE	PREÇO (R\$/M <sup>3</sup> )	CONSUMO MÉDIO (M <sup>3</sup> /MÊS/FAMÍLIA)
Ligado à Rede Pública	0,58	17,72
Carro Pipa	0,74	4,82
Poço com Bomba	0,90	14,31
Busca de Água	4,38	4,52
Compra de Água	7,25	3,72
Total	13,85	45,09
Média	2,77	9,018
Média Ponderada	2,07	12,56

**Fonte:** Banco do Nordeste - Execução de Serviços Técnicos sobre a Demanda de Água no Nordeste – Agosto de 1997. Realização PBLM – Consultoria Empresarial.

Para determinar os benefícios pelo fornecimento de água para os usuários urbanos e difusos, considerou-se, então, o consumo incremental (consumo com projeto menos consumo sem projeto) multiplicado pelo custo alternativo da água, correspondente a R\$ 2,77/m<sup>3</sup>.

Os benefícios incrementais diretos para a irrigação são baseados na média da rentabilidade anual, obtida com os seguintes produtos agrícolas: banana, acerola, melão e consórcio milho/feijão em um modelo de exploração de 4 ha. Os padrões das plantações, os rendimentos das safras, os custos operacionais e as rendas são baseados em estudos diversos (fichas técnicas da EMBRAPA, projetos de irrigação), realizados em áreas semelhantes às do presente estudo.

A média do valor dos benefícios anuais por hectare foi reduzida de R\$ 1.800,00, para compensar o custo operacional e de amortização da infra-estrutura de uso comum, relativo à tarifa de água, e de R\$ 4.400,77 referente ao valor da remuneração do capital, obtido a uma taxa de desconto de 12% a.a., para cobrir os custos de capital da infra-estrutura parcelar, incluindo aí os equipamentos de irrigação. Para este modelo, que numa área de 4 hectares explora banana, acerola, melão e consórcio milho/feijão, a renda líquida foi estimada em R\$ 3.118,61 por hectare, como se pode verificar na Tabela 8. Assim, levando-se em conta que o presente estudo objetiva comparar projetos mutuamente exclusivos e que o método geralmente utilizado para comparar planos alternativos é garantir que todos os custos e benefícios sejam realizados a um nível similar de dados e análises, o valor da renda líquida por hectare é uma ferramenta de planejamento confiável, haja vista que garante que as alternativas permaneçam comparáveis, em termos relativos, e que o plano preferido, selecionado no estudo de alternativas, tenha a maior possibilidade de sucesso. A Tabela 8, a seguir, mostra os resultados encontrados para renda líquida.

**Tabela 8:** Renda líquida total e por ha do modelo de Exploração

DISCRIMINAÇÃO	VALOR (R\$)
Valor da Produção (anual)	27.350,00
Custos (anual)	
• Diretos (mão-de-obra, sementes, fertilizantes e defensivos)	7.725,26
• Manutenção dos Investimentos	700,24
• Energia Parcelar	249,29
• Tarifa de Água (Operação e Amortização)	1.800,00
• Recuperação dos Investimentos (12% a.a.)	4.400,77
Receita Líquida	12.474,45
Área cultivada (em ha)	4,00
Renda Líquida por ha	3.118,61

**Fonte:** Pesquisa Direta

Para cálculo dos benefícios incrementais da irrigação, buscou-se quantificar os benefícios anuais a partir da seguinte equação:

$$B = RL * A, \text{ onde:}$$

**B:** Benefício econômico anual,

**RL:** Renda líquida média anual por ha,

**A:** Área irrigável por projeto.

Para o cálculo dos benefícios da irrigação nas áreas difusas, o valor da renda líquida foi multiplicado por um fator de redução de 0,7, resultando num valor de R\$ 2.183,03 por hectare. Admitiu-se ainda uma evolução nos benefícios da irrigação ao longo de 5 anos nas seguintes porcentagens: 40, 60, 80 e 100, correspondendo, portanto, a R\$ 1.247,44 no 1º ano; R\$ 1.871,17 no 2º ano; R\$ 2.494,89 no 3º ano e R\$ 3.118,61 no 4º ano e seguintes.

Os parâmetros de custos utilizados no planejamento da expansão do setor elétrico se baseiam em valores econômicos para o país como um todo, representados por custos incorridos pela sociedade. Usualmente, para o cálculo do benefício econômico dos aproveitamentos energéticos utilizam-se os custos marginais de expansão. No caso do presente estudo, o benefício direto advindo da geração de energia elétrica é avaliado através da receita dos aproveitamentos energéticos, computada pelo produto da potência instalada vezes o fator 8.760 (número de horas-ano) e a seqüência de custos marginais por período, segundo a ELETROBRÁS. Deve-se registrar que as tarifas utilizadas para determinação dos benefícios diretos, cuja elevação ao longo do tempo se deve às hipóteses de majoração do custo de combustível, são as seguintes:

- Até 2005: US\$ 45/MWh
- De 2006 a 2010: US\$ 50/MWh
- De 2011 a 2015: US\$ 55/MWh
- De 2016 a 2020: US\$ 60/MWh
- De 2021 a 2025: US\$ 65/MWh

Os benefícios líquidos para a piscicultura são relativos à área do reservatório, e foram calculados para cada reservatório dos planos alternativos. O valor unitário dos benefícios para a piscicultura é de R\$ 634,63/hectare para a média da área de superfície de cada reservatório. A Tabela 9 mostra os benefícios líquidos para os reservatórios incluídos nos planos:

**Tabela 9:** Benefícios Líquidos para a Piscicultura

RESERVATÓRIO	ÁREA MÉDIA (HA)	BENEFÍCIOS (R\$/ANO)
Frecheirinha	615	390.297,45
Fronteiras	2.940	1.865.812,20
Inhuçu	576	365.546,88
Lontras	1.700	1.078.871,00
Taquara	2.000	1.269.260,00

**Fonte:** Pesquisa Direta

Para cálculo dos benefícios da piscicultura, tomou-se como base o plano de peixamento do Açude Rosário, constante no relatório “Projeto Executivo da Barragem do Rosário – Plano de Aproveitamento do Reservatório” (SRH/COGERH/PROURB-CE/ENGESOFT, 1997). Considerou-se ainda na evolução dos benefícios líquidos da piscicultura, a partir do enchimento do reservatório, que esta atingiria a sua estabilidade somente no 4º ano de exploração. Começa no 3º ano e aumentará ao longo dos próximos 5 anos nas seguintes porcentagens: 83, 93, 94, 99, 100. Continuará no valor integral a partir do 8º ano até o 32º ano. Os valores unitários foram extrapolados para o mês de julho de 2000, com base na variação do IGP-DI. A Tabela 10 mostra os valores unitários dos benefícios para cada serviço do projeto:

**Tabela 10:** Valores Unitários dos Benefícios

Benefícios do Projeto	Valor Unitário dos Benefícios
Suprimento de água doméstica	R\$ 2,77 o metro cúbico
Suprimento de água para irrigação	Benefício líquido para Projetos de Irrigação: R\$ 3.118,61/hectare/ano Benefício líquido para Irrigação Difusa: R\$ 2.183,03/hectare/ano
Geração de energia hidrelétrica	Até 2005: US\$ 45/MWh De 2006 a 2010: US\$ 50/MWh De 2011 a 2015: US\$ 55/MWh De 2016 a 2020: US\$ 60/MWh De 2021 a 2025: US\$ 65/MWh
Piscicultura	R\$ 634,63/ha – área média de reservatório

**Fonte:** Pesquisa Direta

### 5.3 Resultados e Conclusões da Análise Econômica das Alternativas

A Tabela 11: Análise Econômica Comparativa das Alternativas permite uma visão geral e comparativa dos custos de investimentos, de O&M e de energia, reposições, além dos indicadores econômicos das três alternativas.

Os indicadores contidos na Tabela 11 revelam que a Alternativa 3 foi a única que se mostrou economicamente viável. Ou seja, a Alternativa 3 apresentou um valor presente líquido (VPL) positivo, da ordem de R\$ 5,94 milhões de reais, a preços de julho de 2000, o que foi confirmado pela relação benefício-custo (B/C) de 1,02. Ademais, esta alternativa apresentou uma taxa interna de retorno (TIR) de 12,2%, o que pode ser considerada como muito boa, uma vez não estarem incluídos no valor presente líquido do projeto uma série de benefícios eminentemente sociais, tais como redução da migração pelo aumento da oferta hídrica, diminuição das doenças vinculadas às baixas condições de qualidade da água, diminuição dos gastos públicos com a distribuição de água potável através de carros-pipa e geração de rendas adicionais pela criação de fontes hídricas superficiais, como as agroindústrias, o turismo etc.

**Tabela 11:** Análise econômica comparativa das alternativas

ALTERNATIVAS PROPOSTAS →	1	2	3
<b>ESTRUTURAS &amp; CUSTOS, R\$ de Julho de 2000</b>			
Açude Paula Pessoa	6.448.940	6.448.940	6.448.940
Açude Frecheirinha	19.555.040	19.555.040	19.555.040
Adutora Jaburu I	-	9.298.984	9.298.984
Sistema de Adução e Distribuição do Aç. P. Pessoa p/ Mancha de Granja	12.001.500	12.001.500	12.001.500
Sistema de Adução e Distribuição do Aç. Frecheirinha p/ Mancha de Frecheirinha	7.818.120	7.818.120	7.818.120
Sistema de Distribuição de Água Potável - S. Norte	472.437	472.437	472.437
Medidas de Proteção Ambiental - S. Norte	4.096.769	4.096.769	4.096.769
Açude Inhuçu	41.496.960	41.496.960	41.496.960
Açude Lontras	16.691.920	16.691.920	16.691.920
Hidrelétrica, incluindo túnel de 18 km	44.739.991	44.739.991	44.739.991
Adutora Ararendá/Ipaorangá/Nova Russas	-	-	23.252.179
Adutora de Nova Russas	-	6.964.380	-
Açude Taquara	23.000.000	23.000.000	23.000.000
Sistema de Distribuição de Água Potável - S. Centro	4.755.077	4.755.077	4.755.077
Medidas de Proteção Ambiental - S. Centro	8.352.162	8.352.162	8.352.162
Açude Fronteiras	28.066.272	28.066.272	28.066.272
Captação do Canal Poti Sul	-	19.675.665	60.477.511
Estação de Bombeamento EB - 3	-	-	4.163.178
Canal Poti Sul	-	16.167.583	78.952.265
Captação do Canal Norte	38.112.611,37	33.254.799	-
Canal Norte	404.810.635,97	244.433.178	-
Sistema de Distribuição de Água Potável - S. Sul	-	248.555	248.555
Medidas de Proteção Ambiental - S. Sul	10.869.366	10.869.366	10.869.366
Estradas de acesso	2.625.000	2.625.000	3.000.000
<b>TOTAL DOS INVESTIMENTOS</b>	<b>673.912.801</b>	<b>561.032.698</b>	<b>407.757.227</b>
<b>CUSTOS ANUAIS</b>			
O&M	6.892.919	4.720.990	4.077.572
Energia	5.305.133	12.192.740	7.018.309
<b>REPOSIÇÕES</b>			
Ano 15-16	35.869.996	10.171.142	24.451.585
<b>INDICADORES DA ANÁLISE ECONÔMICA</b>			
<b>POPULAÇÃO BENEFICIADA (Habitantes)</b>	<b>268.126</b>	<b>244.597</b>	<b>244.597</b>
<b>CUSTOS DOS INVESTIMENTOS POR POPULAÇÃO BENEFICIADA (R\$/hab.)</b>	<b>2.838,34</b>	<b>2.625,55</b>	<b>1.866,99</b>
<b>ÁREA IRRIGÁVEL (ha)</b>	<b>28.481</b>	<b>28.040</b>	<b>33.254</b>
<b>BENEFÍCIOS ANUAIS A 12% a.a.</b>	<b>275.516.900</b>	<b>346.601.000</b>	<b>352.223.800</b>
<b>RELAÇÃO BENEFÍCIO/CUSTO A 12% a.a.</b>	<b>0,50</b>	<b>0,71</b>	<b>1,02</b>
<b>TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)</b>	<b>5,6%</b>	<b>8,3%</b>	<b>12,2%</b>
<b>VALOR PRESENTE LÍQUIDO A 12% a.a.</b>	<b>-271.712.000</b>	<b>-140.364.100</b>	<b>5.940.600</b>
FONTE: GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ/SRH-CE/Consórcio Montgomery Watson-EngSoft Eng. e Consultoria Ltda.,			
Elaboração dos Estudos Básicos e dos Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba, Fase IV - Estudos de Alternativas			
Volume I – Relatório Geral Tomos I e II, Agosto/2000, Fortaleza –CE.			

Por outro lado, os outros dois projetos alternativos (Alternativas 1 e 2) mostram-se economicamente inviáveis sob o ponto de vista social, quando comparados ao Projeto da Alternativa 3. As Alternativas 1 e 2 apresentaram, respectivamente, um VPL negativo, de aproximadamente R\$ 270 e R\$ 345 milhões de reais, uma relação B/C de 0,5 e 0,7 e uma TIR da ordem de 5,6% e 8,3%, bem abaixo da TIR de 12%. Todos esses indicadores são altamente favoráveis à Alternativa 3,

o que implica dizer que o cenário de aproveitamento dos recursos hídricos no eixo de integração da Ibiapaba se revelou prioritário ao cenário de desenvolvimento da região sul da bacia do Poti, mais especificamente os municípios Crateús e Novo Oriente, cujas infra-estruturas propostas apresentaram proporcionalmente os maiores benefícios dentre todos os projetos alternativos.

Nas Alternativas 1 e 2, contrariamente à Alternativa 3, a região da bacia do Poti prioriza a região Norte, compreendendo os municípios de Ararendá e Ipaporanga. No entanto, a Alternativa 3 abrange a região na bacia do Poti com mais tradição na atividade agrícola, além de beneficiar importantes áreas potenciais para a agricultura irrigada que fazem parte das prioridades da SEAGRI – Secretaria de Agricultura Irrigada, e recuperar o Projeto Realejo, cuja infra-estrutura está sendo abandonada aos poucos devido a seu manancial não oferecer adequadas garantias.

Ressalte-se, ainda, que a bacia do Acaraú não deixa de ser beneficiada na Alternativa 3, pois a parcela significativa da irrigação incremental nas três alternativas é suprida pelo sistema Inhuçu/Lontras.

A Tabela 11 nos fornece sinteticamente os benefícios e custos de cada Alternativa. Os valores apresentados confirmam a viabilidade da Alternativa 3 em relação às demais alternativas, principalmente quando se comparam os valores dos custos dos investimentos e reinvestimentos por população beneficiada (R\$ 2.838,34 – Alternativa I, R\$ 2.625,55 – Alternativa II e R\$ 1.866,99 – Alternativa III). A Alternativa III apresenta ainda a maior área irrigável, enquanto a Alternativa I, com menor área irrigável, é a que beneficia um maior número de habitantes.

## Referências

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. *Elaboração dos estudos básicos e dos estudos de viabilidade do eixo de integração da Ibiapaba: fase II, plano regional*. Fortaleza: Consórcio Montgomery Watson-Engesoft Engenharia e Consultoria, 2000. t. 2: Estudos de demanda.

CONTADOR, C. R. *Avaliação social de projetos*. São Paulo: Atlas, 1981.

DIXON, J. et al. *Economic analysis of the environmental impacts of development projects*. London: Arthscan Publications, 1988.

GITTINGER, J. P. *Analyse économique des projets agricoles*. Paris: IDE-Banque Mondiale/Economica, 1985.

MOTTA, R. S. *Estimativas de preços econômicos no Brasil*. Brasília, DF: SEPLAN/IPEA/INPES, 1988. (Textos para Discussão Interna nº 143).

MUNASINGHE, M. *Environment economics and sustainable development*. Washington, DC: World Bank, 1993. Environment Paper N. 3.

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES. *Gestion des projets d'aménagement des eaux: prise de décision et evaluation des investissements*. Paris, 1985.

SQUIRE, L.; VAN DER TAK, H. *Economic analysis of projects*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1975.

WARD, W.; DEREN, B.; D'SILVA, E. *The economic analysis of projects: a practitioner's guide*. Washington, DC: World Bank, 1991.

## Notas

<sup>2</sup> O cálculo foi feito considerando um consumo médio de 150 l/pessoa/dia

<sup>3</sup> Denomina-se preço econômico, sombra, social, ou de eficiência como aquele que ocorreria em uma economia em equilíbrio, em condições de concorrência perfeita e ausência de distorções de mercado - impostos discriminatórios, subsídios, externalidades etc. Embora o rigor técnico distinga diferenças metodológicas de cálculo desses preços, cabe aqui lembrar que, na prática, a conversão de um orçamento de um projeto a preços financeiros ou de mercado para preços sociais sempre se efetua empregando fatores de conversões, sejam específicos para cada insumo empregado no projeto, ou generalizados: mão- de-obra, insumos importados, energia elétrica, ou componentes nacionais etc.

**Recebido em:** 12.3.2004

**Aprovado em:** 28.03.2005