

Análise de custo-benefício de projetos de irrigação no nordeste

WILLIAM R. CLINE *

1. Introdução

O presente estudo emprega a análise de custo-benefício social para examinar a viabilidade econômica dos principais projetos de irrigação atualmente considerados na região árida do Nordeste. Além de apresentar resultados empíricos sobre um importante instrumento de promoção agrícola em uma região em desenvolvimento, o estudo contém análises de interesse metodológico geral, em que se incluem uma estimativa empírica do custo social (*shadow price*) da mão-de-obra e a utilização da programação linear para selecionar combinações ótimas de culturas.

2. Características dos projetos

Cerca de oitenta e seis projetos de irrigação encontram-se em estudo nos vários órgãos públicos encarregados do planejamento de irrigação no Nordeste. A metade desses projetos diz respeito a grandes áreas, englobando mais de 1.000 hectares de terras irrigáveis. Dentre os setenta e dois projetos para os quais existem

* Do Departamento do Tesouro dos Estados Unidos, Gabinete do Secretário-Assistente para Assuntos Internacionais, Divisão de Pesquisas. A pesquisa utilizada neste estudo foi realizada quando o autor servia como Professor-Visitante da Fundação FORD no Instituto de Planejamento Econômico e Social (IPEA-INPES), do Ministério do Planejamento, no período de 1970-71.

O autor é especialmente grato a Gervásio Castro de Resende pelo grande auxílio na compilação dos dados e aos membros da Empresa de Consultoria Tahal pela cooperação no fornecimento de dados e aconselhamento agrônômico e de engenharia especializado.

dados suficientes para análise, cinquenta e seis, com uma área total de 195.000 hectares, foram julgados provisoriamente vantajosos, na base de uma taxa de desconto de 10%.¹

Os projetos dizem respeito mais a grandes esquemas governamentais do que a pequenos planos de irrigações particulares (através de pequenos poços e da combinação de modestas bombas e aspersores para bombeamento direto dos rios). Prevê-se que tais projetos terão, de modo geral, uma estrutura de colonização apoiada em estabelecimentos familiares de 5 hectares, muito embora os planejadores pareçam estar considerando também a possibilidade de grandes estabelecimentos agrícolas privados.

Um número considerável de projetos considera a utilização da água de açudes, construídos no passado, através dos programas de combate às secas que pouca atenção deram ao seu uso para irrigação. Apesar de, na maioria dos casos não haver necessidade de construir novos açudes os projetos ainda assim deverão ser dispendiosos. Em alguns casos, os terrenos são montanhosos, sendo necessários longos canais de distribuição para atingir as áreas planas cultiváveis. Em outros, as áreas a serem irrigadas necessitam de drenagem e, em alguns locais, é necessário grande bombeamento de água dos rios. O custo médio de investimento dos projetos alcança US\$ 2.800 por hectare (ou US\$ 1.700, excluindo-se edifícios, maquinaria agrícola e casas de trabalhadores) — nível muito alto em relação aos padrões internacionais.²

Os projetos são do tipo capital-intensivo. Empregariam 0,59 trabalhadores por hectare irrigado, resultando em uma relação

¹ A análise foi realizada pelas Firms de Consultoria Tahal (israelense) e Sondotécnica (brasileira). Um sumário dos resultados da análise consta do *Programa Plurianual de Irrigação-PPI. Volume I: Relatório de Síntese* (Rio de Janeiro: Ministério do Interior, 1972), referido abaixo como *PPI*. Note-se que a área de 195.000 hectares representa mais do dobro da área atualmente irrigada.

² Colin Clark cita cifras nas vizinhanças de US\$ 500 por hectare como custo de investimento de obras de irrigação na Europa, Iraque e Marrocos. Colin Clark, *The Economics of Irrigation*, (Londres: Pergamon Press, 1970), p. 62.

capital/trabalho de US\$ 4,800, isto é, mais de sete vezes a relação média capital/trabalho da agricultura do País.³

O fato de serem altamente capital-intensivos significa dizer que os projetos contribuiriam muito pouco para a absorção de mão-de-obra. Mesmo que toda a área de 195.000 ha fosse beneficiada, seriam criados somente 115.000 empregos diretos permanentes.⁴ Este nível representa aproximadamente 2% da força de trabalho rural do Nordeste e só seria atingido na conclusão de implantação dos projetos, em 1980. Apesar do pequeno impacto sobre o emprego no Nordeste, os projetos exigiriam um considerável investimento de US\$ 548 milhões.⁵

Em suma, a despeito do substancial custo do investimento, os esquemas de irrigação propostos produziram apenas um impacto marginal sobre a absorção de mão-de-obra agrícola. Portanto, eles devem ser considerados não como uma estratégia geral para o desenvolvimento rural do Nordeste, mas como um conjunto de projetos a serem julgados segundo seus méritos individuais, através de uma análise de custo-benefício.

3. Metodologia

Os métodos adotados neste estudo para cálculos de custo-benefício são convencionais, excetuando-se a estimativa dos custos sociais

³ Calculado em US\$ 640 baseado no Censo de 1960, em dados de amostragem de estabelecimentos agrícolas e nas contas nacionais. Note-se que a cifra de US\$ 4,800 por trabalhador inclui custos de "colonização" (como, por exemplo, os custos sociais de residências para trabalhadores, prédios escolares, etc.) que importam em 8,8% dos investimentos totais. Estes custos devem ser excluídos para que se possam comparar as relações capital/trabalho no tocante à produção *per se*.

⁴ PPI, *op. cit.*, p. 8. Note-se que cerca de 115.000 empregados adicionais podem ser esperados no setor de serviços como resultado indireto dos projetos, segundo o relatório do PPI.

⁵ Este total representa cerca da metade dos investimentos totais em um ano, no Nordeste (estimados em 4,9 bilhões de cruzeiros, ou US\$ 1,2 bilhões em 1969) embora os investimentos em irrigação devam transcorrer durante uma década. Ver, Ministério do Interior, Brasil, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, *Produto e Formação Bruta de Capital no Nordeste do Brasil 1965 - 1969* (Recife, 1971), p. 22.

da mão-de-obra e a utilização da programação linear para a escolha da combinação ótima de culturas.⁶

Nas condições de subemprego do Nordeste, é importante utilizar um preço contábil para a mão-de-obra, na avaliação de projetos. O custo social aqui utilizado é o produto marginal “esperado” do trabalho, ou seja, a média ponderada dos produtos marginais estimados, com pesos proporcionais à percentagem da força de trabalho em cada subsetor. Nenhum incremento ao produto marginal foi calculado como custo social, devido a supostas perdas de poupança dos métodos de mão-de-obra intensiva.⁷ Na agricultura de base familiar, o trabalhador é, ao mesmo tempo, empresário, sendo pois irrelevante a dicotomia convencional de poupança entre os dois. O sistema fiscal do País parece ser suficientemente capaz de promover poupanças e, desse modo, um ajustamento consumo-poupança sobre o preço do trabalho não deve ser usado em análise de projetos.⁸

A estimativa empírica do produto marginal do trabalho baseia-se em funções de produção anteriormente calculadas pelo autor.⁹

⁶ Nestes dois últimos elementos encontra-se a diferença básica entre a análise deste estudo e a realizada pelas Firms Consultoras Tahal e Sondo-técnica.

⁷ Na forma recomendada para o setor industrial por Little e Mirrlees, o custo-social do trabalho é: $c - (c-m)/S$, onde c é o salário, m o produto marginal do trabalho no setor de onde é retirado e S a razão entre o valor de um dólar de investimento e um dólar de consumo. Esta relação excede a unidade, admitindo-se que o retorno do investimento excede a taxa de des-conto social do consumo. Esta maneira de abordar o assunto supõe que todos os lucros de projetos governamentais são reinvestidos, enquanto todos os salários recebidos são consumidos. Ver I.M.D. Little e J.A. Mirrlees, *Manual of Industrial Project Analysis in Developing Countries, Volume II. Social Cost Benefit Analysis* (Paris: OECD, 1969).

⁸ Especialmente desde que, assim fazendo, tem-se menos intensidade de trabalho e menor produção. Havendo flexibilidade fiscal, a poupança máxima somente pode ser obtida no ponto da produção máxima. A existência de flexibilidade fiscal é confirmada pela relação entre a receita pública e o PNB, que alcança níveis considerados elevados no Brasil, dado o baixo nível de renda *per capita* do País.

⁹ William R. Cline, *Economic Consequences of a Land Reform in Brazil*, (Amsterdam: North-Holland Publishing Co., 1970).

Tais funções dizem respeito a quatro subsetores de produção do Nordeste (Ceará: algodão, gado; Pernambuco: açúcar, algodão). Nesses subsetores, o valor do produto marginal por homem-ano de mão-de-obra não-qualificada foi calculado para cada uma das seis classes de tamanho dos estabelecimentos agrícolas considerados.¹⁰ A força de trabalho calculada para cada classe de tamanho, de cada subsetor de produção, é então usada como ponderação de cada estimativa do produto marginal correspondente, a fim de se obter o produto marginal do trabalho,¹¹ (este custo de oportunidade médio ponderado representa o custo “esperado” — ou esperança matemática do custo — se a probabilidade de retirar um trabalhador de determinado subsetor for proporcional à participação do mesmo subsetor na força de trabalho). A estimativa resultante é um custo social de 375 cruzeiros (em valores de 1969), ou US\$ 89 por ano, ou ainda 43% do salário mínimo legal.

Para uma estimativa do custo futuro da mão-de-obra, este custo social foi projetado a uma taxa de crescimento de 3% ao ano, na suposição de que o custo social se mantenha estritamente proporcional ao produto médio do trabalho (isto é, que a elasticidade do produto no tocante ao trabalho seja constante — desde que o produto marginal seja igual a essa elasticidade, multiplicada pelo produto médio) e que a produtividade média do trabalho cresça a 3% ao ano (taxa observada na década de 1960).

¹⁰ A função de produção é da forma seguinte: $V = e^a L^b N^c K^d S^f$, onde V = valor de produção, L = terra cultivada, N = valor imputado de trabalho, K = estoque de capital (maquinaria, animais de trabalho, prédios), e S = valor dos insumos de sementes e fertilizantes. Com w = salário imputado por homem-ano, o valor do produto marginal (m) do trabalho é dado por $m = wc (V/N)$. O cálculo é feito para cada grupo de tamanho dos estabelecimentos, dentro de cada setor de produção (com o parâmetros da função de produção constantes para o setor de produção).

¹¹ Uma vez que os valores resultantes correspondem ao ano de 1962, procedeu-se a uma correção para os níveis de 1969, tornando-os compatíveis com os dados do projeto. Nesses, fazendo-se ajustamentos, levou-se em conta os efeitos da inflação e do crescimento real. Mais ainda, supôs-se que este último tenha sido proporcional ao crescimento real do produto agrícola por trabalhador na região, na forma indicada pelas contas nacionais.

O segundo importante passo metodológico consiste em selecionar uma combinação de culturas para os projetos de irrigação, utilizando-se um modelo de programação linear que incorpore as limitações da procura. A fim de que o projeto possa cobrir seus altos custos de investimento, admite-se que serão necessárias culturas de alto valor por hectare. Entretanto, essas culturas têm mercados limitados podendo ser consideradas bens de luxo ou não-essenciais. A utilização exclusiva dessas culturas (por exemplo, tomate, uvas, melões, abacaxis) resultaria em níveis de produção absurdamente altos com relação ao mercado nacional. Portanto, deve-se considerar para cada produto individual um conjunto realista de restrições de demanda. Com a finalidade de obter esse conjunto de restrições, adotou-se 15% da produção¹² brasileira estimada de cada cultura para 1980 como o nível máximo que se deveria alcançar com os projetos de irrigação sem exceder a demanda do mercado.¹³

O modelo utilizado para selecionar a combinação ótima de culturas é o seguinte:

$$1) \text{ Max } Z = \sum_i \sum_j \pi_{ij}$$

Sujeito a:

$$2) \sum_j X_{ij} \leq 1,75 A_i \quad (9 \text{ equações})$$

$$3) \sum_i X_{ij} q_{ij} \leq \hat{Q}_j \quad (21 \text{ equações})$$

$$4) X_{ij} \leq \alpha_j (1,75 A_i - \sum_k X_{ik}) \quad (89 \text{ equações})$$

Neste modelo, o nível básico de atividade X_{ij} é de um hectare-semester¹⁴ do solo tipo i , plantado com cultura j .¹⁵ O semestre

¹² Projetado com uma taxa de crescimento anual de cada produto de 4,5%, que foi a taxa média na década de 1960.

¹³ A exportação não foi tomada em consideração. Como não se exporta, praticamente nenhum produto importante das "culturas de luxo", pode-se admitir que não existe rede de comercialização que se possa dispor para a exportação desses bens ao exterior.

¹⁴ A palavra "semestre" refere-se sempre a um período de meio ano.

¹⁵ São considerados nove tipos de solo.

é a unidade de tempo da atividade produtiva, uma vez que a maioria das culturas pode fornecer duas safras por ano. Os parâmetros π_{ij} indicam a lucratividade social por hectare-semester da cultura j no solo i , definida como:

$$5) \pi_{ij} = q_{ij}P_j - C_{ij}^*$$

onde q_{ij} = rendimento por hectare da cultura j em solo i , e P_j o preço por tonelada da cultura j para o agricultor.¹⁶ C_{ij}^* é o custo corrente, por hectare, dos insumos de mão-de-obra, serviços de maquinaria, tração animal e demais insumos, sendo o trabalho avaliado ao custo-social inicial. Nos casos de culturas que requerem um ano inteiro para produzir (incluindo culturas permanentes), o rendimento q_{ij} foi arbitrado em metade do rendimento nominal por questão de coerência com a especificação de unidades de produção de hectare-semester. Além disso, no tocante a culturas perenes, o rendimento q_{ij} e o custo corrente C_{ij}^* baseiam-se em valores anuais com valor atual (à taxa de desconto de 10%) igual ao esperado no ciclo de vida produtiva do produto a fim de levar em conta rendimentos variáveis (inicialmente zero) e custos variáveis (incluindo os pesados custos iniciais de investimento) ao longo do ciclo de vida.

A equação 2 contém as restrições de terra e intensidade de culturas: a atividade total por hectares-semesteres em solo do tipo i não pode exceder 1,75 vezes a área física disponível naquele solo (A_i).¹⁷ A equação 3 representa a restrição da demanda: a produção total do bem j é dada pela soma de todos os tipos de solo em hectares-semesteres na cultura j , multiplicada pelos respectivos rendimentos, soma esta que não pode exceder a restrição da demanda \hat{Q}_j . A equação 4 é a restrição da rotação, a qual exige que não mais do que uma dada fração α_j de qualquer área livre

¹⁶ Note-se que foi adotado um preço constante, independente do nível de produção. A imposição da restrição da demanda permite a hipótese de preços reais constantes.

¹⁷ A existência de duas safras por ano elevaria o valor da intensidade da cultura para 2, para os dois semestres-hectares de produção por ano.

para rotação possa ser plantada com a cultura j . Uma vez que a área plantada com culturas perenes não é usada para rotação, a mesma é excluída (isto é, o último elemento da equação 4, onde o subscrito k refere-se a culturas perenes). O número total de equações restritivas em cada categoria é mostrado entre os parênteses que seguem cada equação.

Uma vez obtida a solução do problema de programação acima, a combinação ótima de culturas é conhecida para qualquer tipo de solo, a partir da composição percentual das atividades ótimas X_{ij} por hectare-semester naquele solo (i). Dessa maneira, para qualquer projeto de irrigação, a área total por tipo de solo determina imediatamente a combinação de culturas do projeto. Para os projetos como um todo, os resultados obedecerão as restrições de demanda, a disponibilidade de terras e rotação.

Outro elemento metodológico de interesse refere-se ao cálculo do custo de oportunidade da terra a ser irrigada. As estimativas existentes desse custo de oportunidade, baseadas no que se supõe sejam as melhores técnicas para terra seca, não merecem confiança. Em alguns casos tais estimativas de custo são extremamente altas, ao passo que em outros caíram a zero (devido ao uso de metodologias divergentes nos estudos de viabilidade existentes). O presente estudo tomou o preço observado da terra como estimativa do valor futuro (descontado) do produto marginal da terra não irrigada e, por conseguinte, do custo de oportunidade¹⁸ da terra.

O cálculo final do custo-benefício de cada projeto é o seguinte:

$$6) \text{ RCB} = \frac{\text{VABL} - (\text{VAM} + \text{VAR} + \text{VAO} - \text{VAD})}{\text{VAI}}$$

onde RCB = relação custo/benefício VABL = valor atual dos benefícios de produção, líquido de custos correntes; VAM = valor

¹⁸ Este método requer a suposição de que, no mercado de terras, os agricultores usam a mesma taxa de desconto que a empregada pelos planejadores na avaliação do projeto.

atual do fluxo dos custos de manutenção do projeto; VAR = valor atual dos reinvestimentos em equipamentos com vida mais curta do que a vida do projeto (50 anos); VAO = valor atual do custo de oportunidade da terra; VAD = valor atual das instalações e equipamentos recuperados ao fim da vida do projeto; e VAI = valor atual do fluxo de investimentos do projeto em açudes, equipamento de bombeamento, sistemas de canais de drenagem, maquinaria agrícola, edifícios e estradas (na maioria dos casos, disseminado num período de quatro ou cinco anos). Dentre esses elementos, apenas a expressão VABL exige descrição adicional.

$$7) \text{ VABL} = \left[\frac{1}{(1+r)^n} \right] \sum_i a_i \pi_i^*$$

Neste cálculo, o valor atual dos benefícios da produção menos custos correntes, é estritamente determinado com base na área agregada de solo do tipo (a_i), "ano médio do início das operações" (n)¹⁹ e um parâmetro, π_i^* , que representa o valor atual da lucratividade social por hectare de solo i num período de 50 anos, começando no ano 1. A taxa de desconto é r .

O parâmetro π_i^* é calculado como:

$$8) \pi_i^* = 1,75 \sum_j \lambda_{ij} \sum_{t=1}^{50} \frac{1,08 P_j q_{ijt} - C_{jt} - AI_{jt}}{(1+r)^t}$$

onde λ_{ij} é a fração do solo i cultivado com a cultura j na combinação ótima de culturas a partir da solução da programação; P_j é o preço por tonelada da cultura j ; q_{ijt} é o rendimento em toneladas por hectare-semester da cultura j em solo i no ano t para uma vida de 50 anos começando no ano 1 (constante para todos os t no caso de culturas não perenes).²⁰ C_{jt} é o custo social

¹⁹ Por exemplo, se um quinto da área do projeto for usado em cada um dos primeiros cinco anos, o "ano médio ("n") de início de preços" será três.

²⁰ Que é multiplicado por 1,08 para levar em conta uma "elevação" de 18% pelos impostos indiretos sobre os bens agrícolas e uma redução de 10% referente ao atraso em obter pleno rendimento de produção, durante o processo de aprendizagem dos agricultores.

corrente por hectare-semester de cultura j no ano t ; e AI_{jt} é o investimento agrícola na cultura j no ano t (aplicável apenas no início do ciclo vital das culturas perenes). Toda a expressão é multiplicada por 1,75, fator de densidade das culturas.

Uma vez calculadas as relações benefício-custo, resta outro passo analítico. Desde que alguns projetos sejam rejeitados por serem avaliados a uma taxa de desconto de 10%, parte de suas culturas de alto valor deixa de ser utilizada. Aplica-se, por conseguinte, uma segunda iteração,²¹ na qual as cotas não-esgotadas de culturas de alto valor são alocadas aos projetos com razões benefício-custo mais altas, embora abaixo de um. Um número limitado de projetos antes rejeitados é, desta forma, tornado aceitável.

Outra alternativa para tornar aceitáveis os projetos inicialmente considerados desvantajosos seria realocar algumas culturas de alto valor dos projetos socialmente lucrativos para os projetos rejeitados, mantendo os primeiros ainda vantajosos, embora com relações benefício-custo inferiores. Nos casos examinados neste estudo, verificou-se ser inequivocamente ineficiente executar essa realocação.²² Basicamente, os investimentos adicionais seriam maiores do que o ganho líquido de produção colhida com essa transferência.

²¹ A fim de facilitar a análise desta segunda iteração, é calculado para cada projeto um *break-even value* por hectare irrigado. Este valor é igual ao valor atual líquido, por hectare, dos custos de investimento, manutenção, oportunidade e custo líquido de reinvestimento (fora valor de sucata). Nos casos de projetos com relação benefício-custo abaixo da unidade, os valores atuais de *break-even* por hectare são comparados ao valor atual por hectare para cada uma das culturas de alto valor, com cotas não usadas. Torna-se imediatamente claro quais projetos "rejeitados" podem ser transformados em aceitáveis através da inclusão de parte suficiente das cotas restantes de culturas de alto valor. A média ponderada do valor atual por hectare de cada cultura, com pesos proporcionais à fração da área do projeto a ser alocada a cada cultura, deve forçosamente se elevar até atingir o *break-even* a fim de que o projeto se torne positivo.

²² A lucratividade de realocar um hectare (1,75 hectare-semester ano, de culturas de alto valor de um projeto vantajoso para um projeto rejeitado) é avaliada da seguinte maneira:

$$9) B^* = \Psi_i (-\pi_{oi}^* + \pi_{oj}^*) + \pi_{ki}^* - VAIH_k^*$$

onde B^* é o valor atual dos benefícios líquidos da realocação;

Alguns outros aspectos metodológicos requerem breve discussão. Em primeiro lugar, a taxa de desconto básico usada é a de 10% ao ano. Para uma análise de "sensitividade", utiliza-se também uma taxa de 15%. Esta faixa é julgada geralmente apropriada para países relativamente grandes e que se encontram num estágio intermediário de desenvolvimento.²³ No Brasil, devido à falta de estimativas seguras da taxa marginal de retorno do capital, e dados os tênues fundamentos teóricos da identificação de uma taxa de preferência temporal específica para o consumo, o desconto a 10% representa a opção mais razoável.

Em segundo lugar, alguns ajustamentos de custos e benefícios sociais foram omitidos da análise. Nenhum ajustamento foi feito nos custos de equipamentos importados, embora um custo social da divisa de cerca de 25% sobre a taxa oficial de câmbio possa justificar-se em vista das tarifas protecionistas brasileiras.²⁴ Não se dispunha de dados sobre equipamentos importados para todos os projetos (ainda que, no caso de um dos grandes, os dados mostrassem que correspondiam a um quinto do investimento total). Por outro lado, foram também omitidos benefícios econômicos indiretos. O principal benefício indireto neste caso, seria

π_{oi}^* = valor atual dos benefícios líquidos por hectare do projeto, para cultura de alto valor i num projeto vantajoso;

π_{oj}^* = valor atual dos benefícios líquidos por hectare do projeto para a cultura que está na margem (ou seja a cultura de valor mais baixo incluída na combinação ótima de culturas para o tipo de solo do projeto) no projeto vantajoso (isto é, a cultura que se expandiria à medida que a área fosse liberada de cultura de alto valor i);

π_{ki}^* = valor presente de benefícios líquidos por hectare do projeto para a cultura i em solo K , dominando o projeto rejeitado;

Ψ_i = relação entre rendimento por semestre-hectare de cultura i em solo K e rendimento em solo de melhor qualidade do projeto favorável;

$VAIH_k^*$ = valor atual do investimento necessário para pôr em operação um hectare da área no projeto rejeitado.

Nos casos dos projetos rejeitados, B^* é sistematicamente negativo.

²³ Ver, por exemplo, I. M. D. Little e J. A. Mirrlees, *op. cit.*, p. 184.

²⁴ E. L. Bacha, Aloisio B. Araujo, R. L. Modenesi e M. Mata, *Análise Governamental de Projetos de Investimento no Brasil: Procedimentos e Recomendações* (Rio de Janeiro: IPEA, Relatório de Pesquisa n.º 1, 1971).

o componente de valor adicionado nas atividades induzidas de processamento e distribuição, em excesso ao custo de oportunidade social dos fatores a serem empregados em tais empreendimentos (especialmente custos da mão-de-obra).²⁵

4. Dados

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos principalmente junto às Firms de Consultoria Tahal e Sondotécnica, que foram encarregadas de proceder a uma análise da política de irrigação do Ministério do Interior do Brasil. Tais firmas, por sua vez, compilaram os dados de estudos anteriores de viabilidade de alguns projetos e estimaram diretamente os dados de outros antigos projetos.

Os dados usados no presente trabalho provêm dos arquivos daquele consórcio e referem-se às seguintes variáveis e parâmetros: rendimentos por tipo de solo; área irrigável por tipo de solo de cada projeto; custos de investimento dos projetos; preços das culturas para o agricultor; coeficientes técnicos de produção (insumos de mão-de-obra, maquinaria, sementes e fertilizantes por hectare e para cada cultura); perfis temporais de investimento em culturas permanentes e seus rendimentos; e limitações de rotação. Os rendimentos das safras foram cotejados com dados fornecidos por estações experimentais; os preços foram comparados com os relatórios disponíveis de preços de produtos agrícolas. Pequena revisão de produção por unidade de área e de preço foi feita quando necessário. No cálculo do custo social do trabalho, o autor baseou-se em estudo anterior seu (citado acima). Os dados relativos às restrições da demanda baseiam-se nas estatísticas oficiais da produção agrícola brasileira.²⁶

²⁵ Além do mais, deve-se notar que a análise exclui certos custos de infraestrutura (tais como educação, saúde e habitações) sobre o fundamento de que o Governo teria que neles incorrer mesmo na ausência do projeto, ou que seus benefícios, por definição, são iguais aos custos e, por conseguinte, podem ser excluídos dos cálculos.

²⁶ Dados extraídos do *Anuário Estatístico do Brasil*, IBGE.

5. Resultados

O Quadro I apresenta as relações benefício-custo dos vinte e quatro projetos de irrigação examinados. Com uma taxa de desconto de 10% ao ano, dezessete dos projetos possuem relações benefício-custo superiores à unidade. A área agregada dos mesmos (104.120 hectares) representa dois terços da extensão do conjunto de vinte e quatro projetos, para os quais foram feitos cálculos. Supondo-se que proporção semelhante dos projetos restantes que não foram examinados²⁷ seja considerada favorável, teremos para o conjunto de projetos aceitáveis no Nordeste um total de 135.000 hectares, com um custo de investimento de US\$ 414 milhões e emprego anual de 70.000 trabalhadores (na conclusão dos projetos).²⁸

Alguns detalhes desses resultados merecem uma atenção especial. No tocante à fixação do custo social da mão-de-obra, é digno de nota que dos dezessete projetos somente dois mostram-se favoráveis quando se toma o custo social do trabalho, passando porém a desfavoráveis quando se utiliza o preço de mercado. Considerando os projetos em geral, o custo social do trabalho influencia apenas marginalmente as taxas benefício-custo. Este resultado representa a intensidade básica de capital dos projetos; o custo social da mão-de-obra reduz o custo do trabalho em mais de 50% (nos primeiros anos). Apesar de tudo, constitui parte tão pequena dos custos totais que é pequeno o seu impacto sobre a lucratividade.

²⁷ A ausência de certos dados impediu a aplicação dessa análise a projetos totalizando cerca de 50.000 hectares. Observa-se que os projetos excluídos da análise direta tendem a ser menores e que podem ter características diferentes da maioria dos que foram analisados.

²⁸ É importante reiterar aqui que as Firms Consultoras Tahal e Sondotécnica obtiveram relações de benefício-custo favoráveis para um conjunto de 56 projetos, com uma área total de 195.000 hectares. O conjunto incluiu todos os projetos julgados favoráveis no presente estudo, bem como diversos outros rejeitados. Ver Ministério do Interior, Grupo Executivo de Irrigação para o Desenvolvimento Agrícola, *Programa Plurianual de Irrigação, Vol. I, Relatório de Síntese* (Rio de Janeiro: 1971), pp. 56-57. Os dados básicos usados na análise do presente estudo são virtualmente idênticos aos que

Um dos elementos importantes na análise é a taxa de desconto. Com uma taxa de 15%, dos vinte e quatro projetos apenas sete são favoráveis, representando apenas 40% da área total que se consideraria favorável com um desconto de 10%.²⁹

Outro aspecto de maior importância dos resultados é a sua dependência do tipo de solos. Os projetos com solos melhores são vantajosos a uma taxa de desconto de 10%, ao passo que os projetos com solos piores são rejeitados, quaisquer que sejam os critérios. Isso se deve às sensíveis diferenças entre os parâmetros de valor atual de benefícios líquidos (π_i^*) para os solos melhores, em contraposição aos piores. Na verdade, o resultado deve-se à estratégia de utilizar safras de alto valor primeiramente nos melhores solos, com os mais altos rendimentos, estratégia essa estabelecida pela solução que se adotou na programação linear para resolver o problema de seleção de culturas.

6. Conclusão

A conclusão deste estudo é que cerca de dois terços da área proposta para irrigação no Nordeste parecem merecer aprovação do ponto de vista da análise de custo-benefício, com um desconto a uma taxa aceitável de 10% ao ano e imposição de restrições realistas de demanda no caso de culturas individuais. Um aspecto importante dos projetos, contudo, é que eles não têm potencial para

foram utilizados pela Tahal-Sondotécnica e, de fato, foram obtidos com a gentil cooperação de ambas. A diferença fundamental nos dois resultados é que, neste estudo, a seleção ótima de culturas mediante programação linear concentra-se em culturas de alto valor, nos melhores solos. Os resultados da Tahal-Sondotécnica baseiam-se em dispersão mais ampla de culturas de alto valor por uma larga faixa de projetos — formando assim maior o número de projetos marginalmente lucrativos, mas diminuindo o nível de lucratividade agregado.

²⁹ Note-se, contudo, que não foram feitos cálculos para revisão secundária de projetos rejeitados com uma taxa de descontos de 15%. A realocação de cotas não usadas de culturas de alto valor poderia tornar favoráveis alguns dos projetos com essa taxa de desconto mais rigorosa.

QUADRO I

Relações benefício/custo
de projetos escolhidos de irrigação - Nordeste do Brasil

PROJETO	ESTADO	ÁREA (Hectares)	INVESTIMENTOS (Milhões de Cruzeiros de Nov. de 1969)	BENEFÍCIO/CUSTO			
				10%M	10%\$	15%M	15%\$
Aires de Souza	CE	1450	18.2	3.04	3.23	1.91	2.06
Araras	CE	5000	63.7	2.43	2.58	1.43	1.53
Baixo Açú	RN	8000	127.0	1.76	1.91	1.03	1.13
Baixo Jaguaribe	CE	8400	104.7	1.21	1.31	0.70	0.77
Boacica	AL	4100	30.8	0.97	1.11	0.71	0.83
Ceará Mirim	CE	3320	42.0	3.31	3.48	2.06	2.18
Coreau	CE	2550	43.1	1.86	1.98	1.12	1.20
Corrente-Correntina	BA	10000	115.5	3.02	3.20	1.88	2.01
Corrente-Formosa	BA	7000	85.9	3.03	3.19	1.74	1.85
Curu-Paraipaba	CE	7000	133.8	1.09	1.19	0.63	0.63
Itapicuru	BA	9000	86.9	4.63	4.92	2.71	2.91
Jequitaiá	MG	6300	112.1	0.40	0.48	0.18	0.23
Jequitaiá-Pirapora	MG	6800	85.5	0.38	0.53	0.13	0.23
Lameiro	PI	13000	135.0	2.06	2.18	1.16	1.26
Marituba	AL	10000	89.0	0.36	0.43	0.14	0.19
Petrolina PA I	PE	6024	84.4	-0.18	-0.15	-0.41	-0.39
Rio Grande	BA	8000	109.0	1.00	1.12	0.40	0.46
Sistema BA	BA	5800	80.8	-0.19	-0.16	-0.45	-0.44
Sistema BB	BA	6400	101.5	-0.30	-0.27	-0.50	-0.48
Sistema BC	BA	2250	30.0	1.38	1.48	0.81	0.88
Sistema PA II	PE	7200	101.9	-0.21	-0.18	-0.46	-0.44
Sistema PD	PE	6500	89.2	1.38	1.50	0.62	0.69
Sistema PG	PE	5800	95.6	0.98	1.07	0.38	0.45
Vaza Barris	BA	2750	24.0	3.89	4.20	2.40	2.62

Notas: A) Estado: AL = Alagoas, BA = Bahia, CE = Ceará, MC = Minas Gerais, PE = Pernambuco, PI = Piauí, RN = Rio Grande do Norte.

B) Investimento: note-se que a taxa cambial em novembro de 1969 era de 4,2 cruzeiros por dólar.

C) Relações benefício/custo: 10% au 15% = taxa de desconto; M = custo de mercado do trabalho; S = custo social do trabalho.

propiciar uma ampla solução do problema da pobreza rural no Nordeste, uma vez que forneceriam emprego a apenas 70.000 trabalhadores (ou menos de 2% da força de trabalho agrícola da região). Em consequência, os projetos devem ser considerados como um conjunto de oportunidades isoladas de investimentos socialmente lucrativos e não como a principal estratégia para o desenvolvimento rural do Nordeste.

Em vista das limitadas perspectivas de emprego, cabem duas ressalvas. Em primeiro lugar, é essencial que os projetos conservem pelo menos o grau de intensidade de trabalho (e equidade na distribuição da renda) previsto para os projetos atuais, baseados em pequenos estabelecimentos agrícolas que deram origem aos cálculos aqui apresentados. Parece haver alguma possibilidade de que, após a construção das obras de irrigação, as áreas do projeto sejam vendidas a grandes firmas para produção agrícola, evitando-se, assim, os encargos institucionais dos serviços de extensão e organização rural que a estrutura da pequena propriedade exige. Uma revisão dessa natureza concentraria os benefícios dos projetos nas mãos de um grupo ainda mais reduzido e teria perturbadoras implicações na distribuição da renda.³⁰ Em segundo, na medida em que o Governo brasileiro tenha à sua disposição propostas para outros projetos (na agricultura ou em outros setores), produzindo um retorno social de 10%, mas tendo taxas mais baixas de capital/trabalho, seria apropriado alocar fundos de investimentos a esses outros projetos antes de fazê-lo a alguns dos projetos de irrigação aqui julgados favoráveis. Neste caso, a abordagem lógica seria reduzir a lista de projetos, escolhendo primeiramente os que apre-

³⁰ Observe-se que alguns dos principais projetos de irrigação para o Sul do Brasil (especialmente em Camaquã, no Rio Grande do Sul) foram planejados para beneficiar uma estrutura já existente de grandes estabelecimentos agrícolas. Nos casos de muitos dos projetos do Nordeste, em contraste, as áreas a serem beneficiadas são constituídas por pequenas fazendas ou, em grande parte, por terras devolutas. Esses projetos, por conseguinte, representam uma oportunidade para investimentos públicos, com benefícios que não seriam obrigados a se conformar a uma distribuição assimétrica, imposta pela estrutura agrícola preexistente.

sentassem as taxas benefício/custo mais altas e aprovar o restante da lista apenas se ainda restassem fundos de investimentos após a alocação a projetos de uso mais intensivo de trabalho e com taxas de retorno comparáveis.³¹

³¹ O subgrupo de projetos julgados vantajosos, com uma taxa de desconto de 15%, oferece uma primeira indicação de uma lista adequadamente reduzida. Além disso, desde que os perfis temporais dos vários projetos sejam comparáveis, é pequeno o perigo de que este método discrimine indevidamente em favor de projetos que proporcionam benefícios mais cedo.

