

A ANÁLISE DA TOMADA DE DECISÕES EM RECURSOS HÍDRICOS

A abordagem multicriterial
e o
paradigma analítico-racional

Alexandre Coelho Teixeira

Dissertação de Mestrado

Prof. Orientador : Dr. Paulo Sérgio Franco Barbosa

Universidade Estadual de Campinas

Faculdade de Engenharia Civil

Área de Pós-graduação em Recursos Hídricos

CENTRO DE DOCUMENTAÇÃO
INSTITUTO DE ECONOMIA
UNICAMP

T/UNICAMP
T235a

Campinas - São Paulo

Junho - 1994

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRAÚLICA E SANEAMENTO

A dissertação

elaborada por Alexandre Coelho Teixeira

e aprovada por todos os membros da Banca Examinadora, foi aceita pela Faculdade de Engenharia Civil e homologada pelo Comissão de Pós-Graduação, como requisito parcial à obtenção do título de

Mestre em Engenharia Civil

Data

Banca Examinadora

A Pero Vaz de Caminha, escrivão da armada de Pedro Álvares Cabral, e que, por primeiro, proclamou a excelência das terras e das águas do Brasil.

A uma geração de jovens planejadores, cuja a formação deve-se iniciar ainda no meio familiar, a base elementar do desenvolvimento sustentável.

A Mãe Giselda e ao pai-irmão Teixeira, em nome da família e de seu amor.

A Marlene, pela demonstração de compreensão, perseverança e carinho.

APRESENTAÇÃO

A idéia de desenvolver uma dissertação com o tema da Análise da Tomada de Decisões em Recursos Hídricos sustenta-se na preocupação geral existente a respeito do desenvolvimento de projetos em recursos hídricos, notadamente os de múltiplos propósitos. A tomada de decisão exemplifica uma espécie dos tipos de problemas complexos de administração pública que os governos de uma maneira geral estão enfrentando.

No Brasil, as controvérsias sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos concentram-se em dois pontos: (1) nas questões político-institucionais, compreendendo as de ordem administrativas e legais; e (2) nas questões técnicas, constituindo prestações de serviços em geral, desde desenvolvimento de planos e projetos, nos seus diversos níveis - diretor, viabilidade, básico e executivo, ao gerenciamento - expansão, operação e manutenção dos sistemas hídricos. Em virtude do lento avanço das questões administrativas, as questões técnicas ainda não vieram à tona, mas elas existem e possuem graves conflitos gerados pelas particularidades do conhecimento científico.

Neste conjunto de questões uma das mais relevantes é a análise da tomada de decisões de planos e projetos correlatos, que pode ser considerada uma das fronteiras entre as questões administrativas, políticas e técnicas. Em particular, a análise (subtende-se da tomada de decisões) de planos e projetos correlatos de recursos hídricos, que não é mais do que uma das facetas do processo de tomada de decisão político-social, constitui o tema central deste trabalho.

As controvérsias existentes em torno desta questão, estimularam várias discussões ao longo de dois anos com profissionais de diversas áreas do conhecimento. A dissertação tomou corpo de um documento crítico-constructivo na tentativa de avaliar a função do paradigma analítico-racional -- das suas técnicas de análise quantitativa da tomada de decisões -- no desenvolvimento dos recursos hídricos, observando o contexto nacional e internacional.

Evidentemente, o resultado não é completamente conclusivo. Poderá ser interpretado como muito conceitual para servir de propósito

prático. Também, o trabalho é limitado pela abrangência que não permitiu englobar aspectos relacionados, tais como detalhes nas considerações de riscos e incertezas no planejamento, aspectos de financiamento, de rateios de custos, de programação físico-financeira de projetos designados pelos planos, e caracterização adequada do interrelacionamento do planejamento de recursos hídricos com o econômico regional e nacional. Contudo, ele pode ter um valor na introdução de um ramo especial da administração interdiciplinar de recursos hídricos no Brasil: análise sistemática de tomadas de decisões.

O texto divide-se em seis capítulos. O capítulo I procura situar o problema no contexto atual da administração dos recursos hídricos, fundamentando-o nas questões político-institucionais e técnico-conceituais. O capítulo II aborda o contexto histórico-filosófico e a tendência atual do procedimento de se tratar as tomadas de decisões. O capítulo III traz à luz, de forma sintética, as origens da complexa estrutura institucional do setor de recursos hídricos do Brasil, onde se avalia o contexto do processo de tomada de decisões vigente e as condições de adaptabilidade das técnicas de análise multicriterial. Essas técnicas são enfocadas através de uma revisão bibliográfica no capítulo IV. Procura-se expor uma ampla visão de como as técnicas se inserem no contexto do planejamento. Para exemplificar as colocações dos tópicos anteriores, o capítulo V apresenta o estudo de barragens, abordando considerações nas controvérsias de natureza metodológica e limitações teóricas e práticas da abordagem multicriterial. Por último, o capítulo VI resume de forma conclusiva a função no planejamento das técnicas estudadas, e situa nas considerações finais, concepções metodológicas possíveis para proceder as análise de decisões no âmbito geral da administração.

Muito do que se tem apresentado nesta dissertação não constitui idéia original ou esforço individual. Esforço direto e indireto vem dos amigos de curso (Geraldo, Hector Lorinní, Luiz Evaristo, Rita Ogera, Elaine, Roselene, Sthal e outros não menos importante) e dos profissionais do Centro de Computação, Bibliotecas e Desenho.

Especial agradecimento se dirige ao apoio do Prof. Paulo Sérgio Barbosa, sem o qual não haveria este trabalho alcançado seus objetivos.

Igualmente, deve ser dito aqui, como prova de gratidão duradoura, que a maior fonte de inspiração deste trabalho vem da experiência de cinco anos adquirida pelo orientado na convivência com os Doutores Silas Gouveia e Francisco Pardaillan, diretores da Empresa de Consultoria SIRAC; e com o convívio profissional dos colegas engenheiros, geólogos, ambientalistas e economistas desta empresa. Ao Diretor Presidente da SIRAC, Dr. Cornélio Diógenes deve-se a assistência material colocado a disposição. Ainda deve-se agradecer aos Professores Hypérides Macedo, Luiz Bianchi, Nelson Nucci, Rosely Ferreira, Emília Rutkowski e Eugênio Singer, pelas orientações obtidas.

Finalmente, não se poderia deixar de explicitar o apoio das agências de fomento a pesquisa FAPESP, no suporte financeiro, e FAEP, no auxílio-ponte da fase final do trabalho.

SUMÁRIO

O uso dos recursos hídricos para múltiplos propósitos nas atividades humanas, como no desenvolvimento e na urbanização intensivos, tem resultado em considerável aumento da demanda de água. Por isso mesmo cresce a demanda correspondente por construções complexas de sistemas e projetos hidráulicos, distribuídas no espaço geográfico e no tempo. Os múltiplos objetivos de grupos sociais, das regiões e as limitações dos próprios recursos (inclusive os naturais) encontrados no desenvolvimento de tais sistemas, exige a definição política de procedimentos gerais para permitir a administração pública brasileira analisar suas tomadas de decisões.

Um das referências para a definição destes procedimentos é o paradigma analítico-racional, enfoque do presente trabalho. Existem outras referências no campo das ciências sociais que são abordadas aqui superficialmente. Na verdade, o objetivo particular deste trabalho é a investigação da função, no contexto do planejamento de recursos hídricos, dos instrumentos administrativos de análise da tomada de decisões (métodos e modelos quantitativos e específicos) pertencentes a abordagem multicriterial do paradigma referido.

A investigação é composta basicamente por quatro etapas: (1) retrospectiva da origem, evolução e tendência da utilização dos procedimentos analíticos de tomadas de decisões; (2) revisão histórica do desenvolvimento dos recursos hídricos brasileiros, onde se destaca a estrutura institucional, e na qual são avaliados os pré-requisitos para inserção do modelo multicriterial; (3) revisão bibliográfica da análise multicriterial e sua teoria no contexto do planejamento; e (4) uma análise de caso para exemplificar aplicações e dificuldades de ordem teórica e prática.

A pesquisa procura empreender uma postura crítica e construtiva na tentativa deixar subsídios (se não práticos) para as futuras investigações do problema que mais entrava o desenvolvimento dos recursos hídricos brasileiros: o procedimento de encaminhar a tomada de decisões.

As conclusões indicam que a função dos métodos e modelos associado ao paradigma investigado se restringe a organização e reprodução de informações para melhor encaminhar a tomada de decisões, preferível ser apresentados como proporcionadores de soluções finais do processo decisório.

Uma conclusão de grande relevância retirada dos aspectos periféricos do tema de estudo, refere-se a necessidade de definição de procedimentos gerais para direcionar o desenvolvimento dos recursos hídricos. As diretrizes desta definição delineam a concepção organizacional do planejamento e do gerenciamento. Essa concepção pode ser construída a partir da caracterização e classificação de metodologias gerais (procedimentos) diferenciadas para tratar analiticamente as tomadas de decisões no âmbito da administração.

ABSTRACT

The considerable increasing of water demand has been a consequence of the water resources uses for multiple purposes in human activities, such as the intensive processes of development and urbanization. For this reason the associated demand for works and projects has been grown, which are distributed along time and space. It is required a definition about a police for general procedures to allow the brazilian public administration to formulat analysis of decision making. This concern comes from multiple objectives of social groups, regions and also from restrictions of resources (including the natural ones).

A reference to define those procedures is the analythical-rationale paradigm, what is the focus of this research work. There are another references on Social Sciences area that are also discussed. Actually this reserch work aim to find out the function of administrative instruments for analysis of the decision making in the context of water resources planning, taking particular the multicriteria approach.

The research development is basically compounded by four stages : (1) a retrospect view about the origin, evolution and tendencies to apply analythical procedures for decision making; (2) historic view of brazilian water resources development, when the institutional structure is emphasized as well as the constraints for insertion of multicriteria model; (3) review of literature concerning to multicriteria analysis and its theory in the context of planning ; (4) a case study for illustrating theorethic and practical applications and difficulties.

The research tries to develop a critic and constructive approach aiming to provide support to the future researches concerning to the problem that brings to many difficulties for the development of brazilian water resources: the procedures for generating making.

The conclusions show that the purpose of methods and models associated with the paradigm in study is concerned to organization and reproduction of informations for generate a better decision making process. Thefore, they could not be expreesed as being end solutions of these process.

Another conclusion, of great relevance, is relative to necessity of definition of general procedures. At the moment of planning and analysis of plans and projects, they are responsible by description and classification of the distinct methodologies with the purpose of dealing the analythical part of a decision making.

"If you cannot see the Tigris in the drop of water and cannot visualise the whole in the part at which you are looking, it is not a discerning eye, but a child's gaze that you are bringing to bear on the problems around you".

Ghalib

Convém não perder de vista que na civilização industrial o futuro está em grande parte condicionado por decisões que já foram tomadas no passado e [...] no presente [...]. Na medida em que avança a acumulação de capital, maior é a interdependência entre o futuro e passado. Consequentemente, aumenta a inércia do sistema e as correções de rumo tornam-se mais lentas ou mais difíceis.

Celso Furtado, 1974

(em O Mito do Desenvolvimento Econômico)

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	1
LISTA DE TABELAS	2
LISTAS DE ANEXOS	2
 CAPÍTULO I - Introdução	3
O Problema	3
Bases Conceituais	8
As Etapas da Pesquisa	11
 CAPÍTULO II - Origem, Evolução e Tendência dos Procedimentos	12
Contexto Histórico-Filosófico	12
Tendência dos Procedimentos	17
 CAPÍTULO III - O Desenvolvimento dos Recursos Hídricos no Brasil e o Paradigma Analítico-Racional	21
Síntese Histórica	22
Os Condicionantes Específicos para Análise Multicriterial	26
Os Pré-requisitos Estruturais	28
Subsídios para Definição de Procedimentos	30
 CAPÍTULO IV - A Análise Multicriterial	44
Revisão Bibliográfica	46
Bases Teóricas do Procedimento Analítico	55
Formulação de Planos Alternativos	56
Seleção de Alternativas	62
Observação	63
 CAPÍTULO V - Análise de Caso	65
Barragens	65
Contraste entre Duas Abordagens de Análise	66
Caso Proposto: Um Contra-Exemplo - Barragem Castanhão	68
Descrição Geral do Caso	69
Metodologia para a Análise	73
Objetivos e Critérios Adotados	79

Descrição do Procedimento de Análise Multicriterial	81
Identificação de Alternativas	81
Representação do Modelo "Screening"	82
Representação do Modelo de Simulação	96
Seleção de Alternativas	109
Discussão das Informações Obtidas	120
 CAPÍTULO VI - Conclusões	 124
A Função dos Modelos e Métodos Específicos	124
Considerações Finais	126
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 132

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1.1 - Esquema simplificado das intervenções em um sistema hídrico	9
2.1 - As perspectivas de análise das tomadas de decisões	14
3.1 - Os níveis de planejamento e gerenciamento versus a estrutura institucional	39
3.2 - Simplificação do processo de planejamento e gestão de bacias	41
4.1 - Análise <i>trade-offs</i> entre dois critérios econômicos	50
4.2 - A função dos métodos e modelos no planejamento	53
4.3 - As técnicas e as teorias de análise normativa	54
4.4 - Consequências esperadas nos tipos de análises	54
4.5 - Uma estrutura operacional para identificação de alternativas de análise de decisões	57
4.6 - Método dos pesos e suas limitações	60
5.1 - O Baixo Jaguaribe e o Res. Castanhão	70
5.2 - Barragens programadas para a bacia do Rio Jaguaribe	72
5.3 - Projetos preconizados p/ o Baixo Jaguaribe .	75
5.4 - A sequência do procedimento analítico	76
5.5 - Curva de transformação entre os critérios gerada pelo <i>screening</i>	95
5.6 - Benefício de longo prazo e as perdas de curto prazo para a irrigação	99
5.7 - Função perdas de benefícios adotada	101
5.8 - Regra para alocação de água	105
5.9 - Regra padrão para operação dos reservatórios	106
5.10 - Gráfico resultante da aplicação do <i>ELECTRE</i>	119

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
5.1 - Lista das variáveis de decisão	84
5.2 - Lista dos parâmetros	86
5.3 - Configurações resultantes da análise <i>trade-off</i>	95
5.4 - Benefícios líquidos e avaliação da confiabilidade	109
5.5 - Alternativas versus critérios	110
5.6 - Informações usadas na aplicação do <i>ELECTRE</i> .	111

LISTA DE ANEXOS

Anexo	Página
1 - Exemplo de um <i>out-put</i> para o modelo de identificação de alternativas - <i>Screening</i> ...	143
2 - Programa específico de simulação para avaliação da confiabilidade	144
3 - Resultados da utilização do método <i>ELECTRE</i>	145

CAPÍTULO I

Introdução

O Problema

Entre a Conferência das Nações Unidas sobre recursos hídricos celebrada em Mar del Plata em 1977 e a Conferência Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - ECO-92, um plano de ações deveria ter sido cumprido para solucionar os problemas de organização da administração pública dos recursos hídricos, conforme acordado pelos países membros da ONU. O Brasil, infelizmente, não cumpriu o que aclamou. Alguém poderia indagar se não bastariam os problemas de superestrutura e macroeconômicos. Não é oportuno responder a esta questão neste trabalho. No entanto, no que pese as crises econômicas e políticas que assolam o País, continua intensificando-se o uso da água. O crescimento contínuo da população e a migração para as cidades são os principais fatores que provocam o aumento da demanda de água potável bem como do uso dos fluxos naturais para transporte de efluentes domésticos e industriais. As áreas agrícolas irrigadas cresceram nos últimos vinte anos três vezes em algumas regiões da Nação. Também, a capacidade instalada de hidroeletricidade aumentou e chegou próximo aos limites da viabilidade econômica dos sítios disponíveis. Para o futuro a irrigação tende ainda a ter sua importância acentuada em virtude do desenvolvimento da agricultura intensiva.

Inseridos na estratégia de um modelo perverso de desenvolvimento econômico, os setores industriais, agrícolas, saneamento e transporte demandam, respectivamente, cada vez mais água para geração de energia, irrigação, saúde pública e navegação. A maioria dos fundos requeridos para financiar as infra-estruturas necessárias teria sua origem no próprio sistema de tarifas cobradas aos usuários. Nenhuma outra fonte interna ou externa de países como o Brasil não parece ser de suficiente magnitude para atender se não mais que uma pequena porção das necessidades previstas (World Bank, 1992). Segundo o Banco Mundial, cerca de 30% dos investimentos públicos do Brasil nos anos oitenta estavam comprometidos com os diversos projetos

do setor de recursos hídricos.

Apesar deste elevado crescimento da demanda, o setor público que administra os serviços de água não amadureceu na mesma proporção. Pelo contrário, tornou-se fragmentado, complexo e confuso. Graves consequências disso estão surgindo no que diz respeito a gestão de regiões hidrográficas, o qual deveria caracterizar-se por um sistema de auto-financiamento e por demanda e oferta planejadas e sincronizadas com os diversos setores econômicos e sociais.

Diante de tal situação, o Brasil deveria neste decênio recuperar o tempo perdido e reavaliar a adequação das premissas do plano de ações de Mar del Plata. Alguns Estados não estão esperando pela ação do Governo Federal, e partiram a frente com reformas institucionais de grande importância. Recentemente, passou a tramitar no Congresso propostas para uma Política Nacional de Recursos Hídricos (Projeto de Lei No. 2249, de 1991, do Poder Executivo e o Substitutivo do Deputado Federal Fábio Feldman, 1993). Essas reformas podem, se implementadas com bom senso, desencadear um processo de mudança do comportamento administrativo dos agentes responsáveis pelo planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

No quadro geral dos problemas do desenvolvimento dos recursos hídricos brasileiros, se pode, também, realçar com igual ênfase dada à estrutura institucional, a função dos seus procedimentos gerais que caracterizam a estrutura analítica de planos e projetos (Teixeira, 1993). Não é necessário grande esforço intelectual para perceber a total negligência da cultura administrativa brasileira em relação à importância da concepção própria de procedimentos gerais. Estes teriam como propósito construir uma organização de planejamento e gerenciamento através de metodologias(gerais) definidas no contexto nacional, para que a administração pública possa dar vazão, sem anacronismos, aos embates públicos sobre as diversas alternativas possíveis de desenvolvimento setorial (no processo de tomada de decisões).

Os objetivos deste trabalho estão diretamente relacionados com os problemas de como se procede a análise e se toma decisões no setor de recursos hídricos do Brasil, ou seja, com os procedimentos gerais anteriormente sublinhados. Antes de maiores detalhes, cabe uma melhor contextualização do tema em questão e de seus objetivos.

Neste século, uma das referências marcantes na discussão

sobre procedimentos gerais tem sido o paradigma analítico-racional. Sem dúvida alguma, quase cem anos depois que Weber (1992) procurou uma explicação aceitável para o "progresso" capitalista, o que ele chamou de aprofundamento da razão pelas esferas sociais¹, o homem deste final de século vem questionar a verdadeira função desse paradigma no processo de suas tomadas de decisões. Os objetivos da sociedade mudaram e os procedimentos vigentes no planejamento público fracassaram.

O que fazer? Não pretende-se responder aqui tal questão, e nem contrapor o paradigma analítico-racional às outras visões de planejamento e análise de decisões. Por outro lado, existe a preocupação de deixar claro a não supremacia das técnicas quantitativas deste paradigma.

Nas linhas de pensamento deste trabalho, que procura transcender a abordagem analítica-racional neoclássica, os procedimentos gerais deveriam ser contemplados pelas diretrizes das políticas públicas, ou seja, (1) pelas estratégias de desenvolvimento, (2) por uma concepção organizacional de planejamento e gerenciamento, (3) por objetivos e critérios de análises, (4) por uma forma de estimar vantagens e desvantagens das alternativas de planos e (5) pelas políticas de financiamento.

As reflexões presentes no decorrer da dissertação têm como um dos objetivos mostrar a relação existente entre os procedimentos gerais sublinhados, e os instrumentos administrativos de planejamento, principalmente, as técnicas quantitativas da análise da tomada de decisões. Em outras palavras, mostrar uma das faces da relação política versus técnica, como definida por Bromley e Bustelo (1982).

A função principal destes instrumentos, que não deixam de ser métodos e modelos formais específicos (analítico-racionais), deveria ser organizar e reproduzir informações relevantes para determinação política da prioridade de um plano. Isto incluiria a análise comparativa dos usos alternativos que os recursos investidos

¹ Weber refere-se ao avanço da fragmentação da racionalidade em cada campo do saber -- racionalidade do direito, da técnica, da economia, das artes, da música, etc., "segundo fins e valores últimos muito diferentes, e, o que de um ponto de vista for racional, poderá ser irracional de outro". O próximo capítulo tenta mostrar algumas controvérsias no emprego das racionalidades na análise da tomada de decisões em recursos hídricos.

possam ter. Por que os recursos são escassos face às necessidades sociais, impõe-se a busca da utilização (dos recursos) de melhor compromisso. Chama-se de prospectiva a busca por essa utilização de melhor compromisso; e ela acontece na arena política (Sachs, 1986a).

De uma outra forma, estes instrumentos têm com função, abrir um caminho de reflexões para que a prospectiva determine até que ponto as características de um plano correspondem aos padrões e critérios da utilização (dos recursos) de melhor compromisso entre os diversos objetivos da sociedade. Esses critérios são geralmente representados por parâmetros ordinais ou cardinais que expressam vantagens e desvantagens. Vantagens e desvantagens podem, por exemplo, estimar benefícios e custos econômicos, respectivamente; ou podem expressar a previsão de impactos sociais ou ambientais positivos e negativos, respectivamente; e, assim, quanto mais altas as diferenças quantitativas e qualitativas entre elas mais contribui para melhor posição de um plano alternativo na escala de prioridades.

As prioridades podem ser determinadas em função de respostas à vários tipos de questões, tais como (CEPAL, 1958; OCDE, 1985):

a-) o que produzir? Porque estes bens e serviços e não outros? Quais os seus padrões de demanda e oferta ? E depois: Qual é o projeto? Quais são seus efeitos? Como pode ser financiado, ou quem paga? -- É a análise propriamente dita e compreende a justificativa do uso dos recursos;

b-) como produzir? Por que combinar os fatores ou propósitos (usos da água) de uma determinada forma e não em proporções diferentes? -- É a justificativa técnica sugerida no plano e nos projetos correlatos;

c-) quando produzir? Por que agora e não posteriormente? -- É a justificativa da oportunidade do investimento ou de sua prioridade no tempo.

Diante das questões acima surge uma indagação: Os procedimentos gerais devem ocupar um espaço no debate em torno das propostas para uma Política Nacional de Recursos Hídricos? Existem duas razões básicas para essa preocupação. Elas estão relacionadas ao significado que estes procedimentos (parte política) têm na relação com os instrumentos analíticos de planos e projetos (parte técnica).

A primeira tem grande importância na implantação das políticas nacionais de desenvolvimento e de seus princípios, diretrizes e objetivos. É de suma importância deixar claro que tais instrumentos são uma ajuda à implementação da estratégia de desenvolvimento, e não o substituto da estratégia. Mais exatamente, são aplicados ao nível de análise tática -- organização e reprodução de informações, tais como no dimensionamento de planos, dotação de capital, localização de projetos correlatos, combinação de propósitos e outros fins, como a programação de financiamento (prioridades). E por serem importante no auxílio ao processo de tomada de decisões, deveriam utilizados no contexto de procedimentos gerais (metodologias) institucionalizados.

Naturalmente, uma definição de procedimentos no âmbito da Política Nacional, não poderá passar ao largo das realidades e diversidades regionais.

A outra razão justifica-se, justamente, pelo aspecto do desenvolvimento regional e local. Se por um lado a autonomia regional será respeitada no que se refere as tomadas de decisões e a execução de projetos, por outro, essas decisões deveriam ser infletidas e conduzidas contextualmente, tanto por meio de políticas de ocupação do solo, de energia, de saneamento, de gestão do meio ambiente e de recursos, como por meio de políticas de apoio aos procedimentos e instrumentos (técnicas) apropriados ao planejamento e análise (Sachs, 1986b). Sem eles, continuará sendo impossível, do ponto de vista analítico, auxiliar à prospectiva na compatibilização das decisões regionais e locais com as da federação.

Para exemplificar, como se deve responder a questão: Qual seria o procedimento para considerar o interesse ou objetivo da elevação da renda nacional frente aos objetivos outros de uma região hidrográfica qualquer, tais como distribuição de renda entre sub-regiões e grupos sociais e a manutenção da qualidade ambiental?

Neste contexto, situa-se o objetivo particular da dissertação. Ela concentra-se em avaliar a função dos instrumentos analítico-rationais (métodos e modelos quantitativos e específicos) das tomadas de decisões, e verificar a viabilidade de se adotar as

técnicas de análise multicriterial² do planejamento público no contexto institucional dos recursos hídricos brasileiros.

Bases Conceituais

Para delimitar o assunto no campo teórico do planejamento, algumas considerações de ordem conceitual foram tomadas compartilhando a tendência de tratar os recursos hídricos e suas interações conexas (antrópica, biótica e física), como um sistema. São elas: (1) a unidade de planejamento e gestão é a bacia hidrográfica; (2) a gestão da água é para múltiplos usos - ou propósitos; (3) as estratégias da administração de uma bacia interrelacionam os usos da água e a ocupação físico-territorial (interferência antrópica)³. A representação esquemática da figura 1.1, dá uma idéia simplificada de como estes conceitos se integram⁴. O tema em estudo delimita-se a partir destes postulados, já consagrados, pelo menos teoricamente, entre os técnicos brasileiros. Entretanto, as bases teóricas e prática de análise de planos e projetos, principalmente a abordagem multicriterial ainda não estão bem compreendidas, não obstante a empreitada do discurso político e acadêmico em torno das outras dimensões do planejamento, tal como a dimensão ambiental.

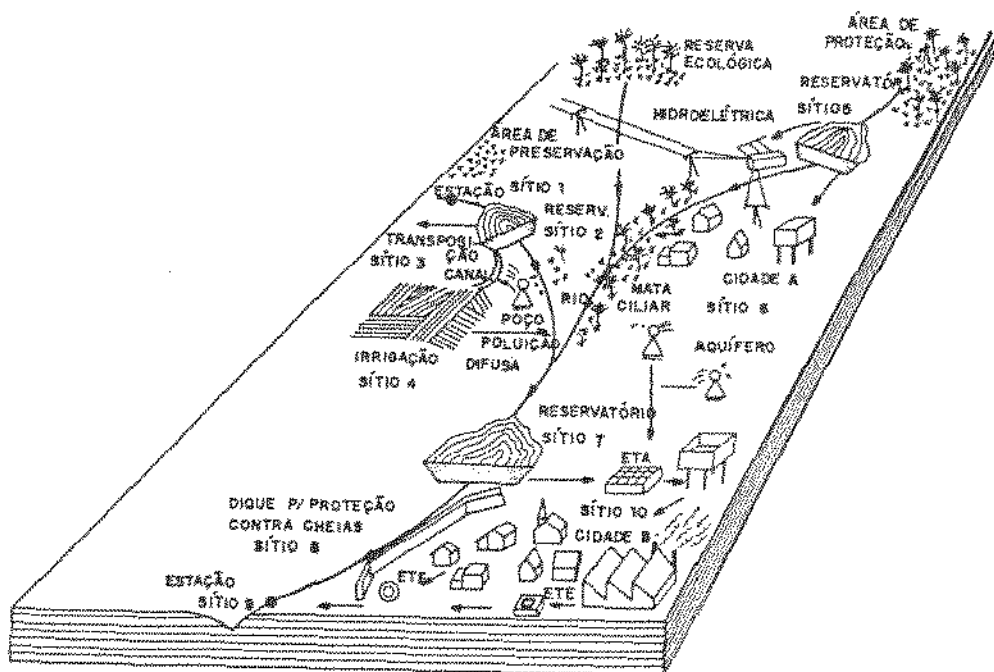
Ao contextualizar conceitualmente o tema, é interessante posicioná-lo na perspectiva do planejamento público atual.

O descrédito do planejamento, a partir dos anos 70 causado pelo fracasso das abordagens anteriores que o tratavam unicamente no campo da eficiência (Myrdal, 1973; Sachs, 1986a), levou muitos países a focar as preocupações da sociedade quanto as outras dimensões do

² Outros termos utilizados na literatura são: análise multiojetivo e multidimensional. As diferenças conceituais são de cunho teórico, e se fundamenta nas diferenças entre o que é critério, objetivo, e dimensão. No entanto, na prática revela-se uma superposição dos conceitos, já que existe uma correspondência conceitual entre eles.

³ Relacionada ao planejamento físico-territorial - urbano, regional e local, e à variável ambiental - zoneamento ambiental, das bacias hidrográficas.

⁴ Destes três postulados, surge a idéia de que a água determina o "tamanho" de quase todos os elementos que compõem a estrutura de desenvolvimento de uma região (bacia - sistema).



Esquema simplificado das intervenções em
um sistema hídrico - bacia hidrográfica

Figura 1.1

desenvolvimento, na perspectiva "crescer sob restrições". As restrições ambientais passaram a constituir o centro das atenções em torno da elaboração e análises de projetos.

Desde os anos oitenta, quando a legislação ambiental brasileira (Portaria CONAMA nº 1/86) implantou a obrigatoriedade de Estudos Ambientais em projetos, a prática dos EIAs faz uma parceria com a tradicional análise benefício-custo, na sua forma pontual (no espaço) e monocriterial. Um questionamento muito presente nos dias de hoje relaciona-se as bases conceituais dos Estudos Ambientais, que foram, em grande parte, transladadas sem exame crítico de países com realidades diferentes (CEPAL/ILPES/PNUMA, 1986).

Embora a prática no Brasil de EIA/RIMAs venha contribuindo para os avanços da política ambiental, ela não consegue capturar muitos aspectos inerentes ao próprio planejamento, preferindo um tratamento *ad hoc*, unidimensional e restritivo. As análises são extremamente pontuais, localizadas, deixando de levar em conta as diversas dimensões, ou critérios regionais, o que vem provocando desajuste e conflitos nos próprios objetivos regionais e

intersectoriais. Para exemplificar, os EIAs de empreendimentos hidroelétricos estão sendo analisados em dissonância com a Matriz Energética Nacional e com o Balanço Hídrico Regional (Maglio, 1991). Se pode acrescentar as análises dos projetos de irrigação, sem concordância entre a política de irrigação e a distribuição hídrica entre regiões. O mesmo diagnóstico caracteriza os projetos de abastecimento urbano, para os quais os EIAs não captam a problemática de que a perspectiva do aumento da oferta de água, não interessando a que custo, contribui para a concentração urbana⁵. Acredita-se ser necessário posicionar os EIAs dentro de uma organização mais ampla de planejamento e de tomada de decisões, onde suas funções fariam parte da perspectiva multidimensional do planejamento.

Quanto as análises econômicas, nos casos onde a aplicação benefício-custo tem caráter de sistema -- não pontual, ela se faz relacionada a um único propósito, a exemplo do aproveitamento hidroelétrico, e a um único critério, como a maximização dos retornos financeiros para as companhias⁶. Em outros usos, tais como irrigação, abastecimento urbano, controle de enchentes, etc, a análise econômica é restrita em um ponto geográfico dos sistemas hídricos (basta consultar os projetos de irrigação da CODEVASF e do DNOCS, a exemplo do Projeto de Irrigação do Baixo Açu). Essas formas de avaliação encontram-se até mesmo nos poucos Planos Diretores de Bacias Hidrográficas, como no Plano da Bacia do Rio Piracicaba (TECNOSAN/DAEE) e no Plano Diretor do Baixo Jaguaribe (SIRAC/SUDENE).

Propõe-se reflexões: a consideração e a integração das perspectivas social e ambiental no processo de planejamento, pode lograr-se adequadamente somente agregando-as à perspectiva econômica? Deve-se tratá-las como objetivos ou como restrições? E em uma

⁵ Outro aspecto do descrédito do planejamento público, está relacionado ao abandono das práticas de planejamento físico-territorial dos anos sessenta. Neste caso os EIAs e o zoneamento ambiental precisam se incorporar ao ressurgimento deste planejamento (Maglio, 1991), pois muitas de suas facetas estão voltadas para o planejamento de recursos hídricos. Esse argumento fundamenta-se na forte relação entre o uso da água e ocupação do solo, tanto rural e urbano.

⁶ Se diz retorno financeiro em razão da forma de como o subsetor hidroelétrico é administrado. Ele visa a máxima produção física (Kwh firme) de um complexo gerador, e não os critérios sociais. Detalhes podem ser vistos consultando alguns Relatórios de projetos da ELETROBRÁS.

perspectiva espacial (de sistema) ou pontual, de múltiplos propósitos ou único propósito? E quanto ao EIA/RIMA, este não deveria apenas preencher temporariamente as lacunas do planejamento de recursos hídricos tradicional, enquanto os países do Terceiro Mundo, a exemplo do Brasil, não criarem políticas voltadas para o planejamento multidimensional?

Diante dessas questões, parece unânime na sociedade a busca da redefinição de um planejamento público de múltiplas dimensões, com uma abordagem espacial e temporal das perspectivas econômica, social e ambiental dos recursos hídricos; e seja técnico, social e politicamente unificado, e participativo. Neste contexto as técnicas de análise multiobjetivo, ao lado de outros instrumentos de planejamento, talvez possam auxiliar taticamente o processo político em suas decisões, sem, contudo, descaracterizar o próprio processo político - verdadeiro mentor das decisões.

As Etapas da Pesquisa

Para permitir a investigação criteriosa da posição ou da função do paradigma analítico-racional no planejamento (dos seus métodos e modelos) e estudar a viabilidade de utilização do enfoque multicriterial, foram necessárias quatro etapas de estudos a serem descritas adiante. Estão organizadas como segue:

a-) investigação sobre a origem, evolução e tendência quanto à utilização dos procedimentos de planejamento e análise de decisões de alternativas de planos e projetos ;

b-) revisão histórica do desenvolvimento dos recursos hídricos no Brasil, destacando a situação da estrutura institucional, na qual são avaliados os condicionantes e pré-requisitos para a inserção do modelo multicriterial. Alguns subsídios para reflexões sobre os procedimentos gerais são propostos ;

c-) descrição da revisão bibliográfica sobre a teoria da análise multicriterial, considerando a posição dos métodos e modelos específicos no contexto do planejamento; e,

d-) uma análise de caso para exemplificar controvérsias, aplicações e dificuldades de ordem teórica e prática.

Origem, Evolução e Tendência dos
Procedimentos Analíticos de Tomada de Decisões

A busca da origem dos fundamentos conceituais sob crítica neste trabalho justifica-se pelas implicações metodológicas que decorrem de tais conceitos. Particularmente, no Brasil, percebe-se muitas iniciativas de simples transposições de metodologias e de seus instrumentos de análises de projetos (de planos não existem) adotadas no exterior sem que o contexto da utilização tenha sido considerado. Assim registra-se com grande relevância um estudo do contexto dos procedimentos analíticos.

A preocupação em abordar os conceitos fundamentais no âmbito do planejamento público, principalmente os relacionados com o processo de tomada de decisões, torna-se importante quando se deseja captar elementos necessários para definição de procedimentos gerais visando o desenvolvimento dos recursos hídricos. Deseja-se aqui, iniciar a apresentação da relação harmônica entre estes elementos e os instrumentos analíticos da tomada de decisões (política *versus* técnica). Nas próximas seções não existe nenhuma tentativa de fazer um juízo de valor do conteúdo do paradigma situado. Tem-se, antes, como alvo tratar (ainda com imprecisões) de aspectos do paradigma que apenas aparecem como periféricos ou externos ao pensamento analítico-racional propriamente dito.

Contexto Histórico-Filosófico dos Procedimentos
de Planejamento e de Análise

A histórica deste século fundamenta-se na perseguição do homem pela racionalização das decisões (Kaufman, 1967). No entanto, uma reflexão em torno desta questão vem demonstrar uma grande lacuna entre duas formas de abordar as tomadas de decisões no planejamento público: a primeira, ligada à perspectiva do tratamento analítico-racional (Simon, 1957), e a outra relacionada ao tratamento sócio-político das tomadas de decisões (Ham & Hill, 1984).

Essencialmente, a evolução dos diversos instrumentos de análise normativa, refletem diferentes teorias e podem ser visto como um *continuum* de três escolhas fundamentais e perspectivas de decisões, como mostra a figura 2.1. A teoria da decisão e a teoria benefício-custo fundamentam grande parte das abordagens técnicas do paradigma analítico-racional, e a teoria da escolha social do processo sócio-político, caracteriza o segundo tratamento das decisões.

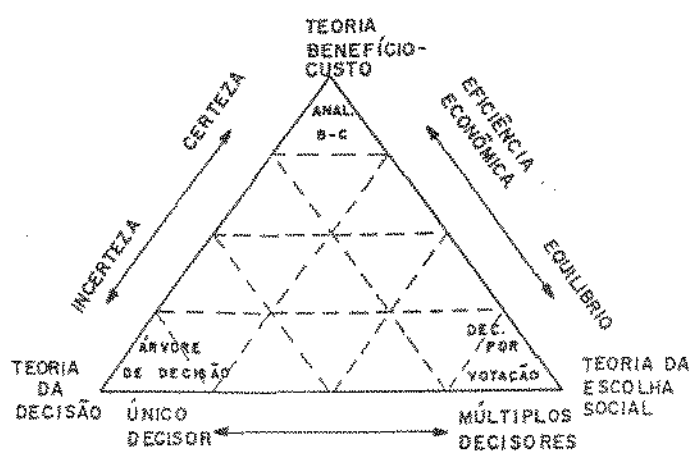
O ponto central do primeiro tratamento é a distinção entre fato e valor:

"....fatos são proposições que podem ser definidas como falsas ou verdadeiras por um teste empírico. Valores são declarações acerca de bom ou mau, proposições que não podem ser diretamente testada empiricamente" (Lord , 1986).

Partindo disso, vem a idéia de que os procedimentos de planejamento primeiro identificam objetivos e critérios (valores), só então formulam soluções alternativas (fatos). Depois avaliam os efeitos relativo aos objetivos (valores), e finalmente escolhem entre as opções.

O problema analítico de decisões torna-se mais complexo quando alarga-se o conceito de racionalidade para além das tradicionais abordagens técnicas, e econômicas. Na arena da racionalidade política, essa teoria está incorporada em um dos quatro modos de tomada de decisão política definidos por Lowi (1964, 1967, 1972), chamado política redistributiva. Neste modo de tomada de decisão, primeiro há uma negociação e acordo a respeito dos interesses dos grupos sociais envolvidos no empreendimento público - estes podem ser interesses ou objetivos econômicos, sociais e/ou ambientais. Só então, meios apropriados para perseguí-los são selecionados, a exemplo de ferramentas analíticas para auxiliar nas decisões. Os objetivos e critérios são escolhidos por consenso.

Na realidade, o processo decisório de recursos hídricos acontece, claramente, de outra maneira (Cerqueira, 1988 e Hoobs et all, 1989). Nos países de regime tradicionalmente democrático, o modo de tomada de decisão dominante é classificado por Lowi (1964) de política distributiva, que significa o forjar de grupos interessados por um acordo sobre um conjunto de ações através da barganha do voto.



As Perspectivas de Análise das Tomadas de Decisões

Figura 2.1

Desta maneira, cada ação encaminha as metas de um ou mais grupos interessados, mas consenso sobre essas metas não é necessário e raramente é alcançado (Ingram, 1972).

O que tem ocorrido em alguns países, como os Estados Unidos, Canadá e Europa Ocidental, com a política distributiva e seus acordos e coalizões através do poder de barganha, vem levando à seleção de projetos ineficientes, causando na sociedade oposição aos empreendimentos (Stakhiv, 1987). Paradoxalmente, ambos proponentes e oponentes do desenvolvimento de projetos para aproveitamento dos recursos hídricos têm, como resultado das disputas políticas, adotado procedimentos ancorados na perspectiva analítica-racional. Os oponentes, desejando o descrédito de maus projetos, por exemplo, os de grandes impactos negativos, como também a eliminação da política de "empurrar com a barriga", forçam para que a tomada de decisão seja mais explícita. Os proponentes, por outro lado, esperam que esses procedimentos forneçam às decisões políticas uma aparência racional. Pelo menos nos Estados Unidos, essa situação tem conduzido as agências de recursos hídricos nacionais a adotarem o paradigma analítico-racional nos procedimentos gerais de planejamento.

Para melhor compreender esta questão, é oportuno retornar à Diesing (1962). Ele identificou, considerando a vertente científica de Max Weber, cinco tipos de decisões racionais em planejamento: técnica, econômica, social, legal e política. Hollick (1981) acrescentou a

racionalidade ecológica, aqui modificada para racionalidade ambiental, um termo que abrange os atributos ecológicos, culturais e estéticos. Muitas decisões públicas envolvem todas as formas de racionalidade, e se assim é enfocado, não se deveria vê-las independentemente. Por exemplo, as decisões em recursos hídricos requeririam todas elas.

Para Hollick os métodos e modelos de análise quantitativa entram em choque com a racionalidade social, legal e política; e onde eles são aplicáveis, dependem dos níveis de organização dos fatores sociais, institucionais — legais e administrativos, e políticos. Adicionalmente, esses fatores necessitariam que todos os valores (objetivos) de uma estratégia de desenvolvimento multidimensional fossem definidos na esfera Política, tarefa muito complexa em razão da existência da grande diversidade de interesses dos grupos sociais envolvidos. Em outras palavras, as técnicas analítico-rationais só seriam convenientes em uma sociedade coesa, com política estável, com um sistema legal sedimentado, uma economia organizada e conhecimento científico avançado. Tais situações são raras.

Percebe-se, assim, na busca por uma ampla racionalização, importantes controvérsias. Alguns transcritos que as demonstram seguem adiante.

Paul Diesing(1962) defende a racionalidade política dizendo: "... o problema político é sempre básico e prioritário em relação aos demais [...] Isto significa que qualquer curso de ação sugerido deve ser avaliado primeiro pelos seus efeitos na estrutura política. Um curso de ação que contribui para o melhoramento político é desejável mesmo não sendo inteiramente correto de um ponto de vista econômico ou social [...] A racionalidade política é uma razão do tipo fundamental, porque trata da preservação e do melhoramento das estruturas de decisão. E as estruturas de decisão são a fonte de todas as decisões. A menos que exista uma estrutura de decisão, nenhum raciocínio e nenhuma decisão são possíveis [...] Não pode haver conflito entre a racionalidade política e [...] a racionalidade técnica, legal, social ou econômica, porque a solução de problemas políticos torna possível um ataque a qualquer outro problema, enquanto uma deficiência política séria pode impedir ou desfazer todo o processo de resolução de problemas [...] Decisões não políticas são alcançadas considerando-se um problema nos seus próprios termos e avaliando-se propostas de acordo com sua capacidade de resolver problemas. Deve ser aceita a

melhor proposta disponível independente de quem a faz ou quem a ele se opõe [...] Em uma decisão política, por outro lado, a ação nunca está baseada nos méritos de uma proposta, mas sempre em quem a faz e quem se opõe a ela [...] O acordo negociado é sempre um procedimento racional, mesmo se for entre uma boa e uma má proposta".

Além da importância que o sistema político tem nas tomadas de decisões, segundo Bentley (1967), é dele a função de especificar as metas, os objetivos e critérios. " Não é permitido tratar as metas como se fossem antecipadamente conhecidas. As metas podem bem ser o produto da interação entre participantes-chaves mais do que de algum Deus contra a máquina ou de algum fantasma que coloca valores antes de que conheçamos".

Para Wildavisk (1966), os estudos baseados em eficiência econômica ou social, são tidos como necessários e cada vez mais úteis. A batalha não é com eles como tais, absolutamente. Para ele, a preocupação está em que um simples valor, seja qual for a sua importância, possa triunfar sobre todos os valores sem que seja dado aos outros explícita consideração. "Seria muito melhor, se a racionalidade política estivesse sendo perseguida com o mesmo vigor e capacidade com que a eficiência técnica". Neste caso, teria-se menos apreensões quando estender estudos de análises aos mecanismos de tomada de decisões de planos e projetos.

Longe das controvérsias existentes dentro do próprio paradigma analítico-racional, a perspectiva do segundo tratamento para tomadas de decisões, fundamentada na teoria da escolha social, tem suscitado sérias indagações. Existe a crença de que mensurações satisfatórias de vantagens e desvantagens e a agregação de todos os valores e fatores através de técnicas analítico-rationais são impossíveis; e de que outros mecanismos de tomadas de decisões políticas e sociais devem ser usados (Manheim, 1976). Supõe-se que tal posição seja bastante radical, jogando para a própria sorte do processo decisório sócio-político a tarefa de melhorar a escolha de alternativas.

De uma outra maneira, acredita-se ser uma postura adequada a busca de uma aproximação entre os dois tratamentos, representados de um lado, pela Administração e Engenharia, e por outro, pelas Ciências Sociais. As Ciências Sociais poderiam contribuir respondendo, entre outras questões (Sachs, 1986a):

a-) Como institucionalizar o processo de planejamento concebido como mecanismo de decisão e baseado na participação pública? "Empregaria-se o termo democrático, se o abuso que dele se fez não o houvesse desvalorizado";

b-) Como inserir o político no modelo explicativo? Como considerar o tratamento político nas tomadas de decisões? Hoje, existem duas tendências : ou o aspecto político tem papel apenas figurativo nos planos - "pro forma" - e não se fala do jogo político e de seus parâmetros de comportamento; ou este tem participação radical, aceita tudo ou nada. Para muitos cientistas, esta talvez seja a principal razão da desvalorização do planejamento como instrumento do desenvolvimento.

Desta forma, o procedimento para análise de decisões teria uma outra perspectiva, considerado neste trabalho como fundamental para uma definição de procedimentos não dissociados da realidade. Talvez, investigar metodologias gerais que unifique o processo sócio-político e o paradigma analítico-racional seja a resposta para estas questões.

Tendência dos Procedimentos Analíticos

Não é absurdo afirmar que, enquanto não houver uma aproximação entre a Engenharia e as Ciências Sociais, os procedimentos de planejamento e análise de decisões tenderão para a perspectiva analítica-racional, e especificamente de forma restrita na direção da racionalidade técnica, tangenciando as racionalidades econômica e ambiental.

Para implementar os procedimentos fundamentados no paradigma analítico-racional, as instituições de recursos hídricos necessitam de instrumentos, e isto tem motivado economistas e analistas de sistemas a desenvolver técnicas para análises de alternativas. Há uma inclinação cada vez maior de idealizar ferramentas que permitam formalizar além da incorporação dos tradicionais aspectos quantitativos, como parte dos econômicos, os aspectos qualitativos dos empreendimentos, tais como os impactos sociais e ambientais. Os

economistas, por um lado, procuram aperfeiçoar, com a teoria do "bem-estar" econômico, as condições necessárias para identificar um padrão socialmente ótimo de alocação de recursos (Lord, 1986). Eles têm tido algum sucesso na criação de técnicas que podem auxiliar na implementação de metas sociais e ambientais através de medidas denominadas "disponibilidade a pagar" para "bens" ambientais e sociais - agregação monetária. Essa tarefa não é fácil por que esses bens carecem, muitas vezes, de valores de mercado, mesmo em um mercado hipotético.

Os analistas de sistemas, por outro lado, vêm contribuindo com ferramentas analíticas multicriteriais associadas à procedimentos de planejamento multiobjetivo. Diferentemente das técnicas com agregação em uma única unidade comum, elas incorporam os parâmetros criteriosais em sua unidade natural. Podem ter uma unidade monetária para critérios econômicos e uma unidade física para qualidade ambiental ou um sistema de unidades adimensionais ponderadas. Identifica-se o início de suas aplicações em Maass et al (1962), UNIDO (1972); e sua ênfase em Cohon (1978), Major e Lenton (1979); OCDE (1985), Lundqvist et al (1985); e em muitas outras publicações. As duas principais funções da análise multicriterial no planejamento de recursos hídricos são:

a-) proporcionar informações sobre os *trade-offs*⁷ que existem entre os objetivos econômicos, sociais, ambientais e outros (valores);

b-) auxiliar as pessoas a decidir quais os *trade-offs* são aceitáveis e quais alternativas são preferíveis (fatos).

Contudo, a despeito da possibilidade de incorporar a racionalidade técnica, econômica, ambiental e social em uma mesma estrutura de análise unificada (quando assim enfocada denomina-se análise *trade-off*), a abordagem multicriterial deixa de lado a racionalidade legal, política e muito da racionalidade econômica, ambiental e social. E mesmo dentro de certas possibilidades, a sua

⁷ Na prática, conceitua-se "trade-off" a relação de troca existente no processo de negociação entre os objetivos de um investimento (Marglin, 1967). Mais detalhes no capítulo IV.

aplicabilidade recai nas críticas de Hollick (1981), citadas anteriormente. De fato, dificilmente haveria condições sócio-políticas e econômicas necessárias para definição precisa dos objetivos e critérios de análise em recursos hídricos.

Então, apesar dos avanços institucionais e metodológicos ocorridos em muitos países, o paradigma analítico-racional, considerando a tendência descrita, não domina a realidade do dia a dia da administração de planos e projetos pertinentes. Mesmo nos Estados Unidos, onde existe amplo apoio das agências de planejamento federal à esse paradigma, o desenvolvimento de planos de recursos hídricos acaba ficando conduzido por necessidades locais (demandas), e as decisões -- entre uma infinidade de alternativas -- sobra para a arena política, mais particularmente, para a política distributiva.

Outras razões que levam a perspectiva analítica-racional e sua abordagem multicriterial a não triunfarem, incluem (Hobbs et al, 1989) :

a-) a falta de habilidade por parte dos planejadores, para compreenderem e combinarem as finalidades do desenvolvimento de recursos hídricos. Necessita-se da cooperação das ciências sociais para saber como os objetivos são criados (Sachs, 1986; Lord, 1986). Se as avaliações das pessoas são mal formadas e inconsistentes, como resultado, as respostas tomadas para as questões postas pelos métodos econômicos e multicriteriais, podem ser mais uma função de aspectos irrelevantes de contexto, do que de reais preferências. É importante aprender a avaliar e por mais ênfase nos testes e revisão de valores através da realidade;

b-) o questionamento da dicotomia fato-valor postas por muitos filósofos e cientistas sociais. Eles declaram: (a) a realidade no contexto de planejamento é mais um processo compartilhado de criação que um fato observável independente; (b) o que se avalia determinará qual fato (solução) em que se acredita. Se isso é verdadeiro, participação pública está precisando chegar a um acordo quanto aos fatos no planejamento de recursos hídricos (Prisco, 1986);

c-) a incompatibilidade entre os procedimentos de planejamento multiobjetivo propostos nos países desenvolvidos, que enfatizam a exposição dos *trade-off* entre os objetivos, e a prática da

avaliação de impactos ambientais (EIA e RIMA), que foge da análise "trade-off"; e em vez disso, realça os valores da proteção ambiental (Stakhiv, 1987; TAUk, 1991)⁸.

De qualquer forma, esse paradigma tem representado um papel importante na prática das políticas dos planos de desenvolvimento dos recursos hídricos (Hobbs et al., 1989). Em primeiro lugar tem aumentado, e muito, o nível de debate; segundo, proporciona um sistema de contas pelos quais os projetos propostos por diferentes instituições possam ser consistentemente comparados; e finalmente, permite auxiliar na exclusão das piores alternativas.

O importante é não abusar deste paradigma, ou seja, "racionalizar o aparentemente irracional" (Wildavsky, 1966). Se o excesso de racionalidade prejudica de um lado, existe, por outro lado, a convicção de que deixar para o processo sócio-político toda a tarefa de análise da tomada de decisões é apostar no acaso. A total irracionalidade conduz ao futuro incerto diante da existência no espaço hidrográfico e geográfico, no tempo e nas estratégias do desenvolvimento de infinitas alternativas possíveis. Consequentemente, seria uma visão fatalista não se pensar na organização de um sistema de informações e contas em suas várias unidades para comparar usos alternativos dos recursos hídricos, financeiros, humanos e os ambientais correlatos.

Os próximos capítulos versam sobre as possibilidades de se institucionalizar a prática da abordagem multicriterial deste paradigma no Brasil. Em primeiro plano, verifica-se no contexto histórico do desenvolvimento dos recursos hídricos, os condicionantes específicos e pré-requisitos estruturais de sua utilização.

⁸ Para ser mais claro, os estudos de impactos ambientais procedem na fase de pós-projeto, e na maioria das vezes, em cima da alternativa selecionada. No Brasil, as diretrizes do CONAMA consideram a análise de várias alternativas, caracterizando um processo de tomada de decisão. Mesmo assim, o que se pensa neste trabalho, como citado no capítulo anterior, é considerar os impactos ambientais como uma dimensão, ao lado da econômica e social.

O Desenvolvimento dos Recursos Hídricos no Brasil
e a Análise da Tomada de Decisões

Para avançar no estudo do problema da análise da tomada no setor dos recursos hídricos brasileiros, é oportuno revelar algumas características da natureza do contexto histórico e político do seu desenvolvimento. Uma vez o contexto descrito verifica-se os condicionantes específicos (teóricos e práticos) para o emprego do paradigma analítico-racional, mais especificamente, de sua abordagem multicriterial. Depois, procura-se resumir os pré-requisitos estruturais para a inserção da análise multicriterial.

Antes de prosseguir, torna-se relevante sublinhar que os procedimentos de análises estão intrinsecamente ligados à evolução e prática do processo político da tomada de decisões -- presente nas ações de planejar e gerenciar. Este processo é o componente principal da estrutura institucional da administração. Em outras palavras, os fatores determinantes na adoção de metodologias e técnicas de auxílio à tomadas de decisões, encontram-se no conhecimento da realidade institucional-cultural e do processo político de tomada de decisões vigente a ela vinculada, e que, nem sempre segue as funções e proposições aqui situadas, principalmente quando se trata de Brasil. A ampla consciência destes condicionantes soma-se a necessidade urgente de definição explícita de procedimentos gerais (metodologias) para desenvolver os recursos hídricos. Por isso mesmo, julgou-se conveniente, ainda que corra-se o risco de fugir do tema central deste trabalho, incluir na última seção do presente capítulo alguns subsídios para reflexão sobre esses procedimentos.

Nunca é demais frisar o enfoque imposto neste tópico, isto é, entre as metodologias diferenciadas para tratar as tomadas de decisões emprega-se a perspectiva analítica-racional. Caso haja necessidade de uma melhor compreensão, um rápido comentário das possibilidades de se adotar outras metodologias em planejamento de recursos hídricos encontra-se na última seção do Capítulo VI.

Síntese Histórica do Desenvolvimento dos Recursos Hídricos

Até recentemente, a preocupação com o planejamento de recursos hídricos no Brasil gravitava em torno de propósitos específicos, na maioria das vezes para o aproveitamento hidroelétrico, onde fosse possível.

Nas regiões de relativa disponibilidade hídrica a ação governamental é marcada, na primeira metade deste século, pela total ausência de uma política de aproveitamento econômico das águas, e pela conveniência estatal diante dos interesses de grupos econômicos estrangeiros pela gestão do setor hidroelétrico (Branco, 1975). Como consequência técnico-cultural herdada nas primeiras décadas, na fase de estatização do período de Vargas, concebeu-se uma estrutura de planejamento voltada exclusivamente para um único propósito: a geração de energia hidroelétrica. O Código das Águas de 1934 e a ELETROBRÁS, criada no segundo período do governo Vargas, vieram consolidar em termos legais e administrativos esta forma de abordar os recursos hídricos na Administração Pública Federal. Quando nos anos 60 surge os novos conceitos de "demanda de usos múltiplos da água" e novos "objetivos sociais" para o planejamento público (Myrdal, 1973), tais como valorização do bem estar social e do meio ambiente, o Brasil continuou a enfocar os outros usos da água de maneira restritiva, apenas complementar, em segundo plano. A administração caracterizou-se pela ausência do caráter multidisciplinar e integrado, ao contrário do que se orientava. Como exemplos de Planos elaborados dentro desta perspectiva, cita-se o Plano de Viabilidade do Baixo Tietê (CANAMBRA, 1974) e Plano da Bacia do Piracicaba (DAEE, 1977).

Na região Nordeste do País registra-se uma história diferente, uma vez que o fator água sempre foi condicionante para o desenvolvimento regional. Pode-se dizer que a ação governamental no setor dos recursos hídricos para esta região, tem estado condicionada ao combate das secas periódicas. Tomado-se de empréstimo a abordagem histórica das políticas contra as secas presente em SUDENE/SIRAC (1973), sugere-se três fases para caracterizar a história das políticas de água no nordeste. Deste 1877-79 a altura de 1945 tem-se a fase das soluções hidráulicas (Pompeu, 1953), caracterizada por uma visão puramente pontual de barramentos, sem nenhuma política de aproveitamento. Por volta de 1945, um deslocamento da ênfase no

sentido do aproveitamento mais efetivo dos recursos hídricos da região vem inaugurar uma nova fase da ação governamental. Constituem-na diversas medidas, como a criação da Comissão do Vale do São Francisco, hoje CODEVASF, em 1948, sob a clara inspiração da Tennessee Valley Authority (TVA), dos Estados Unidos (Cavalcante & Vasconcelos, 1972), e a criação da CHESF, em 1945. Mais uma vez não houve uma visão integrada de planejamento, não obstante os avanços na estrutura administrativa. Os comentários do documento "Brazil's Northeast" (Hirschman, A., 1965) a respeito das diferenças entre os estudos do Vale do São Francisco e do Tennessee Valley relatam esta época. Nos anos 50, diante do fracasso das políticas contra as secas e da conscientização da necessidade de um planejamento regional, imprimi-se ao estudo e à solução dos problemas da região uma definida diretriz econômica-social. Nesta diretriz, os recursos hídricos passam a serem abordados numa perspectiva de planejamento, pelo menos no pensamento da principal instituição pública gestora das políticas de desenvolvimento regional, a SUDENE, criada em 1959. Desde então, vários estudos a nível de planos diretores e de viabilidade foram empreendidos no setor de recursos hídricos. São exemplos o Plano Plurianual de Irrigação Nacional (Ministério do Interior, 1970), o Plano Diretor do Baixo São Francisco (SCET/SIRAC, 1974), Estudo Geral de Base Vale do Jaguaribe (SUDENE/ASMIC 1967).

No entanto, observa-se nos anos 70 e 80, época de elaboração e implantação de muitos projetos, principalmente de grandes áreas de irrigação e barragens, uma total desorientação na condução da política de águas. A multiplicidade de órgãos oficiais executores (SUDENE, 1985) e uma confusa estrutura de decisão impediu avanços consideráveis da nova forma de abordar os recursos hídricos regionais, marginalizando a perspectiva de planejamento que se havia formada nas décadas anteriores.

No geral, nota-se um aspecto importante nesta rede institucional. Os órgãos prestadores de serviços públicos, como as companhias de água e esgotos estaduais -- muitas delas hoje municipalizadas, crescem ao longo da história totalmente desarticuladas dos outros órgãos prestadores de diferentes serviços, como dos setores de irrigação e barragens, e o pior, todos em total dissonância com o balanço hídrico regional. Esses órgãos foram criados no contexto das políticas dissociadas -- caso do saneamento, exemplo do

PLANASA, irrigação, exemplo do PPIN, e energia, exemplo das políticas da ELETROBRÁS desde sua criação até nos dias de hoje.

Sintetizando, pode-se afirmar que a História conduziu-nos a uma complexa e difusa estrutura institucional no setor de recursos hídricos. O sistema institucional como um todo, já em parte superado quando da implantação do regime militar, acabou de desatualizar de uma vez. Simultaneamente, a sociedade evoluiu se tornou complexa, dividida em muitas áreas de poder que não podem ser ingnoradas. A desarticulação entre a sociedade civil e o sistema político-institucional, permitiu o fortalecimento da tecnocracia irracional. Por um lado, com excessiva setorização da administração pública, cada setor conseguiu autonomia plena na gestão de seus serviços, totalmente estanque à influência dos demais; e por outro lado, permitiu o surgimento de uma poderosa classe tecnocrata, muito competente no seu setor, mas sem visão de conjunto e destituída de sensibilidade política (Cerqueira, 1988). Consequentemente, toda a estrutura de tomada de decisão ficou atrelada a esta classe. Nos setores públicos ligados aos recursos hídricos essa estrutura originou tantos obstáculos de ordem administrativa e técnica que, recentemente, alguns Estados da Federação não esperaram por mudanças do sistema federal, e partiram para uma reformulação institucional. A nova forma de pensar, procura implantar uma política de recursos hídricos capaz de integrar a sua gestão, envolvendo todos os níveis de poder (Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, 1990; Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará, 1991).

No Governo Federal, muitas iniciativas no sentido de reformular a estrutura institucional vigente não tiveram sucesso, ou ficaram aquém das profundas alterações necessárias (Pereira, 1981). Recentemente algumas propostas de mudanças radicais tramitam no Congresso Nacional, a exemplo do Projeto do Executivo e do Substitutivo do Deputado Fábio Feldmann. O ponto central do debate corrente resulta do confronto -- entre grupos do Congresso representantes de diversos interesses -- em torno da descentralização da administração dos recursos hídricos.

Não obstante os avanços presentes nos recentes Planos supracitados e nas propostas correntes, principalmente os institucionais, não fica explícita a nova estrutura de tomada de decisão. Os progressos na concepção das diretrizes e princípios não

deixaram evidentes a definição dos procedimentos de planejamento a serem seguidos na confecção de planos e projetos. Questiona-se: Como conceber tecnicamente as alternativas de um plano sem definir formalmente os objetivos e critérios que a estratégia do desenvolvimento designa; e qual o caminho formal a ser percorrido no processo de decisão? Haverá participação pública tanto na elaboração, como nas decisões? Se considerado a participação pública, quais procedimentos analíticos para assegurar sua decisão? As proposições sugerem considerar todos os objetivos: os econômicos, sociais e ambientais. Mas quais são formalmente estes e seus critérios a serem considerados pelos planejadores?

Na prática, o que vem fazendo as instituições públicas e privadas de recursos hídricos do Brasil em termos de usos dos procedimentos de planejamento e de análise de decisões? Tradicionalmente contaram, e ainda contam com o apoio das intervenções de agências internacionais, tipo Nações Unidas, BIRD, BID OMS, FAO, etc., somando a exagerada dependência de empresas de consultoria privada e de consórcios internacionais. Desde o início da década de 50, os governos da América Latina têm sido bombardeados, sem questionamentos, com recomendações para utilização de tecnologias de planejamento oriundas dos diversos países europeus e da América do Norte (Bromley e Bustelo, 1982). Considera-se que não há nada de errado em transferir algumas idéias ou técnicas, como também não ceder à assistência de empresas privadas de projetos e consultoria. Contudo, a concepção e a direção do planejamento e da análise crítica de planos são funções das políticas públicas.

A questão básica a ser contornada é: como devolver a sociedade -- se é que existiu -- os mecanismos de influência sobre as decisões fundamentais neste setor? Um destes mecanismos seria a institucionalidade de novos procedimentos gerais para encaminhar as tomadas de decisões até a arena política.

Não se abstraído deste fato, as próximas seções verificam fatores condicionantes de uma possível inserção do enfoque multicriterial como concepção metodológica de procedimentos gerais. Como esclarecido no capítulo anterior, este enfoque constitui uma tendência atual para atender as exigências de uma visão multidimensional do desenvolvimento de planos e projetos correlatos de recursos hídricos.

Os Condicionantes Específicos para a Análise Multicriterial

Diversos fatores limitantes, tanto de ordem prática como teórica, dificultam a inserção de uma abordagem multicriterial no contexto brasileiro. Acredita-se que parte dos mesmos fatores citados por Holanda (1969) para análise custo-benefício, dificultam na prática essa inserção. Entre os fatores específicos⁹, combinados a outros, estão:

a-) ausência de um programa que englobe um grande número de projetos alternativos que representem, realmente, alternativas de utilização de recursos financeiros;

b-) indefinição de critérios de comparação para projetos de diferentes setores e subsetores públicos, o que implica a urgente necessidade de os conhecer em profundidade e com clareza: (1) a disponibilidade de recursos do país ou região e (2) as diretrizes e objetivos das políticas econômica, social e ambiental, como resultado de uma ampla estratégia de desenvolvimento. Essa indefinição resulta dos problemas da estrutura política e econômica e da falta de uma programação orçamentária global ou setorial associada à pouca experiência na formulação de planos¹⁰, principalmente em recursos hídricos;

c-) disponibilidade de recursos técnicos e condições institucionais favoráveis a uma efetiva seleção de planos.

Nestas condições, a tarefa do planejador em um projeto isolado se limita, exclusivamente, ao diagnóstico dos antecedentes e organização parcial dos dados necessários às tomadas de decisões, não sendo possível oferecer toda uma gama de informações que permitisse à sociedade analisar taticamente as melhores alternativas. Ou seja, verificar aquelas informações sobre os possíveis caminhos de

⁹ Esses mesmos fatores estão presentes na maioria dos países do Terceiro Mundo (Conyers & Hills, 1983; Sachs, 1986b).

¹⁰ Algumas experiências de programação regional e setorial têm sido realizadas, permitindo a definição de critérios gerais para determinados setores econômicos. No passado, o Programa de Metas pode ser considerado uma experiência desse tipo, no âmbito nacional. No plano regional, deve ser registrado a experiência o programa de reequipamento da indústria têxtil do Nordeste, executado pela SUDENE e BNE (Holanda, 1969).

negociação (*trade-offs*) face aos diversos objetivos dos projetos designados por uma estratégia de desenvolvimento.

Além das dificuldades práticas, a tarefa de analisar as tomadas de decisões envolve, também, alguns problemas teóricos de definição e medição, quando se pretende estabelecer critérios cardinais (atributos numéricos) ou ordinais (atributos conceituais) que tornem possível um julgamento menos "irracional" das alternativas possíveis:

a-) primeiro, há que se definir: (1) que critérios serão utilizados e (2) que se entende por vantagens e desvantagens de um plano;

b-) segundo, há que se determinar a forma padrão de medição dos parâmetros das vantagens e desvantagens;

c-) terceiro, há que se estabelecer a forma pela qual os diferentes critérios poderão ser combinados para uma análise global do plano. Ou seja, estabelecer os procedimentos analíticos.

Com relação a questão de definição de critérios econômicos, ela somente pode ser resolvida com o conhecimento completo e preciso da disponibilidade de recursos dos diversos setores públicos, como consequência dos diferentes objetivos da política de desenvolvimento nacional e regional. Naturalmente, em uma análise multidimensional, outros critérios como os atributos ecológicos, culturais e estéticos que avaliam a qualidade ambiental independem, de certa maneira, da política econômica. Mas definem-se, em parte, em função das atividades econômicas alocadas por ela. Os critérios econômicos mal definidos podem afetar a avaliação da qualidade ambiental, pois boa parte de seus problemas é resultado da má distribuição dos recursos: a superexploração da terra pelos pobres e o desperdício de recursos pelos ricos; a poluição dos rios pelas indústrias privadas e estatais - externalização dos custos -- e a falta de saneamento, são exemplos desta má distribuição. Considerando a funcionalidade ambiental dos critérios econômicos, se pode definir à parte os atributos ambientais. Neste sentido, existe no Brasil a necessidade de desenvolver um sistema uniforme de avaliação dos recursos ambientais que permita aos técnicos analisar essa dimensão do planejamento com imparcialidade (Tauk, 1991).

Quanto à forma padrão de medição das vantagens e desvantagens, sublinham-se as grandes dificuldades práticas na elaboração de funções-benefícios, particularmente para propósitos de controle de enchentes (Aranha, 1981), lazer, e em muitos casos, até mesmo para finalidades como energia elétrica - por falta de usos alternativos, e irrigação - difícil capturar o preço social dos produtos. Também, em uma análise multiobjetivo, as medições de certos benefícios de um objetivo específico, tal como distribuição de renda - entre grupos sociais ou regiões, dependeriam basicamente do conhecimento de certos engargos (fiscais, subsídios, etc.) presentes em uma estável política regional (Major e Lenton, 1979). Para os atributos ambientais, compreendendo a necessidade de um sistema uniforme de avaliação, as formas padrões de medições necessitam ser pesquisadas na direção da consulta pública regional e local.

A terceira questão diz respeito à forma pelo qual deverão ser harmonizados ou sintetizados os diferentes critérios na perspectiva da análise multicriterial. No capítulo IV, relacionou-se os principais procedimentos analíticos que podem, ainda que parcialmente - parte quantitativa, harmonizar o caráter multicriterial dos planos de recursos hídricos.

Os Pré-Requisitos Estruturais

Para o paradigma analítico-racional (a abordagem multicriterial) cumprir suas funções no contexto brasileiro, ele deveria ser contemplado no âmbito de um conjunto de recomendações ou procedimentos gerais definidos de acordo com a política pública para o desenvolvimento dos recursos hídricos.

Quatro pré-requisitos devem ser considerados antes de qualquer definição de procedimentos. Primeiro, é importante situar qualquer proposta, que contemple as prerrogativas da análise multicriterial, a uma nova organização institucional, caracterizado por um novo processo político da tomada de decisões. Ao lado desta organização, propostas metodológicas de planejamento e gerenciamento devem ser concebidas para permitir o poder público dispor de informações suficientemente elaboradas para orientar conclusivamente suas decisões. Isto significa institucionalizar as definições de

procedimentos gerais. No momento, um referencial para a federação, é a estrutura institucional proposta pela FAO (Camponera, 1978 e Pereira, 1981). Pode-se pensar hoje, em termos do que tramita no Congresso: na proposta do Substitutivo do Deputado Fábio Feldmann. Para os estados, são as propostas recentes dos planos estaduais de recursos hídricos. Não é importante aqui discutir qual a melhor proposta. E sim dizer que a sociedade exige a constituição de uma autoridade horizontal capaz de superar os particularismos setoriais, preocupada com todas as manifestações do desenvolvimento e que leve constantemente em considerações a complementariedade das diferentes ações empreendidas neste setor público.

Segundo, necessita-se saber da capacidade técnica, de organização e de recursos, inclusive humanos, das propostas de relações entre as agências públicas e privadas prestadoras de serviços de elaboração, análise, implementação e gerenciamento dos planos e projetos correlatos; e, como deverá proceder a futura administração frente a um novo quadro institucional em que preserva-se a participação pública. No processo de planejamento multidimensional a participação pública deve ter mecanismos muito claros.

Também, é determinante conhecer as estratégias dos planos de desenvolvimento socio-econômicos e a forma sobre como estes se relacionam com os de desenvolvimento dos recursos hídricos, e ainda, saber como os planos de alcance nacional se vinculam com aqueles que se aplicam às regiões ou bacias hidrográficas, ou aos Estados (CEPAL, 1990).

Por fim, é crucial saber como enfocar o problema de planejar para melhorar o bem estar. Há duas maneiras: a primeira corresponde ao enfoque estrutural, cujo o objetivo é a transformação das estruturas e processos da sociedade que impedem a concretização na prática dos objetivos definidos no planejamento estratégico do desenvolvimento; e a segunda, poderá conceber-se como um enfoque remediador, o qual reconhece as limitações que se opõe às transformações estruturais e concentra esforço em atacar as manifestações ou consequências do modelo perverso de desenvolvimento (CEPAL, 1990). O setor de recursos hídricos no Brasil poderá seguir pela segunda via, adotando objetivos como a autonomia de desenvolvimento. Explica-se o fracasso de muitas experiências de planejamento por adotar formalmente objetivos que entram em conflito com os requisitos do modelo de desenvolvimento

econômico-social dominante.

As recomendações de incorporar as técnicas do enfoque multicriterial no planejamento setorial de recursos hídricos, poderão se tornar meras utopias tecnocráticas na atual situação brasileira, caso não se considerem pré-requisitos tais como a identificação dos elementos necessários para um novo modelo de desenvolvimento, sem os quais não há o que planejar. Por não ser importante para o País, o gerenciamento do atual modelo e seus projetos conexos, continuarão a atender objetivos outros, alheios aos da sociedade em geral. É importante fazer estas críticas pois toda proposta no sentido de ampliar a tarefa do planejamento e redefiní-lo no Brasil, leva implícita a necessidade de renovar sua metodologia e institucionalidade, e o que é mais importante, supor um compromisso profundo por parte do Estado e da sociedade para definir os procedimentos gerais sublinhados no primeiro capítulo¹¹.

Subsídios para a Definição de Procedimentos Gerais

As preocupações da sociedade com relação a uma melhor administração dos recursos financeiros, humanos e naturais vinculado ao desenvolvimento dos recursos hídricos, exige mais do que reformas institucionais. Alguns subsídios para pensar procedimentos gerais que permita a consecução de planejamento e análise da tomada de decisões em recursos hídricos são propostos a seguir. Mais um vez chama-se atenção para o enfoque das reflexões expostas: elas fundamentam-se no paradigma analítico-racional.

Uma vez considerados os pré-requisitos estruturais supracitados, as propostas podem ser colocadas para reflexão. Ao levar a cabo o processo de definição de procedimentos gerais surge-se :

- Um Conselho de Ministro (Pereira, 1981), através da

¹¹ Para Sachs (1986b), " a transferência mimética das técnicas aparece como uma das facetas da dependência cultural que faz internalizar critérios e formas de pensamentos exóticos e, mais particularmente faz nascer a ilusão de que existem critérios absolutos de progresso técnico válido *urbi et orbi* ". Ver também, Estilos de Desarrollo y Medio Ambiente (Sunkel y Gligo, 1981).

Comissão Nacional de Recursos Hídricos e da Sub-Comissão para Elaboração, Análise e Financiamento de Planos e Projetos correlatos deve apontar um Grupo de Trabalho de alto nível, multidisciplinar, interinstitucional, intersetorial e interconsultivo, para conduzir este processo. A participação de órgãos de financiamento é de suma importância, uma vez que condicionam a liberação de recursos dentro de uma certa estrutura de poder e sob fortes critérios financeiros - pelo menos é o que deveria ser. A intenção ao adotar o caráter interinstitucional é proporcionar a introdução de uniformidade nos critérios e nos parâmetros de medições das vantagens e desvantagens a serem empregados pelos prestadores de serviços públicos na elaboração e análise dos planos;

- O Grupo de Trabalho indicado deve levar em conta, através de audiências públicas, as recomendações de amplos setores da sociedade direta ou indiretamente ligados à água. Superadas as controvérsias, a tradução teórica dessas recomendações devem ser testadas na prática, em forma de procedimentos gerais, por todos os agentes incumbidos na função, e retornadas para novos debates. Só então, publica-se a política oficial dos procedimentos para o desenvolvimento dos recursos hídricos.

Evidentemente, o caráter de definição desses procedimentos deveria ser flexível o bastante para considerar as realidades econômicas, sociais e ambientais regionais, onde as bacias hidrográficas estão inseridas. Esta flexibilidade não permitiria uma ampla redefinição de critérios, mas, principalmente, uma alteração dos parâmetros que os definem, como nas taxas de descontos e encargos fiscais dos critérios econômicos e na ponderação dos atributos ambientais -- ecológicos, culturais e estéticos. Importante, ainda, nos níveis regionais e locais, são as alterações na padronização das medições de vantagens e desvantagens conforme a realidade dos meios antrópico, biótico e físico. Mas, sugere-se como padrão geral, o rigor na consulta pública a respeito das medições, desde a disponibilidade a pagar pelos bens e serviços advindos do plano ou projeto, até o julgamento de cada recurso ambiental impactado -- seja uma floresta ou um sítio arqueológico, ou uma paisagem.

Um possível arcabouço de proposições logo a seguir, ainda

que superficial, pode ser um conjunto de reflexões para a opinião pública e para o Grupo de Trabalho sistematizar as recomendações da sociedade. Onde é possível, serão feitos alguns comentários sobre os pontos descritos.

(1) A importância conceitual em uma política pública de recursos hídricos. Ao se traçar as diretrizes para o setor de recursos hídricos a definição dos conceitos deve ser clara ao público não especializado. Também, a evolução destes no contexto do desenvolvimento econômico, ou seja, a dinâmica conceitual, exige de uma política a participação permanente dos agentes públicos (nesta dinâmica) para o amadurecimento de uma linguagem comum a todos.

Assim, quando se diz setor de recursos hídricos, a intenção é abranger em um novo conceito básico de administração os subsetores públicos ligados direta ou indiretamente à água. Este conceito é a unidade de administração que se fundamenta na bacia hidrográfica como uma entidade que tem tempos e espaços, e se estrutura de forma legal, política e financeira para planejar e gerenciar os recursos de água e terra. A dinâmica deste conceito encontra-se na maneira de como a definição teórica é construída e revista com o desenvolvimento (ocupação das bacias) e com a aplicação prática no dia a dia da administração. Um exemplo característico é saber como e quando se deve encarar os grandes usuários das águas -- indústrias privadas, companhias de abastecimento e saneamento, sub-setor hidroelétrico, cooperativas de irrigação, empresas de lazer turismo, etc. -- dentro de um conceito de indústria hídrica. A princípio, não interessa para a natureza e nem para a economia de uma democracia (nesta não deveria haver externalização de custos), se esses subsetores são estatais ou empresas privadas. Pergunta-se: Se elas forem consideradas indústrias hídricas em algum momento do desenvolvimento, não deveriam ser submetidas ao rígido controle público através da administração das regiões hidrográficas?

(2) Os objetivos no planejamento de recursos hídricos. Para se chegar aos objetivos é útil saber que as origens das atividades do planejamento estão na ação coletiva da sociedade quando ela percebe um problema (empobrecimento por falta de água e de recursos correlatos, cheias, ausência de lazer, deterioração da qualidade da água,

salinização de solos, etc.), e quando ela identifica uma oportunidade para mudar o estado da situação através do desenvolvimento e gerenciamento dos recursos hídricos endereçando diferentes propósitos: desenvolvimento de medidas como zoneamento ambiental e empreendimentos hidráulicos para múltiplos usos dos recursos; medidas para a conservação da vida selvagem (biodiversidade), critérios de ocupação espacial para regular a alocação das atividades econômicas, recuperação de terras para agricultura, e outras medidas não muito convencionais, como conservação de ecossistemas marinhos, de pântanos e mangues, e a provisão de oportunidades recreacionais e estéticas.

O resultado da execução de medidas contidas em planos para atender estes propósitos tem impactos que podem ser classificados dentro de três categorias: impactos econômicos, sociais e ambientais. O alcance dos efeitos favoráveis em cada uma dessas categorias são denominados objetivos da sociedade (OCDE, 1985). Fala-se, então, em planejamento multiobjetivo.

Dentro dos objetivos econômicos para investimento no setor público de recursos hídricos, pensa-se naqueles de maior relevância para um País de Terceiro Mundo (Furtado, 1974; UNIDO, 1972):

a-) Aumento do consumo agregado nacional, ou seja, melhorar a eficiência econômica nacional. Tanto faz na análise para atender múltiplos objetivos o crescimento medido em termos nacionais ou em termos "per capita";

b-) Redistribuição do consumo agregado, especialmente os aumentos proporcionados pelo crescimento para as regiões atrasadas ou grupos de baixa renda a fim de alcançar o desenvolvimento equitativo do domínio hidrográfico. Existe quanto a este objetivo uma controvérsia de natureza política (Marglin, 1967): por que não maximizar o bolo econômico -- o consumo agregado, e praticar as políticas fiscais e de preços subsidiados para alcançar a igualdade? As razões mais óbvias são os fatores políticos que influenciam a estabilidade (no tempo e no espaço geográfico) das políticas fiscais e de preços.

Por exemplo, supor uma alternativa de um plano de bacia que proporcione grande quantidade de água para uma pequena região geográfica, seja na parte baixa, média ou alta da bacia, e outra

alternativa que prefira a mesma quantidade de água mais distribuída ao longo dos tributários. Evidentemente a segunda alternativa proporciona uma menor contribuição líquida para o consumo agregado, pois eleva-se, no global, os custos da estrutura hídrica necessária, e em adição os custos de alguns serviços públicos crescem com a extensão geográfica, caso das comunicações. Logicamente, se as políticas fiscais e de preços forem perfeitamente flexíveis, a alternativa do uso intensivo da água seria escolhida; e as vantagens da distribuição de renda regional (ou sub-regional) proporcionada pela alternativa extensiva, poderia ser realizada a partir desta através do aumento da tarifa de água (via princípio do usuário pagador) e dar dinheiro subsidiado para as sub-regiões -- propriedades ou municípios -- desprovidos de água suficiente para o desenvolvimento econômico.

Pressumivelmente, tudo isso seria melhor se a realidade se comportasse dessa maneira. O problema, em países como o Brasil, é que as dificuldades políticas-administrativas de aumentar a tarifas de água para alocar parte dos recursos de um sistema de cobrança (ainda não existente), impede a flexibilidade do governo para redistribuir renda na forma sugerida¹². Acredita-se que o único caminho para distribuir ganhos com certos projetos de recursos hídricos, a exemplo de grandes perímetros de irrigação, ou mesmo centros industriais ou complexos hidroelétricos, seria construir sistemas extensivos ao longo do território das bacias, e sofrer perdas no objetivo de maximizar o consumo agregado. A análise das tomadas de decisões procederia na perspectiva de sistema, não pontual, com múltiplos propósitos e à luz de objetivos que representem os interesses regionais.

Todavia, para enfeito analítico, a implatação do objetivo de redistribuição poderá ser por ambos os meios: através das políticas fiscais e de preços e através da incorporação do objetivo de redistribuição na análise "trade-off" do planejamento do investimento público. Isso é uma maneira de julgar se o conflito entre maximização do tamanho do bolo econômico (consumo agregado nacional) e o alcançar uma aceitável divisão está decrescendo mais por um ou por outro meio de atingir a meta de redistribuição.

¹² É mesmo que não houvesse tais dificuldades não seria fácil eliminar as implicações puramente políticas. São problemas comuns em outros setores econômicos.

c-) Promoção nacional de auto-suficiência. No contexto do Terceiro Mundo, existem duas interpretações: (1) igualdade entre valor de exportação e importação, incluindo importação de capital em termos de igual financiamento, ou em outras palavras, independência de ajuda estrangeira; (2) e a meta de autonomia com a finalidade de escapar das vicissitudes do comércio internacional¹³.

Em recursos hídricos, esse objetivo evitaria que certos aproveitamentos, como na agricultura e no setor energético, servissem de insumos para atender interesses que não sejam, em primeiro lugar, desenvolver a produção para o mercado interno. No modelo econômico vigente no Brasil, os aproveitamentos exemplificados estão, basicamente, voltados para fornecer insumos aos agentes econômicos com interesses no mercado externo. O caso de muitos projetos hidroagrícolas do Nordeste, ilustra o fato da água ser utilizada em grande parte como insumo para gerar exportação de produtos primários e semi-industrializados (Pessoa, 1988). A irrigação das terras de outras regiões não fogem do caso citado, basta observar a forma de comercialização da soja do centro oeste e da produção cítrica do Estado de São Paulo. Em outras palavras, os recursos hídricos figuram no contexto de um modelo agro-exportador, prejudicial para a sociedade regional, e muitas vezes para a economia nacional. Este problema é diagnosticado, também, no setor hidroelétrico (Bermann, 1991), onde se estima que grande parte da geração de energia hidroelétrica alcança o mercado externo via bens secundários. As indústrias eletro-intensivas, como as ligadas ao alumínio e ao ferro caracterizam um modelo energético- exportador.

Todos os três objetivos econômicos podem perfeitamente, ser incorporados em uma análise *trade-off*, seja entre eles ou entre outros objetivos.

¹³ Furtado (1974), ao construir sua teoria sobre o subdesenvolvimento, deixa evidente o problema da produção para o mercado interno nas economias periféricas do capitalismo. Elas preferem o caminho da transferência das estruturas produtivas das economias centrais, muitas vezes passando ao largo das considerações históricas e sociológicas que as governam. Por não encontrar um projeto nacional que as façam cumprir o papel designado por uma estratégia com o objetivo de auto-suficiência, as estruturas trasladadas se voltam para uma minoria do mercado interno, e principalmente para o mercado externo.

Quanto aos objetivos sociais do planejamento de recursos hídricos, constata-se que muitas de suas questões constituem uma área recente e em evolução neste setor (OCDE, 1985). Naturalmente, as dimensões econômica e ambiental procuram ser (ou deveriam ser) avaliadas do ponto de vista do bem estar social, mas muitos benefícios e custos sociais importantes deixam de ser capturados. Entretanto, na análise multicriterial alguns elementos sociais que não estão nas outras dimensões podem ser avaliados, em suas próprias unidades. Para citar o mais explícito: o objetivo de elevar a quantidade e qualidade dos empregos gerados por um plano. Em regiões pobres, a análise *trade-off* entre empregos gerados e o crescimento do consumo agregado ganha muita relevância.

Precisamente, as questões recentes a respeito de muitos outros objetivos sociais, como crescimento do nível de saúde, níveis de satisfação das pessoas, confiabilidade na redução aceitável do desemprego, aumento da produtividade dos solos, disponibilidade de lazer para grupos de baixa renda, etc., são elementos abstratos, difíceis de serem incorporados em uma análise *trade-off*. Neste caso, os planos são obrigados a contemplar estas considerações sociais integrando metodologias diferenciadas. As análises da dimensão sócio-econômica, como a utilizada por Pessoa e Galinho (1988), podem ser utilizadas em diferentes estágios do planejamento para verificar o atendimento aos objetivos sociais.

Por último, no domínio dos objetivos ambientais, encontram-se uma grande diversidade de categorias de efeitos consequentes a serem avaliadas no planejamento: qualidade e quantidade de água, amenidades para recreação, qualidade da terra, qualidade do ar, ecossistemas aquáticos e terrestre, mudanças indesejáveis e irreversíveis, estética, microclima, exposição ao risco natural, etc. A primeira impressão para a sociedade é que todos estes efeitos não são favoráveis, ou seja, em vez de torná-los objetivos da melhoria da qualidade ambiental, resumem-se em impactos negativos, certa de que qualquer intervenção no meio ambiente natural nunca constituirá tal objetivo -- não haverá efeitos favoráveis. Mas, se a questão é colocada na forma de que o homem pode interferir positivamente nos ambientes já intensamente explorados, esse objetivo ganha significado. E onde não há atividades de deterioração, ainda assim, a intervenção

do homem pode ter efeitos favoráveis através do gerenciamento dos recursos ambientais com medidas não estruturais. Logo é perfeitamente possível -- e o mais sensato, por exemplo, fazer uma análise *trade-off* entre o aumento do consumo agregado e o realce da qualidade ambiental, do que perseguir a eficiência econômica e depois avaliar os impactos negativos em uma estrutura *ad hoc* e restritiva.

(3) Tradução dos objetivos em critérios (ou atributos) específicos que possam ser utilizados na análise de decisões. Os objetivos são aqueles designados pela estratégia de desenvolvimento adotada. Seria conveniente uma cuidadosa atenção nesta tradução, pois o Brasil, como já mencionado, não caracteriza-se por uma estrutura de desenvolvimento econômico planejado para alcançar os objetivos declarados pela sociedade, a partir dos quais possa ser tirados critérios específicos. Certamente, isso causará muitos desacordos e controvérsias a cerca dos objetivos dos investimentos público, principalmente entre as instituições a serem responsáveis pelo financiamento de planos de recursos hídricos.

Tais controvérsias configuram a principal problemática do planejamento na maioria dos países, mesmo naqueles desenvolvidos (Sachs, 1986). Para os critérios econômicos, o mais interessante seria que planos e perspectivas de longo prazo determinassem uma ampla estratégia de desenvolvimento, incluindo, se possível, uma distribuição de recursos entre os setores públicos. Cabe lembrar que na maioria das vezes, pela experiência internacional (Marglin, 1967), as estratégias de desenvolvimento empregada deixam muitas questões táticas sem respostas, tais como a explicitação dos critérios e padrões de análises dos planos e projetos pertinentes. Essas questões táticas são o cerne de qualquer teoria analítica adotada nas tomadas de decisões.

Os critérios mais comuns na literatura para se alcançar os objetivos citados não podem ser considerados universais (Sachs, 1986a). Prefere-se não tecer comentários antes de um profundo conhecimento para defini-los.

(4) Determinação oficial de uma estrutura padronizada para estimativa dos parâmetros das vantagens e desvantagens de planos alternativos. Um sistema padrão de "contas" das manifestações dos

planos alternativos sobre todos os objetivos, deveria ser implementado no âmbito das metodologias analíticas que evitem, ao máximo, as posições individuais dos planejadores.

(5) Concepção de um processo integrado de planejamento e gerenciamento com múltiplos propósitos e múltiplos objetivos, considerando as peculiaridades de cada região do país e a interação das águas sob jurisdição da Federação com as dos Estados.

Associando-se a algumas propostas existentes de reformas institucionais para a administração pública do setor, supor uma organização de planejamento e gerenciamento descrito a seguir.

Haveriam três níveis de planejamento e gerenciamento onde os recursos hídricos figurariam, como ilustrados na figura 3.1 :

a-) um nível nacional, onde diretrizes políticas seriam definidas juntamente com suas estratégias de desenvolvimento, objetivos, critérios e parâmetros das vantagens e desvantagens -- definição de longo prazo, e onde o orçamento do setor seria estudado e incluído nas planilhas do orçamento federal¹⁴. Para empreender todas estas ações, um corpo técnico auxiliaria o Conselho Nacional através da organização de informações (bancos de dados construídos a partir da comunicação permanente entre os corpos técnicos dos níveis inferiores).

b-) um nível estadual, com a mesma função do nível nacional, mas com definições articuladas diretamente com o os propósitos e objetivos de cada planejamento estadual;

c-) um nível regional-hidrográfico, com funções executivas das ações demandadas dos níveis superiores (relação direta com sistema). As principais funções deste nível seriam :

¹⁴ A definição do orçamento para este setor não incluiria os dos subsetores. Cada um destes, teria uma administração autônoma e a única obrigação para com os três níveis institucionais superiores seria respeitar os pré-requisitos legais, políticos, econômicos, sociais e ambientais contidos nos planos nacionais, estaduais e de bacias e nas suas tomadas de decisões. Surge aqui a necessidade da auditoria permanente e independente e vertical para fiscalizar o cumprimento dos pré-requisitos estabelecidos.

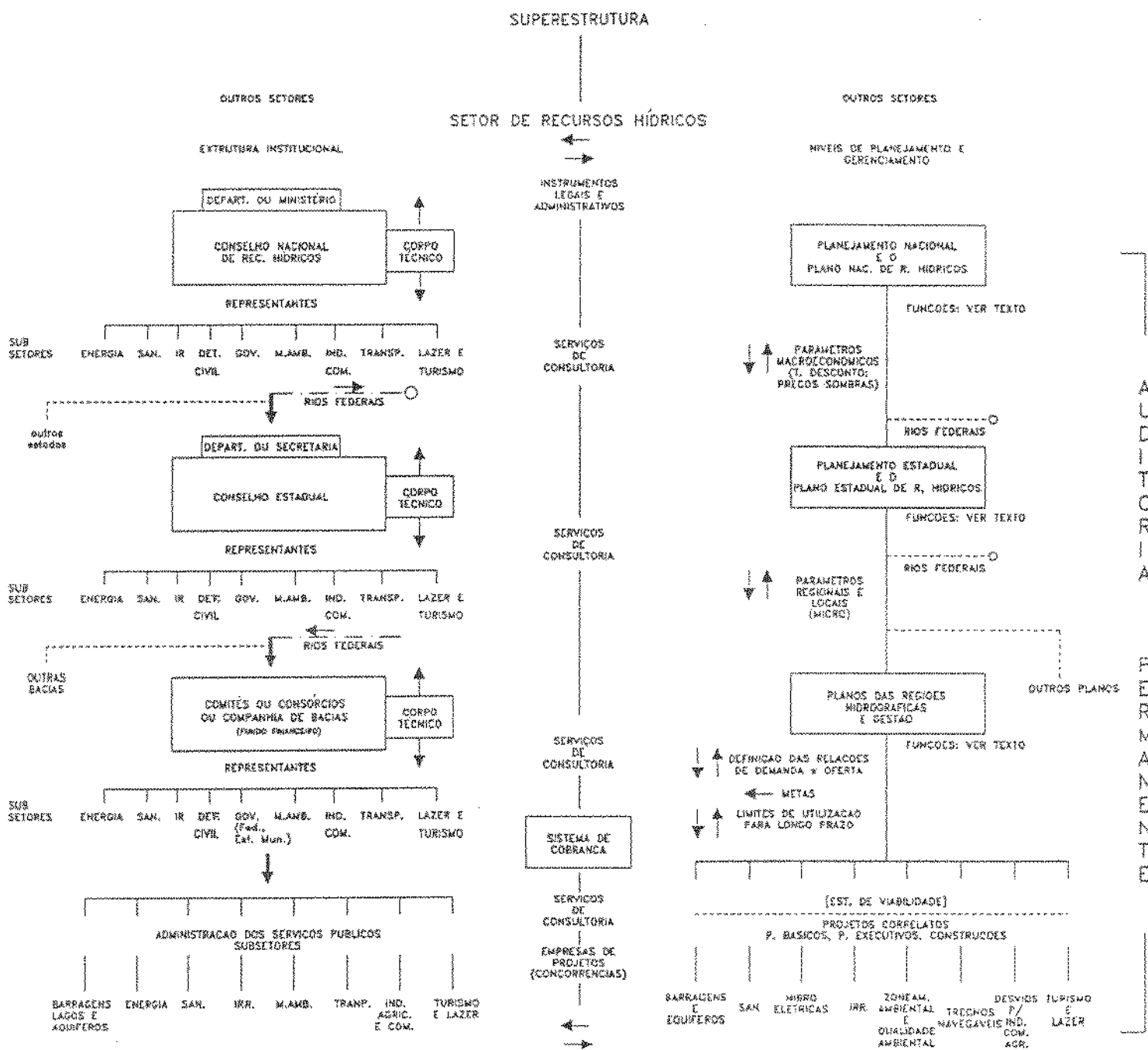


Figura 3.1
Os Níveis do Planejamento e Gerenciamento Público versus a Estrutura Institucional (entrelaçamento funcional)

(i) descrição dos problemas, inventários, privisões, e construção de bancos de dados técnicos -- Diagnóstico (Estudos Básicos) e Prognóstico;

(ii) definição de critérios para zoneamento ambiental, ocupação espaço territorial e econômico¹⁵;

(iii) estudo dos objetivos e critérios a serem empregados na análise da tomada de decisões (definidos nos níveis superiores);

(iv) identificação de alternativas;

(v) definições gerais das regras de operação dos reservatórios e aquíferos e de alocação de água entre usuários -- políticas operacionais;

(vi) avaliação dos riscos e incertezas;

(vii) avaliação do processo de seleção;

(viii) organização e apresentação das informações obtidas com a análise da tomada de decisões;

(ix) estudos das (1) vias de financiamento para infraestruturas de uso comum aos subsetores e (2) dos sistemas de cobrança pelos usos (alocação dos custos de amortização, de operação e de manutenção dos obras e serviços de uso comum -- barragens, aquíferos, rede telemétrica; postos pluviométricos e fluviométricos, banco de dados, compra de serviços e de pesquisas;

(x) definição das relações de oferta versus demanda -- importante na determinação das metas (novo conceito de balanço hídrico, onde as metas são calculadas em função da oferta, e não em função da demanda. E como consequência, explicitação dos limites de utilização dos recursos para o desenvolvimento regional -- de grande relevância para uma nova cultura técnica no Brasil.

Estas funções estão no processo de planejamento e gestão das regiões hidrográficas como simplificado na figura 3.2¹⁶.

¹⁵ Os critérios para ocupação do espaço econômico são definidos por diversas disciplinas: geografia, sociologia e engenharia, coordenadas pela economia regional e suas teorias de análise regional. Para maiores detalhes ver Andrade(1973) e suas referências.

¹⁶ Na concepção deste processo, foram aproveitadas as experiências práticas vivenciadas pelo Professores Eugênio Singer e Rosely Ferreira em planos diretores municipais no Brasil.

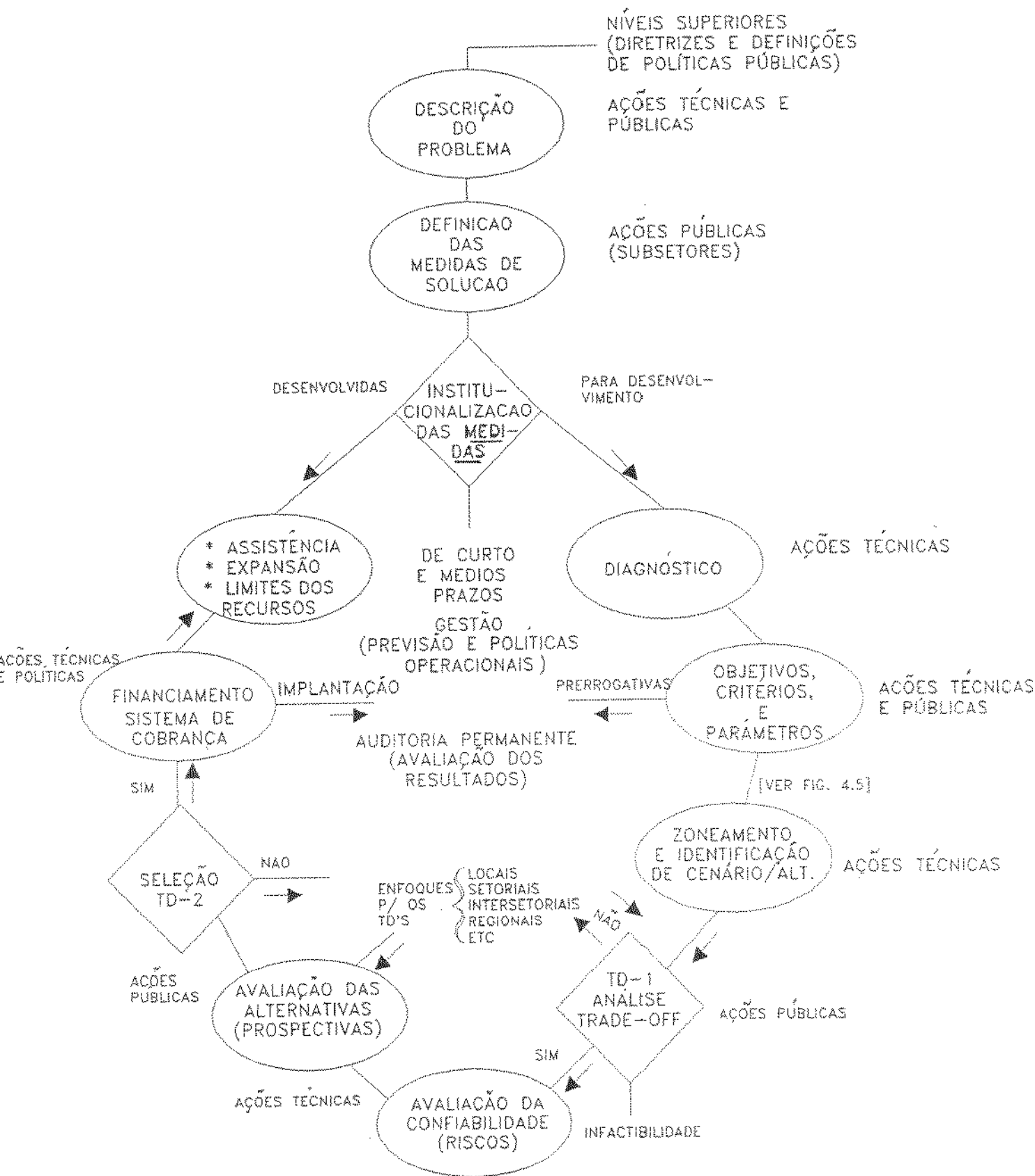


Figura 3.2
Uma simplificação do processo de planejamento e gestão de bacias

No entrelaçamento funcional destes níveis com estrutura institucional existente, verificaria-se a possibilidade da concepção organizacional de planejamento e gerenciamento figurando em três níveis de hierarquia de poder com subsetores dispostos horizontalmente. Caso contrário, as instituições deveriam ser readaptadas¹⁷.

Nas tomadas de decisões, sejam de curto, médio e de longo prazos e nas ações executivas dos planos, haveria a participação dos representantes dos três níveis, além da auditoria permanente, independente e vertical, para fiscalizar o cumprimento dos pré-requisitos definidos para os projetos correlatos (pertencentes aos subsetores).

Um aspecto importante nos níveis da administração setorial, é a articulação para trás (*inputs*) e para frente (*outputs*) do planejamento destes recursos com o planejamento econômico regional-geográfico; da mesma forma com planos diretores municipais¹⁸.

¹⁷ Convém destacar a realidade fora desta concepção estrutural, que para muitos pode parecer utópica. Uma construção utópica pode nascer quando uma interpretação da realidade não reconhece a magnitude das forças políticas dos subsetores resistentes às mudanças. Por outro lado, outra utopia poderia surgir nesta concepção se nenhum alerta fosse feito a respeito da dependência de supremacia nos usos dos recursos hídricos. Para se alcançar a eficiência de produção em muitos subsetores, essa supremacia de propósitos constitui um pré-requisito na otimização de aproveitamentos projetados no passado. Por isso coloca-se ao lado desta concepção estrutural, algumas indagações do tipo: como acabar com supremacia do uso das águas pelo setor energético sem prejudicar sua eficiência de produção? Uma vez propostos múltiplos usos, com quem fica a administração dos reservatórios? Que providências o setor energético deve tomar no momento para conviver em uma administração para múltiplos propósitos?

¹⁸ A experiência com a teoria de pólos de desenvolvimento nos anos sessenta como metodologia empregada para se planejar a redistribuição ou alocação das atividades econômicas em uma região geográfica, de modo a contrabalançar as deseconomias oriundas da concentração ou dispersão, tem aqui uma particular importância. Um dos critérios básicos para se planejar certas atividades era a disponibilidade de recursos naturais nos possíveis pólos. O resgate desta experiência e casamento do planejamento econômico regional com uma administração institucionalizada de recursos hídricos por regiões hidrográfica, poderia reforçar as análises regionais. Por exemplo, o planejamento multiobjetivo dos recursos hídricos pode fornecer respostas ("*outputs*") a análise regional para questões econômicas, sociais e ambientais advindas de possíveis impactos de planos alternativos de bacias, como os resultantes da escassez dos recursos. As metas de longo prazo para cada pólo seriam aqui definidas pela disponibilidade

Emerge da reflexão de como o processo de planejar e gerenciar é concebido, a necessidade de se definir os mecanismos formais da participação pública nos níveis de decisões. Acredita-se que estes mecanismos devem ser definidos a partir dos valores da cultura existente, como aquelas relações sociais que caracterizam cada região e sua estrutura de poder.

Finalmente, ainda nesta organização, torna-se conveniente definir os possíveis instrumentos analíticos a serem utilizados pelos prestadores de serviços. Chama-se atenção para os parâmetros dos métodos e modelos quantitativos e específicos de planejamento e análise de decisões: estes devem ser capturados à luz das reflexões anteriores, e não imaginados pelos planejadores.

O próximo capítulo tem, exatamente, a preocupação de verificar os aspectos mais importantes dos métodos e modelos da análise multicriterial que estão relacionados com as reflexões desta seção.

Concluindo, os subsídios propostos sustentam que essa nova abordagem de análise das decisões no planejamento significaria elucidar muitas necessidades e prioridades locais, estaduais e nacionais. A análise multicriterial parte do princípio que vários objetivos são alcançados ao mesmo tempo, e procura implanta um sistema de "contas" (organização das informações) para muitos impactos de planos de recursos hídricos e projetos correlatos. Porém, o planejamento multiobjetivo precisa ser institucionalizado para a nova abordagem cumprir essa função. O planejamento multiobjetivo pode ser uma das vozes para expressão das preocupações divergentes entre as diversas variedades de grupos sociais e regiões.

natural de água e terra (e não pela demanda) a partir de critérios ("inputs") estudados pela economia regional.

A Análise Multicriterial

Considerações

Com as sínteses realizadas do contexto histórico-filosófico dos procedimentos gerais (e a conexão com os instrumentos analíticos) e dos condicionantes do emprego de uma abordagem multicriterial, e ainda, sabendo-se da necessidade de inadiáveis mudanças no modelo de desenvolvimento brasileiro e no processo decisório (dentro de uma organização administrativa), pode-se, agora, discorrer sobre os instrumentos analíticos. Porém, antes de penetrar diretamente nas técnicas (na literatura especializada, são chamadas de métodos e modelos específicos) é interessante tecer algumas considerações preliminares.

Embora as condições vigentes no sistema político e social brasileiro não permitam o emprego da análise o multicriterial na identificação e análise de planos e projetos, imagina-se que sua prática deveria, mesmo assim, inicia-se por determinação política e constituir regulamentos oficiais. Obviamente, os critérios e padrões de análise de decisões estariam sujeitos às inclinações pessoais dos planejadores, assemelhando-se com a prática atual do RIMA/EIA.

Ao contrário das opiniões técnicas compartmentadas¹⁹, essa aplicação não teria, *a priori*, o objetivo de auxiliar o encaminhamento das decisões, pelo menos enquanto não se definirem procedimentos gerais para o desenvolvimento dos recursos hídricos. Porém, ajudaria situar muitos problemas conceituais, empíricos, técnicos e ainda políticos²⁰. Dentre esses problemas surgirão indagações do tipo: Quais

¹⁹ Uma estratégia política-administrativa para implementação prática de procedimentos com múltiplos objetivos deveria ser estudada visando evitar conflitos gerados por especialistas com visões compartmentadas. Seria incongruente, como acontece na cultura essencialmente técnica, entender a análise multicriterial na forma de seus métodos e modelos (específicos), como o centro do planejamento.

²⁰ Existe a suposição - assim como aconteceu com implantação da obrigatoriedade de estudos ambientais (EIAs) - de que haveria um importante avanço da conscientização pública sobre a problemática dos

são os critérios a serem quantificados? Quando não há um único critério para analisar um plano, como devem ser feitas as decisões acerca da seleção de alternativas e financiamento? Quais os pesos que deveriam ser dados aos vários critérios? (OCDE, 1985).

É importante deixar claro que os múltiplos critérios devem ser usados devido à incapacidade dos administradores e planejadores de colocar parâmetros monetários em todos os impactos de um plano de recursos hídricos. Mesmo que houvesse tal possibilidade, a opção de converter todos os impactos de um projeto já seria uma preferência ou valorização do critério econômico sobre os demais. Neste caso, a preferência pelo critério econômico estaria incorporada até na essência da metodologia analítica. Talvez isto seja a razão do maior desenvolvimento dos procedimentos multicriterias em relação àqueles que utilizam, somente, a "disponibilidade a pagar".

Dessa maneira, um planejamento multiobjetivo levantaria muitos problemas de tangibilidade dos impactos econômicos, sociais e ambientais. Por exemplo, como comparar o aumento da renda nacional (PIB) ou outro benefício expressado em termos monetários com uma mudança na qualidade da água, uma mudança no ecossistema da bacia, ou com os efeitos resultantes da migração que teria sobre a população envolvida²¹? Isso é teoricamente possível para o processo sócio-político de tomada de decisão, desde que tenha uma estrutura organizacional. Ele poderia, por exemplo, proporcionar aos planejadores critérios e pesos para o uso em estudo de comparação de diferentes impactos, a ser abordados sob um prisma racional.

Entretanto, ao estabelecer uma política de apoio a estes instrumentos, sustenta-se que o planejamento é um procedimento interativo, no qual os planejadores apresentam alternativas para o processo decisório, e este as analisam em um *feed back* de informações para eliminação de algumas variantes e revisão de outras.

recursos hídricos. O plano de discussão ficaria além das controvérsias entre disciplinas específicas, como entre economia e análise de sistemas, ou entre hidrologia e ecologia, ou ainda entre ecologia e política.

²¹ Ver em O Mito do Desenvolvimento Econômico (Furtado, 1974), o questionamento do conceito de taxa de crescimento do PIB face a outros critérios de avaliação do bem estar social. O autor chama atenção para os efeitos migratórios desordenados decorrentes do crescimento concentrado.

Com as considerações anteriores, o presente capítulo apresenta uma revisão bibliográfica das técnicas do paradigma analítico-racional dentro de sua abordagem multicriterial, e em seguida, sintetiza as suas bases teóricas, visando de alguma forma transcender o público menos especializado. Extraiu-se da literatura aqueles aspectos que mais interessam a um País do Terceiro Mundo. Eles foram captados sem a preocupação com os detalhes formais, matemáticos ou não, tão pouco com o estado da arte, mas preocupando-se em inseri-los no contexto de uma estrutura básica de planejamento e de análise que possa servir de referencial (se não prático) para futuras investigações.

Para maiores detalhes o interessado deve consultar as citações bibliográficas feitas ao longo do texto. Chama-se atenção para o fato de que sendo a totalidade destas técnicas desenvolvidas em países com realidades culturais e sócio-políticas diferentes do Terceiro Mundo -- como frizado no capítulo anterior, a pesquisa das técnicas deveria estar ancorada em dois pilares : (1) no questionamento de suas aplicações de forma mimética, pois muitas linhas de pesquisa não percebem na busca para torná-las viáveis que, países como o Brasil comportam-se institucionalmente diferente dos países que as desenvolvem; e (2) na convicção de que algumas dessas aplicações podem ser úteis, mas considerando apenas algumas nuances e sutilezas científicas, pois o relacionamento técnica versus política jamais terá o mesmo comportamento (Bromley e Bustelo, 1982).

Portanto, há a necessidade de se criar uma "caixa" própria de ferramentas analíticas, concebendo-a no âmbito de uma estrutura unificada da metodologia analítica-racional com outras do campo das Ciências Sociais. Está implícito no capítulo esta intenção.

Revisão Bibliográfica

O planejamento de recursos hídricos está atualmente envolvido em um período de reformulação de seus instrumentos analíticos e no desenvolvimento de suas correspondentes técnicas. Essa mudança parte da tradicional análise custo-benefício para a análise multicriterial. A principal desvantagem da primeira em relação a segunda é a impossibilidade de incluir outros objetivos fora a

maximização dos benefícios econômicos nacionais (Marglin, 1967).

No Brasil não se tem o planejamento multiobjetivo ainda formalizado e a análise de custo-benefício continua sendo a principal ferramenta de avaliação de projetos, e mesmo assim, com um caráter prático "pro forma" (Nucci, 1980). Portanto não se percebe as limitações da sua abrangência, por exemplo, no que diz respeito aos impactos dos projetos de hidroelétricas, de irrigação e de saneamento nas economias das regiões onde estão localizados.

A teoria do planejamento multiobjetivo tem suas origens no trabalho do *Harvard Water Program* (Maass et al., 1962), e está baseada em quatro passos no âmbito do processo de planejamento de recursos hídricos, conforme a perspectiva analítico-razional:

a-) identificação dos objetivos para o desenvolvimento do sistema hidrográfico a ser planejado. Esse passo envolve a seleção de objetivos a partir do processo político;

b-) transformação dos objetivos em critérios. Isto implica a aplicação de critérios detalhados pela política pública para refletir os objetivos no sistema a ser planejado;

c-) concepção de alternativas para o sistema a ser planejado, usando os critérios anteriores;

d-) discussão dos resultados intermediários e finais do processo de planejamento a partir de diferentes planos alternativos.

Essa teoria proporciona as bases para se mover dos objetivos da sociedade para o sistema planejado de maneira interativa, usando esses quatro passos do planejamento (Major & Lenton, 1979). Desta maneira, ela se preocupa com a seleção dos objetivos, com o desenvolvimento de soluções viáveis (alternativas) de acordo com os objetivos, e com a escolha final de um conjunto de alternativas viáveis para encaminhá-la a arena política. O critério benefícios menos custos é, apenas, um dos critérios julgados no planejamento multiobjetivo.

A transformação em andamento tem promovido um campo fértil de investigações em pesquisa operacional, principalmente na área de programação matemática. As técnicas de interesse encontram-se na sub-área denominada otimização vetorial: são os modelos de programação matemática de solução com mais de um função objetiva. O lançamento de

suas bases datam do início de 1950 (Kuhn & Tucker, 1951, em Cohon, 1978). A partir dos anos sessenta -- nos países ocidentais de regime democráticos, os problemas de investimento público para múltiplos objetivos se tornaram mais comuns e a negociação palavra-chave dos gerentes, dos planejadores e dos tomadores de decisões, tanto no setor público como no setor privado. A partir de então, o avanço dessas técnicas tomou um grande impulso.

Outras técnicas, fora do campo da programação matemática, classificados como métodos para avaliar conjunto discretos de alternativas (Chankong & Haimes, 1983), têm grande importância nos trabalhos de pesquisa em planejamento de recursos hídricos (Gershon et al, 1982; Gershon & Duckstein, 1983).

A impressionante proliferação das técnicas nos últimos vinte e cinco anos, tem deixado pouco tempo para considerações de alguns questões relacionadas com a utilidade no estudo de alternativas de investimento público. Neste sentido, Loucks (1975), pioneiro nestas questões propõe quatro critérios para julgá-las, baseado na sua convicção de que uma técnica deve capturar a natureza do processo de tomada de decisão:

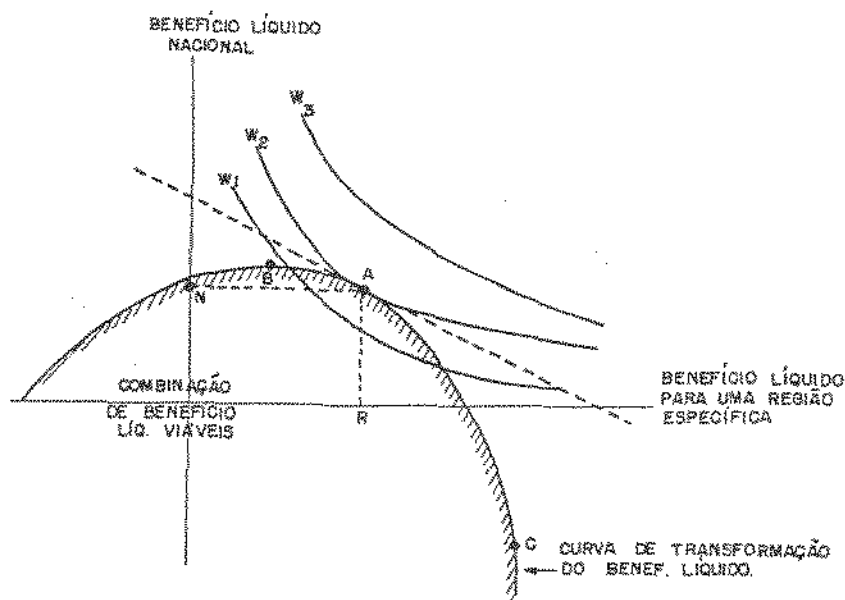
- a-) ela deve simular o processo de barganha;
- b-) reconhecer incertezas nos *trade-offs* e nas preferências;
- c-) ser suficientemente geral;
- d-) capaz de prever o resultado do processo de decisão.

Segundo Cohon e Marks (1975), esses critérios são úteis para previsão e acompanhamento das decisões políticas. Por outro lado, eles propuseram uma abordagem diferente para avaliação das utilidades dessas técnicas. Usaram critérios de orientação operacional, abaixo relacionados :

- a-) a técnica de ser computacionalmente viável e relativamente eficiente;
- b-) ela deve permitir quantificação explícita dos *trade-offs* entre objetivos; e,
- c-) deve proporcionar suficiente informação para que uma decisão racional possa ser tomada.

O primeiro critério tem nos dias de hoje importância relativa, em decorrência do grande avanço dos instrumentos computacionais, reduzindo simultaneamente tempo e custos das operações de complexos modelos matemáticos. Seria preferível substituí-lo, pensando em países como o Brasil, pela disponibilidade do fator recurso humano qualificado. Os outros dois derivam originalmente do significado prático da análise econômica multiobjetivo de investimento público concebida por Marglin (1967) e sugerida pelas Nações Unidas (UNIDO, 1972). A essência da análise de Marglin é a quantificação explícita do *trade-offs*, isto é, a explicitação da relação entre os valores julgados de cada objetivo. Constitui um exemplo o julgamento conflitante entre a maximização do benefício econômico nacional e a distribuição regional do benefício econômico, como presente nas alternativas para implantação dos empreendimentos de um plano de bacia -- barragens, áreas de projetos de irrigação, capacidade de abastecimento urbano, e outros. Os *trade-offs* entre esses dois objetivos estão de forma esquemática representados na figura 4.1.

Nos Estados Unidos, essa orientação esteve presente nas diretrizes do US Water R. Council. No entanto, muitos economistas (Cicchetti et al, 1973) tiveram uma postura cética em relação a esta orientação, por considerar o relaxamento da maximização do benefício nacional uma deteriorização na qualidade das decisões dos investimentos em recursos hídricos. Porém, a maior parte dos estudos anteriormente realizados (Wildavsky, 1967) apontaram para o abuso político da tradicional análise benefício-custo. Maas (1966) preconizou que esta análise cria mal uso por causa da sua estreita e rígida ligação ao objetivo de eficiência econômica. O que é necessário é um processo de tomada de decisão sensível que fomente considerações explícitas dos valores julgados. Lembrar que esta quantificação explícita dos *trade-offs* só pode ser feita se o problema for tratado de uma maneira fácil e significamente compreensível, proporcionando suficiente informações. O critério de suficiente informação, embora seja muito importante para o processo de tomada de decisão, sua prática se torna difícil. O máximo que se pode proporcionar é uma aproximação da representação do conjunto de soluções - alternativas - não-dominadas, e uma série de *trade-offs* entre todos os objetivos, quando possível.



Análise dos trade-offs entre dois critérios económicos

Figura 4.1

Baseando-se nessas considerações, Cohon e Marks (1975) apresentaram uma classificação sistemática das técnicas multicriterais visando a orientação dos planejadores. Foi a primeira tentativa consagrada de trazer alguma ordem para a análise multicriterial. As técnicas foram apresentadas por classe, conforme o estágio - dentro do algoritmo - de indicação de preferências do(s) decisor(es):

a-) classe das técnicas de geração (indicação de preferências *a-posteriori*): métodos dos pesos, método das restrições, simplex multiobjetivo;

b-) classe das técnicas com articulação de preferência *a priori*: programação meta, teoria da função utilidade, método electre, método SWT - surrogate worth trade-off;

c-) classe das técnicas com articulação de preferência progressiva.

O propósito da primeira classe é identificar o conjunto das soluções não-dominadas, bem como o conjunto dos *trade-offs*, sem o acompanhamento das preferências dos tomadores de decisões. A segunda classe baseia-se na observação das preferências visando um ordenamento completo ou parcial das alternativas. A terceira, caracteriza-se pela utilização de interações entre os tomadores de decisões e o algoritmo

até completa satisfação ou até que algum outro critério seja aplicado.

Um aspecto importante na classificação das técnicas multicriteriais, deixado de lado pela classificação anterior (Cohon, 1975), está relacionado com a natureza do plano analisado. Chankong e Haimes (1983) sugeriram, entre outras classificações, uma quanto ao tipo de variáveis e atributos, diferenciando grupos de problemas com soluções discretas (alternativas) dos de soluções contínuas. Nos problemas discretos, um conjunto de alternativas já está disponível antes da (ou de uma nova) análise multicriterial, e nos contínuos as técnicas incluem modelos com variáveis de decisão, restrições e funções objetivos - campo da otimização vetorial.

Uma grande parte dos projetos de recursos hídricos se enquadram nos últimos problemas, tais como alguns estudos de bacias hidrográficas - com suas funções econômicas e hidrológicas contínuas. As relações hidro-econômicas contínuas podem permitir a identificação de infinitas configurações de planos (soluções). Mas outros são de natureza discreta: seleção de configurações de bacias hidrográficas, estudo de localização de barragens, de grandes estações de bombeamento, de estações de tratamento de água e de efluentes, etc. Outra característica desta classificação, de grande relevância, está vinculada com a pontencialidade destes dois grupos de técnicas de avaliar aspectos quantitativos e qualitativos ("bens" tangíveis e intangíveis). No primeiro grupo, métodos tais como *ELECTRE* (Goicoechea, 1982) e a teoria da utilidade multiatributo (Keeney & Wood, 1977) permitem ampliar a estrutura de avaliação para incluir aspectos qualitativos - impactos ambientais e sociais - através de informações ordinais (conceituais). Enquanto o segundo grupo volta-se mais para a análise quantitativa, como os métodos de identificação, onde se definem certas relações numéricas ou funções - informações cardinais.

Mesmo com o auxílio de uma classificação, ainda torna-se difícil para o processo de planejamento escolher qual ou quais as melhores técnicas para se usar em uma análise. Dada a grande diversidade delas, muitas têm a mesma função. Goicoechea (1990) e Hobbs et al (1992) citam, pela primeira vez na literatura, um experimento com problema real em planejamento de recursos hídricos para determinar o conjunto de técnicas mais apropriado à um projeto específico -- um plano de abastecimento de água urbano. Para eles,

qualquer teste para se escolher uma técnica multicriterial em casos práticos deve considerar: (1) a percepção dos usuário(s) quanto a adequação da(s) técnica(s); (2) dificuldade de uso; (3) a validade relativa de métodos como realmente aplicados; e (4) se a escolha de métodos resulta em diferenças práticas. Infelizmente, não seria conveniente transladar tal experiência para o Brasil, dado a pouca experiência em análise de planos e o inadequado perfil técnico dos recursos humanos disponíveis.

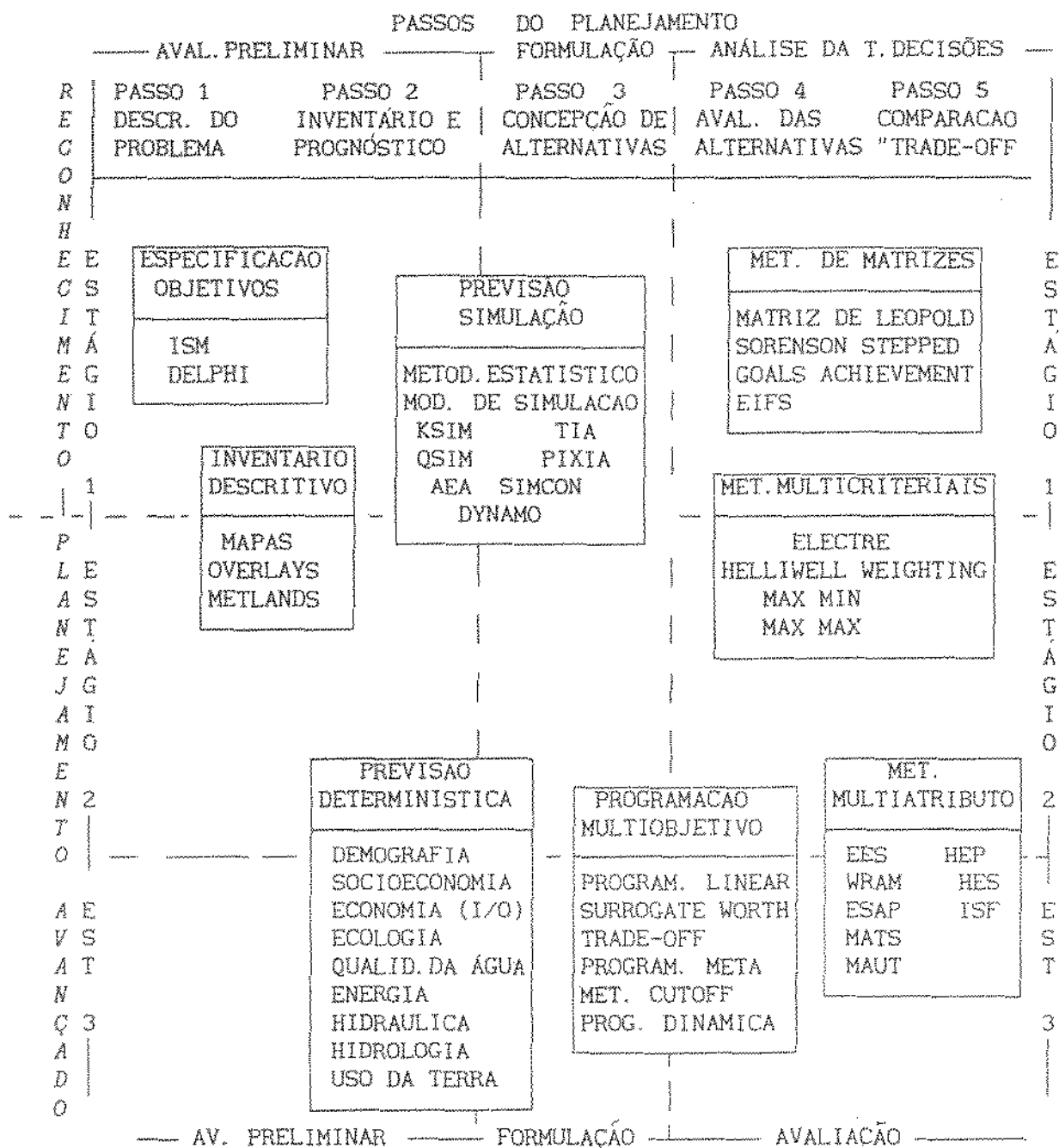
De qualquer maneira, outros aspectos práticos da literatura podem ser contemplados almejando algumas aplicações em planos nacionais. Stakhiv (1987) preocupado não apenas com a seleção das técnicas, mas também com a função de cada uma no processo de planejamento de recursos hídricos, propõe uma estrutura analítica que tenta colocar os métodos e modelos -- não apenas os que fazem a análise da tomada de decisões -- dentro dos passos e estágios do processo de planejamento, conforme apresentação da figura 4.2.

Essencialmente, a evolução desses diferentes métodos e modelos refletem diferentes teorias de análise, e podem ser vistas naquele *continuum* das três perspectivas fundamentais de decisão apresentado no Capítulo II. Para ilustrar, basta fazer uma inserção aproximada de algumas técnicas, conforme a figura 4.3. Acredita-se na possibilidade da pesquisa desenvolver técnicas que capturem os espaços deste *continuum*, ou seja, um sistema de análise unificado.

Desta forma, esse sistema permitiria trazer os estudos dos aspectos intangíveis para uma mesmo plano de avaliação dos aspectos tangíveis, incorporando, por exemplo, os estudos de impactos ambientais (EIAs) no âmbito de um procedimento analítico apropriado.

A tendência atual seria eliminar a utilização dos métodos *ad hoc* e de otimização com restrições. As razões básicas, como apresentadas no capítulo I, estão na busca pela análise *trade-off* em perspectiva multidimensional. A figura 4.4 mostra, de forma esquemática, o que poderia acontecer em termos de consequências esperadas com a incorporação dos aspectos ambientais em três casos. O esquema, construído a partir de Stakhiv (1987), expõe três tipos de análise de decisões. O caso 3, referente a abordagem multicriterial, dá uma idéia do que se busca.

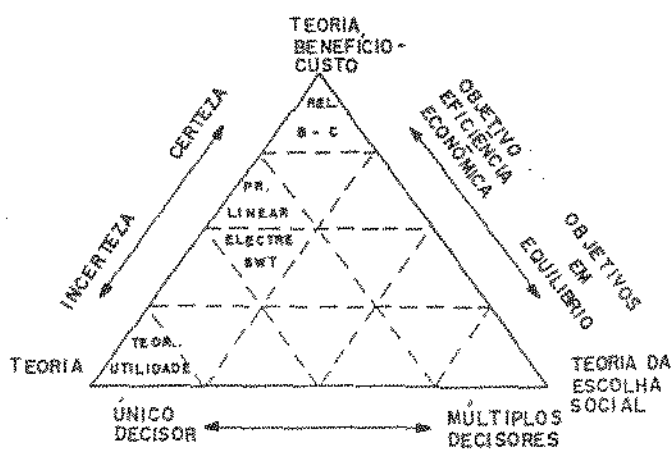
Não se deve esquecer de que tal abordagem não possui um caráter determinístico, como mostrarão os próximos capítulos.



A função dos métodos e modelos no planejamento

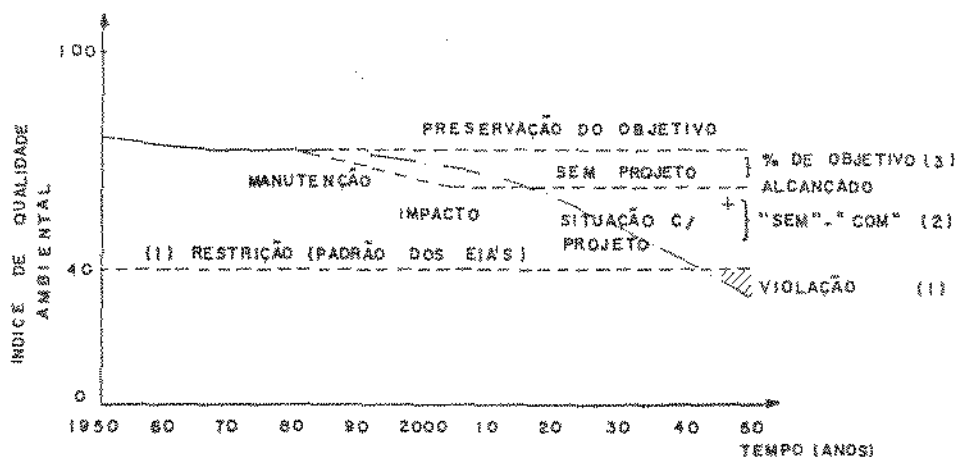
Figura 4.2

Quanto às aplicações práticas das ferramentas supracitadas, são relevantes os aspectos relacionados às incertezas e riscos. Os riscos estão associadas à confiabilidade nas relações hidro-econômicas para um dado horizonte de planejamento (caráter temporal). De certa forma, alguma previsão encontra-se explícita ou implícita na aplicação dessas ferramentas. Agora, as incertezas não são prevesíveis



As Técnicas e as Teorias de Análise Normativa
 Figura 4.3

1. OS PLANOS NÃO DEVERÃO VIOLAR A RESTRIÇÃO PADRÃO
2. OS PLANOS DEVERÃO TER UM POSITIVO EFEITO LÍQUIDO
 1.º) COM E SEM (ANÁLOGO A REL. B-C)
3. OS PLANOS DEVERÃO MAXIMIZAR OS BENEFÍCIOS Q.A LÍQUIDOS COMO UMA MEDIDA DO ALCANCE DO OBJETIVO DO PLANEJAMENTO (ANÁLOGO AO MAXIMIZAR O BENEF. LÍQUIDO ECONÔMICO)



Consequências Esperadas nos Tipos de Análises
 Figura 4.4

de forma alguma. É comum na bibliografia de recursos hídricos encontrar simulações e análises de sensibilidade na tentativa de captar certos riscos, como os de natureza física (hidrológica). A aplicação da análise de sistemas no planejamento multiobjetivo da Bacia do Rio Colorado na Argentina (Major & Lenton, 1979) constitui um exemplo de associação da técnica de multicritério com modelos de simulação na intenção de captar riscos de natureza física.

Outros aspectos menos importantes poderiam ser abordados nesta seção, entretanto torna-se mais importante deixar registrado algumas leituras complementares a esta revisão.

No Brasil, não obstante a falta de procedimentos de planejamento, as aplicações em pesquisa dessa análise fez surgir interessantes trabalhos que podem ser encontrados no meio acadêmico: Andrade (1986); Braga & Barbosa (1992) ; Fricke et al. (1987).

Dentro dos trabalhos de análise multicriterial publicados na literatura internacional, muitos outros podem ser citados, como os de Gerson & Duckstein (1981), Palmer & Lund (1984), Cohon & Marks (1973), Thampapillai & Sinde (1979), Vedula & Rogers (1981), Cohon et al (1979)

Bases Teóricas do Procedimento Analítico Multicriterial

Com a revisão anterior, convém resumir as bases teóricas do processo de análise de muticriterial, no que se refere a formulação (identificação) e avaliação para a seleção de planos alternativos (retornar às figuras 3.1, 3.2 e 4.2 para seguir o texto).

A cultura tradicional de elaboração e análise de planos é fortemente influenciada por concebê-la como um processo essencialmente técnico, mesmo nos países que difundem essa cultura (Hoobs et al., 1989). Assim, este processo é muitas vezes difundido como uma estrutura técnica constituída de formulação e seleção de alternativas.

Porém, acredita-se que a estrutura seria melhor concebida - nos países em desenvolvimento - de forma dinâmica, ou seja, as etapas de identificação e seleção, conceituadas tecnicamente, transformariam-se em mecanismos de um processo social criativo de prospectivas reais, de intervenção real (Sachs, 1986a). " A prospectiva preenche, pois, antes de tudo, uma função pedagógica: força as pessoas a pensarem os

futuros e depois a inventá-los. Contanto, porém, que ela não se torne apanágio de um grupo de tecnocratas e que associe em todos os níveis o maior público possível....". Isso somente será possível colocando a sociedade em contacto direto com a administração e o planejamento. Dois termos emergem associado a este processo: problema e oportunidade. Como citado anteriormente, eles constituem as origens das atividades do planejamento.

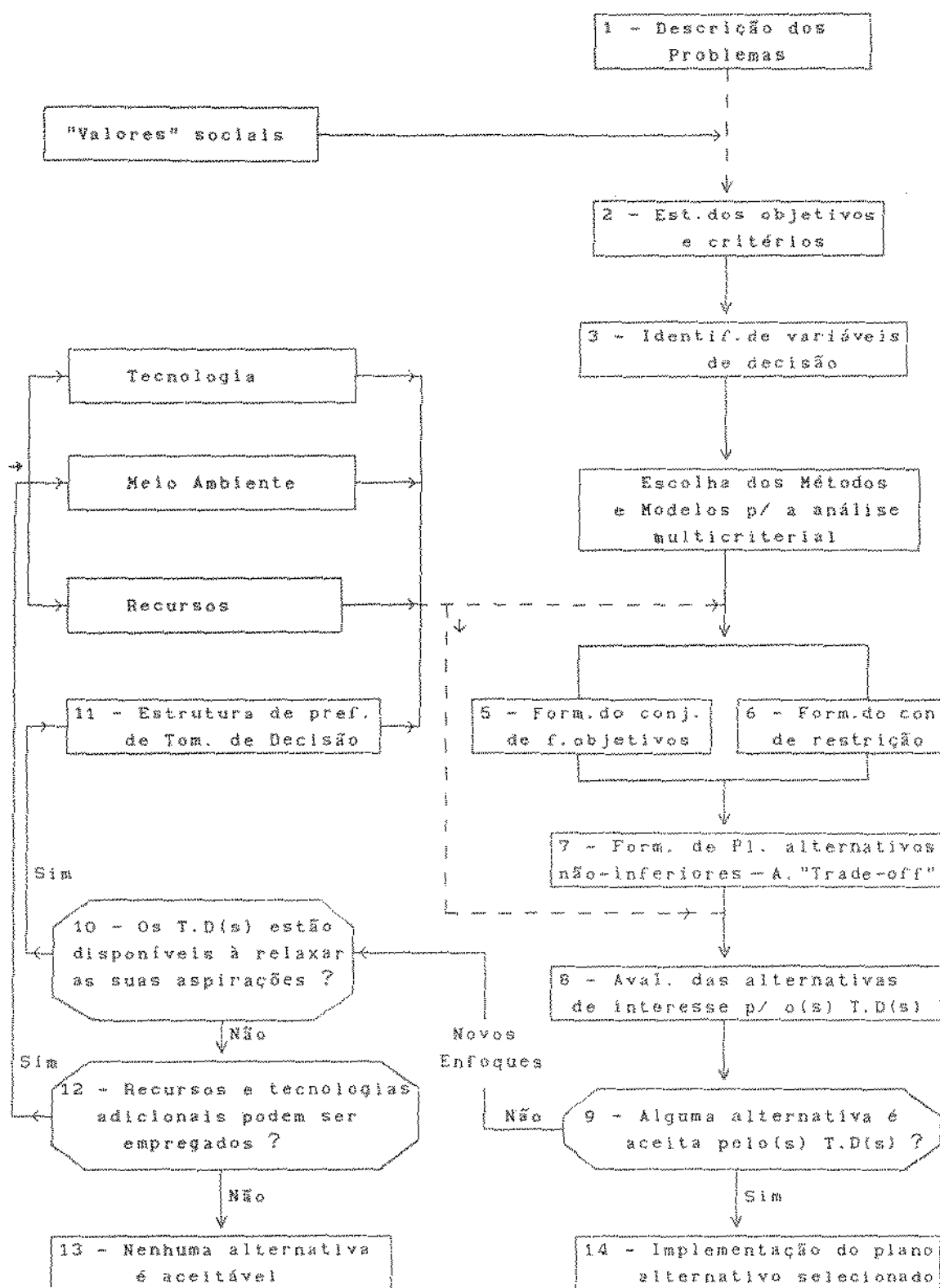
As ações coletivas são comumente estimuladas através da percepção de um problema ou através da identificação de uma oportunidade para mudar a situação corrente e caminhar em uma direção favorável. Os problemas parecem ser percebidos no nível local, pelo cidadão, caminhando de baixo para cima na sequência do planejamento. Novas oportunidades parecem ser percebidas nos níveis mais altos do planejamento -- nível técnico e institucional, e levadas para os níveis "inferiores" deste processo -- nível público, ou seja, de cima para baixo. Em um processo dinâmico de formulação e seleção de alternativas, as ações coletivas teriam de quebrar essa relação entre problema e oportunidade. Significa que o nível público pode, perfeitamente, harmonizar alternativas com o nível técnico e institucional. Conquanto, seria importante uma harmonia entre os níveis que evite controvérsias inúteis (ver ações na figura 3.2).

As próximas linhas expõem uma síntese da descrição de um processo básico de formulação e seleção de alternativas, presumindo a dinâmica das ações coletivas como colocadas acima. O esquema da figura 4.5 exemplifica, de forma didática, uma estrutura operacional dinâmica para o procedimento analítico multicriterial.

Muitas publicações acerca das técnicas multicriteriais podem ser consultadas com detalhes pelos interessados: os clássicos do planejamento multiobjetivo (Maass et al., 1962; Marglin, 1967; UNIDO, 1972), e as mais recentes, a exemplo de Major e Lenton (1979), Loucks et al. (1982), Goicoechea et al. (1982) e United Nations (1988).

Formulação de Planos Alternativos

A tarefa da formulação multicriterial é identificar um conjunto de alternativas tecnologicamente eficiente e aceitável. O



Uma estrutura operacional para
identificação de alternativas e análise da t. de decisões

Figura 4.5

primeiro passo é conceber uma variedade de alternativas possíveis. Em planejamento de recursos hídricos, é perfeitamente viável recorrer ao auxílio da pesquisa operacional, visto que a infinidade de oportunidades de alternativas possíveis é a característica marcante do aproveitamento destes recursos. A pesquisa operacional pode auxiliar na identificação de alternativas tecnologicamente viáveis, desde que critérios numéricos sejam definidos pelo processo sócio-político.

Mas, ao recorrer-se a tal procedimento, esforços nas áreas de pesquisa econômica, social e ambiental do Terceiro Mundo necessitam ser empreendidos para se ter funções correlatas (funções hidro-econômicas, sociais e ambientais) que possa representar com certa coerência a realidade dos sistemas hídricos em modelos matemáticos. Elas fazem parte dos fatores práticos e teóricos que condicionam a análise multicriterial, os quais foram citados no capítulo III.

Não há dúvida de que a pesquisa deve investigar outros caminhos para resolver os problemas pertinentes à formulação de planos alternativos. Entretanto, dentro do paradigma analítico-racional, o caminho escolhido passa pela pesquisa operacional. Em certos países do Terceiro Mundo há um razoável conhecimento desta área, e a política de recursos humanos para análise de tomada de decisões poderá ser praticada através da integração entre a Engenharia e as Ciências Sociais, concentrando o investimento na formação interdisciplinar de administradores.

As linhas oferecidas pela pesquisa operacional permitem utilizar a programação matemática como suporte na resolução analítica do problema de formulação. A primeira providência é gerar a curva de transformação dos critérios. Essa curva pode ser gerada por vários métodos, entre quais, acham-se o método dos pesos e das restrições (Cohon, 1978). O tratamento dos pesos implica em estimar o peso relativo para cada objetivo e converter um vetor função critério em escalar que é a soma ponderada das funções critérios separadas. Assim, a formulação geral de um modelo multicriterial se expressa por:

$$\text{Maximize } [Z_1(X), Z_2(X), \dots, Z_p(X)]$$

sujeito à,

$$g_i(X) = b_i \quad i = 1, 2, \dots, m$$

onde,

X é o vetor das variáveis de decisão, $X = [X_1, X_2, \dots, X_n]$ e $Z_j(X)$, $j = 1, \dots, p$, são funções critérios. O critério nesta inequação é um vetor consistindo de p critério separáveis. As restrições impõem a viabilidade técnica;

Na forma ponderada o modelo acima transforma-se em:

$$\text{Max } Z = w_1 Z_1(X) + w_2 Z_2(X) + \dots + w_p Z_p(X)$$

sujeito à

$$g_i(X) = b_i \quad \forall i$$

onde $w_1, w_2, \dots, w_p$ não negativos, são constantes especificadas. Elas são sistematicamente variadas, e o modelo é resolvido para cada conjunto de valores e gerado um conjunto de planos alternativos tecnicamente eficientes, ou não inferior.

A principal virtude do tratamento ponderado é que o *trade off* ou taxa marginal de substituição de um objetivo por outro para cada ponto identificado na fronteira de produção possível das funções objetivos, ou melhor, na curva de transformação, é especificado por pesos relativos. A taxa marginal de substituição entre dois critérios Z_j e Z_k é :

$$\left. \frac{dZ_j}{dZ_k} \right|_{z=\text{const}} = \frac{w_k}{w_j} ;$$

onde cada um dos objetivos é continuamente diferenciável no ponto em questão.

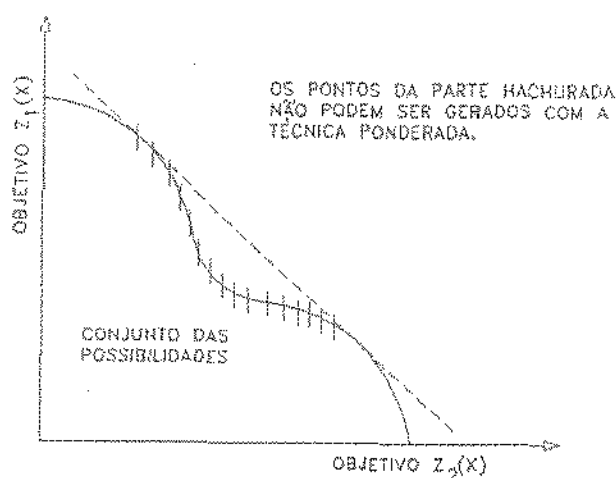
Esses pesos relativos podem ser variados em uma faixa razoável para gerar uma série de alternativas que reflita diferentes prioridades. Alternativamente, valores específicos dos pesos podem ser selecionados para refletir a ideia pré-concebida dos pesos, os quais

devem ser colocados para os critérios. Naturalmente a seleção *a priori* de pesos requer julgamentos de valores.

Para muitos planos/projetos dos países em desenvolvimento, como o Brasil, esses pesos são, às vezes, estimados por instituições de financiamento (UNIDO, 1972). Os pesos especificados por elas podem, e não muito raro os fazem, diferir daqueles orientados pela política nacional ou regional. Independentemente disso, a estimativa de pesos requer um estudo de impactos na economia, na sociedade, no meio ambiente e de prioridades envolvidas no desenvolvimento. Eis então, um grande desafio da pesquisa e da política brasileira: transpor a indefinição de pesos que reflita as prioridades dentro dos objetivos determinados pela estratégia de desenvolvimento adotada.

A principal desvantagem do tratamento ponderado é não poder gerar, em muitas situações, o conjunto completo de alternativas eficientes, ao menos que a fronteira de eficiência (curva de transformação) seja estritamente convexa. Se a fronteira ou alguma porção dela for côncava, somente os pontos da parte convexa serão identificados, como mostra a figura 4.6.

De uma outra maneira, o método das restrições para o planejamento multiojetivo pode indentificar todo o conjunto não dominado -- planos alternativos eficientes. De sua forma geral analítica, o modelo multicriterial transforma-se em :



Método dos pesos e suas limitações

Figura 4.6

$$\text{Max } Z_j(X)$$

sujeito à

$$\begin{aligned} g_i(X) &= b_i, & \forall i \\ Z_k(X) &\geq L_k, & \forall k \neq j \end{aligned}$$

Neste modelo, um critério $Z_j(X)$ é maximizado sujeito a um limite inferior L_k nos outros critérios. A solução do modelo matemático corresponde a algum conjunto de limites L_k inferiores viáveis, produzindo uma alternativa eficiente se a restrição em cada $Z_k(X)$, $k \neq j$, está com valor limitado. O modelo é particularmente atrativo quando ele pode ser resolvido usando programação linear; a análise de sensibilidade, característica da maioria dos pacotes computacionais, pode rapidamente gerar soluções alternativas para diferentes valores de L_k 's. Também, nota-se que as variáveis duais associadas com os valores L_k , à direita da última equação acima, são taxas marginais de substituição ou taxa de mudança de $Z_j(X)$ por unidade de mudança em L_k (ou $Z_k(X)$, se restrito).

Na essência, o problema diante do planejador e do analista, constitui-se em encontrar o valor social ótimo para w_k ou o limite inferior L_k , até então desconhecidos para eles. Eles são ainda desconhecidos para os tomadores de decisão enquanto estes não tiverem a oportunidade para examinar os detalhes e impactos de cada resultado das alternativas. Os tomadores de decisões não podem esperar para conhecer o que eles desejam até conhecerem o que podem obter. De qualquer maneira, vários conjuntos de pesos ou limites inferiores podem ser selecionados e o modelo resolvido para cada conjunto. Cada solução factível é um ponto na fronteira de eficiência o qual deve servir como um ponto de partida para discussão e nova busca, ou seja, novos *trade-offs*.

O uso das técnicas de geração aplicadas de forma isolada supõe que, toda vez quando as alternativas não inferiores forem determinadas, os tomadores de decisões sejam capazes de selecionar entre muitas alternativas eficientes, sem ajuda dos planejadores e analistas. Indubitavelmente, há situações nas atividades de planejamento que existem condições propícias para se aplicar somente as técnicas de geração. Entretanto, na maioria das situações, onde o

número de alternativas não dominadas é uma amostra muito grande, necessita-se de um acompanhamento analítico das preferências dos tomadores de decisões. Se eles estiverem dispostos a trabalhar com o planejador e o analista, estes podem ajudá-los à identificar quais alternativas são preferidas.

Há um grande número de técnicas multicriteriais que consideram as informações de um ou mais decisores. Algumas delas são úteis depois de um número de alternativas não dominadas ter sido identificado. Outras requerem informações de preferências durante o passo de formulação. Na seção seguinte, sublinha-se os principais aspectos destas técnicas.

Seleção de Alternativas

Naturalmente, a fase de seleção de alternativas no planejamento multiobjetivo, envolve aqueles que são responsáveis pela aprovação ou desaprovação de planos alternativos. Um número de esquemas analíticos iterativos e interativos que têm sido propostos e utilizados, requerem a participação destes responsáveis, bem como dos planejadores e analistas. Alguns destes são extensões, ou seja, continuação do processo de geração discutido na seção anterior. Cada método difere nos tipos de informações exigidas dos tomadores de decisões. Neste interim, o melhor método para casos específicos dependeria não somente do próprio método (Hoobs et al., 1992), mas também dos decisores, do processo de tomada de decisão vigente e das responsabilidades aceitas pelos planejadores, analistas e tomadores de decisão.

Quando se tem alternativas formuladas, é lógico proceder com comparações e classificações baseadas nos valores de vários critérios derivados a partir de cada alternativa. Existe um número razoável de métodos disponíveis para fazê-las. Dentre eles os mais comuns na literatura são: (1) análise de dominância, que pode ser o ELECTRE, (2) lexicográfico, (3) "satisficing", (4) análise de indiferença, e (5) teoria da utilidade. Os três primeiros, envolvem uma comparação de vetores de decisão -- alternativas, X_k , baseado nos valores de $Z_j(X_k)$ de cada critério separado j . A análise de indiferença é melhor aplicada para selecionar a alternativa de melhor compromisso entre os objetivos quando existe um único decisor. Ela pode ser estendida para

incluir a teoria de utilidade. Keeney e Wood (1977) aplicaram esse tratamento no planejamento do Rio Tisza, na Hungria. Ele têm sérias limitações na aplicação em planejamento de recursos, pois demanda uma posição do tomador de decisão quanto ao risco assumido (Cohon e Marks, 1975).

Caso não se tenha alternativas identificadas, algumas técnicas podem combinar geração e seleção. Elas exigem, em termos analíticos, a participação dos decisores²². Entre elas se encontram: (1) o método "goal attainment", (2) programação meta, (3) programa compromisso e (4) "surrogate worth trade-off - SWT. A primeira, mais simples, combina algumas vantagens de ambos os métodos de geração, dos pesos e das restrições. As outras técnicas têm tido algumas aplicações no planejamento de recursos hídricos.

Observação

Para os tomadores de decisões, os tratamentos supracitados podem parecer acadêmicos e utópicos quando os colocam diante da realidade do planejamento. Na cultura brasileira, dadas as contingências históricas do setor público, os administradores são relutantes a adotar qualquer procedimento analítico de suas decisões, quanto mais "perder tempo e dinheiro" com um procedimento analítico e interativo usando técnicas aparentemente complexas. A relutância dos administradores brasileiros parece originar-se daqueles líderes políticos não desejosos de análise *trade-off* entre planos alternativos, em razão do envolvimento democrático dos grupos interessados. Assim, se os procedimentos multicriteriais forem implementados, eles preferirão que os analistas e planejadores providenciem esses *trade-offs*.

Deste modo, os planejadores, engenheiros ou analistas estarão inclinados, muitas vezes, para fazê-los, pois como a tarefa pertence ao seus campos de trabalho, consideram-se especialistas. Mais

²² Não seria conveniente no Brasil, a princípio, adotar essa classe de técnicas, em razão da inexistência de um diálogo institucionalizado entre a participação pública e os planejadores, e entre estes e os decisores.

do que inconveniente para o processo sócio-político, isso permitiria justificar um procedimento analítico aparentemente apolítico.

Por outro lado, para muitos administradores públicos, os esforços de empreender um processo analítico de tomada de decisões pareceria mais um exercício acadêmico desnecessário; pensam: "é simplesmente um estorvo para trabalhar no que obviamente necessita ser feito". Isto é, suas tarefas se restringem ao desenvolvimento de projetos básicos e executivos fora de contexto do planejamento espacial e temporal. Na arena política, tanto a oposição como a situação dão suporte a esta postura, oriunda da "cultura" da demanda.

A "cultura" de que o aproveitamento da água é um direito do cidadão e o Estado deve financiar a qualquer custo o serviço deste aproveitamento, denomina-se aqui cultura da demanda. Em contraste, essa cultura entra em choque com o pensamento analítico-racional, uma vez que este parte do pressuposto de que a oferta dos recursos é ilimitada no determinado sistema hídrico planejado. Assim, o desenvolvimento das cidades, das áreas agrícolas irrigadas, e do setor industrial de uma dada região hidrográfica estaria limitado por uma oferta planejada no espaço e no tempo através de múltiplos critérios. Na prática, um pensamento difícil de ser aceito por políticos, tecnocratas e por muitos grupos sociais. Se ninguém aceita a cultura da oferta, o que, então justifica o uso indiscriminado da palavra desenvolvimento sustentável?

Os projetos de barragens constituem uma expressão concreta do estilo de desenvolvimento que perdura no pensamento da cultura da demanda. O capítulo V situa um caso recente deste pensamento.

Surge, então, a seguinte preocupação quando se fala de Brasil: Como mudar a cultura e institucionalizar o diálogo interativo entre decisores, o público e os planejadores? É um desafio para as ciências sociais e para a estrutura de poder da política brasileira.

Análise de Caso

Barragens

Entre os inúmeros exemplos na engenharia de recursos hídricos no Brasil, os casos de barragens demonstram, claramente, os conflitos sociais que surgem em razão dos seus impactos e em virtude da diversidade de propósitos potenciais e usuários interessados. As polêmicas geradas nas estâncias locais e regionais em torno destes empreendimentos, resultantes da grande concentração dos efeitos negativos, vêm criando focos de dúvidas na sociedade quanto à viabilidade de se continuar deliberadamente o atual procedimento de suas análises e implementações. E os embates acirrados entre políticos, técnicos e a sociedade organizada, que fomentam grandes polêmicas desde o início dos anos oitenta, trazem à público os conflitos e as desconfianças na sociedade em geral. Alguns textos apresentam muitos aspectos destes conflitos, tais como Macedo (1989), Borges (1992), Pessoa e Galinho (1988), Kelman (1989), Campos (1991) e Bodinaux (1992).

Várias controvérsias existentes nutrem os conflitos de natureza metodológica, mas não são percebidas claramente por técnicos e tomadores de decisões²². Por isso mesmo, as investigações realizadas na literatura, os postulados sobre gerenciamento sublinhados no Capítulo I e os recentes princípios presentes nos planos estaduais de recursos hídricos -- os dos Estados de São Paulo e Ceará, direcionaram esta dissertação a elucidar algumas controvérsias no que se refere a tradicional abordagem analítica dos projetos de barragens, contrastando com o procedimento multicriterial. Entretanto, o

²² Em política pública de recursos hídricos pode-se assinalar alguns tipos de controvérsias, muitas vezes interdependentes: (1) a ideológica, que está relacionada ao modelo de desenvolvimento e às várias correntes de pensamento; (2) a política, caracterizada pela disputa entre os interesses de grupos sociais por determinada diretriz da política pública setorial; e (3) a técnica, fortemente associada ao pensamento das gerações de técnicos do setor que se formam a partir de disciplinas desarticuladas.

principal objetivo deste Capítulo, é, de forma simplificada, expor através de uma análise de caso alguns fatores teóricos e práticos condicionantes da aplicação multicriterial (vide Capítulo III). Porém, como as controvérsias citadas estão vinculadas à estes fatores, o próprio estudo de caso as exemplifica, ou melhor, as contra-exemplifica.

Antes de passar ao estudo de caso, é importante cercar-se daquelas considerações supostas como fundamentais no contraste a ser esboçado.

Considerações no Contraste entre Duas Abordagens

As controvérsias mais relevantes no Brasil deste contraste podem ser elucidadas a partir das seguintes considerações :

a-) Conforme os princípios gerais aceitos e propostos, a unidade de planejamento, consequentemente de análise da tomada de decisões, é a bacia hidrográfica -- sistema geográfico, ao contrário da análise tradicional que se caracteriza por avaliações pontuais dos investimentos em barramentos e projetos conexos.

As razões destes princípios fundamentam-se na interdependência hidro-econômica e ambiental de todas as atividades sociais -- ou antrópica, que tomam lugar na totalidade do território hidrográfico. A bacia como unidade de análise multidimensional, constitui um princípio presente em documentos importantes, tais como: United Nations (1977), OCDE (1985), SUDENE/SIRAC (1973), Planos Estaduais de Recursos Hídricos e muitos outros. Significa que qualquer intervenção no sistema hídrico (retornar à figura 1.1), deve ser vista a montante e a jusante do ponto de intervenção. Por exemplo, nenhum empreendimento para propósitos de aproveitamento hídrico, seja uma barragem para reserva ou para geração, ou uma derivação para abastecimento urbano ou irrigação, ou um ponto de despejos para efluentes domésticos ou industriais, ou mesmo intervenções para poluição difusa, podem ser projetadas (dimensionadas) em uma análise decisória fora do contexto da bacia. Antes dos projetos viria o plano de bacia.

Neste plano, uma vez respeitado os critérios do zoneamento ambiental e de ocupação territorial, todos os futuros projetos

correlatos para propósitos específicos teriam suas principais dimensões pré-definidas sob fortes critérios econômicos, sociais e ambientais e em função das disponibilidades físicas naturais²³. Assim todo o desenvolvimento da região estaria condicionado pela disponibilidade de água, e os níveis de crescimento dos centros urbanos, da indústria, e da agricultura, teriam suas metas de oferta hídrica pré-estabelecidas através do planejamento com múltiplos propósitos e múltiplos objetivos²⁴.

b-) Quando a abordagem tradicional permitiu um primeiro avanço para o enfoque de sistema, ou seja, evitou a pontualidade, empregou uma perspectiva analítica *ad hoc*, para propósitos específicos.

Por outro lado, esse avanço fez surgir uma visão técnica unidisciplinar, expressa principalmente pelos fatores físicos que norteiam as análises de decisões. As análises estão sendo promovidas em unidades físicas -- maximização de kwh gerado, maximização da capacidade de oferta em m³, etc. ("cultura" da demanda). Não seguem um procedimento analítico fundamentado nas unidades das dimensões econômica, social e ambiental. O avanço restringiu-se apenas a noção de espaço.

c-) A análise de sistema tal como divulgada no Brasil, tem, mantida uma posição inflexível na crença que um sistema hídrico pode ser totalmente modelado em termos matemáticos, colocando-os no centro do planejamento, em detrimento dos outros aspectos do processo

²³ Infelizmente, ainda não se constatou, após o início da implementação dos planos estaduais, mudanças na prática tradicional de avaliação. Acredita-se que pela existência de controvérsias na arena técnica e política e pela forma vigente de licitar os projetos públicos antes de elaboração de planos de bacias que os fundamentem, grandes esforços por parte da sociedade organizada deverão ser mobilizados para trilhar um caminho diferente. No próprio Plano Estadual do Estado de São Paulo, encontram-se contradições quando se lançam vários programas de projetos isolados no território da Bacia do Rio Piracicaba sem respeito ao princípio da interdependência das atividades hidro-econômicas, e ambientais; e mais, sem os critérios de planejamento que os justifiquem.

²⁴ Se continuar a forte tendência em aplicar as soluções de ontem aos problemas de hoje (de demanda), isso conduzirá o Brasil a uma catástrofe histórica no setor de recursos hídricos.

de planejamento e da realidade do setor público (domínio tecnicista).

No contraste entre a visão do uso da análise de sistemas e o que se deseja em termos do bem estar econômico-social, pode surgir várias controvérsias de ordem técnica (Teixeira, 1993). Na verdade, existe no Brasil um gap entre a pesquisa de métodos e modelos do paradigma analítico-racional e a função destes no planejamento.

Destas considerações, sublinha-se duas grandes tarefas da administração pública brasileira, especialmente no que diz respeito a análise de tomada de decisões no desenvolvimento dos recursos hídricos:

a-) será necessário empregar grandes esforços para se aproximar a engenharia às ciências sociais e ambientais. O resultado seria o caráter multidisciplinar das futuras gerações de planejadores;

b-) esforços semelhantes serão necessários para tornar companheiras a teoria acadêmica dos métodos e modelos, e a prática de formulação e análise de planos/projetos; cada uma compreendendo as limitações existentes na aceitabilidade de uma avaliação, seja qual for a teoria adotada na análise da tomada de decisões.

Caso Proposto: Um Contra-Exemplo -- Barragem Castanhão

Diante das considerações supracitadas, utilizou-se este estudo de caso visando atender, em particular, as seguintes proposições:

a-) exemplificar a aplicação das técnicas em foco;

b-) ser um ponto de partida para desenvolver um estudo de bacias hidrográficas, deixando de lado a abordagem pontual e a visão puramente física da análise de sistemas;

c-) apresentar alguns fatores teóricos e práticos que possivelmente dificultarão o emprego do paradigma analítico-racional e de seu modelo multicriterial. Estes fatores são explicitados através das notas rodapé situadas ao longo do texto.

A aplicação da análise multicriterial neste caso estará condicionada, por um lado, pela situação singular de escassez de recursos hídricos, e por outro, pela estrutura de múltiplos decisores.

Tenta-se obter subsídios e conclusões inovadoras não só para o próprio caso, mas principalmente, para a pesquisa de procedimentos analíticos empregados no desenvolvimento dos recursos hídricos brasileiros.

As próximas seções apresentam a sequência do procedimento analítico empregado, compreendendo:

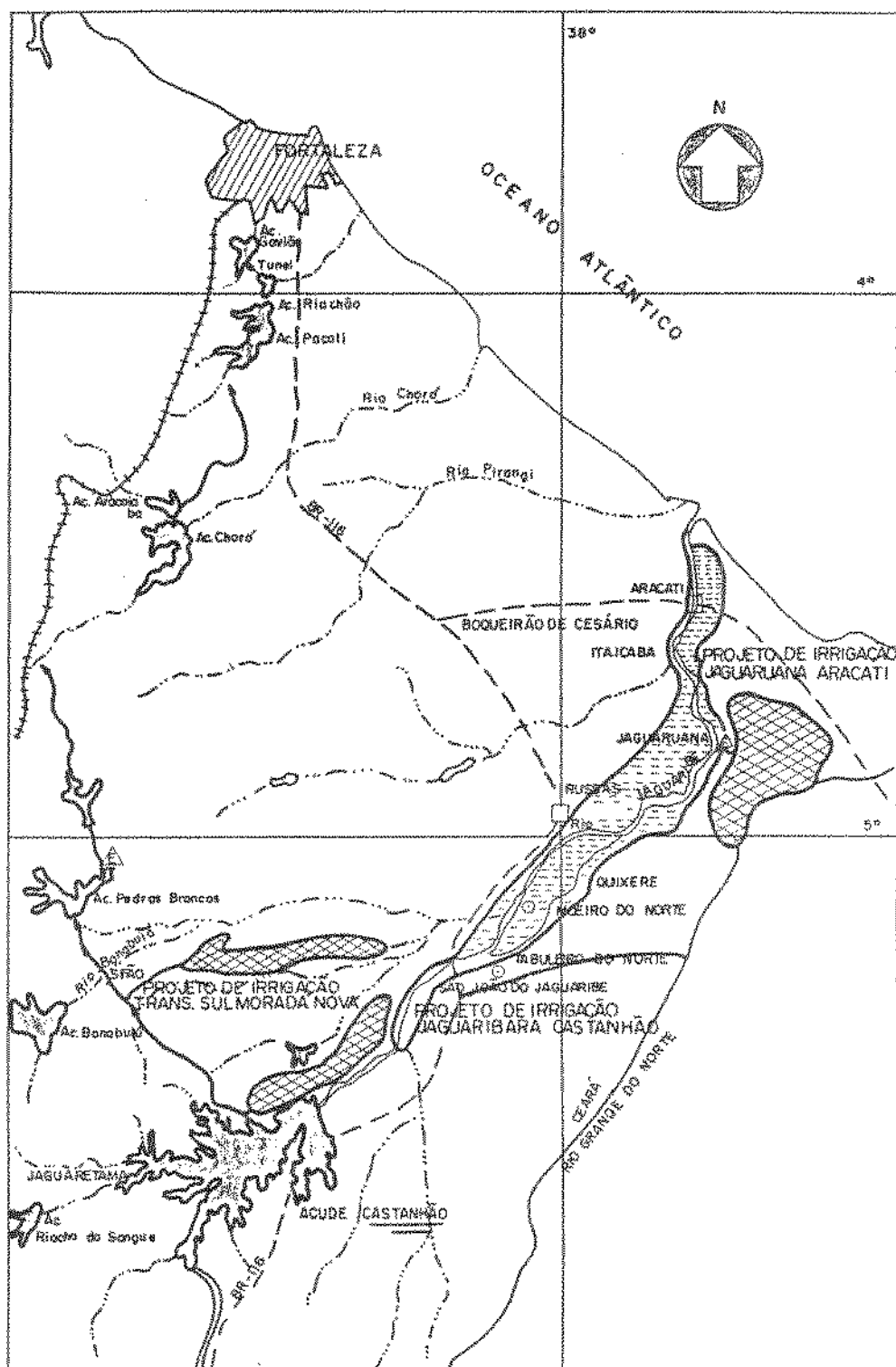
- (1) Descrição geral do Caso;
- (2) Metodologia analítica;
- (3) Objetivos e critérios hipotéticos adotados;
- (4) Descrição do procedimento de identificação e seleção de alternativas;
- (5) Resolução dos modelos e métodos;
- (6) Discussão das informações obtidas.

(1) Descrição Geral do Caso²⁵

O reservatório da Barragem Castanhão, ou como regionalmente denominado, Açude Castanhão, será formado pelo barramento do Rio Jaguaribe no último terço de seu percurso de 680 km, próximo ao povoado de Castanhão. A bacia deste Rio drena uma área de 73.750 km² correspondendo a quase 60% do total do Estado do Ceará. O reservatório, se construída sua barragem na máxima cota prevista, cota 100 m (nível operacional), constituirá um lago de 700 km² com capacidade para armazenar cerca de 4.8 bilhões m³.

Dentre os múltiplos propósitos preconizados para este empreendimento citam-se o abastecimento d'água à região de Metropolitana de Fortaleza, o controle de enchentes do Baixo Jaguaribe, o aproveitamento com irrigação de cerca de 43000 ha, a geração de energia elétrica e desenvolvimento da pesca e do turismo. A figura 5.1 apresenta sua localização e o esquema de alguns dos usos possíveis do reservatório. Este projeto faz parte do Programa de Implantação de Barramentos do Departamento Nacional de Obras Contra

²⁵ Síntese dos seguintes Relatórios:
-Relatório Geral
-Estudos Hidrológicos
-Estudos de Alternativas
-Relatório de Impacto Ambiental - RIMA



O Baixo Jaguaribe e o Reservatório Castanhão

Figura 5.1

Secas e do Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica, juntamente com o Açude Trussu, Atalho I, Arneirós II, Poço dos Paus, Aurora, Farias Brito, Bastiões e Figueiredo (figura 5.2).

Os estudos realizados ao nível de projeto básico são: os hidrológicos, geotécnicos, análise econômica e ambiental. Os estudos hidrológicos compreendem os levantamentos de recursos hídricos de superfície da bacia - dados pluviométricos, fluviométricos, cotas dos níveis operacionais e análise das capacidades de vazões regularizáveis com seus respectivos níveis de garantia.

Aplicando a análise benefício-custo e a análise ambiental na perspectiva tradicional, ou seja, pontual, os estudos permitiram identificar cinco situações mais favoráveis para a cota de projeto da Barragem Castanhão:

a-) cota 100: armazena 4.8 bilhões de m^3 com vazão regularizada de $36 m^3/s$ (90% de nível de garantia);

b-) cota 95: armazena 3.0 bilhões de m^3 com vazão regularizada de $29.5 m^3/s$ (90% de nível de garantia);

c-) cota 90: armazena 1.99 bilhões de m^3 com vazão regularizada de $23.5 m^3/s$ (90% de nível de garantia);

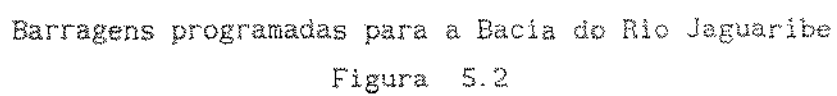
d-) cota 85: armazena 1.3 bilhões de m^3 com vazão regularizada de $16,6 m^3/s$ (90% de nível de garantia);

e-) cota 80: armazena 758.3 milhões de m^3 com vazão regularizada de $10.3 m^3/s$ (90% de nível de garantia).

A discretização do estudo nestas cotas justificou-se pelas análises econômica e ambiental realizadas. Elas são dependentes dos levantamentos de custos, benefícios e outras vantagens e desvantagens intangíveis em questão, e estes, por conseguinte, dificilmente seriam levantados "cota a cota", dado ao contexto político-administrativo que governa as licitações deste e de outros tipos de empreendimentos²⁶.

Os componentes do empreendimento que originam custos e

²⁶ A maioria dos serviços de elaboração e análise de projeto (de planos não existe) do setor de recursos hídricos no Brasil constitui-se em Contratos de Serviços com o setor privado. Geralmente os documentos oficiais -- Editais e Termos de Referência, exigem prazos e critérios sem plena convicção dos objetivos sociais desejados. O mais danoso é a inadequada cultura técnica-administrativa deste setor público. Ela não adquiriu maturidade para acompanhar os processos e os trabalhos realizados pelo setor privado.



benefícios são diversificados, incluindo: custos da barragem principal e das auxiliares; das relocações da BR-116; da linha de transmissão de 230kv da CHESF; da Cidade de Jaguaribara com cerca de 14000 habitantes; custos de oportunidades das terras inundadas; benefícios relacionados à irrigação e ao abastecimento urbano; à pesca e à geração de energia.

Pela descrição apresentada, pode-se verificar que o caso ilustra uma abordagem tradicional da análise de projetos, e serve para fazer um paralelo com a aplicação multicriterial.

(2) Metodologia Analítica

Tradicionalmente, a análise de projeto de um reservatório de uso múltiplo procura determinar um certo volume útil que seja capaz de atender aos diversos propósitos com níveis de garantia pré-especificados. Para cada propósito, são disponíveis metodologias apropriadas de dimensionamento, entre as quais podem ser citadas:

a-) o diagrama de massas de Rippl, a análise de picos sequenciais e o método das restrições probabilísticas normalmente empregados para propósitos conservativos (abastecimento de água, geração hidroelétrica, irrigação, etc);

b-) o método da curva volume-duração proposto por Beard (1963), o método das trajetórias críticas apresentado por Kelman (1983) e a teoria das condições da contrabilidade proposta por Marien (1984), desenvolvidos para determinação do espaço vazio nos reservatórios com o propósito de controle das cheias.

Para qualquer das finalidades citadas, também pode ser empregado o recurso da simulação, com o que se consegue representação suficientemente adequada das relações funcionais entre as variáveis envolvidas. É claro que, seja qual for a modelagem adotada, a decisão final inclui o componente custo da obra. Assim, é usual que, em torno da solução preliminar encontrada por alguma das técnicas anteriores, seja feita análise de sensibilidade, normalmente em termos da variação paramétrica da cota de projeto h . A escolha final de uma certa cota de projeto poderá ser feita através do cotejo de benefícios e custos associados a cada cota. Porém, a prática tal como descrita, não

consegue captar, por exemplo, as relações hidro-econômicas existentes à montante e à jusante dos barramentos.

Com um procedimento alternativo para propiciar a melhoria na análise de plano/projetos (para múltiplos propósitos) e captar as relações entre os recursos hídricos e os outros, tais como o capital investido e a terra, pretende-se investigar a adequação do uso das técnicas de análise multicriterial ao caso em foco. Porém, algumas alterações na abordagem tradicional foram necessárias, justamente para verificar o contraste com o procedimento metodológico convencional empregado. As alterações são:

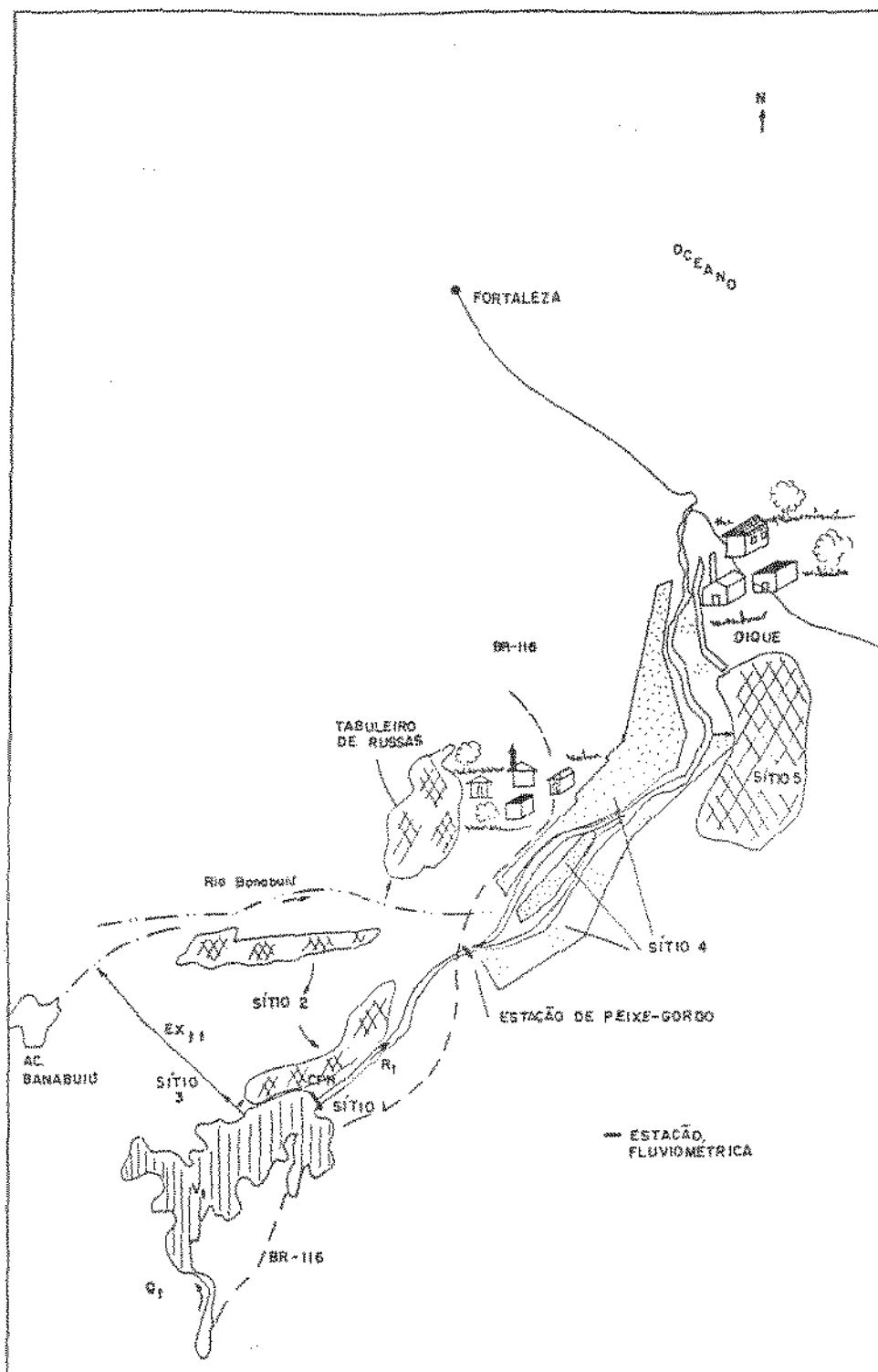
a-) a análise da tomada de decisões procede-se na perspectiva do sistema hidrográfico, ou seja, do plano de bacia. Contudo, como ponto de partida analisou-se uma parte da bacia, isto é, o Baixo Juagaribe, contemplado por esta barragem e por vários outros empreendimentos -- áreas de irrigação e transposição de bacia. Esta abordagem visa avaliar ao mesmo tempo o dimensionamento de todos estes e outros empreendimentos, e não só a barragem em questão. São ao todo cinco sítios dos projetos possíveis, ilustrados na figura 5.3;

b-) o procedimento é conduzido junto com a identificação de alternativas, ou seja, um modelo matemático gera configurações de planos alternativos para as dimensões dos projetos correlatos nos sítios citados; e,

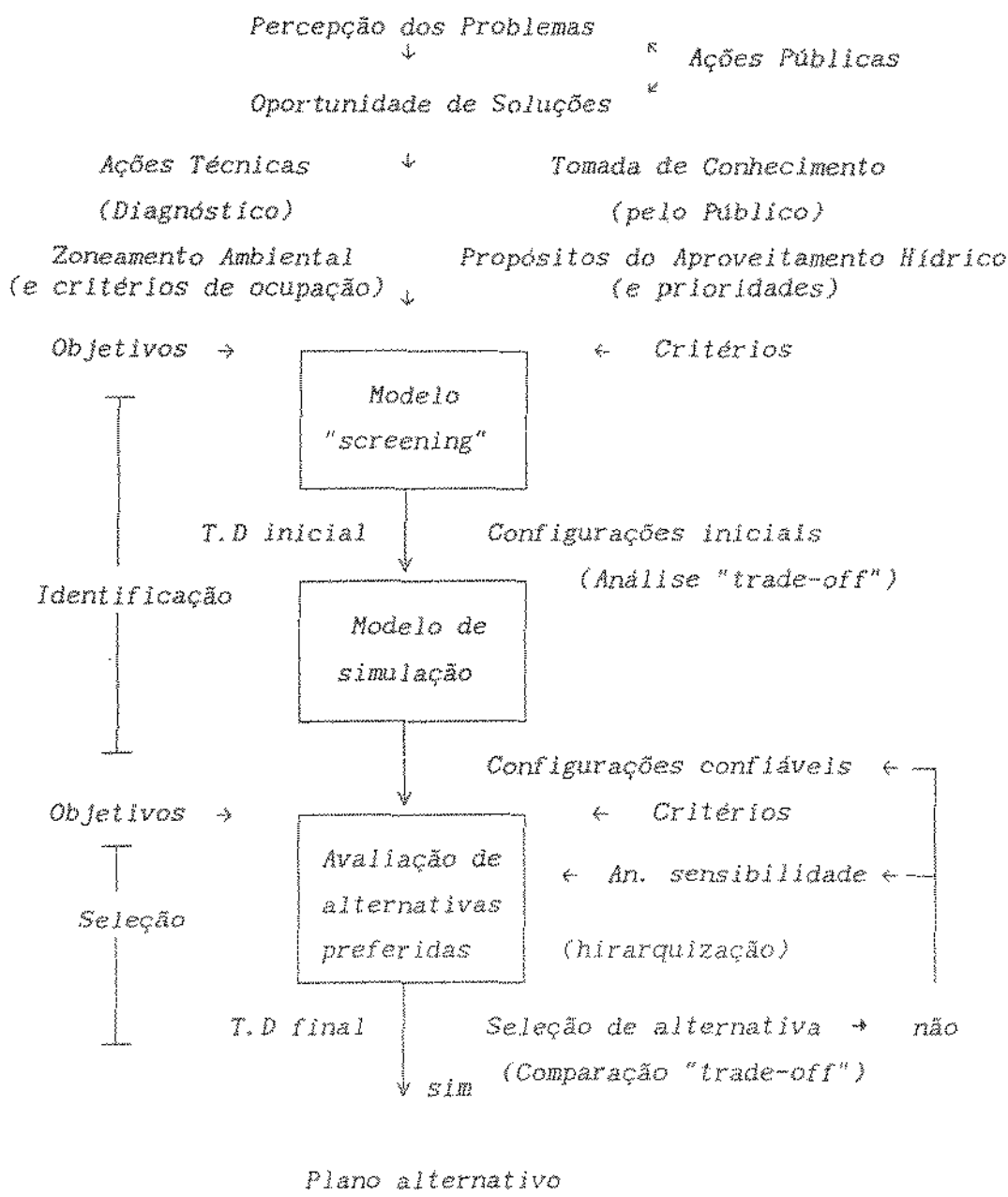
c-) desenvolve-se de forma simplificada, funções matemáticas para as relações hidro-econômicas²⁷;

Especialmente, serão utilizadas duas técnicas, uma delas classificada na categoria "modelos contínuos para geração de soluções", e a outra na categoria "métodos para conjunto discreto de soluções". As variáveis básicas na identificação de alternativas -- soluções, são: o volume, superfície agrícola útil a ser irrigada, capacidade de exportação de água, potência a ser instalada, volume de espera e produção de pescado. A sequência de passos a ser seguida com o uso de cada técnica é descrita nas próximas linhas. A figura 5.4 esquematiza os grandes passos dessa metodologia.

²⁷ É uma exigência da análise de sistema multicriterial, pelo menos no que se refere a identificação de alternativas. A ausência dessas relações constitui um dos principais fatores limitantes para análise de sistemas no Brasil.



Projetos preconizados para o Baixo Jaguaribe
 Figura 5.3



O procedimento analítico para o Caso específico

Figura 5.4

O emprego do "modelo contínuo" para a identificação das alternativas não-dominadas -- modelo *screening*, associado ao modelo de simulação simplificado, compreende:

- (i) estudo dos objetivos e critérios a serem atendidos com o plano e projetos correlatos. Subtende-se aqui, que há uma série de ações públicas e técnicas antes da identificação de soluções

alternativas (passo 1 e 2 do planejamento -- retornar à figura 4.2 e 4.5);

- (ii) construção de um modelo matemático que permita estabelecer as relações entre os critérios definidos e a oferta hídrica, ou entre este e os recursos envolvidos (capital e terra);
- (iii) geração de diferentes soluções, a cada qual correspondendo um nível de satisfação dos critérios definidos ;
- (iv) análise *trade-off* entre os objetivos das alternativas não dominadas, segundo a preferência do(s) decisor(es) -- hipotéticos (tomada de decisões inicial);
- (v) avaliação das configurações preferidas em termos de confiabilidade hidrológica. Um modelo de simulação simplificado e específico relaciona essa confiabilidade à possíveis perdas de curto prazo, somadas no horizonte temporal do plano²⁸.

A aplicação do método para ordenar as soluções não dominadas restringe-se a avaliação das alternativas preferidas submetidas à simulação. Para expressar os aspectos qualitativos das configurações alternativas e ter uma análise mais ampla possível, verifica-se a adequação das técnicas ELECTRE I e ELECTRE II, descritos em Goicoechea et al (1982). A sequência dos seus passos principais, aplicada ao caso em foco, é apresentada a seguir:

- (i) organização do conjunto de configurações confiáveis de planos alternativos;
- (ii) verificação dos critérios a serem atendidos com o

²⁸ Para avaliar o caráter temporal do planejamento e das possíveis tomadas de decisões, pelo menos no que diz respeito aos fatores físicos (hidrológicos), apela-se para um comportamento estocástico das disponibilidades hídricas ocorrido no passado. Considerando inalterado a longo prazo, este comportamento é utilizado na avaliação das possíveis implicações econômicas, sociais e ambientais no futuro. Para tanto, existe um fator condicionante no Brasil: esta avaliação depende da existência de relações que estimem perdas quando o sistema planejado não atente a oferta meta. Exemplos na aplicação da simulação.

plano/projetos, incluindo além dos estudados no passo (i) da técnica de geração, outros que traduzam um maior número de objetivos;

(iii) Definição de pesos e escalas a serem empregados na aplicação de cada critério;

(iv) determinação de um subconjunto de soluções não dominadas, as quais formam o produto final do ELECTRE-I. Visa-se reduzir o número de alternativas a ser ordenadas;

(v) organização do subconjunto das alternativas não dominadas baseada nas preferências dos tomadores de decisões. Realiza-se através de uma hierarquização completa com a aplicação ELECTRE-II (tomada de decisões final).

A idéia de aplicar dois métodos multicriteriais bem distintos em um mesmo caso, emerge das seguintes razões:

a) as relações entre as variáveis envolvidas no sistema, são tipicamente do tipo contínuo, tais como: vazão regularizada versus nível de garantia, custo da obra versus cota de projeto, volume vazio versus capacidade de laminação das cheias, etc. Porém, na prática tradicional, por limitações quanto a coleta de dados e custos dos próprios estudos, normalmente a análise é restrita a apenas algumas alternativas pré-selecionadas. A "quebra da continuidade" do problema compromete, certamente e em algum grau, a sua representação, pois existe uma gama de alternativas viáveis entre os pontos levantados. Em outras palavras, as relações hidro-econômicas contínuas podem evidenciar infinitas alternativas de configurações;

b) além da maior simplicidade dos métodos para avaliação de um conjunto discreto de alternativas, a literatura aborda a possibilidade de contemplar critérios qualitativos como fator favorável ao seu emprego. Assim, a despeito de sua limitação quanto à "quebra de continuidade" da análise, esta tem a vantagem de ampliar a avaliação das eventuais vantagens e desvantagens, com a possibilidade de inclusão de critérios qualitativos (através do emprego conjunto de atributos ordinais e cardinais).

Não foi registrado na literatura a aplicação conjunta destas técnicas no âmbito do Planejamento de Recursos Hídricos. As aplicações das técnicas multicriteriais têm sido feitas, frequentemente, na forma isolada, tais como os trabalhos devidos a Gerson et alii (1982) e, Duckstein e Opricovic (1980), entre outros. Entretanto, os modelos *screening* e de simulação acham-se integralizados no planejamento da Bacia do Rio Colorado, Argentina (Major e Lenton, 1979). As técnicas de geração de soluções não-dominadas registradas na literatura, são empregadas, muitas vezes, no estudo da operação de reservatórios, tais como em Yeh e Becker (1982), Braga e Barbosa (1992), entre outros.

(3) Objetivos e Critérios Adotados

Diante das naturais limitações e abrangência enquanto trabalho acadêmico, apenas dois objetivos fundamentais foram adotados de forma hipotética, sem definição política prévia. O primeiro, extraído dos relatórios oficiais consultados, origina-se do aumento do PNB ou aumento do consumo agregado nacional: eficiência econômica ou renda nacional líquida; e o outro, definido a partir do acompanhamento da polêmica gerada no processo de decisão: objetivo da qualidade ambiental. Entretanto, outros objetivos poderiam ser definidos, como a distribuição de renda para os municípios, a distribuição equitativa da água no território da bacia -- onde houvesse terras passíveis de irrigação, auto-suficiência econômica, entre outros. Porém, como a aplicação da análise se faz, *a priori*, em uma parte da bacia, e os outros objetivos citados não possuem uma clara forma de contabilização de suas vantagens e desvantagens²⁹, deixou-se essa questão para os pontos metodológicos de um plano completo da bacia.

A eficiência econômica é o tradicional objetivo de planejamento para os problemas de investimento público (UNIDO, 1972). A qualidade ambiental insere-se nesta análise como um recente

²⁹ Um grande desafio para a pesquisa brasileira seria transpor esse fator limitante. A implantação normativa do paradigma analítico-racional dependerá da definição de procedimentos gerais para o desenvolvimento dos recursos hídricos. Nestes, devem estar incluídos a forma de contabilização das vantagens e desvantagens de um plano alternativo (Teixeira, 1993).

objetivo, uma vez que as considerações ambientais vêm sendo tratadas como restrições a parte.

Quanto aos critérios, para traduzir os objetivos adotados, estes foram inseridos em dois passos do processo de planejamento (retornar às figuras 3.1, 3.2, 4.2 e 4.5 para uma compreensão global). No passo 3, compreendendo a identificação de alternativas -- screening, ou seja, geração de soluções não dominadas, utilizou-se apenas dois critérios para perseguir os objetivos:

a-) para a eficiência econômica, o critério de maximização dos benefícios líquidos nacionais. No caso em questão, os benefícios resultam de cada aproveitamento da água (propósito), enquanto os custos são oriundos da construção e operação dos elementos estruturais do sistema. As funções benefícios e custos apresentadas foram derivadas a partir de dados fornecidos pelos relatórios mencionados. É claro que a obtenção de tais funções está sujeita a imprecisões, e deve-se considerá-la apenas como uma aproximação da realidade. A elaboração das funções depende da forma de como os benefícios e custos dos planos alternativos são estimados ³⁰;

b-) para a qualidade ambiental, o critério da minimização da capacidade do reservatório, localizado no sítio 1, Barragem Castanhão. Essa forma de expressão tenta representar as considerações dos ambientalistas quanto aos impactos advindos da possível construção ³¹.

No passo 4 do processo de planejamento (retornar às figuras 3.1, 3.2, 4.2 e 4.5), compreendendo a seleção de alternativas preferidas -- hierarquização, ampliou-se a aplicação dos critérios, especificados para atender outros objetivos, além dos fundamentais.

³⁰ O levantamento dessas funções na prática no Brasil, terá como obstáculo a cultura dos prestadores de serviços, pois, de forma costumeira, estes tentam economizar tempo na coleta de dados. Também, para determiná-las, necessita-se de relações hidroeconômicas entre os valores dos benefícios sociais (CEPAL, 1958) -- apontados para os propósitos -- e entre os valores dos custos sociais das infra-estruturas (hidráulicas e muitas outras) necessárias.

³¹ Na consulta jornalística do processo RIMA/EIA deste projeto, observa-se a concentração da preocupação social quanto ao tamanho do lago formado (Jornal O Povo, Dezembro de 1992).

Foram categorizados da seguinte maneira, conforme os outros objetivos adotados neste passo da análise de tomada de decisões:

i-) eficiência econômica:

- 1 - maior benefícios líquidos considerando as perdas de curto prazo;

ii-) confiabilidade no sistema:

- 2 - taxa entre benefícios avaliados com e sem perdas de curto prazo;

iii-) impacto na força de trabalho:

- 3 - maior número de empregos diretos;
- 4 - avaliação dos empregos indiretos;
- 5 - qualidade dos serviços gerados;

iv-) confiabilidade na proteção contra enchentes:

- 6 - probabilidade de ocorrência;

v-) qualidade ambiental;

- 7 - índice de avaliação ponderada;

vi-) impacto da migração:

- 8 - importância;

vii-) deslocamento de populações:

- 9 - custo;

viii-)deslocamento de infra-estruturas existentes:

- 10 - custo;

No passo seguinte apresenta-se a descrição do procedimento analítico de acordo com estes critérios.

(4) Descrição do Procedimento de Identificação e Seleção de Alternativas

Identificação de Alternativas

O esquema da figura 5.3 fornece os sítios que fazem intervenção no sistema hídrico. O modelo de identificação de alternativas, conforme figura 5.4, é composto pelos modelos *screening* e simulação.

Representação do modelo "Screening"

Dos vários modelos que talvez possam ser empregados, a programação linear determinística e estática foi selecionada para analisar este caso em razão de sua simplicidade³². Trata-se do enfoque determinístico denominado uso do "período crítico" para determinar as grandes dimensões dos componentes do plano de bacia. Foi considerado 48 meses da série gerada de 30 anos -- uma amostra do regime hidrológico típico dos períodos críticos da região. Os quatro anos são necessários para que seja considerada a regularização intra-anual das vazões através dos reservatórios.

Com o modelo de simulação, mais adiante, verifica-se como os sistemas alternativos selecionados na análise *trade-off* (aqueles que mais satisfazem os decisores) comportam-se com as variações das vazões ao longo de toda série.

Segue abaixo a descrição matemática do modelo *screening*, iniciando-se pelas restrições. Depois, descreve-se as funções objetivos, e por último, o método de geração de soluções não dominadas.

(a) Restrições:

Para acompanhar esta formulação as listas das variáveis e dos parâmetros usados no modelo são apresentadas nas tabelas 5.1 e 5.2, respectivamente, devendo-se observar também a figura 5.3. Os dois índices das variáveis correspondem, respectivamente, aos sítios de localização dos empreendimentos, 1, 2, 3, 4 e 5, e ao período t , mês computado.

Sítio 1 - Reservatório da Barragem Castanhão,
Central Hidroelétrica (C.H) e Desvios

³² Outro fator limitante de ordem teórica e prática é a forma de como se formula matematicamente o sistema -- modelagem. Neste sentido a prática de plano/projeto no Brasil precisaria do companheirismo da teoria acadêmica. Lembrar que para cada caso, ou seja, cada sistema hídrico, deve haver investigações específicas no que se refere aos modelos de identificação de alternativas.

Equação da Continuidade para Expressar as Relações de Fluxos:

$$(1/k_t) \times 10^6 (1 + a_{1,t}) V_{1,t+1} - (1/k_t) \times 10^6 (1 - a_{1,t}) V_{1,t} + R_{1,t} + D_{2,t} + EX_{3,t} = Q_{1,t} \dots (1)$$

Relação entre Capacidade, Volume do Período t e Volume de Espera

$$CAP_1 - V_{1,t} - VE_1 \geq 0 \dots (2)$$

Curva Capacidade x Volume de Espera das Cheias (4 meses do ano)

$$VE_1 - f_c(CAP_1) = 0 \dots (2a)$$

Igualdade de Períodos quando $t=48$, $T+1 = 1$

$$V_{1,T+1} - V_{1,1} = 0 \dots (3)$$

Curva Cota x Volume

$$V_{1,t} - f(A_{1,t}) = 0 \dots (4)$$

Limite Superior para o Reservatório

$$CAP_1 \leq VLs \dots (5)$$

Relações para Energia e Capacidade Instalada na C.H

$$P_{1,t} - (2,73 \times 10^{-6}) e k_t (R_{1,t}) A_{1,t} \leq 0 \dots (6)$$

$$P_{1,t} - (2,73 \times 10^{-6}) e k_t R_{1,t} (A_{1,t}) \leq 0 \dots (7)$$

$$P_{1,t} - Y h_t H_1 \leq 0 \dots (8)$$

Tabela 5.1

Lista das variáveis de decisão

Variável	Definição	Unidade
$V_{1,t}$	Volume de água estocado no reservatório do sítio 1 no início do período t	hm ³
$R_{1,t}$	Vazão de regularização no sítio 1 durante o período t	m ³ /s
$D_{s,t}$	Desvio médio para irrigação do sítio s no período t	m ³ /s
$EX_{3,t}$	Exportação ou transposição média intra-bacia no sítio 3 durante o período t (Abast. Urbano)	m ³ /s
$EXcap_3$	Capacidade das obras hidráulicas empregadas na exportação	m ³ /s
VE_1	Volume de espera p/ controle de cheias	hm ³
CAP_1	Capacidade do reservatório	hm ³
$P_{1,t}$	Produção de energia hidro-elétrica no sítio 1 durante o período t	MWh
$A_{1,t}$	Altura do nível de água no início do período t no sítio 1	m
$Al_{1,t}$	Área coberta pelo lago no sítio 1 no início do período t	ha

Variável	Definição	Unidade
$TO_{1,t}$	Produção de pescado no sítio 1 no período	toneladas
CTO_1	Produção de pescado durante todo ano no sítio 1	toneladas
SUP_s	Superfície agrícola útil irrigada durante todo ano no sítio s	ha
$SU_{s,t}$	Superfície agrícola útil irrigada no sítio s durante o período t	ha
$IR_{s,t}$	Volume de água ofertado para irrigação no sítio s durante o período t	hm ³
H_1	Capacidade a ser instalada na PCH do sítio 1	MW
$AMIN_1$	Altura mínima de água no reserv.	m
$AMAX_1$	Altura máxima de água no reserv.	m

Tabela 5.2

Lista dos Parâmetros

Parâmetro	Definição	Unidade
k_t	No. de segundos do período t	seg
$a_{1,t}$	Parâmetro que expressa a perda por evaporação no res. do sítio 1 no período t	-
VLs	Límite físico superior da capacidade do reserv.	hm ³
$f(A_{1,t})$	Função altura volume para o reservatório	hm ³ x m
e	Eficiência de geração	-
h_t	No. horas do período t	hr
Y	Fator de carga na CH	-
$f_c(CAP_1)$	Função capacidade do res. volume de espera p/ cheias	hm ³
$f_u(A_{1,t})$	Função altura área do lago	Km ² x m
$f_{un}(A_{1,t})$	Função área do lago produção de pescado	tonel. x Km ²
$\tau_{s,t}$	Coef. da demanda de água para irrigação no sítio s durante período t	m ³ /ha

Parâmetro	Definição	Unidade
$c_{s,t}$	Coef. de perda de água na rede de irrigação	-
SU_{max_s}	Área agrícola máxima irrigável no sítio s	ha
EXP_{max_1}	Limite superior da capac. de exportação no sítio 1	m^3/seg
$Q_{s,t}$	Vazões afluentes no sítio s no período t - registros	m^3/seg
β_w	Função benefício para produção de energia na CH	\$ x MWh
βl_s	Função benefício bruto p/ o rendimento agrícola no sítio s	\$ x ha
βe_3	Função benefício bruto p/ a exportação no sítio 3	\$ x m^3/s
βc	Função benefício para controle de cheias	\$ x hm^3
$\beta \pi$	Função benefício bruto pesca	\$ x ton.
α_1	Função custo total p/ obras do reservatório	\$ x hm^3
δ_1	Função custo total p/ CH	\$ x MW

Parâmetro	Definição	Unidade
σ_s	Função custo total para infra-estrutura comum de irrigação no sítio s	\$ x ha
γ_3	Função custo total para o sistema de exportação no sítio 3	\$ x m ³ /s
ϕ_1	Função custo total para produção de pescado em 1	\$ x tonel.

Variações dos Níveis de Altura do Reservatório

$$A_{\min} - A_{1,t} \leq 0 \dots\dots\dots(9)$$

$$A_{\max} - A_{1,t} \geq 0 \dots\dots\dots(10)$$

$$A_{\max} - 3A_{\min} \leq 0 \dots\dots\dots(11)$$

Exploração da Pesca no Reservatório

$$Al_{1,t} - fu(A_{1,t}) = 0 \dots\dots\dots(110)$$

$$TO_{1,t} - fun(Al_{1,t}) = 0 \dots\dots\dots(111)$$

$$CTO_1 - TO_{1,t} \geq 0 \dots\dots\dots(112)$$

Sítio 2 - Área de irrigação: Tabuleiros de Jaguaribara e T.S Morada Nova

Relação Oferta - Demanda

$$IR_{2,t} - (1/10^6) \cdot \tau_{2,t} \cdot SU_{2,t} = 0 \dots\dots\dots(12)$$

Relação entre a Superfície Útil de Projeto e a Irrigada no Período t

$$SUP_2 - SU_{2,t} \leq 0 \dots\dots\dots(13)$$

Perdas na Rede de Irrigação

$$IR_{2,t} - (k_t/10^6) \cdot (1 - \epsilon_{2,t}) \cdot D_{2,t} = 0 \dots\dots\dots(14)$$

Superfície Útil Máxima de Projeto a ser Irrigada

$$SUP_2 \leq SUMax_2 \dots\dots\dots(15)$$

Sítio 3 - Exportação de água : transposição

Relação entre a Capacidade de Exportação e a Exp. do Período t

$$EX_{3,t} - EXcap_3 \leq 0 \dots\dots\dots(16)$$

Exportação Máxima Permitida

$$EXcap_3 \leq EXmax_3 \dots\dots\dots(17)$$

Sítio 4 - Área de irrigação: Vázeas do Baixo Jaguaribe (Limoeiro do Norte e Quixeré)

Equação da Continuidade para Expressar as Relações de Fluxos

$$D_{4,t} - R_{1,t} \leq Q_{4,t} - Q_{1,t} \dots\dots\dots(18)$$

Relação oferta - demanda

$$IR_{4,t} - (1/10^6) \tau_{4,t} . SU_{4,t} = 0 \dots\dots\dots(19)$$

Relação entre a Superfície Útil de Projeto e a Irrigada no Período t

$$SUP_4 - SU_{4,t} \leq 0 \dots\dots\dots(20)$$

Perdas na Rede de Irrigação

$$IR_{4,t} - k_{4,t}/10^6 (1 - \epsilon_{4,t}) . D_{4,t} = 0 \dots\dots\dots(21)$$

Superfície Útil Máxima de Projeto a ser Irrigada

$$SUP_4 \leq SUMax_4 \dots\dots\dots(22)$$

Sítio 5 - Área de irrigação: Tabuleiros de Jaguaruana

Equação da Continuidade

$$D_{5,t} - (R_{1,t} - D_{4,t}) \leq (Q_{5,t} - Q_{4,t}) \dots\dots\dots(23)$$

Relação oferta - demanda

$$IR_{5,t} - (1/10^6) \tau_{5,t} SU_{5,t} = 0 \dots\dots\dots(24)$$

Relação entre a Superfície Útil de Projeto e a Irrigada no Período t

$$SUP_5 - SU_{5,t} \leq 0 \dots\dots\dots(25)$$

Perdas na Rede de Irrigação

$$IR_{5,t} - k_{5,t}/10^6(1 - \epsilon_{5,t}).D_{5,t} = 0 \dots\dots\dots(26)$$

Superfície agrícola útil máxima a ser irrigada

$$SAUp_5 \leq SAUmax_5 \dots\dots\dots(27)$$

(b) Funções objetivos -- ou critérios

i-) Maximização dos benefícios líquidos nacionais (BN),

ou seja:

$$\text{Max BN} = B - C ; \quad \text{onde,}$$

$$\begin{aligned} BN = & \beta_{i_2}(SAUp_2) + \beta_{i_4}(SAUp_4) + \beta_{i_5}(SAUp_5) + \\ & \sum_{t=1}^{48} \beta_{\omega_1}(P_{1,t}) + \sum_{t=1}^{48} \beta_{\epsilon_3}(EX_{3,t}) + 4.\beta_{c_1}(VE) + \sum_{t=1}^{48} \beta_{\pi_1}(TO_{1,t}) - \end{aligned}$$

$$- [\alpha_1(CAP_1) + \delta_1(H_1) + \sigma_2(SUP_2) + \sigma_4(SAUP_4) + \\ + \sigma_5(SAUP_5) + \gamma_3(EXPcap) + \phi_1(CTO_1)]$$

Os símbolos β_{12} , β_{14} , β_{15} , $\beta\omega_1$, $\beta\epsilon_3$, βc_1 e $\beta\pi_1$ representam, respectivamente, funções de benefícios anuais médios para irrigação, já considerando subtraído os custos internos das unidades de produção agrícolas; energia; exportação de água; controle de cheias; e pesca. Chama-se atenção para a relação das funções com o horizonte de quatro anos utilizados. Logo, as funções para o controle de cheias e a irrigação têm seus valores para quatro anos. Nota-se, também, que pelas restrições estabelecidas para irrigação (eq. 13, 20 e 25), os seus benefícios são garantidos pela condição de se irrigar toda superfície de projeto durante o ano. Evita-se, assim, que os custos da subutilização de áreas projetadas influenciem na maximização dos benefícios líquidos nacionais.

Quanto aos símbolos α_1 , δ_1 , σ_2 , σ_4 , σ_5 , γ_3 e ϕ_1 , eles representam as funções custos médios anuais, respectivamente: da barragem, incluindo obras complementares; dos equipamentos para produção de energia; da implantação da infraestrutura de uso comum de irrigação, incluindo a social - σ_2 , σ_4 e σ_5 ; da transposição; e da produção de pescado. Os parâmetros econômicos para construir estas funções, representam equivalências do fluxo de caixa para 30 anos. Aplicou-se o método do valor uniforme equivalente anual (CEPAL, 1958) em cima dos valores atualizados de diversos levantamentos contidos nos relatórios oficiais (taxa anual de desconto de 10%)³³.

ii-) Minimização da capacidade do reservatório (CP), ou seja:

$$\text{Min } CP = CAP_1$$

O símbolo CAP_1 expressa indiretamente a relação dos aproveitamentos hídricos com o impacto sobre o meio ambiente.

³³ É justamente neste ponto do paradigma analítico-racional que verifica-se um dos principais concionantes teóricos da abordagem multicriterial, como já explicitado: a construção das relações ou das funções hidro-econômicas. Observa-se neste caso, uma construção simplificada destas funções, sem validade prática.

Os parâmetros de engenharia presentes neste modelo foram preparados à partir de dados contidos nos relatórios oficiais. Relata-se alguns destes: série de vazões mensais, curva altura volume e altura área do lago, evaporação mensal, eficiência de geração, fator de carga para a central hidroelétrica, curva área do lago produção de pescado, área máxima irrigável e evapotranspiração mensal. Muitas simplificações foram feitas para superar alguns problemas técnicos específicos³⁴.

(c) Método para gerar o conjunto de soluções não dominadas

A primeira providência é gerar a curva de transformação dos critérios adotados. Depois, a partir desta curva identifica-se o conjunto não dominado.

A curva de transformação pode ser gerada por vários métodos, dentre eles o método das restrições e o métodos dos pesos (Cohon e Marks, 1973), como citado na capítulo IV. Na escolha do método, considerou-se os problemas que surgem quando se tem regiões convexas na fronteira de eficiência no espaço dos objetivos. Deste modo, o método das restrições tem a vantagem de identificar pontos no espaço dos objetivos que se encontram nas partes do poliedro com convexidade. Utiliza-se neste caso a parametrização do vetor recursos do problema P.L formulado previamente para gerar soluções alternativas. Adota-se diferentes valores de CAP_1 , de acordo com o método das restrições.

Assim, a forma analítica do problema bicriterial,

$$\begin{aligned} & \text{Max } [BN(X), -CP(X)] , \\ & X \in F_d \end{aligned}$$

³⁴ Mesmo não considerando-se a construção das relações físicas destes parâmetros um fator condicionante na aplicação multicriterial, torna-se imprescindível uma maior compreensão técnica da função dos estudos básicos, como os hidrológicos, na construção destas relações. Por exemplo: a compreensão espacial e temporal das relações entre oferta e demanda urbana e agrícola, entre controle de cheias e dimensão de volumes de espera e alturas de diques, entre demanda e oferta de energia.

onde $BN(X)$ é o critério de eficiência econômica, $CP(X)$ é a representação matemática do critério de qualidade ambiental, X é o vetor de variáveis de decisões, e F_d é a região no espaço de decisão formado pelas restrições lançadas acima. A função CP é multiplicada por -1 por que a capacidade do reservatório deve ser minimizada;

transforma-se em:

$$\begin{array}{ll} \text{Max } BN(X) & \text{critério 1 (j)} \\ X \in F_d & \end{array}$$

sujeito à

$$g_i(X) = b_i \quad \forall \quad i \quad \text{restrições}$$

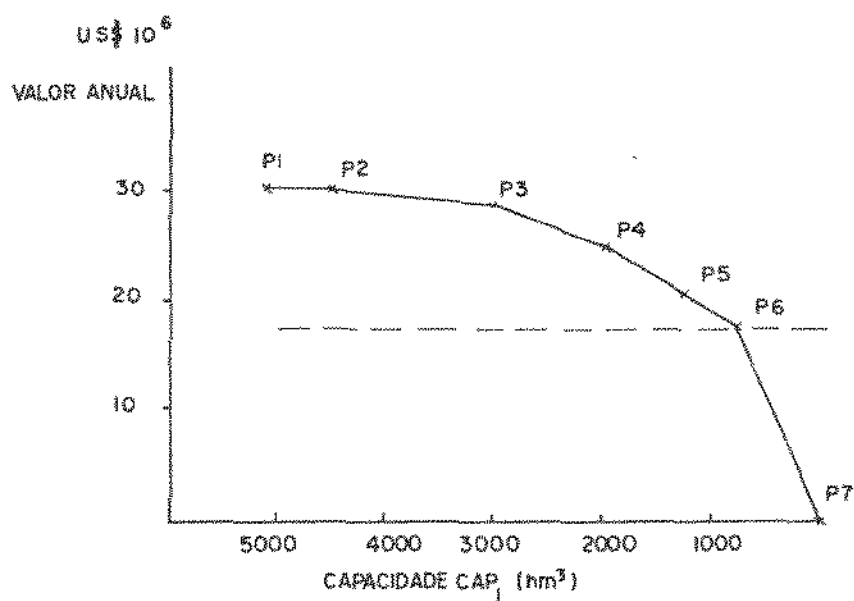
$$CP(X) \leq CAP_1 \quad \text{critério 2 (k)}$$

As variáveis duais associadas com os valores CAP_1 's, à direita da última equação acima, são taxas marginais de substituição ou taxa de mudança de $CP(X)$ por unidade de mudança em CAP_1 .

A resolução deste modelo prossegue com o processamento computacional, para o qual foi utilizado o *software* comercial MINOS. O gráfico da figura 5.5 apresenta a curva de transformação dos critérios, e oferece um esquema didático para discussões *trade-offs*.

As configurações escolhidas na análise *trade-off* pelos decisores hipotéticos são cinco e os seus principais resultados obtidas das configurações encontram-se na tabela 5.3.

A última seção do capítulo discute os resultados e informações obtidas; é quando se tem todo procedimento concluído. De qualquer modo, vale ressaltar que não há um interesse imediato pelos resultados numéricos, e sim pela "leitura" do comportamento do sistema sob diversas configurações ou cenários. Essa leitura pode ser feita acompanhando as informações contidas nos arquivos de saída do processamento computacional (exemplo no anexo 1) e observando as variações das variáveis de decisões registradas na tabela 5.1.



Curva de transformação entre critérios gerada pelo Screening
Figura 5.5

Tabela 5.3
Configurações Resultantes da Análise "Trade-Off"

VAR.	CAP ₁	BNL ^(*)	H ₁	VE ₁	EXcap ₃	CTO ₁	SUP ₂	SUP ₄	SUP ₅
CONFIG.	hm ³	10 US\$	MW	hm ³	m ³ /s	ton/mês	ha	ha	ha
1	5100	30,82	40	2600	11	393	8000	10000	25000
2	4500	30,67	37	2290	11	356	8000	10000	25000
3	3030	29,52	34	1504	11	278	8000	10000	25000
4	1993	25,07	31	950	11	219	3172	10000	25000
5	1258	20,82	29	558	11	176	-	10000	20092
6	760	17,72	28	286	6	148	-	10000	14510

(*) Valores médios correspondentes à taxa anual de desconto de 10%.

A identificação de alternativas viáveis tem sua sequência, como se observa na figura 5.4, com o modelo de simulação.

O propósito da simulação é verificar a confiabilidade técnica (riscos) daquelas configurações alternativas não dominadas e preferidas pelos decisores após a análise *trade-off*. Não se trata de um modelo eminentemente físico, mas de um modelo básico que avalia as contribuições para os objetivos que resultariam se um conjunto de medidas de desenvolvimento de projetos e de gerenciamento forem implementadas (projetos dimensionados e resultados metas expressados pelo *screening* -- são as variáveis de entrada nesta avaliação). Para uma compreensão do contexto retornar à figura 3.2).

Tal modelo segue as orientações de trabalhos clássicos que usam análise de sistemas (Major e Lenton, 1979). Apesar da simplicidade da representação física, o modelo tem a vantagem de incluir a possibilidade de tratar (1) um grande número de configurações alternativas; (2) incluir a computação de custos e benefícios do sistema e perdas econômicas resultante do déficit hídrico; (3) incrementar a utilização de maiores intervalos de tempo no horizonte de planejamento. Uma característica deste modelo é a utilização integrada com modelos de geração de vazões (Fiering, 1966). Estes proporcionam muitas possibilidades de sequências de vazões. Trabalha-se nesta avaliação com vazões geradas (pelo Modelo MODAC-IPH) a partir das séries históricas dos postos fluviométricos envolvidos no planejamento. As sequências geradas encontram-se nos relatórios oficiais consultados, e cobrem 30 anos.

As relações de fluxos expressadas no modelo de simulação são as mesmas do modelo *screening*. Para enfatizar essa similaridade, a mesma notação foi utilizada. Isso é verdadeiro para a maioria das outras relações, a exemplo da produção de energia hidroelétrica; e se explica pela função imposta ao modelo de simulação. A finalidade não é modelar o sistema hídrico para maior nível de detalhe, mas, preferivelmente, ser capaz de avaliar os efeitos da estocasticidade sobre os benefícios líquidos do sistema. As únicas equações deste modelo que diferem do modelo *screening*, são aquelas relacionadas a variabilidade das vazões, ao déficit, e seus efeitos. No modelo de geração de alternativas, o conceito de escassez não existe; um plano

só será realmente viável se seus requerimentos são totalmente satisfeitos. O conceito de escassez é explicitamente incorporado na simulação e é fundamental em seu processo. Algumas outras diferenças, pequenas, ainda existem - por exemplo, o cálculo de perdas por evaporação como uma função da área, preferível ao volume. Segundo a literatura consultada, essas diferenças têm impactos insignificantes sobre os resultados do sistema.

A consideração da estocasticidade das vazões requer da gestão do sistema (bacia) que as liberações metas (dos usos propostos) sejam pré-especificadas e que as liberações atuais sejam determinadas durante o processo de simulação por meio de políticas operacionais (ver itens e,f a seguir e retornar à figura 3.2). Percebe-se, com a gestão do sistema assim orientada, que a variabilidade das séries anuais de vazões causa uma queda no valor da função objetivo, quando se compara aos benefícios atualizados para 30 anos numa série anuais sem variações. Justifica-se tal queda pela escassez de água que provoca perdas de curto prazo nos benefícios.

Pela similaridade dos modelos que usam praticamente as mesmas equações, descreve-se, a seguir, os componentes adicionais a serem incluídos na simulação.

a-) Efeitos do déficit de água na produção agrícola e consequentemente, nos benefícios com a irrigação.

Os efeitos do déficit de água são comumente descritos na literatura estrangeira como perda de curto prazo (Hufschmidt e Flering, 1966, pp. 54-56). Sinteticamente, isso pode ser explicado pela figura 5.6. Se os usuários programam um cronograma de metas, os desvios que ocorrerem durante a oferta podem causar perdas de curto prazo nos benefícios. Na figura o ramo (a) aponta o decréscimo nos níveis de benefícios quando as quantidades de água recebidas são menores que as metas pré-estabelecidas. Igualmente, o ramo (b) corresponde à situação quando as quantidades de água ofertada excedem as metas. A não coincidência com a função benefício de longo prazo justifica-se pela inflexibilidade das estruturas dos projetos dimensionados. Em alguns aproveitamentos, verifica-se a possibilidades

de obtenção de ganhos com o aumento de oferta, mas neste exemplo supõe-se que nenhum ganho extra é absorvido pelos projetos.

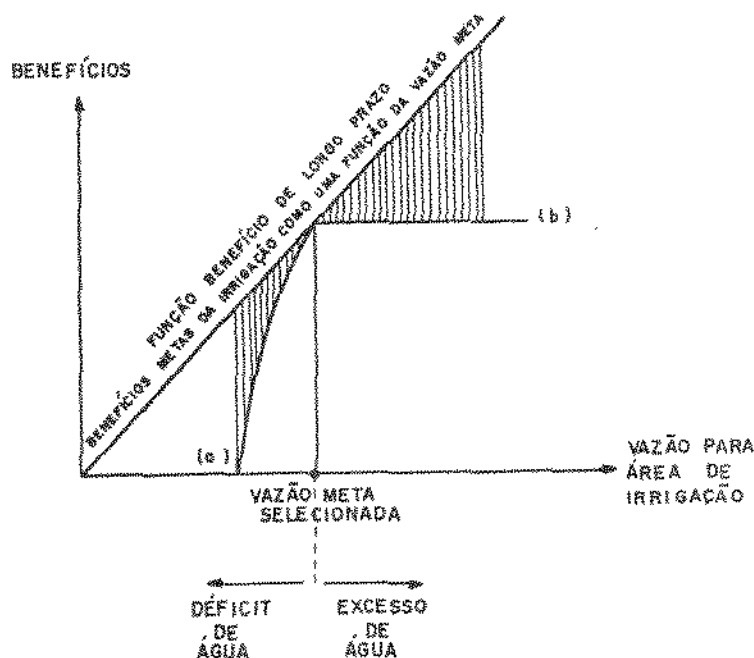
A estimativa de perdas de curto prazo é muito mais complexa do que o exposto nesta formulação, em virtude do rosário de fatores físicos, econômicos e políticos presentes na avaliação dos riscos de investimentos, principalmente nos países do Terceiro Mundo³⁵. A avaliação pela simulação tenta capturar parte desses fatores.

Uma outra função desta avaliação seria caracterizar com mais detalhes as relações entre oferta e demanda que determinam as metas dentro de um novo conceito de balanço hídrico, isto é, as metas em função da oferta, e conseqüentemente, determinar os limites para longo prazo de utilização dos recursos. Na análise feita no Caso em questão, não exemplificou-se tais funções. A forma para considerá-las seria fazer vários *feed-back* entre a simulação e o *screening*, explicitando as variáveis de decisões que expressam as metas ao longo do tempo (uma caracterização baseado em parâmetros estatístico do comportamento das ofertas ocorridas no passado).

Major e Lenton (1979) e Louks et al. (1983) descrevem, de forma generalizada, perdas de curto prazo que dependem, basicamente, do nível de previsão dos déficits. Essa dependência é baseada em dois aspectos do relacionamento entre produção agrícola, oferta e déficit de água. O primeiro refere-se à falta prematura de água no conograma anual dos usuários, e como consequência, tende a reduzir a demanda em alguns períodos do ano. Supõe-se que o comportamento esperado seja a redução da área plantada³⁶. Quanto ao segundo, relaciona o déficit prolongado ao longo do ano com um possível processo de salinização.

³⁵ Desta questão surge uma indagação: a transferência dos conceitos de planejamento de longo e de curto prazo de outros países pode ser aceita? Antes mesmo que países como Brasil venham a ter condições técnicas-administrativas para implementar análise de sistemas no desenvolvimento de planos -- se este é o caminho escolhido, há a necessidade da concepção própria de uma estrutura que integre a ação de planejar com a de gerenciar, e assim, capturar o que é curto e longo prazo (uma prerrogativa para a aplicação multicriterial).

³⁶ Essa hipótese para países com pouca ou quase nenhuma organização da produção agrícola, dificilmente vai se confirmar no gerenciamento de um insumo de uso coletivo como a água. Antes de adotar uma hipótese mais realista para o caso específico, o sistema de gestão da bacia deve definir instrumentos legais e administrativos para a utilização dos recursos. Conforme a eficácia esperada destes instrumentos, pode-se prever qual o comportamento dos usuários diante da escassez.



Benefícios de longo prazo e
perdas de curto prazo para a irrigação

Figura 5.6

Isso exigiria quantidades de água acima das metas nos períodos seguintes para lixiviar os sais³⁷.

O primeiro aspecto é incluído dentro do modelo para permitir que os desvios metas sejam uma função da quantidade desviada para os sítios de irrigação nos períodos anteriores. O segundo aspecto é considerado pela definição de uma liberação meta que inclua requerimentos para lixiviação, as quais são eles próprios uma função da falta de água nos períodos anteriores. O resultado de ambas as considerações faz com que a magnitude da redução dos benefícios da produção agrícola devido ao déficit de água seja formulada não somente como uma função da magnitude desses déficits, mas também de sua temporalidade (duração).

³⁷ A salinização é um problema sério em regiões de intensa evaporação, no entanto, sua consideração no Brasil deve levar em conta outros aspectos além da escassez natural de água; mesmo porque o Brasil ainda não investiu o bastante para gerar graves conflitos em irrigação. É do conhecimento de todos que aspectos de mau gerenciamento -- falta de manutenção das redes de drenagem, usos indiscriminados de fertilizantes e outros fatores, caracterizam os problemas de salinização. Será que estes problemas não deveriam ser considerados, de forma preventiva, no planejamento de recursos hídricos?

Infelizmente, as funções adotadas na presente avaliação não estão fundamentadas nesta teoria. Em razão de dados inadequados, da ausência de informações sobre o comportamento dos usuários diante da falta de água e da complexa relação entre perdas de um dado período e a magnitude dos déficits no período anterior, preferiu-se utilizar parâmetros da prática de projetos, associando-os com as funções propostas por Maass et al. (1962). Na forma gráfica as funções estão exposta na figura 5.7.

b-) Efeitos das variações das estocagens e liberações sobre a geração de energia, e por sua vez nos benefícios com energia.

Na central hidroelétrica (CH) do sítio 1 a produção de energia (Mwh) em um dado período t é calculada por (vide eq. (6))³⁸ :

$$P_1(t) = (2,73 \times 10^{-6}) e k(t).R_1(t).\overline{A}_1(t)$$

onde:

$k(t)$ = nº de segundos no período t

e = a eficiência de geração;

$R_1(t)$ = liberação média turbinada na CH do sítio 1 durante o período t (em m^3/seg);

$\overline{A}_1(t)$ = Altura de queda média na CH do sítio 1 durante o período t (em metros).

O valor de $\overline{A}_1(t)$ é calculado pelo algoritmo com :

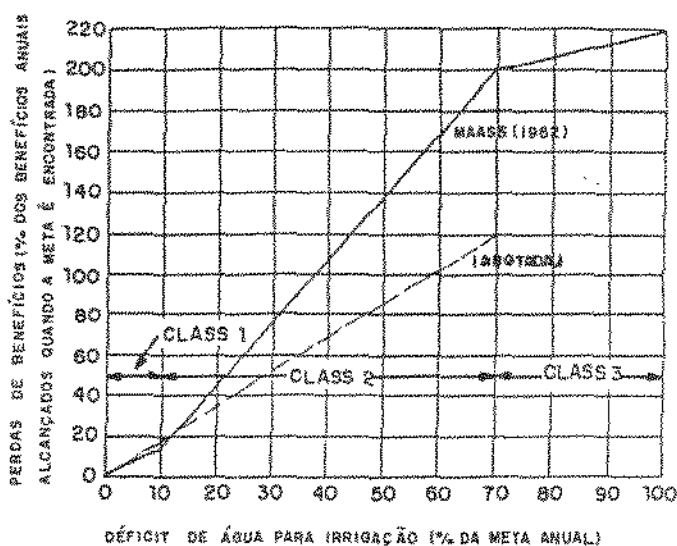
$$\overline{A}_1(t) = [A_1(t) + A_1(t+1)] / 2$$

onde:

$A_1(t)$ = Altura no início do período t

$A_1(t+1)$ = Altura no início do período $t+1$

³⁸ A notação usada na simulação coloca o tempo t entre parênteses, preferível à subscrito.



Função perdas de benefícios adotada
quando não se alcança a meta pré-estabelecida

Figura 5.7

A produção de energia como dada pela equação citada encontra-se limitada pela capacidade instalada H_1 da CH (ver modelo screening eq. 8).

O efeito das variações de volume e liberações é considerado como segue. As flutuações no volume causadas pelas diferenças líquidas entre as vazões afluentes e liberações produzem variações na altura média da turbina $\overline{A}_1(t)$, e estas entram na equação de $P_1(t)$. As liberações $R_1(t)$ são determinadas pelas regras de operação do reservatório para satisfazer a demanda atual e futura, quando possível. Porém nas épocas de déficits, $R_1(t)$ deve ser reduzido para baixo do requerido pela produção de energia meta pré-estabelecida. No modelo screening, $A_1(t)$ e $R_1(t)$ são variáveis de decisões, e a meta produção de energia elétrica é um valor resultante determinado pelos valores ótimos tomados por estas variáveis. No modelo de simulação, a energia meta é uma variável de decisão de entrada (input). Por essa razão, o modelo divide geração total de energia quando esta não excede a energia meta e quando a ultrapassa. Na presente avaliação, os benefícios foram atribuídos, somente, às situações que não excedem a energia meta pré-estabelecida, embora em outros estudos mais detalhados de planejamento, os benefícios com as produções de energia

acima da meta (energia secundária) devam ser considerados³⁹.

As respostas econômicas para os déficits de energia não são bastantes evidentes como as respostas para os déficits de irrigação. Embora os mesmos fatores das perdas de curto prazo da irrigação estejam envolvidos (tempo, frequência, intensidade, correlação entre séries de déficits, e flexibilidade de uso), uma diferente função de perdas torna-se necessário para avaliação econômica do déficit de energia. Segundo Maass et al (1962), na ausência de informações específicas, o mesmo tipo de função de perdas com três classes simplificadas, como na estimativa de perdas para irrigação, pode ser utilizada. Mas, de uma outra forma, estas perdas devem ser registradas mensalmente.

c-) Efeitos das variações na exportação de água sobre os benefícios econômicos desse propósito.

Os fluxos de exportação do Baixo Jaguaribe podem ser determinados com base na alocação de água e nas regras de operação do sistema (ver item e). Os benefícios são avaliadas como uma função linear dos desvios mensais (m^3/s); a redução linear nos benefícios brutos é assumida, desta maneira, sempre que os fluxos de exportação for menor que a meta exportada - pré-estabelecida.

d-) Efeitos da variação da área coberta pelo lago sobre os benefícios econômicos com a exploração pesqueira.

A área coberta pelo lago afeta diretamente a produção pesqueira provocando uma queda linear da média mensal (vide modelo *screening*, eq. 111). Essa queda é assumida toda vez que a produção mensal for menor que a meta pré-estabelecida pelo modelo *screening* (em toneladas). Os efeitos sobre os benefícios podem ser estimados por uma relação direta com os preços unitários.

³⁹ Em algumas situações, as máquinas hidráulicas ajustam-se em novas faixas de operação para aumentar a potência gerada.

e-) Regras de operação para gerenciar a alocação de água entre os projetos (dos subsetores) durante os períodos de déficits (distribuição espacial).

Um primeiro aspecto importante da administração de um sistema hídrico, ou melhor, na definição de regras para alocação de água, é a existência da proximidade entre a performance de um sistema de recursos hídricos no estágio de planejamento e aquele a ser alcançado depois que o sistema é construído (Mass et al., 1962, pp. 444-45); os planejadores devem ficar seguros de que as regras de alocação de água assumidas são consistentes com o gerenciamento viável do futuro, no mundo real do sistema. Segundo, as regras de alocação devem perseguir, o mais próximo possível, os objetivos do desenvolvimento dos recursos hídricos definidos para a bacia⁴⁰.

Na bacia do Rio Jaguaribe, como na maioria das regiões hidrográficas do País, não existe organização administrativa interregional, ou intermunicipal -- comitês ou consórcios, para regular uma melhor distribuição dos recursos entre os usuários⁴¹. Existe, assim, total desconhecimento do comportamento dos usuários diante dos

⁴⁰ É neste ponto do processo de planejamento e análise que se constitui um dos elos de ligação entre a fase de planejar e a futura fase de gerenciar o sistema. No âmbito do complexo administrativo do setor público, as medidas de gerenciamento necessitam de um instrumento analítico fundamentado na fase de planejamento, capaz de auxiliar nas decisões de curto prazo sobre as políticas operacionais do sistema, ver figura 3.2 -- refere-se as regras de operação. Um dos instrumentos bastante utilizado é a simulação (recentes pesquisas apontam para outros, como a técnica de fluxo de rede). Sem dúvida alguma, no Brasil essas medidas carecem das prerrogativas da fase de planejamento; é por essa razão que as avaliações das políticas operacionais dos sistemas utilizam (em muitos casos) somente parâmetros físicos. As consequências das políticas operacionais assim estudadas são desconhecidas quando se focaliza certas indagações da sociedade, tais como: Para que se está produzindo? Os objetivos estão sendo atendidos (análise de curto prazo)? Qual a melhor combinação dos recursos envolvidos (capital, rec. humanos e ambientais) nesta produção? Estes aspectos fundamentam a opinião de que no Brasil, as aplicações da análise de sistemas na fase de gestão não estão cumprindo suas verdadeiras funções.

⁴¹ Percebe-se neste ponto da administração a importância da descentralização. Em alguns casos, seria interessante considerar, nas propostas de descentralização, os costumes regionais quando ao uso das águas, pois políticas centrais, muitas vezes de cunho assistencialista, modificam negativamente o comportamento dos usuários quanto a conservação da quantidade e qualidade da água.

déficits de oferta. Nesta Bacia, existe a necessidade de se definir urgentemente instrumentos legais e administrativos de gestão, pois os elevados déficits de oferta dos últimos anos (seca secular) comprovam a ausência da experiência administrativa.

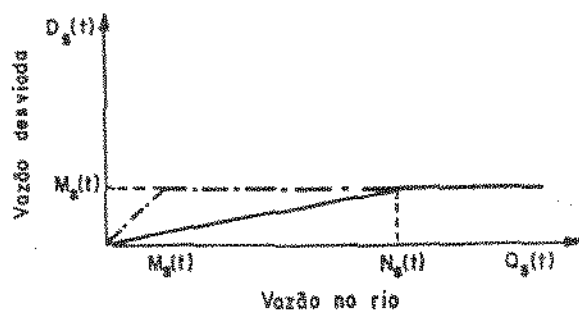
De qualquer forma, adotou-se a seguinte hipótese: quando houver déficit de oferta, estes devem ser divididos entre os usuários ao longo do rio. Em outras palavras, os déficits serão divididos por todos os projetos (dos subsetores) do sistema na proporção de suas respectivas demandas. Se a demanda total líquida em um sítio s e à sua jusante é denotada como $N_s(t)$, a vazão no rio no ponto de desvio como $Q_s(t)$, e o desvio meta como $M_s(t)$, então a quantidade de água desviada no período t , $D_s(t)$, é :

$$D_s(t) = \begin{cases} M_s(t) & \text{se } Q_s(t) \geq N_s(t) \\ Q_s(t) \cdot M_s(t) / N_s(t) & \text{se } Q_s(t) < N_s(t) \end{cases}$$

Essa regra é ilustrada na figura 5.8 (a linha tracejada representa a água que será desviada se houver nenhuma consideração de demanda à jusante na alocação de água para outros sítios, isto é, se os usuários à montante receberem prioridade em épocas de déficits).

Observa-se, no entanto, que ao se adotar tal política operacional, os projetos de subsetores com propósitos não consuntivos, como os do subsetor hidroelétrico, terão suas metas condicionadas pelos subsetores com propósitos consuntivos, constituindo-se em graves conflitos na alocação. O conflito atual gerado entre setores de irrigação e energia em bacias como a do Rio São Francisco exemplifica este problema (Pessoa e Galinho, 1989). O caminho para evitar controvérsias técnicas, seria, construir uma análise *trade-off* respeitando as restrições políticas que definem as prioridades de propósitos (sem supremacia exclusiva) do aproveitamento hídrico.

Embora essa regra seja conceitualmente simples, ela é algumas vezes difícil de ser implementada na prática, por causa da dificuldade de se estimar as demandas líquidas à jusante, tanto no modelo como na implementação. Esta estimativa deve contabilizar toda água disponível à jusante da estocagem, e os retornos de fluxos, bem como as próprias demandas à jusante.



Regra para alocação de água

Figura 5.8

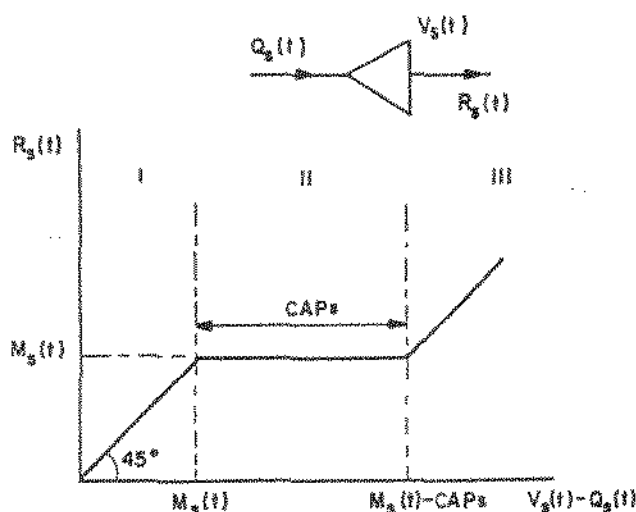
f-) Regras de operação do(s) reservatório(s) para distribuir igualmente a água no tempo⁴².

As liberações dos reservatórios são determinadas por regras de operações, as quais devem ser especificadas para cada reservatório de uma bacia. O dilema básico da operação concentra-se em saber se é para liberar em época de escassez toda água disponível a fim de melhor atender a demanda atual à jusante, ou manter parte daquele volume em estoque para reduzir os déficits potenciais no futuro.

A principal regra de operação usada no modelo é a regra de operação padrão (Fiering, 1967). Significa que para todo ou qualquer período essa regra é requerida para determinar a liberação $R_1(t)$ como função tanto de liberações metas metas $M_s(t)$ e da disponibilidade de água, definida como a soma das vazões afluentes $Q_s(t)$ mais o volume no início do período $V_s(t)$. Três casos podem ser identificados e expostos na figura 5.9 :

i-) A disponibilidade de água é insuficiente para atender as metas pré-estabelecidas; a regra assume que o reservatório será esvaziado a fim de tentar satisfazer a demanda;

⁴² Não obstante os entraves institucionais, o gerenciamento temporal dos recursos hídricos no Brasil não tem sido uma preocupação básica da administração pública, principalmente nos propósitos de abastecimento urbano e irrigação. Assim, por trás dos efeitos maléficos dos déficits que afetam muitas regiões hidrográficas do país, existe total incompreensão dos órgãos gestores quanto a importância da distribuição espacial e temporal das águas.



Regra padrão para operação do(s) reservatório(s)

Figura 5.9

ii-) Existe suficiente água para atender a demanda. Nenhuma água requerida à jusante é estocada;

iii-) A disponibilidade de água menos a demanda excede a capacidade de armazenamento. Toda água que não poder ser mantida armazenada deve ser vertida.

Essas considerações conduzem às seguintes equações para as liberações $R_1(t)$ do sítio 1 :

$$R_1(t) = \begin{cases} V_1(t) + Q_1(t) ; & V_1(t) + Q_1(t) \leq M_1(t) \\ M_1(t) ; & M_1(t) < V_1(t) + Q_1(t) \leq M_1(t) + CAP_1 \\ V_1(t) + Q_1(t) - CAP_1 ; & V_1(t) + Q_1(t) > M_1(t) + CAP_1 \end{cases}$$

O volume , $V_1(t+1)$, no início dos períodos seguintes pode, então, ser representado por:

$$V(t+1) = \begin{cases} 0; & V_1(t) + Q_1(t) \leq M_1(t) \\ V_1(t) + Q_1(t) - M_1(t); & M_1(t) < V_1(t) + Q_1(t) \leq M_1(t) + \text{CAP}_1 \\ \text{CAP}_1; & V(t) + Q(t) > M_1(t) + \text{CAP}_1 \end{cases}$$

Essa regra não considera, para o primeiro caso (i), a possibilidade de economizar em defesa dos futuros déficits.

Uma adicional simplificação adotada nesta avaliação, mas de grande importância prática, considera com esta regra o reservatório Castanhão operando de forma independente dos outros reservatórios. Porém, quando se pensa no planejamento da operação de todo sistema hidrográfico, os seus reservatórios teriam gestão integrada, visando, a melhor distribuição temporal e espacial dos recursos.

g-) A função objetivo

Como faz o modelo screening, a simulação procura atender todos os objetivos antes definidos. Entretanto, na sua implementação somente um objetivo foi incluído explicitamente: benefícios econômicos nacionais descontados. Outros aspectos, como os interesses regionais, ambientais e sociais, poderão ser encorporados através das políticas operacionais; e, através da escolha de configurações, mudadas quando requeridas -- ainda na fase de identificação. A função objetivo será, desta maneira, representada por:

$$BN = B - C$$

onde C é o valor presente da soma dos custos sociais da nação com todos os projetos na bacia (no Baixo Jaguaribe), e B é o valor presente da soma dos benefícios para elevar a renda nacional - PNB - de todos os projetos da bacia. Matematicamente, a expressão para os custos C , é a mesma do modelo screening. Entretanto, a expressão para os benefícios econômicos, mostra-se diferente, por que esses benefícios variam de ano para ano, de acordo com os efeitos dos déficits. Segue abaixo a notação dos benefícios de cada propósito:

$B_i(n)$ = benefícios totais com irrigação do sítio s no ano n ;

$B_w(n)$ = benefícios totais com a geração de energia do sítio 1 no ano n ;

$B_x(n)$ = benefícios totais com exportação de água do sítio 3 no ano n ;

$B_p(n)$ = benefícios totais com a pesca no sítio 1 no ano n ;

$B_c(n)$ = benefícios totais com o controle de enchentes do sítio 1 no ano n .

Os benefícios líquidos totais descontados atualizados (BTA) são estimados por:

$$BTA = 1/f \sum_s \left[\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N B_i(n) + B_w(n) + B_x(n) + B_p(n) + B_c(n) \right],$$

onde N é o comprimento do período de simulação (30 anos), e f é o fator de recuperação de capital correspondente à taxa de desconto mais apropriada ao horizonte de planejamento. Utilizou-se a mesma taxa empregada nos relatórios oficiais, 10%.

Os componentes descritos nos itens acima são aqueles que rearranjados com equações do modelo *screening* estruturam o modelo de simulação desejado. Para o processamento computacional, elaborou-se o programa do anexo 2, implementando todos os componentes deste modelo.

A avaliação das seis configurações resultantes da análise *trade-off* e submetidas à simulação, pode ser vista na tabela 5.4.

A *performace* do sistema sob várias configurações ou cenários na tabela de resultados é expressada em termos de benefício econômico nacional líquido e da confiabilidade. A confiabilidade é medida como taxa percentual entre os benefícios líquidos obtidos (BTA) e os benefícios líquidos de longo prazo (atualizados) que deveriam ser obtidos caso não se prevesse nenhum déficit na oferta.

As discussões das informações obtidas estão na última seção deste Capítulo. Convém, apenas, reafirmar que essa análise de confiabilidade, como mostra a tabela, demonstra a alteração na contabilidade dos benefícios quando se considera os déficits de curto prazo.

Tabela 5.4
Benefícios Líquidos e Avaliação da Confiabilidade

CONFIG. BENEFÍCIOS	1	2	3	4	5	6
COM PERDAS DE C. PRAZO (BTA EM US\$ 10E6)	185,5	191,2	184,3	172,7	157,4	132,9
SEM P. DE C. PRAZO ^(*) ("screening")	290,6	289,1	278,3	236,3	196,3	167,1
CONFIABILIDADE (%)	64	66	66	73	81	80

(*) Valores calculados aplicando o mesmo fator de recp. de capital f sobre o valor anual expressado na tabela 5.3 ($f = 0.10608$).

Seleção de Alternativas

A seleção almeja organizar, de acordo com preferências pré-estabelecidas pelos decisores, as alternativas não dominadas submetidas ao exame da simulação. Os resultados da simulação são configurações alternativas de planos específicos, caracterizadas pelas variáveis de decisão de projeto determinadas pelo modelo screening, ou seja, pela capacidade do reservatório, tamanho das áreas de irrigação, potência instalada, capacidade de exportação de água, volume de espera para controle de cheias, e capacidade de produção pesqueira (retornar à tabela 5.3). Descartou-se na avaliação para seleção a alternativa nº 1, pois ao compará-la com a alternativa nº 2, as diferenças nos benefícios líquidos expressam-se insignificantes para um menor custo de investimento.

Considerando cada alternativa, assim caracterizada, e os critérios adotados no item (3), foi concebida uma matriz que dispõe os critérios versus as alternativas, apresentada na tabela 5.5. A codificação utilizada nesta matriz, pode ser compreendida consultando a tabela 5.6.

O problema sob consideração tem duas características distintas. Primeiro, o conjunto de soluções não dominadas a ser avaliado é um conjunto discreto de cinco alternativas, conforme a análise trade-off e os testes da simulação. Segundo, ciente de que

Tabela 5.5
Alternativas versus Critérios

CRITÉRIOS k	A L T E R N A T I V A S				
	2	3	4	5	6
Eficiência econômica:					
1. maior benefício líquido c/ p.de curto prazo (BTA)	B4	B4	B3	B2	B1
Confiabilidade no sistema					
2. taxa entre BTA e os benefí- cios sem perdas de c.prazo	T6	T6	T7	T8	T8
Impacto na força de trabalho:					
3. empregos diretos	E4	E4	E3	E2	E1
4. empregos indiretos	NG	NG	NG	NR	NB
5. qualidade dos serviços prestados	B0	B0	B0	B0	AC
Confiabilidade na proteção contra enchentes:					
6. probabilidade de ocorrência	F4	F3	F2	F2	F1
Qualidade ambiental ⁴¹ :					
7. índice de avaliação pon- deral - IAP (Blanchi, 1989)	I2	I2	I4	I4	I4
Impacto da migração:					
8. Importância	SI	SI	SI	IN	IN
Deslocamento de populações:					
9. custo	P3	P3	P3	P2	P1
Deslocamento de infra- estrutura existente					
10. custo	C4	C4	C3	C2	C1

⁴¹ De forma diferente do passo de identificação de alternativas, onde não se tem relações hidro-ambientais definidas explicitamente por funções, pode ser interessante perseguir o objetivo da qualidade ambiental através de índices IAP(s) incluindo-os no passo de seleção, como os existente no relatório oficial (EIA) da Barragem Castanhão. Não existem os índices para todas as alternativas, mas a adoção hipotética quer apenas exemplificar o contexto no qual as avaliações tradicionais podem ser incorporadas no planejamento e nas tomadas de decisão em recursos hídricos. Os fatores limitantes residem na concepção de um procedimento padrão para obtenção desses índices.

Tabela 5.6
Informações Usadas na Aplicação do
Algoritmo *ELECTRE*

Critério	Pesos	Níveis	Código	Intervalos
k = 1	9	< \$10 ⁶ x139	B1	25
		140 - 159	B2	50
		160 - 179	B3	75
		180 - 200	B4	100
k = 2	9	< 70%	T6	20
		70 - 79	T7	40
		80 - 89	T8	60
		> 90%	T9	80
k = 3	10	< 12x10 ³	E1	15
		12 - 13,99	E2	30
		14 - 15,99	E3	45
		> 16x10 ³	E4	60
k = 4	7	nº grande	NC	40
		nº médio	NM	30
		nº razoável	NR	20
		nº baixo	NB	10
k = 5	6	Boa	BO	20
		Aceitável	AC	10
k = 6	8	< 1/10	F1	12,5
		1/10 - 1/25	F2	25
		1/25 - 1/50	F3	37,5
		1/50 - 1/100	F4	50
k = 7	7	< 1 adm.	I1	30
		1 - 2	I2	60
		2,1 - 3,0	I4	90
k = 8	7	Significante	SI	35
		Insignificante	IN	70
k = 9	6	< \$ 2x10 ⁶	P1	30
		2 - 2,99	P2	20
		3 - 4	P3	10
k = 10	5	< \$ 10x10 ⁶	C1	10
		10 - 14,99	C2	7,5
		15 - 19,99	C3	5
		>\$ 20x10 ⁶	C4	2,5

alguns critérios são não quantificáveis, parâmetros qualitativos são aplicados em escalas ordinais.

Os parâmetros usados nos critérios, sejam cardinais ou ordinais foram estimados a partir dos resultados obtidos com os modelos anteriores e a partir das informações contidas nos relatórios oficiais. A avaliação de cada alternativa com respeito a cada critério prossegue aplicando as técnicas ELECTRE I e II, descritas com detalhes em Goicoechea et al (1982).

Convém sublinhar que a utilização destas técnicas requer clara participação dos decisores - ver bases teóricas, capítulo IV. Mas, para efeito demonstrativo, adotou-se ao longo do processo de seleção preferências hipotéticas.

ELECTRE I

("Elimination and (et) Choice Translating Algorithm")

Essa metodologia, desenvolvida por Benayoun et al. (1966) and Roy (1971), tem sido aplicada recentemente em muitos problemas de recursos hídricos (David e Duckstein, 1976; Gershon et al 1982; Harris, 1991; Fricke et al, 1989).

O princípio conceitual do ELECTRE I resume-se em eliminar aquelas alternativas que não são preferidas pela maioria dos critérios adotados, dentro de níveis de aceitabilidade definidos.

Olhando para um subconjunto de alternativas não dominadas da tabela 5.5, na qual um certo nível de discordância pode ser aceito no relacionamento de dominância, fala-se que uma alternativa j é preferida à alternativa i ($i < j$) se j for superior à i a partir de quase todos os pontos de vistas ou critérios. O ponto para o qual os níveis de discordância são aceitos é indicado pelas informações vindas dos decisores. O procedimento de operação deste algoritmo segue nas próximas linhas.

Cada alternativa, i ou $j = 1, \dots, n$, é caracterizada por um conjunto de critérios ou ponto de vista, $c = 1 \dots, 10$. Para visualizar o método, 10 trajetórias com cinco nós cada uma, são definidas para representar cada alternativa por um nó, e cada preferência por uma seta direcionada para a alternativa de preferência. O relacionamento entre i e j é representado como segue adiante; particularmente para um dado critério:

$\xleftarrow{\hspace{1cm}}$
 $\xrightarrow{\hspace{1cm}}$
 j prefere à i: $i < j$; i e j equivalente, $i \neq j$

Desta maneira 10 trajetórias completas e transitivas são definidas, naturalmente uma para cada critério da tabela 5.5. O propósito do método é alcançar a síntese desses quinze pontos de vistas, ou 10 trajetórias (Roy, 1969). Roy denomina esse conjunto de trajetórias de relação outranking entre n alternativas⁴². A síntese para alcançar uma relação outranking desejada é feita através de um índice de concordância, $C(i,j)$, para denotar a frequência relativa ponderada de pontos de vistas, ou seja, percentagem ponderada de critérios onde alternativa j é preferida à i ; e através de um índice de discordância, $D(i,j)$, para indicar a fraqueza de pontos de vistas na maioria das discordâncias com a hipótese $i < j$. Em termos gerais, o procedimento fundamenta-se nos seguintes passos:

i-) cálculo do índice de concordância

Os critérios são divididos em classes de pesos. Os pesos dos critérios são determinados através de valores julgados pelos tomadores de decisões. O critério considerado mais importante recebe o peso mais alto; o próximo logo abaixo em importância recebe o próximo peso abaixo do mais alto. O índice de concordância entre duas alternativas i e j é a relação entre (1) os pesos atribuídos a cada critério onde a alternativa i é preferida à alternativa j ($i \rightarrow j$) e onde não há preferência entre elas ($\longleftrightarrow$) e (2) a soma total dos pesos atribuídos aos critérios. Sua definição fica expressa por⁴³:

$$c(i,j) = \frac{\sum_{k \in A(i,j)} w(k)}{\sum_k w(k)}; \quad \text{para } i \geq j$$

onde $w(k)$ é o peso dado ao critério k , $k = 1, 2, 3, 4, \dots, 10$, e $A(i,j)$ é o conjunto de todos critérios onde $i \geq j$. Nesta avaliação considera-se dez (10) classes de pesos, variando de 1 à 10 na escala

⁴² Para detalhes da definição de uma relação "outranking" deve-se consultar Roy (1971) e Goicoechea et al. (1982).

⁴³ Muitas vezes é conveniente apresentar o índice de concordância em uma matriz C , onde $c(i,j)$ é um elemento qualquer da matriz.

crescente de importância, de acordo com as perspectivas dos decisores (ver tabela 5.6).

ii-) cálculo do índice de discordância

Para se aplicar um índice de discordância, primeiro precisa-se definir um intervalo de escala comum para toda estrutura de avaliação da seleção, com o intuito de comparar as diferenças entre as apreciações, ou seja, para comparar o desconforto causado entre o pior e o melhor valor criterial para cada par de alternativas. Em outros campos do conhecimento, os intervalos de escalas são aplicados através de indicadores próprios, como em termodinâmica e acústica⁴⁴.

Um caminho simples para definir tal escala é fixar um certo número de pontos máximos para todos os critérios. Isso conduz a uma série de intervalos apresentada na tabela 5.6. A série de intervalos (1 - 100)⁴⁵ é escolhida como segue: a melhor posição deverá ser assinalada com o mais alto valor da série, 100, e a pior posição receberá o menor valor da série. No mundo real, o número de pontos para estimar estes extremos e os intervalos intermediários, dependem do nível de importância dado pelos decisores. Isto é, o mais alto ponto designa o maior desconforto possível quando o analista se move de um nível para o próximo (de cada critério). Com relação aos critérios qualitativos, o problema de aplicar uma série numérica para uma escala ordinal apresenta muitas dificuldades teóricas (Gerson et al., 1982). Assim, uma avaliação alfanumérica codificada foi imposta para estes critérios nos seus diversos níveis, como mostra a tabela 5.6. Igualmente, transformou-se em código os valores dos critérios ordinais nos seus vários níveis. Dentro desta compreensão, o índice de discordância pode ser expressado por:

$$d(i,j) = \max_{k \in \{1,k\}} [Z(j,k) - Z(i,k)] / R^*, \quad \text{ou seja,}$$

⁴⁴ Um tipo de questão a ser respondido pela Física, por exemplo, trata-se em comparar o desconforto causado por mudanças de temperaturas de 30^o a 40^o C com o desconforto causado por mudanças de ruídos de 95 a 100 decibéis.

⁴⁵ O número 100 ou outro qualquer não influencia a avaliação.

$$d(i,j) = \text{máximo intervalo onde } i < j / \text{ comprimento da maior escala (100)}$$

Desta maneira, o intervalo de discordância normalizado é calculado para cada critério onde a alternativa j é preferida a alternativa i , e o comprimento do intervalo de discordância normalizado desses critérios é definido como o coeficiente de discordância para alternativa i e j . Uma matriz D pode ser construída com os índices $d(i,j)$.

iii-) relação outranking

As condições de concordância e discordância são usadas, agora, para definir a relação outranking. Essa relação é, então transformada em uma composição gráfica, caracterizada pelos índices de concordância e discordância expressar por setas pertencentes ao gráfico. Especificamente, a alternativa i é preferida a alternativa j [isto é, uma seta (i,j) apareceria na composição gráfica] se somente se :

$$c(i,j) \geq p \quad (\text{condição de concordância mínima})$$

e

$$d(i,j) \leq q \quad (\text{condição de discordância máxima})$$

Com a relação outranking definida e o gráfico construído, o único passo restante é determinar o subconjunto de tabela 5.1 constituído pelas alternativas que são preferidas nas bases da relação outranking⁴⁶, tal que:

a-) cada alternativa do subconjunto mencionado não é posicionada em termos de preferência, mais alto que outra alternativa deste subconjunto;

b-) todo sistema que não seja do subconjunto mencionado é superado na hierarquia de preferência por pelo menos um sistema deste subconjunto.

⁴⁶ Este subconjunto se chama "Kernel". Ver definição em Roy (1971). Melhor compreensão na aplicação.

Os nós restantes (aquelas alternativas alternativas não pertencentes ao subconjunto) são eliminados a partir de novas considerações. Geralmente, a decifração deste subconjunto é insensível ao par de valores aceitáveis (p,q) .

O resultado do ELECTRE I é um gráfico de preferência que apresenta uma ordem hierárquica parcial das alternativas. O ELECTRE II (Goicichea et al., 1982) é, então, utilizado para obter uma ordem completa seguindo as preferências dos decisores.

ELECTRE II

O ELECTRE II não deixa ser uma extensão do ELECTRE I. Ele foi desenvolvido por Roy (1968, 1974, 1975) e Roy e Bertier (1971). Enquanto o ELECTRE I proporciona uma ordem parcial do conjunto de alternativas não dominadas, o ELECTRE II procura uma completa hierarquização destas alternativas. Essa tarefa se desdobra através da construção de um certo número de relações *outranking* baseada nas preferências dos tomadores de decisão. Assim, em contraste ao ELECTRE I, este algoritmo supõe existir múltiplos níveis de concordância e discordância que são especificados, dois dos quais, são utilizados para construir os extremos de relações *outranking*. Em outras palavras, são utilizados dois extremos de hierarquização das alternativas baseados nas preferências admitidas. Esses extremos são: (1) uma relação de hierarquização forte, R_F ; e (2) uma relação de hierarquização fraca, R_f . Elas são usadas para obter dois gráficos de hierarquização, e estes, por sua vez, permitem finalmente uma hierarquização completa.

O gráfico de forte hierarquização, G_F , resulta da aplicação de rígirosos valores limites de preferências, ou seja, os decisores são levados a seleccionar um alto nível de concordância e um baixo nível de discordância (p mais alto e q mais baixo). Para o gráfico de fraca hierarquização, G_f , estes valores limites se invertem. O gráfico G_F é definido pelo par (Y_F, V_F) e o G_f por (Y_f, V_f) , onde Y é o conjunto de alternativas (nós) e V é o conjunto de setas que mostram as preferências acerca das alternativas [Uma seta é direccionada do nó i ao nó j , se a alternativa i for preferida à alternativa j].

O procedimento de hierarquização forte pode ser descrito a

partir do conceito de classificação avante. Supondo $Y(k)$ um subconjunto de G_f onde $Y(0) = G_f$, o conjunto das melhores alternativas $A(k)$, o qual receberia a classificação ordinal avante $(k+1)$ -- (k corresponde ao número de interações), é selecionado usando o seguinte algoritmo:

1. fazer $k = 0$.
2. selecionar todos os nós de $Y(k)$ que não tenham nenhum precedente, i.é, as alternativas que não estão sendo superadas na hierarquia de preferência por nenhuma outra (*being outranked*). Supor D representar este conjunto.
3. Identificar todos os nós de D que estão relacionados através R_f , como mostra o gráfico G_f . Supor U representar esse conjunto.
4. Selecionar todos os nós de U que não tenham precedentes em G_f . Denotar esse conjunto como B .
5. Definir $A(k)$ como:

$$A(k) = (D - U) \cup B$$

onde, $D - U$ é o complemento relativo de U com respeito à U , i.é, $D - U = \{x : x \in D, x \notin U\}$.

6. Obter uma classificação para todo $x \in A(k)$ fazendo $\vartheta(x) = k+1$.
7. Fazer o conjunto $Y(k+1) = Y(k) - A(k)$.
8. Se $Y(k+1)$ é o conjunto vazio, pare. De outra maneira, fazer $k = k+1$ e retornar ao passo 2.

Para determinar a hierarquização fraca, é empregado o mesmo algoritmo. Entretanto, o procedimento transforma-se em uma classificação reversa, definida por três grandes passos:

1. Reverter as direções das setas em G_f e $G_{f'}$.
2. Obter uma classificação, $a(x)$, para cada alternativa x como foi feito para a hierarquização forte (substituir $a(x)$ por $\vartheta(x)$ no passo 6).
3. Reajustar o processo de classificação fazendo:

$$\vartheta'(x) = 1 + a_{\max} - a(x), \quad \forall x \in X$$

onde, X é o conjunto de todas as alternativas não dominadas e $a_{\max} = \max_{x \in X} a(x)$.

A hierarquização final, denotada por $\bar{\theta}$, é obtida pelo posicionamento de $\bar{\theta}$ entre θ e θ' . Esse caminho, sugerido por Roy e Bertier (1971) é para definir:

$$m(x) = \frac{\theta + \theta'}{2}, \quad \forall x \in X$$

e dessa forma posicionar em ordem decrescente os valores dados pela função média $m(x)$. Esse processo produz a classificação final $\bar{\theta}$.

Antes de apresentar a resolução e os resultados do procedimento analítico deste processo de seleção, chama-se atenção para as dificuldades existentes na determinação dos pesos utilizados no *ELECTRE* e em outros métodos que possuem interação com os decisores. Igualmente, há uma insegurança relacionada à subjetividade na medição ou mensuração dos parâmetros dos atributos que não possuem valores cardinais (numéricos), como aqueles ilustrados na tabela 5.6. O tempo e espaço não permitem uma descrição compreensiva destes problemas e das técnicas para amenizá-los. Para tanto, pode-se consultar Goicoechea et al (1982) e Hobbs (1979). Também, o trabalho de Harris (1992), estudado no contexto brasileiro, aponta uma proposta técnica interessante dirigida ao tratamento destes problemas.

Quanto a resolução do procedimento anteriormente descrito, ela pode ser facilitada com a utilização dos *softwares* *ELECTRE I* e *ELECTRE II* (Goicoechea et al., 1982).

Supondo que os decisores na arena política especificassem $p \geq 0.66$ e $q \leq 0.4$; isto é, $c(i, j) \geq 0.66$ e $d(i, j) \leq 0.4$. Com isso, o gráfico de preferência -- relação *outranking* -- pode ser agora construído a partir das respostas do *software*. Essas respostas formam um conjunto de índices (i, j) -- setas -- que simultaneamente satisfaz o requerimento para p e q especificados. Estes índices são:

$$(2, 3), (X1, 4) \text{ e } (5, 6)$$

O gráfico correspondente aos índices apresenta-se como na figura 5.10. A decifração do subconjunto dessa relação -- *kernel* --

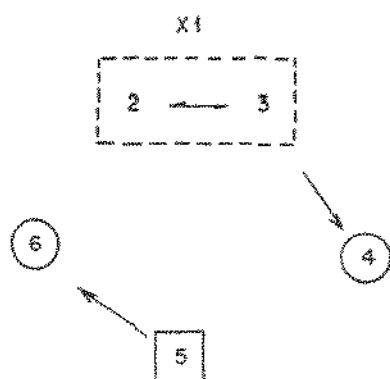


Figura 5.10
Gráfico resultante da aplicação do ELECTRE

também é fornecida pelo software . Ele constitui-se pelos nós X1 e 5 do gráfico da figura 5.10. No anexo 3 observa-se estas informações no arquivo de saída do ELECTRE I. A análise dos resultados encontra-se na última seção do presente capítulo. Para antecipar, uma óbvia análise de sensibilidade, mudando p e q , torna-se imprescindível para observar os efeitos sobre a solução (gráfico) corrente.

Alcançado a redução do conjunto das alternativas não dominadas, o software ELECTRE II pode ser agora utilizado para uma nova avaliação visando a organização hierárquica do subconjunto obtido.

Novos cálculos dos índices de concordância e discordância são feitos para três alternativas. Estuda-se com os decisores os limites de preferências para p^* , p^0 e p^- , q^* e q^0 e os gráficos de hierarquização forte e fraco podem assim ser construídos. Supor os respectivos valores : 0,7; 0,6 e 0,5; 0,2 e 0,4.

O resultado do processamento pode ser visto a partir da classificação final $\overline{\varphi} [m(x)]$:

ALTERNATIVA	$\downarrow$	POSIÇÃO
$m(2)$	$=$	2
$m(3)$	$=$	1
$m(5)$	$=$	3

Com o término do procedimento analítico de identificação e seleção, coloca-se agora a discussão geral das informações e dos resultados alcançados com os métodos e modelos utilizados para se chegar à classificação acima.

(5) Discussão das Informações Obtidas

As informações obtidas com o procedimento anterior, conduzido de forma simplificada, satisfará o objetivo deste capítulo com uma breve discussão de seus resultados. Não se tem a intenção neste trabalho pela análise do Caso em si, mas sim no cruzamento de tais informações com as considerações fundamentadas no estudo crítico-constructivo que se procurou empreender neste e nos outros capítulos. De qualquer forma, se a presente análise não esgota o Caso, em virtude das limitações impostas (entre elas estão a abrangência espacial da hidrografia e os próprios fatores condicionantes), ela deixa registrados pontos de reflexões para se enfrentar os problemas da Bacia do Rio Jaguaribe e consequentemente dos projetos correlatos, tais como a Barragem Castanhão⁴⁷.

Para iniciar a discussão, retoma-se a compreensão do passo de identificação de alternativas. Os resultados da tabela 5.3 representam uma síntese de diversos arquivos de saída tal como aquele apresentado no anexo 1. Observando este anexo, torna-se mais fácil verificar as variações das variáveis de decisões que estão relacionadas às demandas dos subsetores (irrigação, exportação, energia, etc.). São nada mais do que as metas a serem atendidas com uma oferta pré-estabelecida. Uma verificação atenta destas variações e

⁴⁷ A experiência adquirida nos anos sessenta e setenta com as missões estrangeiras no planejamento das principais Bacias do Nordeste foi interrompida depois de 1980. Isso acontece, justamente, quando os recursos financeiros, em menor monta, se dirigem não mais aos planos, mas diretamente para projetos básicos e executivos. Os recursos assim encaminhados, esbarram em problemas, como na ausência de políticas de barramentos e de alocação de áreas para irrigação, muitas vezes não definidas nos planos. Estes problemas passaram a alimentar um processo decisório historicamente arcaico. Certamente, sem querer encobrir as anomalias políticas da cultura administrativa brasileira, a falta de maturidade na organização e nos métodos de planejamento e análise constitui uma das razões básicas destes problemas.

acompanhando simultaneamente a figura 5.3 (sistema), percebe-se a forma de como se dão as relações físicas (das águas desviadas - metas) no espaço. Aqui, também, tem-se uma primeira idéia da ordem de grandeza das variáveis de decisões relacionadas às dimensões dos projetos dos subsetores.

A curva de transformação entre os critérios de maximização do benefício líquido anual e minimização da capacidade do reservatório foi justamente construída para mostrar a grandeza das variações das dimensões (e metas correspondentes), bem como seus efeitos sobre os objetivos econômico e ambiental (indiretamente). Sem cuidados técnicos detalhados, a análise *trade-off* (hipotética) pelos decisores fornece seis alternativas. Neste nível de simplificação, parece fácil para os decisores uma apresentação de *trade-offs* através da figura 5.5. Contudo, se a realidade exigir prioridades por algum propósito de aproveitamento hídrico, p.ex., irrigação, ou mesmo priorizar outros objetivos fundamentais, como a economia regional do Baixo Jaguaribe (menos água para exportação), ou ainda, se os decisores solicitam análise de sensibilidade (ex. novas taxas de juros), os planejadores teriam que construir um sistema de *display* com barras, tabelas, quadros, etc. para organizar de forma clara as informações obtidas.

Na passagem pela simulação, entre muitos aspectos para discutir, há um mais relevante: o nível de confiabilidade no sistema planejado para o atendimento das metas, e por conseguinte, os impactos nos benefícios econômicos decorrentes da escassez. Os aspectos, como as incertezas na área de política-econômica e sócio-econômica, devem ser discutidos com metodologias auxiliares, como a utilizada por Pessoa e Galinho (1988).

Na análise de simulação, a busca por configurações com maior benefício líquido e alta confiabilidade, é conduzida mais pelo analista do que pelo algoritmo tal como empregado. A rigor, para verificar os resultados expostos, seria preciso seguir estes passos: primeiro, cada configuração dada pela fase de identificação deve ser simulada para avaliar a *performance* (como feito); segundo, os resultados passam por um discussão, e várias modificações no modelo de identificação são feitas; terceiro, novas configurações não inferiores são geradas, e depois, novamente simuladas. O processo iterativo para, quando o melhor nível de confiabilidade torna-se aceito.

Em geral, dois tipos de modificações podem ser feitos para

se alcançar um nível satisfatório de confiabilidade: (1) aumento da capacidade do(s) reservatório(s), a qual permite elevar as vazões regularizadas e desta maneira reduzir as perdas de curto-prazo (mas os custos do(s) reservatório(s) aumentam); (2) diminuição dos projetos, tais como área irrigada ou capacidade de exportação. Isto decresce as perdas de curto-prazo à custa da redução dos benefícios de longo-prazo. Assim chega-se aos melhores níveis de confiabilidade possível.

Na fase de seleção, o resultado da aplicação do ELECTRE I com $p = 0.66$ e $q = 0.40$, constitui o gráfico da figura 5.10. Obviamente, com outros valores de p e q (análise de sensibilidade), ou outros pesos e escalas apontados pelos decisores, encontraria-se resultados diferentes. Observando o anexo 3, muitos resultados alternativos estão presentes para o subconjunto reduzido que se deseja, com direntes p e q . Contudo, apartir de uma análise de sensibilidade, as configurações 2, 3 e 5 tendem a ficar no subconjunto desejado para hierarquização pelo ELECTRE II.

Para encerrar este tópico da dissertação, cabe esclarecer um aspecto relevante desta (mesmo incompleta) e de qualquer outra análise de plano que se venha desenvolver. Não deveria haver um interesse imediato pelos resultados, mas pela forma de como eles poderiam ser organizados para permitir reproduções de relações físicas, econômicas, sociais e ambientais que caracterizam o desenvolvimento dos sistemas hídricos. O objetivo fundamental seria construir um procedimento didático -- auxílio tático -- para iluminar a discussão de uma prospectiva amplamente participativa, democrática e plurarista, tendo esta como função, determinar até que ponto as características de um plano corresponde aos padrões e critérios da utilização (dos recursos) de melhor compromisso entre os diversos objetivos da sociedade.

Sendo assim, se a arena onde acontece os embates em torno da prospectiva é essencialmente política, este Caso, além de ter sido um exemplo para demonstrar fatores limitantes na utilização dos métodos e modelos analítico-rationais, bem que prestaria, também, de quadro ilustrativo da forma anacrônica de como o procedimento analítico tradicional (análise benefício-custo e EIA) encaminha para o processo decisório o debate da prospectiva. Talvez, por sua pobreza na organização das relações físicas, econômicas, sociais e ambientais que

se interagem espacialmente e temporalmente, os planejadores e decisores passam a valorizar os seus resultados numéricos. Infelizmente, por falta de "espaço e de tempo" não caberia verificar as características do processo decisório do Caso Castanhão auxiliado pelo procedimento convencional.

No próximo capítulo, retoma-se para conclusão a questão da função dos métodos e modelos do paradigma analítico-racional, que de alguma forma ainda encontra-se dispersa ao longo deste e dos outros pontos da dissertação.

Conclusões

O estudo que vem-se concluir permite vislumbrar formas diferenciadas de como as tomadas de decisões em recursos hídricos podem ser analisadas, e de como elas foram feitas até o momento no cenário institucional brasileiro. Certo que trata-se aqui de uma perspectiva limitada pelo paradigma analítico-racional. Haveria, então, a necessidade de ampliar, em conexão com o capítulo II, a compreensão global do processo decisório, abrangendo o plano sócio-político. Finaliza-se o texto com uma tentativa de fazer compreender os aspectos mais gerais deste processo. Antes, torna-se relevante retornar, de forma conclusiva, às considerações -- dispersas nos capítulos anteriores -- sobre a função dos métodos e modelos nas ações de planejar e gerenciar.

As Funções dos Métodos e Modelos Específicos

O planejamento e análise da tomada de decisões em recursos hídricos é um processo complexo. É difícil manter-se informado sobre numerosas informações na análise de um grande número de planos/projetos alternativos. Os procedimentos analíticos constam da compreensão da estrutura para organizar e documentar um maior número de relações possíveis existentes entre recursos -- ou fatores de produção -- e seus "valores" que estão envolvidos no desenvolvimento dos recursos hídricos. Estes recursos estão, na sua maioria, presentes nos meios físico, biótico e antrópico de um espaço hidrográfico da região geográfica; e os de interesse imediato são a água, a terra e o capital⁴⁸.

Há a necessidade, portanto, de métodos específicos formais

⁴⁸De forma diferente da economia clássica, seria conveniente destacar no planejamento regional a água dos outros meios de produção que estão associado à categoria terra (capítulo III).

(mas não rígidos) que complementem a análise da grande parte quantitativa do processo da tomada de decisões, e traduza o caráter temporal e espacial do planejamento.

O paradigma analítico-racional revela uma enorme quantidade de métodos e modelos, desde aqueles vistos no Capítulo IV, até os presentes nos EIAs e nas análises econômicas neoclássicas. A dificuldade em usar as últimas compilações residem no fato de seus métodos e modelos serem aplicados frequentemente em problemas específicos, e adequarem-se a um contexto estreito de planejamento e análise de decisões. O que está em discussão é um contexto multidimensional de planejamento (Sachs, 1986b), e os modelos multicriteriais são os que mais se aproximam dos novos conceitos de desenvolvimento dos recursos hídricos.

O processo de planejamento e análise da tomada de decisões é compreendido por diferentes passos e estágios de refinamento e níveis de estudo⁴⁹, definidos por procedimentos gerais. Um modelo específico formal necessita considerar as variações na qualidade dos dados e nas decisões, mas não precisa ser matemático por natureza. Preferivelmente, ele necessita somente organizar e manter-se informado sobre os numerosos passos das análises e do processo de decisões, de maneira que seja consistente e que possa ser reproduzido.

Deve-se compreender que o uso de métodos e modelos não é o substituto para a tomada de decisões e não é para ser considerado uma empreitada puramente racional-objetivo e determinista⁵⁰. O planejamento e seu processo de tomada de decisões são inerentemente políticos porque eles alocam vantagens ("benefícios") e desvantagens ("custos") para diferentes grupos sociais. Como consequência, as análises são baseadas em valores subjetivos.

Os modelos e métodos de planejamento, aqueles relacionados

⁴⁹ No Brasil existe uma confusão no emprego de denominações técnicas nos níveis de estudo de planos e projetos. Os termos com uso correto são "projeto básico" e "projeto executivo". Mas quando se utiliza termos em planejamento abrangente, confunde-se "plano diretor" com "estudo de viabilidade" e costuma-se empregar o termo "plano diretor" em projetos isolados, sem definição espacial e temporal (entre outras incoerências).

⁵⁰ Melhor relacionar este ponto com o conceito de racionalidade objetiva situado na próxima seção.

às explorações de informações básicas⁵¹, e os de análises quantitativas e qualitativas de decisões devem ser vistos simplesmente como um mecanismo para organização e reprodução, preferível à apresentação como proporcionadores de respostas ou soluções (fatos). Eles são instrumentos de uma organização administrativa para auxiliar processo decisório a decidir entre diversas alternativas de desenvolvimento, e têm uma função pedagógica para ajudar as pessoas a pensar.

Mas toda a função pedagógica destes métodos e modelos específicos, só teria sentido na realidade brasileira, como o capítulo V exemplificou, se pré-requisitos estruturais e uma série de determinantes teóricos e práticos da abordagem multicriterial fossem considerados pela política de recursos hídricos, pela pesquisa acadêmica brasileira e pelos agentes públicos e privados envolvidos nas atividades de planejamento e análise de planos. Nas entrelinhas destes mesmos fatores surge a exigência de ações interdisciplinares para tais métodos e modelos cumprirem as funções descritas.

Outro determinante, ligado às ações interdisciplinares, é a política de formação de recursos humanos. Eles estão sendo formados em disciplinas desarticuladas. Sachs (1986a) ilustra bem a necessidade de uma reforma desta política : " Ainda que permanecendo afeito a uma disciplina, o especialista deve ter formação polivalente e adquirir o sentido do procedimento globalizante, do vai-e-vem entre a realidade complexa e o modelo unidisciplinar. Não nos confundamos: esse procedimento não consiste em justapor os elementos recolhidos pelos diferentes especialistas. A história global não é a soma das histórias parciais [...] ".

Considerações Finais

Parece oportuno dedicar a finalização desta pesquisa a algumas considerações relativas ao segmento que foi no passado e continua sendo um dos entraves do desenvolvimento dos recursos

⁵¹ São aquelas técnicas relacionadas à exploração de informações dos estudos de diagnósticos e de geração de "inputs" para os métodos e modelos de análise de decisões. Exemplos são os modelos hidrológicos, hidrogeológicos, ecológicos e os métodos de pesquisa sócio-econômica.

hídricos do Brasil: O procedimento de encaminhar as tomadas de decisões. Na verdade, o próprio levantamento bibliográfico das informações relevantes, a exploração crítica destas e a formulação de medidas de intervenção adequada na administração pública do setor e sub-setores, estão a depender do progresso que se logre alcançar em termos de compreensão da natureza do problema e das várias formas de enfrentá-lo.

Como registrou-se no Capítulo III, as tomadas de decisões figuram na história em uma estrutura institucional complexa e difusa. Recentemente, as propostas de reformas procuraram evoluir de uma concepção institucional desarticulada para uma integrada e com novos conceitos de instrumentação administrativa.

A concepção mais recente, que teve sua formulação inicial mais elaborada no final dos anos oitenta, nos planos estaduais de recursos hídricos, não cessou desde então de ser enriquecida e complementada com novas especificações que se traduziram, ultimamente, nas versões sucessivamente aperfeiçoada das propostas para a Política Nacional de Recursos Hídricos.

De uma forma geral, as proposta existentes, diferem basicamente, na questão da descentralização versus centralização⁵². Sem dúvida alguma, os condicionantes institucionais direcionam os passos seguintes das intervenções que se desejam no setor de recursos hídricos, principalmente quanto a concepção de um novo processo decisório que não desconsidere a estrutura de poder vigente.

A despeito dos conhecimentos provindos das reflexões associadas às reformas institucionais, não se pode presentemente deixar de destacar o resultado desencorajante do rosário de fatores e

⁵²Essa decisão pode influenciar sobremaneira a definição de procedimentos de análise de decisões nos planos de regiões hidrográficas. Alguns estudiosos da questão descentralização x centralização, chamam atenção para qualquer proposta de descentralização, como neste caso, que envolve água e ocupação do território, não pode passar ao largo dos determinantes gerais que definem o caráter da evolução histórica das políticas territoriais no Brasil (Da Costa, 1989). Neste ponto, o viés da consciência ambientalista não garante, sozinha, o sucesso de uma ampla descentralização. Por que ela é global, dificilmente de ser incorporada em curto prazo nas tradições políticas-culturais entre o homem, terra e água, exigirá grandes cuidados do planejamento central na definição dos procedimentos democráticos de tomada de decisões.

condições, de obstáculos e requisitos implícitos nesta "concepção integrada dos recursos hídricos". O impacto destas reformas, poderia, muito pelo contrário, suscitar sérias dúvidas sobre a possibilidade de solução do problema de como se toma decisões no setor.

Realmente, a experiência passada, por um lado, e, por outro, as próprias dimensões políticas, legais, econômicas, sociais e ambientais dos problemas do desenvolvimento dos recursos hídricos, são de natureza a tornar ilusória qualquer alternativa de alcançar uma solução definitiva do problema somente com reformas institucionais -- intervenções políticas de curto prazo.

Por esta razão, em lugar de elaborar uma crítica dos aspectos institucionais do problema enfatizado, parece mais oportuno explorar, a título de conclusão, uma concepção (complementar às mudanças institucionais) de soluções específicas diferenciadas que parece mais apropriada à natureza do fenômeno da tomada de decisões -- intervenções políticas de médio e de longo prazo.

Com efeito, como Sachs (1986b) demonstrou em todo desenrolar da sua proposta de desenvolvimento, o planejamento e suas correspondentes tomadas de decisões - ações, se manifestam, de fato, de forma altamente diferenciadas em suas várias dimensões (política, legal, econômica, social e ambiental):

a-) diferenciações ao nível espacial e temporal de seus efeitos ;

b-) diferenciações ao nível dos agentes produtivos afetados, caso dos grandes (sub-setores privados e dos serviços públicos) e pequenos usuários diretamente ligados aos mananciais ;

c-) diferenciações ao nível da categoria social da população impactada (ao nível da dimensão cultural, ética e religiosa) ;

d-) diferenciações ao nível das categorias ambientais impactadas.

Diferenciadas em suas manifestações, o planejamento e as tomadas de decisões teriam de ser encaminhados também através de procedimentos (ou metodologias) diferenciados, no sentido amplo, geral.

Um conjunto de procedimentos gerais disponíveis para concepção de um planejamento e um processo de tomada de decisões visando o desenvolvimento do setor de recursos hídricos, pode se caracterizar perfeitamente a partir de dois critérios principais, proporcionando duas formas de classificação: segundo a natureza dos problemas específicos que surgem para a sociedade e segundo a própria maneira -- no contexto de uma oportunidade histórica -- para resolver tais problemas. Na primeira classificação, encontra-se os métodos descritivos dos problemas. A classificação de acordo com o segundo critério, é voltada para determinação de metodologias gerais que se definem no campo da filosofia e das ciências sociais para estudar as ações no processo decisório. Situa-se aqui a concepção da metodologia analítico-racional, com os seus conceitos de objetivos (valores), critérios, e alternativas (fatos), situados no capítulo II e postos para reflexão no capítulo III. Outras metodologias que devem compor procedimentos gerais, acham-se na abordagem weberiana, uma premissa analítica da conduta das ações políticas no processo decisório (Weber, 1986).

Procedimentos com visões (metodologias) diferenciadas de planejamento, proporcionaria, talvez, respostas para questões sociais contemporâneas sem soluções. Por exemplo, Weber (1992) aponta para a volta do racionalismo humanístico, onde o motor propulsor seria a construção de uma ética que consiga tirar o homem do ostracismo caracterizado pelo impulso de simplesmente acumular, consumir e externalizar. Convencionou-se denominar este impulso de desenvolvimento econômico-social. Mas não seria lógico perguntar para que esse "progresso" ? E ainda, o que é bem-estar ? Nesta perspectiva, não se deveria aprofundar aqueles conceitos colocados no capítulo III? Portanto, é importante ir além do paradigma analítico-racional, mesmo o considerando uma estrutura unificada das racionalidades, pois o racionalismo⁵³, tal como se apresenta para o homem contemporâneo --

⁵³ O racionalismo é a doutrina segundo a qual o universo da percepção, da experiênciada e da ação (decisão) pode ser conhecido mediante o pensamento da razão, sem a necessidade de recorrer às emoções, intuições, ou formas de conhecimento extra-sensuais. Para o pensamento weberiano, isto não significa simplesmente acomodar os meios aos fins (objetivos), como faz o método científico (é a razão iluminista). Deve-se ir além, perseguindo a mudança da conduta do

como instrumento puramente científico, tem seus próprios limites de resposta para certas questões da sociedade. Um exemplo: com definir qualidade de vida em bases puramente científicas? Qualidade de vida como objetivo em planejamento não implica, também, avaliar parâmetros estudados por sistemas fisóficis alternativos (Horkheimer, 1976)⁵⁴.

Convém destacar, que a escolha do grau em que se aplicaria na concepção de procedimentos gerais -- para o desenvolvimento dos recursos hídricos -- cada um das metodologias diferenciadas, existentes ou não, constitui um problema de pesquisa e vontade política para discussão e ação democráticas.

Uma perspectiva analítica assim construída conduz todos à lapidação do recurso da prospectiva a partir de muitas dimensões, permitindo: (1) relacionar meios aos fins últimos (verdadeiros objetivos), e estes aos fatos que se deseja; (2) enriquecer, como instrumento pedagógico, os debates públicos dos futuros possíveis de planos e projetos.

Neste sentido, uma reestruturação do conhecimento já adquirido em recursos hídricos torna-se relevante. Muito precisa ser feito para superar as dificuldades e graves controvérsias. A humildade em reconhecer erros e caminhos não muito bem traçados, possibilitará virar a própria mesa de cabeça erguida, posicionando as disciplinas do

homem no uso destes meios. O "utilitarismo" e o "individualismo" como conduta deste século deixa de questionar os fins últimos (os "porques") para valorizar os fins meios (acumular por acumular). Cada um tem sua ética, valores sem padrão. Lembrar que em planejamento não é apenas uma questão de se propor educação, mas colocar para a prospectiva os aspectos inerentes à outras dimensões das ações, como a religião e a filosofia. O debate prospectivo ambientalista e seu conceito de "entrelaçamento", segundo Kurz (1993), poderia "indicar um caminho para dissolver o conceito iluminista da razão". No entanto, falta à este debate até agora quase todo avanço crítico filosófico. Ele ainda está preso às ciências naturais, à razão subjetiva.

⁵⁴ Para Horkheimer, a qualidade de vida deveria constituir um dos fins últimos de toda atividade humana. Sim é assim, a visão positivista do paradigma analítico-racional não atende este objetivo. Sua linha filosófica fundamenta-se na racionalidade subjetiva, formalizada, mecanizada e fragmentada. Horkheimer aponta uma saída difícil na busca dos fins últimos; prega o retorno à razão objetiva, aquela que pode evitar "a diferença entre a corroboração pelos fatos que ele (o pensamento positivista) prediz e pelas etapas de investigação de que pode necessitar [...] ". As etapas de investigação submergiu no conceito de verificação. "A dimensão do passado, absorvida pelo futuro, foi expulsa da lógica."

conhecimento em seus devidos lugares no âmbito da organização administrativa.

É por esta razão, que o presente trabalho, mesmo correndo o risco de perder alguns, ou mesmo, muitos pontos particulares e sem prentender esgotar um tema tão complexo, tenta chamar a atenção dos profissionais de planejamento para a função dos métodos específicos situados em um amplo contexto de procedimentos gerais.

A finalidade última é contribuir, com um mínimo que seja, para se evitar que o avanço do pensamento neste setor público não ocorra pelas avessas. As palavras do Professor de Filosofia Frank H. Knight, da Universidade Chicago, ilustra bem a situação : "... Um humorista que já foi popular neste país (EUA) formulou o meu "princípio" favorito em educação : Não é a ingnorância que causa maior dano, mas saber tanta coisa pelas avessas".

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE FILHO, M.G. *Modelo de otimização para o uso múltiplo da água do Rio São Francisco*. Campinas, São Paulo, FEE-UNICAMP. Tese de Mestrado - Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Caminas, 1986.
- ANDRADE, M.C. *Espaço, polarização e desenvolvimento: a teoria dos pólos de desenvolvimento e a realidade nordestina*. São Paulo: Brasiliense, 1973, 125p.
- ARANHA, C.H. *Planejamento do controle de inundações: critérios para aplicação da análise benefício-custo na definição de medidas corretivas e preventivas*. São Paulo: USP. Dissertação de Mestrado -- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1981.
- BEARD, L. Flood control operation of reservoirs. *Journal of Hydraulics Division*, v. 89, n. 1, p. 1-23, Jan., 1963.
- BELL, D. KEENEY, RAIFFA, H., *Conflicting objectives in decisions*. New York - Toronto. A Wiley Interscience Publication, IIASA, Jonh W. & Sons, 1977.
- BERMANN, C. *Os limites dos aproveitamentos energéticos para fins elétricos: uma análise política da questão energética e de suas repercussões sócio-ambientais no Brasil*. Campinas, FEM-UNICAMP. Tese de Doutorado, 033/91 -- Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1991.
- BIANCHI, L. *Avaliação ponderal de impactos ambientais (APIA)*. Fortaleza: SIRAC, 1989, 12p.
- BRAGA, B.P.F., Barbosa, P.S.F. Hydropower and flood control trade-offs in a multireservoir system. *Energy Sources*, London, v. 14, p. 43-49, 1992.

- BRANCO, C. *Energia elétrica e o capital estrangeiro no Brasil*. São Paulo: Alfa Omega, 1975, 136p.
- BROMLEY, R., BUSTELO, E. *Política versus técnica no planejamento*. São Paulo: Brasiliense/UNICEF, 1982.
- BODINAUX, P. Barragens : controle da água, menosprezo dos custos. *Courrier international*, Paris, n. 75, 9 - 15, abril (trad.), 1992.
- BORGES, C. Castanhão no banco dos réus - V. *Editora Tribuna do Ceará (Opinião)*, Fortaleza, 16/12, 1992.
- CAVALCANTE, R.A., VASCONCELOS, C. *Desigualdades de renda e políticas de desenvolvimento regional no Brasil*. Rio: Ministério do Planejamento e Coord. Geral, IPEA/IPLAN, 1972.
- CAMPONERA, D. *Water resources policy administration e legislation*. Brasília: UNDP/FAO -- São Francisco Valley Project BRA /74/008, 1978. 28p.
- CAMPOS, J.N.B. A questão do Açude Castanhão: teses e antíteses. *Revista ASTEF*, p.75 -78, Fortaleza, 1991.
- CEARÁ (Estado). *Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará*. Fortaleza: Secretaria de Recursos Hídricos, 1991.
- CICCHETTI, C.J., DAVIS, R., HANKE, S., HAVEMAN, R. Evaluating federal water projects: a critique of proposed standards, *Science*, v.181, p. 723 - 728, 1973.
- CEPAL. *Manual de proyectos de desarrollo económico*. México - D.F : CEPAL/AAT, 1958.
- CEPAL. Los recursos hídricos de América Latina e del Caribe: planificación, desastres naturales e contaminación. *Informes*, Santiago: n. 75, 1990.

- CEPAL/ILPES/PNUMA. *La dimensión ambiental en la planificación del desarrollo*. Buenos Aires: Ed. GEL, Colección Estudios Políticos y Sociales, 1986.
- CERQUEIRA, J. C. *Política de recursos hídricos: instrumento de mudança*. São Paulo: EDUSP, 1988.
- CHONCONG, V., HAIMES, Y. *Multiobjective decision making: theory and methodology*. New York-North-Holand: Academic Press Inc., 1983.
- COHON, J.L., *Multiobjective programming and planning*. New York: Academic Press Inc., 1978.
- COHON, J. L., MARKS, D.H. A review and evaluation of multiobjective programming techniques. *Water Resources Research*, v. 11, n. 2, p. 208 - 220, 1975.
- CONYERS, D., Hills, P. *An introduction to development planning in the Third World*. Chichester/New York/Brisbane/Toronto/Singapore: John Wiley & Sons, 1983.
- DIESING, P. *Reason in society*. Urbana: Univ. of Illinois Press, 1962.
- DUCKSTEIN, L., OPROCOVIC, S. Multiobjective optimization in river basin development. *Water Resources Research*, v. 16, n. 1, p. 14 - 20, 1980.
- FIERING, M.B. *Stream Synthesis*. Cambrigde : Harvad University Press, 1967.
- FIERING, M.B, HUFSCMIDT, M. *Techniques of Simulation*. Cambrige : Harvard University Press, 1966.
- FRICKE, G.T., NOUR, E.A.A., SINGER, E.M. *Análise multicriterial da bacia do Rio Piracicaba através das metodologias ELECTRE I e ELECTRE II*. In: 15º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e

- Ambiental, 1989, Belém-PA.
- FURTADO, C. *O mito do desenvolvimento econômico*. Rio de Janeiro: Ed. Paz e Terra S.A, 1974, 117p.
- GALTUNG, J., O'BRIEN, P., PREISWERK, R. *Self - reliance: a strategy for development*. Genova: Inst. for Development Studies, 1980.
- GERSHON, M., DUCKSTEIN, L., McANIFF, R. Multiobjective river basin planning with qualitative criteria. *Water Resources Research*, v. 18, n. 2, p. 193 - 202, Apr., 1982.
- GERSHON, M., DUCKSTEIN, L. Multiobjective approaches to river basin planning. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v. 109, n. 1, p. 13 - 27, 1983.
- GOICOECHEA, A., HANSEN, D., DUKSTEIN, L. *Introduction to multiobjective analysis with engineering and business application*. New York: John Wiley, 1982.
- HARRIS, V. *Seleção de sítios potenciais para implantação de usinas reversíveis através da análise multicriterial*. Campinas, FEC -- UNICAMP. Dissertação de Mestrado -- Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 1992.
- HIRSCHAMAN, A.O. *Brazil's Northeast*. New York: Jorneys Tward Progress, Doubleday & Co., 1965.
- HOBBS, B. Discussion on multiobjective approaches to river basin planning. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v. 109 n. 3, p. 134 - 135, 1983.
- HOBBS, B.F, CHANKONG, V., HAMADEH, W. Does choice of multicriteria method matter? An experiment in water resources planning. *Water Resources Research*, v. 28, n. 7, 1767 - 1779, 1992.
- HOBBS, B. F., STAKHIV, E., and GRAYMAN, W. Impact assesment: theory,

- practice and needs. *J. Water Resources Planning and Mang.*, v. 115, n. 1, p. 2 - 22, 1989.
- HOLANDA, N. *Elaboração e avaliação de projetos*. Rio de Janeiro: APEC, 1969.
- HOLLICK, M. The role of quantitative decision-making methods in environmental impact assessment. *Journal of Environmental Manag.*, v. 12, p. 65-78, 1981
- HORKHEIMER, M. *Eclipse da razão*. Rio de Janeiro: Editorial Labor do Brasil S.A, 1976, 173p.
- INGRAM, H. The changing decision rules in the politics of water development. *Water Resour. Bull.* v. 8, n. 6, p. 1177 - 1188, 1972.
- KAUFMAN, A. *A ciência da tomada de decisão*. Rio: Ed. Zahas, 1980, 156 p.
- KELMAN, J. *Cheias e aproveitamentos hidroelétricos*. Rio de Janeiro, UFRJ. Tese para concurso de Professor Titular - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1983.
- KELMAN, J. Dificuldades na implantação de obras de uso múltiplo. *Boletim informativo*, n. 36, ABRH, jan./fev., 1989.
- KEENEY, R., WOOD, E. An illustrative example of the use of multiattribute utility theory for water resources planning. *Water Resources Research*, 13(4), 705 - 712, 1977.
- KURZ, R. *O colapso da modernização: da derrocada do socialismo de caserna à crise da economia mundial*. São Paulo: Paz e Terra, 1993, 224p.
- LAHLOU, M. *Development of an alternative evaluation and selection methodology for development and environmental remediation projects*. Oklahoma - Norman: University of Oklahoma, 1991.

- LEE, T., PLAZA, C. Las grandes presas: expresión concreta de un estilo de desarrollo. In: G. Sunkel y N. Gligo. *Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina*. Mexico : F. de Cultura, 1981.
- LORD, W. B. Evolutionary perspective on social values. In: W. Viessman, Jr. and K. E. Schilling. *Social and enviromental objectives in water resources planning and management*. New York : ASCE, 1986, p. 1-11.
- LOUCKS, D. *Planning for multiple goals*. In: *Economy - Wide models and development planning*. London: Oxford Univ. Press, 1975, p. 213-233.
- LOWI, T.J. American business, public policy: case studies and political theory. *World Politics*, v. 16, n. 4, p. 677 - 715, 1964.
- LUNDQUIST, J., LOHN, U., FALKENMARK, M. *Strategies for river basin management: environmental integration of land and water in a river basin*. Dordrecht/Boston: D. Reidel Publishing Company, 1985, 337 p.
- MAASS, A., HUFSCHMIDT, M., DORFMAN, R., THOMAS, H., MARGLIN, S., and FAIR, G. *Design of water resources systems*. Cambridge - Ma.: Harvard University Press, 1962.
- MAASS, A. Benefit-cost : its relevance to public expenditure decisions. *Quarteterly J. of Economics*, LXXX, p. 208 - 226, 1966.
- MAGLIO, I. C. A Política ambiental e o desenvolvimento. *Resvista Ambiental*, v. 1, n. 5, p. 41-46, 1991.
- MACÊDO, H. Represas terão função reguladora. *Jornal O Povo*, 10/5, Fortaleza, 1989.
- MAJOR, D.C. Benefit-cost ratios for projects in multiple objective investment programs. *Water Resources Reseach*, v. 5, n. 5, p. 1174 - 1178, 1969.

- MAJOR, D.C. LENTON, R.L. *Applied water resources systems planning*.
New Jersey: Prentice-Hall Series in Enviromental Sciences, 1979.
- MANHEIM, M.L. Reaching decisions about technological projects
with social consequences : a normative model. *J. Aapl. Systems
Anal.*, v. 5, p. 3 -13, 1976.
- MARGLIN, S. *Public investment criteria: benefit-cost analysis for
planned economic growth*. London: George Allen & Unwin LTD, 1967,
102 p.
- MARIEN, J.L. Controllability conditions for reservoir flood control
systems with applications. *Water Resources Research*, v. 20 n. 11, p.
1477 - 1488, 1984.
- MARKS, D., COHON, J.L. *An application of linear programming to the
preliminary analysis of river basin alternatives*. In: *Studies in
linear programming*. Amsterdam : North - Holland Publ., p. 251 - 273,
1975.
- MYRDAL, G. *Causas y naturaleza del desarrollo*. Caracas, 1973.
- NUCCI, N.L.R. *Planejamento do aproveitamento múltiplo de recursos
hídricos*. São Paulo: notas de aulas - PHD 720, EDUSP, 1980.
- OCDE. *Management of water project: decision-making and investment
appraisal*. Paris: OCDE, 1985, 254p.
- PALMER, R.N., LUND, J.R. Multiobjective analysis with subjective
Information. *Journal of Water Resources Planning and Management*,
v. 111 n. 4, p. 399 - 414, 1985.
- PEREIRA, R.C. *A questão do planejamento de recursos hídricos com
vistas à sua múltipla utilização e conservação*. In: *Anais do V
Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem*, 1981, Salvador.
- PESSOA, D., GALINHO, O. *Transposição do Rio São Francisco: a dimensão*

- socio-econômica. Recife: Massangana, F. Joaquim Nabuco, 1989.
- POMPEU, T.S. *História das secas*. Fortaleza - Ce : Coleção Inst. do Ceará, Monog. nº 23, 2ª vol., 1953.
- PRISCOLI, D. Group process techniques. In: W. Viessman, Jr. and K. E. Schilling. *Social and enviromental objectives in water resources planning and management*. New York : ASCE, 1986, p. 154 - 168.
- ROY, B. Problems and methods with multiple objective functions. *Math. Progr.*, 1 (2), 239 - 266, 1971.
- SACHS, I. *Espaços, tempos e estratégias do desenvolvimento*. São Paulo: Vértice, 1986 a.
- SACHS, I. *Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir*. São Paulo: Vértice, 1986 b.
- SÃO PAULO (Estado). *Plano Estadual de Recursos Hídricos: Primeiro Plano do Estado de São Paulo*. São Paulo: DAEE, 1990.
- SIMON, H. A. *Administrative Behaviour*. New York: The Free Press, 1957.
- SCET/SIRAC. *Plano Diretor do Baixo São Francisco*. Fortaleza: SUDENE, 14 v., 1974
- STAKHIV, E. Z. Enviromental analysis in water resources planning. In: W. O. Wunderlich and J. E. Prins. *Water resources development in perspective*. Rotterdam - Netherland : A. A. Balkema Publishers, p. 441 - 452, 1987.
- SUDENE/SIRAC. *Caráter e efeitos da seca nordestina de 1970*. Recife: SUDENE, 1973
- SUDENE. *A Problemática e a política da terra e água no Nordeste*. Recife: SUDENE, Série Projeto Nordeste, 1985.

- SUDENE/ASMIC. *Estudo geral de base Vale do Jaguaribe: Política das águas*. Paris: ASMIC, v. VIII, 1967.
- TAUK, S. M. *Análise ambiental: Uma visão multidisciplinar*. São Paulo: UNESP-FAPESP, 1991.
- TEIXEIRA, A.C. *O desenvolvimento dos recursos hídricos : as dimensões econômica, social e ambiental do planejamento*. Campinas: Projeto de Pesquisa, Instituto de Economia - UNICAMP, 1993.
- THAMPAPILLAI, D., SINDEI, J.A. Trade-offs for multiple objective planning through linear programming. *Water Resources Research*, v. 15 n. 2, p. 1028 - 1034, 1979.
- VEDULA, S., ROGERS, P. Multiobjective analysis of irrigation planning river basin development. *Water Resources Research*, v. 17 n. 5 , p. 1304 - 1310, 1981.
- UNIDO. *Guidelines for project evaluation*. New York : United Nations Industrial Development Organization, 1972.
- UNITED NATIONS. *River basin development: policies and planning*. New York/Budapest: Proc. UN Interregional Seminar, Water Series No. 6, 1976.
- UNITED NATIONS. *Water resources planing: experiencies in a national and regional context*. New York: TCD/SEM.8011, 1980.
- WEBER, M. *A ética protestante e o espírito do capitalismo*. São Paulo: Livraria Pioneira, 7a. ed., 1992, 233p.
- WEBER, M. *O Cientista e o político*. São Paulo: Pioneira, 3a. ed., 1986, 153p.
- WILDAVSKY, A. The political economy of efficiency: cost-benefit analysis, systems analysis and program budgenting. *Public*

Administration Review, v. 26, p. 292 - 310, 1966.

WILDAVSKY, A. Aesthetic power or the triumph of the sensitive minority over the vulgar mass: a political analysis of the new economics. *Daedalus*, v. 96 n.4, p. 1115 - 1128, 1967.

WORLD BANK. *Water supply and sanitation projects: the Bank's experience*. Washington: Oper. Eval. Dep., the World Bank, Rep. 10789, 137, p. 1967 - 1989, June 19, 1992.

YEH, W. W-G., BECKER, L. Multiobjective analysis of multireservoir operations. *Water Resources Research*, v. 18 n. 5, p. 1326 - 1336, 1982.

Anexo 1 - Exemplo de um out-put para o
modelo de identificação de
alternativas - Screening.

=====

SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER .COLUMN. STATE ...ACTIVITY... .OBJ GRADIENT. ..LOWER LIMIT. ..UPPER LIMIT. REDUCED
GRADNT M+J

1	V(1,1)	BS	810.42838	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1109
2	V(1,2)	BS	722.12728	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1110
3	V(1,3)	BS	629.82934	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1111
4	V(1,4)	BS	979.92762	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1112
5	V(1,5)	BS	2489.10200	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1113
6	V(1,6)	BS	2489.10200	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1114
7	V(1,7)	BS	2452.75435	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1115
8	V(1,8)	BS	2327.05190	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1116
9	V(1,9)	BS	2133.32268	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1117
10	V(1,10)	BS	1940.27815	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1118
11	V(1,11)	BS	1750.72073	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1119
12	V(1,12)	BS	1569.83191	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1120
13	V(1,13)	BS	1396.05738	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1121
14	V(1,14)	BS	1250.42362	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1122
15	V(1,15)	BS	1313.85911	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1123
16	V(1,16)	BS	1193.21544	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1124
17	V(1,17)	BS	1236.83199	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1125
18	V(1,18)	BS	1172.44470	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1126
19	V(1,19)	BS	1077.37562	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1127
20	V(1,20)	BS	973.79352	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1128
21	V(1,21)	BS	824.16546	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1129
22	V(1,22)	BS	677.80363	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1130
23	V(1,23)	BS	534.53700	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1131
24	V(1,24)	BS	408.02812	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1132
25	V(1,25)	BS	284.11517	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1133
26	V(1,26)	BS	200.16754	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1134
27	V(1,27)	BS	132.79607	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1135
28	V(1,28)	BS	77.96788	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1136
29	V(1,29)	BS	218.87402	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1137
30	V(1,30)	BS	445.80895	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1138
31	V(1,31)	BS	685.60972	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1139
32	V(1,32)	BS	598.00679	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1140
33	V(1,33)	BS	481.75855	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1141
34	V(1,34)	BS	362.19881	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1142
35	V(1,35)	BS	236.56410	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1143
36	V(1,36)	BS	115.86783	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1144
37	V(1,37)	LL	0.00000	0.00000	0.00000	NONE	-1464.41842	1145
38	V(1,38)	BS	16.29860	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1146
39	V(1,39)	BS	210.16532	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1147
40	V(1,40)	BS	1512.24092	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1148
41	V(1,41)	BS	1642.05632	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1149
42	V(1,42)	BS	1709.80177	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1150
43	V(1,43)	BS	1727.06758	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1151
44	V(1,44)	BS	1628.35511	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1152
45	V(1,45)	BS	1456.10369	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1153
46	V(1,46)	BS	1287.20783	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1154
47	V(1,47)	BS	1121.59636	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1155
48	V(1,48)	BS	963.29694	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1156
49	VF1	BS	810.42838	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1157
50	VE	BS	2610.89800	0.00516	0.00000	NONE	0.00000	1158
51	CAP1	UL	5100.00000	-0.00780	0.00000	5100.00000	974.41725	1159

52	R(1,1)	BS	33.79375	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1160
53	R(1,2)	BS	33.22959	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1161
54	R(1,3)	BS	32.63990	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1162
55	R(1,4)	BS	61.30235	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1163
56	R(1,5)	BS	61.22056	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1164
57	R(1,6)	BS	44.51883	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1165
58	R(1,7)	BS	44.28660	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1166
59	R(1,8)	BS	43.48349	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1167
60	R(1,9)	BS	42.24575	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1168
61	R(1,10)	BS	41.01238	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1169
62	R(1,11)	BS	39.80129	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1170
63	R(1,12)	BS	38.64559	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1171
64	R(1,13)	BS	37.53534	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1172
65	R(1,14)	BS	36.60489	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1173
66	R(1,15)	BS	37.01018	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1174
67	R(1,16)	BS	36.23938	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1175
68	R(1,17)	BS	36.51805	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1176
69	R(1,18)	BS	36.10668	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1177
70	R(1,19)	BS	35.49928	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1178
71	R(1,20)	BS	34.83749	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1179
72	R(1,21)	BS	33.88152	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1180
73	R(1,22)	BS	32.94641	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1181
74	R(1,23)	BS	27.85787	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1182
75	R(1,24)	BS	28.71066	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1183
76	R(1,25)	BS	26.86294	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1184
77	R(1,26)	BS	21.27980	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1185
78	R(1,27)	BS	19.13782	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1186
79	R(1,28)	BS	3.90863	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1187
80	R(1,29)	BS	16.22584	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1188
81	R(1,30)	BS	8.07472	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1189
82	R(1,31)	BS	29.69113	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1190
83	R(1,32)	BS	24.44670	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1191
84	R(1,33)	BS	26.01015	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1192
85	R(1,34)	BS	28.56853	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1193
86	R(1,35)	BS	27.85787	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1194
87	R(1,36)	BS	28.71066	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1195
88	R(1,37)	BS	28.61591	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1196
89	R(1,38)	BS	28.72004	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1197
90	R(1,39)	BS	29.95866	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1198
91	R(1,40)	BS	38.27764	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1199
92	R(1,41)	BS	39.10704	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1200
93	R(1,42)	BS	39.53986	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1201
94	R(1,43)	BS	39.65017	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1202
95	R(1,44)	BS	39.01950	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1203
96	R(1,45)	BS	37.91898	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1204
97	R(1,46)	BS	36.83990	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1205
98	R(1,47)	BS	35.78181	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1206
99	R(1,48)	BS	34.77043	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1207
100	EX(3,1)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1208
101	EX(3,2)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1209
102	EX(3,3)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1210
103	EX(3,4)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1211
104	EX(3,5)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1212
105	EX(3,6)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1213
106	EX(3,7)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1214
107	EX(3,8)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1215
108	EX(3,9)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1216
109	EX(3,10)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1217

110	EX(3,11)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1218
111	EX(3,12)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1219
112	EX(3,13)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1220
113	EX(3,14)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1221
114	EX(3,15)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1222
115	EX(3,16)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1223
116	EX(3,17)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1224
117	EX(3,18)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1225
118	EX(3,19)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1226
119	EX(3,20)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1227
120	EX(3,21)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1228
121	EX(3,22)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1229
122	EX(3,23)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1230
123	EX(3,24)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1231
124	EX(3,25)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1232
125	EX(3,26)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1233
126	EX(3,27)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1234
127	EX(3,28)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1235
128	EX(3,29)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1236
129	EX(3,30)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1237
130	EX(3,31)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1238
131	EX(3,32)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1239
132	EX(3,33)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1240
133	EX(3,34)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1241
134	EX(3,35)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1242
135	EX(3,36)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1243
136	EX(3,37)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1244
137	EX(3,38)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1245
138	EX(3,39)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1246
139	EX(3,40)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1247
140	EX(3,41)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1248
141	EX(3,42)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1249
142	EX(3,43)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1250
143	EX(3,44)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1251
144	EX(3,45)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1252
145	EX(3,46)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1253
146	EX(3,47)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1254
147	EX(3,48)	BS	11.00000	99512.40000	6.00000	NONE	0.00000	1255
148	D(2,1)	BS	6.14010	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1256
149	D(2,2)	BS	4.87310	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1257
150	D(2,3)	BS	4.38579	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1258
151	D(2,4)	BS	4.09340	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1259
152	D(2,5)	BS	3.89848	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1260
153	D(2,6)	BS	1.90051	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1261
154	D(2,7)	BS	4.61320	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1262
155	D(2,8)	BS	5.58782	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1263
156	D(2,9)	BS	5.94518	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1264
157	D(2,10)	BS	6.52995	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1265
158	D(2,11)	BS	6.36751	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1266
159	D(2,12)	BS	6.56244	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1267
160	D(2,13)	BS	6.14010	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1268
161	D(2,14)	BS	4.87310	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1269
162	D(2,15)	BS	4.38579	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1270
163	D(2,16)	BS	4.09340	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1271
164	D(2,17)	BS	3.89848	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1272
165	D(2,18)	BS	1.90051	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1273
166	D(2,19)	BS	4.61320	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1274
167	D(2,20)	BS	5.55127	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1275

168	D(2,21)	BS	5.94518	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1276
169	D(2,22)	BS	6.52995	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1277
170	D(2,23)	BS	6.36751	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1278
171	D(2,24)	BS	6.56244	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1279
172	D(2,25)	BS	6.14010	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1280
173	D(2,26)	BS	4.87310	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1281
174	D(2,27)	BS	4.38579	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1282
175	D(2,28)	BS	4.09340	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1283
176	D(2,29)	BS	3.89848	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1284
177	D(2,30)	BS	1.90051	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1285
178	D(2,31)	BS	4.61320	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1286
179	D(2,32)	BS	5.58782	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1287
180	D(2,33)	BS	5.94518	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1288
181	D(2,34)	BS	6.52995	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1289
182	D(2,35)	BS	6.36751	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1290
183	D(2,36)	BS	6.56244	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1291
184	D(2,37)	BS	6.14010	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1292
185	D(2,38)	BS	4.87310	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1293
186	D(2,39)	BS	4.38579	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1294
187	D(2,40)	BS	4.09340	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1295
188	D(2,41)	BS	3.89848	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1296
189	D(2,42)	BS	1.90051	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1297
190	D(2,43)	BS	4.61320	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1298
191	D(2,44)	BS	5.58782	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1299
192	D(2,45)	BS	5.94518	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1300
193	D(2,46)	BS	6.52995	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1301
194	D(2,47)	BS	6.36751	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1302
195	D(2,48)	BS	6.56244	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1303
196	A(1,1)	BS	28.87829	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1304
197	A(1,2)	BS	28.39620	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1305
198	A(1,3)	BS	27.89228	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1306
199	A(1,4)	BS	29.80371	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1307
200	A(1,5)	BS	38.04336	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1308
201	A(1,6)	BS	38.04336	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1309
202	A(1,7)	BS	37.84491	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1310
203	A(1,8)	BS	37.15861	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1311
204	A(1,9)	BS	36.10091	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1312
205	A(1,10)	BS	35.04694	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1313
206	A(1,11)	BS	34.01202	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1314
207	A(1,12)	BS	33.02442	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1315
208	A(1,13)	BS	32.07566	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1316
209	A(1,14)	BS	31.28054	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1317
210	A(1,15)	BS	31.62688	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1318
211	A(1,16)	BS	30.96820	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1319
212	A(1,17)	BS	31.20633	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1320
213	A(1,18)	BS	30.85480	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1321
214	A(1,19)	BS	30.33575	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1322
215	A(1,20)	BS	29.77022	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1323
216	A(1,21)	BS	28.95329	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1324
217	A(1,22)	BS	28.15420	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1325
218	A(1,23)	BS	27.37201	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1326
219	A(1,24)	BS	26.68131	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1327
220	A(1,25)	BS	26.00478	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1328
221	A(1,26)	BS	25.54645	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1329
222	A(1,27)	BS	25.17862	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1330
223	A(1,28)	BS	24.87927	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1331
224	A(1,29)	BS	25.64858	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1332
225	A(1,30)	BS	26.88758	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1333

226	A(1,31)	BS	28.19682	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1334
227	A(1,32)	BS	27.71853	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1335
228	A(1,33)	BS	27.08385	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1336
229	A(1,34)	BS	26.43109	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1337
230	A(1,35)	BS	25.74516	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1338
231	A(1,36)	BS	25.08620	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1339
232	A(1,37)	BS	24.45359	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1340
233	A(1,38)	BS	24.54258	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1341
234	A(1,39)	BS	25.60103	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1342
235	A(1,40)	BS	32.70999	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1343
236	A(1,41)	BS	33.41874	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1344
237	A(1,42)	BS	33.78861	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1345
238	A(1,43)	BS	33.88288	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1346
239	A(1,44)	BS	33.34393	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1347
240	A(1,45)	BS	32.40349	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1348
241	A(1,46)	BS	31.48137	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1349
242	A(1,47)	BS	30.57718	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1350
243	A(1,48)	BS	29.71291	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1351
244	P(1,1)	BS	7306.20845	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1352
245	P(1,2)	BS	7184.23761	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1353
246	P(1,3)	BS	7056.74592	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1354
247	P(1,4)	BS	7540.33876	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1355
248	P(1,5)	BS	9624.97033	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1356
249	P(1,6)	BS	9624.97033	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1357
250	P(1,7)	BS	9574.76311	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1358
251	P(1,8)	BS	9401.12956	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1359
252	P(1,9)	BS	9133.53023	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1360
253	P(1,10)	BS	8866.87668	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1361
254	P(1,11)	BS	8605.03988	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1362
255	P(1,12)	BS	8355.17707	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1363
256	P(1,13)	BS	8115.14128	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1364
257	P(1,14)	BS	7913.97651	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1365
258	P(1,15)	BS	8001.60032	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1366
259	P(1,16)	BS	7834.95450	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1367
260	P(1,17)	BS	7895.20230	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1368
261	P(1,18)	BS	7806.26375	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1369
262	P(1,19)	BS	7674.94427	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1370
263	P(1,20)	BS	7531.86570	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1371
264	P(1,21)	BS	7325.18357	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1372
265	P(1,22)	BS	7123.01310	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1373
266	P(1,23)	BS	6022.87107	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1374
267	P(1,24)	BS	6207.24467	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1375
268	P(1,25)	BS	5807.76853	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1376
269	P(1,26)	BS	4600.69210	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1377
270	P(1,27)	BS	4137.59609	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1378
271	P(1,28)	BS	845.04569	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1379
272	P(1,29)	BS	3508.02608	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1380
273	P(1,30)	BS	1745.75464	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1381
274	P(1,31)	BS	6419.22167	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1382
275	P(1,32)	BS	5285.37665	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1383
276	P(1,33)	BS	5623.39492	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1384
277	P(1,34)	BS	6176.51574	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1385
278	P(1,35)	BS	6022.87107	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1386
279	P(1,36)	BS	6207.24467	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1387
280	P(1,37)	BS	6186.75890	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1388
281	P(1,38)	BS	6209.27225	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1389
282	P(1,39)	BS	6477.06151	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1390
283	P(1,40)	BS	8275.62630	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1391

284	P(1,41)	BS	8454.94109	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1392
285	P(1,42)	BS	8548.51828	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1393
286	P(1,43)	BS	8572.36764	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1394
287	P(1,44)	BS	8436.01552	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1395
288	P(1,45)	BS	8198.08361	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1396
289	P(1,46)	BS	7964.78675	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1397
290	P(1,47)	BS	7736.02663	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1398
291	P(1,48)	BS	7517.36671	24.84000	0.00000	NONE	0.00000	1399
292	H1	BS	38.35872	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1400
293	Amin	BS	12.68112	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1401
294	Amax	BS	38.04336	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1402
295	AI(1,1)	BS	8865.55063	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1403
296	AI(1,2)	BS	8272.76272	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1404
297	AI(1,3)	BS	7653.14301	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1405
298	AI(1,4)	BS	10003.44244	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1406
299	AI(1,5)	BS	20134.91668	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1407
300	AI(1,6)	BS	20134.91668	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1408
301	AI(1,7)	BS	19890.90562	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1409
302	AI(1,8)	BS	19047.03283	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1410
303	AI(1,9)	BS	17746.47895	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1411
304	AI(1,10)	BS	16450.52159	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1412
305	AI(1,11)	BS	15177.97406	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1413
306	AI(1,12)	BS	13943.80641	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1414
307	AI(1,13)	BS	12797.02813	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1415
308	AI(1,14)	BS	11819.35144	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1416
309	AI(1,15)	BS	12245.21011	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1417
310	AI(1,16)	BS	11435.29823	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1418
311	AI(1,17)	BS	11728.10732	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1419
312	AI(1,18)	BS	11295.85891	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1420
313	AI(1,19)	BS	10657.63585	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1421
314	AI(1,20)	BS	9962.26270	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1422
315	AI(1,21)	BS	8957.77121	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1423
316	AI(1,22)	BS	7975.20673	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1424
317	AI(1,23)	BS	7013.42116	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1425
318	AI(1,24)	BS	6164.13461	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1426
319	AI(1,25)	BS	5332.27525	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1427
320	AI(1,26)	BS	4768.71329	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1428
321	AI(1,27)	BS	4316.43137	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1429
322	AI(1,28)	BS	3948.35566	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1430
323	AI(1,29)	BS	4894.29467	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1431
324	AI(1,30)	BS	6417.76697	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1432
325	AI(1,31)	BS	8027.61099	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1433
326	AI(1,32)	BS	7439.51012	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1434
327	AI(1,33)	BS	6659.10590	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1435
328	AI(1,34)	BS	5856.47073	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1436
329	AI(1,35)	BS	5013.05272	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1437
330	AI(1,36)	BS	4202.78772	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1438
331	AI(1,37)	BS	3424.93732	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1439
332	AI(1,38)	BS	3534.35398	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1440
333	AI(1,39)	BS	4835.83097	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1441
334	AI(1,40)	BS	13576.99801	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1442
335	AI(1,41)	BS	14448.48207	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1443
336	AI(1,42)	BS	14903.27462	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1444
337	AI(1,43)	BS	15019.18440	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1445
338	AI(1,44)	BS	14356.50228	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1446
339	AI(1,45)	BS	13200.13440	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1447
340	AI(1,46)	BS	12066.29325	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1448
341	AI(1,47)	BS	10954.50097	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1449

342	AI(1,48)	BS	9894.17349	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1450
343	TO(1,1)	BS	172.87824	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1451
344	TO(1,2)	BS	161.31887	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1452
345	TO(1,3)	BS	149.23629	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1453
346	TO(1,4)	BS	195.06713	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1454
347	TO(1,5)	BS	392.63088	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1455
348	TO(1,6)	BS	392.63088	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1456
349	TO(1,7)	BS	387.87266	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1457
350	TO(1,8)	BS	371.41714	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1458
351	TO(1,9)	BS	346.05634	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1459
352	TO(1,10)	BS	320.78517	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1460
353	TO(1,11)	BS	295.97049	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1461
354	TO(1,12)	BS	271.90423	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1462
355	TO(1,13)	BS	249.54205	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1463
356	TO(1,14)	BS	230.47735	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1464
357	TO(1,15)	BS	238.78160	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1465
358	TO(1,16)	BS	222.98832	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1466
359	TO(1,17)	BS	228.69809	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1467
360	TO(1,18)	BS	220.26925	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1468
361	TO(1,19)	BS	207.82390	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1469
362	TO(1,20)	BS	194.26412	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1470
363	TO(1,21)	BS	174.67654	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1471
364	TO(1,22)	BS	155.51653	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1472
365	TO(1,23)	BS	136.76171	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1473
366	TO(1,24)	BS	120.20062	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1474
367	TO(1,25)	BS	103.97937	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1475
368	TO(1,26)	BS	92.98991	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1476
369	TO(1,27)	BS	84.17041	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1477
370	TO(1,28)	BS	76.99294	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1478
371	TO(1,29)	BS	95.43875	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1479
372	TO(1,30)	BS	125.14646	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1480
373	TO(1,31)	BS	156.53841	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1481
374	TO(1,32)	BS	145.07045	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1482
375	TO(1,33)	BS	129.85257	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1483
376	TO(1,34)	BS	114.20118	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1484
377	TO(1,35)	BS	97.75453	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1485
378	TO(1,36)	BS	81.95436	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1486
379	TO(1,37)	BS	66.78628	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1487
380	TO(1,38)	BS	68.91990	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1488
381	TO(1,39)	BS	94.29870	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1489
382	TO(1,40)	BS	264.75146	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1490
383	TO(1,41)	BS	281.74540	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1491
384	TO(1,42)	BS	290.61386	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1492
385	TO(1,43)	BS	292.87410	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1493
386	TO(1,44)	BS	279.95179	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1494
387	TO(1,45)	BS	257.40262	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1495
388	TO(1,46)	BS	235.29272	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1496
389	TO(1,47)	BS	213.61277	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1497
390	TO(1,48)	BS	192.93638	162.50000	0.00000	NONE	0.00000	1498
391	CTOI	BS	392.63088	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1499
392	IR(2,1)	BS	12.09600	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1500
393	IR(2,2)	BS	9.60000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1501
394	IR(2,3)	BS	8.64000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1502
395	IR(2,4)	BS	8.06400	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1503
396	IR(2,5)	BS	7.68000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1504
397	IR(2,6)	BS	3.74400	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1505
398	IR(2,7)	BS	9.08800	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1506
399	IR(2,8)	BS	11.00800	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1507

400	IR(2,9)	BS	11.71200	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1508
401	IR(2,10)	BS	12.86400	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1509
402	IR(2,11)	BS	12.54400	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1510
403	IR(2,12)	BS	12.92800	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1511
404	IR(2,13)	BS	12.09600	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1512
405	IR(2,14)	BS	9.60000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1513
406	IR(2,15)	BS	8.64000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1514
407	IR(2,16)	BS	8.06400	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1515
408	IR(2,17)	BS	7.68000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1516
409	IR(2,18)	BS	3.74400	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1517
410	IR(2,19)	BS	9.08800	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1518
411	IR(2,20)	BS	10.93600	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1519
412	IR(2,21)	BS	11.71200	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1520
413	IR(2,22)	BS	12.86400	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1521
414	IR(2,23)	BS	12.54400	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1522
415	IR(2,24)	BS	12.92800	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1523
416	IR(2,25)	BS	12.09600	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1524
417	IR(2,26)	BS	9.60000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1525
418	IR(2,27)	BS	8.64000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1526
419	IR(2,28)	BS	8.06400	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1527
420	IR(2,29)	BS	7.68000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1528
421	IR(2,30)	BS	3.74400	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1529
422	IR(2,31)	BS	9.08800	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1530
423	IR(2,32)	BS	11.00800	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1531
424	IR(2,33)	BS	11.71200	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1532
425	IR(2,34)	BS	12.86400	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1533
426	IR(2,35)	BS	12.54400	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1534
427	IR(2,36)	BS	12.92800	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1535
428	IR(2,37)	BS	12.09600	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1536
429	IR(2,38)	BS	9.60000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1537
430	IR(2,39)	BS	8.64000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1538
431	IR(2,40)	BS	8.06400	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1539
432	IR(2,41)	BS	7.68000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1540
433	IR(2,42)	BS	3.74400	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1541
434	IR(2,43)	BS	9.08800	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1542
435	IR(2,44)	BS	11.00800	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1543
436	IR(2,45)	BS	11.71200	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1544
437	IR(2,46)	BS	12.86400	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1545
438	IR(2,47)	BS	12.54400	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1546
439	IR(2,48)	BS	12.92800	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1547
440	SU(2,1)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1548
441	SU(2,2)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1549
442	SU(2,3)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1550
443	SU(2,4)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1551
444	SU(2,5)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1552
445	SU(2,6)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1553
446	SU(2,7)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1554
447	SU(2,8)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1555
448	SU(2,9)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1556
449	SU(2,10)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1557
450	SU(2,11)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1558
451	SU(2,12)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1559
452	SU(2,13)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1560
453	SU(2,14)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1561
454	SU(2,15)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1562
455	SU(2,16)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1563
456	SU(2,17)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1564
457	SU(2,18)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1565

458	SU(2,19)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1566
459	SU(2,20)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1567
460	SU(2,21)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1568
461	SU(2,22)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1569
462	SU(2,23)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1570
463	SU(2,24)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1571
464	SU(2,25)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1572
465	SU(2,26)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1573
466	SU(2,27)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1574
467	SU(2,28)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1575
468	SU(2,29)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1576
469	SU(2,30)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1577
470	SU(2,31)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1578
471	SU(2,32)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1579
472	SU(2,33)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1580
473	SU(2,34)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1581
474	SU(2,35)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1582
475	SU(2,36)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1583
476	SU(2,37)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1584
477	SU(2,38)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1585
478	SU(2,39)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1586
479	SU(2,40)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1587
480	SU(2,41)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1588
481	SU(2,42)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1589
482	SU(2,43)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1590
483	SU(2,44)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1591
484	SU(2,45)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1592
485	SU(2,46)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1593
486	SU(2,47)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1594
487	SU(2,48)	BS	8000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1595
488	SUp2	UL	8000.00000	2033.60000	0.00000	8000.00000	1917.66953	1596
489	EXcap	UL	11.00000	0.00000	0.00000	11.00000	4595461.05511	1597
490	D(4,1)	BS	7.67513	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1598
491	D(4,2)	BS	6.09137	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1599
492	D(4,3)	BS	5.48223	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1600
493	D(4,4)	BS	5.11675	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1601
494	D(4,5)	BS	4.87310	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1602
495	D(4,6)	BS	2.37563	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1603
496	D(4,7)	BS	5.76650	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1604
497	D(4,8)	BS	6.98477	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1605
498	D(4,9)	BS	7.43147	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1606
499	D(4,10)	BS	8.16244	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1607
500	D(4,11)	BS	7.95939	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1608
501	D(4,12)	BS	8.20305	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1609
502	D(4,13)	BS	7.67513	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1610
503	D(4,14)	BS	6.09137	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1611
504	D(4,15)	BS	5.48223	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1612
505	D(4,16)	BS	5.11675	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1613
506	D(4,17)	BS	4.87310	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1614
507	D(4,18)	BS	2.37563	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1615
508	D(4,19)	BS	5.76650	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1616
509	D(4,20)	BS	6.98477	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1617
510	D(4,21)	BS	7.43147	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1618
511	D(4,22)	BS	8.16244	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1619
512	D(4,23)	BS	7.95939	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1620
513	D(4,24)	BS	8.20305	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1621
514	D(4,25)	BS	7.67513	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1622
515	D(4,26)	BS	6.09137	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1623

516	D(4,27)	BS	5.48223	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1624
517	D(4,28)	BS	5.11675	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1625
518	D(4,29)	BS	4.87310	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1626
519	D(4,30)	BS	2.37563	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1627
520	D(4,31)	BS	5.76650	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1628
521	D(4,32)	BS	6.98477	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1629
522	D(4,33)	BS	7.43147	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1630
523	D(4,34)	BS	8.16244	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1631
524	D(4,35)	BS	7.95939	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1632
525	D(4,36)	BS	8.20305	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1633
526	D(4,37)	BS	7.67513	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1634
527	D(4,38)	BS	6.09137	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1635
528	D(4,39)	BS	5.48223	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1636
529	D(4,40)	BS	5.11675	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1637
530	D(4,41)	BS	4.87310	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1638
531	D(4,42)	BS	2.37563	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1639
532	D(4,43)	BS	5.76650	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1640
533	D(4,44)	BS	6.98477	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1641
534	D(4,45)	BS	7.43147	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1642
535	D(4,46)	BS	8.16244	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1643
536	D(4,47)	BS	7.95939	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1644
537	D(4,48)	BS	8.20305	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1645
538	IR(4,1)	BS	15.12000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1646
539	IR(4,2)	BS	12.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1647
540	IR(4,3)	BS	10.80000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1648
541	IR(4,4)	BS	10.08000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1649
542	IR(4,5)	BS	9.60000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1650
543	IR(4,6)	BS	4.68000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1651
544	IR(4,7)	BS	11.36000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1652
545	IR(4,8)	BS	13.76000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1653
546	IR(4,9)	BS	14.64000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1654
547	IR(4,10)	BS	16.08000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1655
548	IR(4,11)	BS	15.68000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1656
549	IR(4,12)	BS	16.16000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1657
550	IR(4,13)	BS	15.12000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1658
551	IR(4,14)	BS	12.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1659
552	IR(4,15)	BS	10.80000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1660
553	IR(4,16)	BS	10.08000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1661
554	IR(4,17)	BS	9.60000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1662
555	IR(4,18)	BS	4.68000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1663
556	IR(4,19)	BS	11.36000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1664
557	IR(4,20)	BS	13.76000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1665
558	IR(4,21)	BS	14.64000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1666
559	IR(4,22)	BS	16.08000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1667
560	IR(4,23)	BS	15.68000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1668
561	IR(4,24)	BS	16.16000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1669
562	IR(4,25)	BS	15.12000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1670
563	IR(4,26)	BS	12.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1671
564	IR(4,27)	BS	10.80000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1672
565	IR(4,28)	BS	10.08000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1673
566	IR(4,29)	BS	9.60000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1674
567	IR(4,30)	BS	4.68000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1675
568	IR(4,31)	BS	11.36000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1676
569	IR(4,32)	BS	13.76000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1677
570	IR(4,33)	BS	14.64000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1678
571	IR(4,34)	BS	16.08000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1679
572	IR(4,35)	BS	15.68000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1680
573	IR(4,36)	BS	16.16000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1681

574	IR(4,37)	BS	15.12000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1682
575	IR(4,38)	BS	12.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1683
576	IR(4,39)	BS	10.80000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1684
577	IR(4,40)	BS	10.08000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1685
578	IR(4,41)	BS	9.60000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1686
579	IR(4,42)	BS	4.68000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1687
580	IR(4,43)	BS	11.36000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1688
581	IR(4,44)	BS	13.76000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1689
582	IR(4,45)	BS	14.64000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1690
583	IR(4,46)	BS	16.08000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1691
584	IR(4,47)	BS	15.68000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1692
585	IR(4,48)	BS	16.16000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1693
586	SU(4,1)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1694
587	SU(4,2)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1695
588	SU(4,3)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1696
589	SU(4,4)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1697
590	SU(4,5)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1698
591	SU(4,6)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1699
592	SU(4,7)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1700
593	SU(4,8)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1701
594	SU(4,9)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1702
595	SU(4,10)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1703
596	SU(4,11)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1704
597	SU(4,12)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1705
598	SU(4,13)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1706
599	SU(4,14)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1707
600	SU(4,15)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1708
601	SU(4,16)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1709
602	SU(4,17)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1710
603	SU(4,18)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1711
604	SU(4,19)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1712
605	SU(4,20)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1713
606	SU(4,21)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1714
607	SU(4,22)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1715
608	SU(4,23)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1716
609	SU(4,24)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1717
610	SU(4,25)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1718
611	SU(4,26)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1719
612	SU(4,27)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1720
613	SU(4,28)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1721
614	SU(4,29)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1722
615	SU(4,30)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1723
616	SU(4,31)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1724
617	SU(4,32)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1725
618	SU(4,33)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1726
619	SU(4,34)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1727
620	SU(4,35)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1728
621	SU(4,36)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1729
622	SU(4,37)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1730
623	SU(4,38)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1731
624	SU(4,39)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1732
625	SU(4,40)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1733
626	SU(4,41)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1734
627	SU(4,42)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1735
628	SU(4,43)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1736
629	SU(4,44)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1737
630	SU(4,45)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1738
631	SU(4,46)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1739

632	SU(4,47)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1740
633	SU(4,48)	BS	10000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1741
634	SUp4	UL	10000.00000	2033.60000	0.00000	10000.00000	2032.64325	1742
635	D(5,1)	BS	19.18782	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1743
636	D(5,2)	BS	15.22843	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1744
637	D(5,3)	BS	13.70558	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1745
638	D(5,4)	BS	12.79188	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1746
639	D(5,5)	BS	12.18274	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1747
640	D(5,6)	BS	5.93909	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1748
641	D(5,7)	BS	14.41624	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1749
642	D(5,8)	BS	17.46193	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1750
643	D(5,9)	BS	18.57868	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1751
644	D(5,10)	BS	20.40609	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1752
645	D(5,11)	BS	19.89848	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1753
646	D(5,12)	BS	20.50761	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1754
647	D(5,13)	BS	19.18782	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1755
648	D(5,14)	BS	15.22843	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1756
649	D(5,15)	BS	13.70558	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1757
650	D(5,16)	BS	12.79188	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1758
651	D(5,17)	BS	12.18274	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1759
652	D(5,18)	BS	5.93909	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1760
653	D(5,19)	BS	14.41624	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1761
654	D(5,20)	BS	17.46193	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1762
655	D(5,21)	BS	18.57868	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1763
656	D(5,22)	BS	20.40609	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1764
657	D(5,23)	BS	19.89848	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1765
658	D(5,24)	BS	20.50761	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1766
659	D(5,25)	BS	19.18782	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1767
660	D(5,26)	BS	15.22843	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1768
661	D(5,27)	BS	13.70558	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1769
662	D(5,28)	BS	12.79188	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1770
663	D(5,29)	BS	12.18274	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1771
664	D(5,30)	BS	5.93909	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1772
665	D(5,31)	BS	14.41624	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1773
666	D(5,32)	BS	17.46193	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1774
667	D(5,33)	BS	18.57868	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1775
668	D(5,34)	BS	20.40609	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1776
669	D(5,35)	BS	19.89848	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1777
670	D(5,36)	BS	20.50761	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1778
671	D(5,37)	BS	19.18782	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1779
672	D(5,38)	BS	15.22843	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1780
673	D(5,39)	BS	13.70558	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1781
674	D(5,40)	BS	12.79188	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1782
675	D(5,41)	BS	12.18274	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1783
676	D(5,42)	BS	5.93909	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1784
677	D(5,43)	BS	14.41624	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1785
678	D(5,44)	BS	17.46193	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1786
679	D(5,45)	BS	18.57868	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1787
680	D(5,46)	BS	20.40609	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1788
681	D(5,47)	BS	19.89848	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1789
682	D(5,48)	BS	20.50761	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1790
683	IR(5,1)	BS	37.80000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1791
684	IR(5,2)	BS	30.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1792
685	IR(5,3)	BS	27.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1793
686	IR(5,4)	BS	25.20000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1794
687	IR(5,5)	BS	24.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1795
688	IR(5,6)	BS	11.70000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1796
689	IR(5,7)	BS	28.40000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1797

690	IR(5,8)	BS	34.40000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1798
691	IR(5,9)	BS	36.60000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1799
692	IR(5,10)	BS	40.20000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1800
693	IR(5,11)	BS	39.20000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1801
694	IR(5,12)	BS	40.40000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1802
695	IR(5,13)	BS	37.80000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1803
696	IR(5,14)	BS	30.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1804
697	IR(5,15)	BS	27.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1805
698	IR(5,16)	BS	25.20000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1806
699	IR(5,17)	BS	24.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1807
700	IR(5,18)	BS	11.70000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1808
701	IR(5,19)	BS	28.40000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1809
702	IR(5,20)	BS	34.40000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1810
703	IR(5,21)	BS	36.60000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1811
704	IR(5,22)	BS	40.20000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1812
705	IR(5,23)	BS	39.20000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1813
706	IR(5,24)	BS	40.40000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1814
707	IR(5,25)	BS	37.80000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1815
708	IR(5,26)	BS	30.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1816
709	IR(5,27)	BS	27.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1817
710	IR(5,28)	BS	25.20000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1818
711	IR(5,29)	BS	24.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1819
712	IR(5,30)	BS	11.70000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1820
713	IR(5,31)	BS	28.40000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1821
714	IR(5,32)	BS	34.40000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1822
715	IR(5,33)	BS	36.60000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1823
716	IR(5,34)	BS	40.20000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1824
717	IR(5,35)	BS	39.20000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1825
718	IR(5,36)	BS	40.40000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1826
719	IR(5,37)	BS	37.80000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1827
720	IR(5,38)	BS	30.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1828
721	IR(5,39)	BS	27.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1829
722	IR(5,40)	BS	25.20000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1830
723	IR(5,41)	BS	24.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1831
724	IR(5,42)	BS	11.70000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1832
725	IR(5,43)	BS	28.40000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1833
726	IR(5,44)	BS	34.40000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1834
727	IR(5,45)	BS	36.60000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1835
728	IR(5,46)	BS	40.20000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1836
729	IR(5,47)	BS	39.20000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1837
730	IR(5,48)	BS	40.40000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1838
731	SU(5,1)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1839
732	SU(5,2)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1840
733	SU(5,3)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1841
734	SU(5,4)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1842
735	SU(5,5)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1843
736	SU(5,6)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1844
737	SU(5,7)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1845
738	SU(5,8)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1846
739	SU(5,9)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1847
740	SU(5,10)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1848
741	SU(5,11)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1849
742	SU(5,12)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1850
743	SU(5,13)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1851
744	SU(5,14)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1852
745	SU(5,15)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1853
746	SU(5,16)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1854
747	SU(5,17)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1855

748	SU(5,18)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1856
749	SU(5,19)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1857
750	SU(5,20)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1858
751	SU(5,21)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1859
752	SU(5,22)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1860
753	SU(5,23)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1861
754	SU(5,24)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1862
755	SU(5,25)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1863
756	SU(5,26)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1864
757	SU(5,27)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1865
758	SU(5,28)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1866
759	SU(5,29)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1867
760	SU(5,30)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1868
761	SU(5,31)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1869
762	SU(5,32)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1870
763	SU(5,33)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1871
764	SU(5,34)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1872
765	SU(5,35)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1873
766	SU(5,36)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1874
767	SU(5,37)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1875
768	SU(5,38)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1876
769	SU(5,39)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1877
770	SU(5,40)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1878
771	SU(5,41)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1879
772	SU(5,42)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1880
773	SU(5,43)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1881
774	SU(5,44)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1882
775	SU(5,45)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1883
776	SU(5,46)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1884
777	SU(5,47)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1885
778	SU(5,48)	BS	25000.00000	0.00000	0.00000	NONE	0.00000	1886
779	SUp5	UL	25000.00000	2033.60000	0.00000	25000.00000	2032.64325	1887

ENDRUN

Anexo 2 - Programa de simulação para
avaliação da confiabilidade.

(* ANALISE DE DECISAO EM R. HIDRICOS - B. do R. JAGUARIBE

Alexandre Coelho Teixeira

Codigo: 20

Inicio: 13/01/94 Última alteracao: 26/03/94

Versao: 2.3

Status: rodando

Problemas:

*)

program projeto_hidrico;

uses

Crt, Dos;

const

NMAXMESES = 600; (* numero maximo de meses da simulacao *)

kst = 2635200; (* numero de segundos do mes *)

kht = 732; (* numero de horas do mes *)

VOLMORTORES1 = 100; (* volume morto do reservatorio 1 *)

var

arqe: Text; (* arquivo de entrada *)

arqs: Text; (* arquivo de saida *)

arqi: Text; (* arquivo intermediario para verificacao *)

nome_arqe: string[15];

nome_arqs: string[15];

nome_arqi: string[15];

tecla: char;

t, n: integer;

NA: integer; (* numero de anos da simulacao *)

NMD: integer; (* numero de meses em que ha' dados disponiveis *)

NTM: integer; (* numero total de meses da simulacao *)

Alb: real; (* altura media do reservatorio 1 *)

Alba: real; (* altura media do mes anterior *)

Almin: real; (* altura minima *)

B2M2: real; (* beneficio-meta anual do sitio 2 *)
 B4M4: real; (* beneficio-meta anual do sitio 4 *)
 B5M5: real; (* beneficio-meta anual do sitio 5 *)
 Betaw: real; (* preco unitario da energia produzida - MWh *)
 Betaeps: real; (* preco do metro cubico exportado *)
 Betapi: real; (* preco unitario da producao pesqueira p/ ton. *)
 Bi2n: real; (* beneficio unitario para irrigacao do sitio 2 *)
 Bi4n: real; (* beneficio unitario para irrigacao do sitio 4 *)
 Bi5n: real; (* beneficio unitario para irrigacao do sitio 5 *)
 Bp1: real; (* beneficio mensal da pesca *)
 BTA: real; (* beneficio total atualizado *)
 Btotal: real; (* beneficio total sem atualizacao *)
 Bx3: real; (* beneficio mensal com exportacao *)
 Bw1: real; (* beneficio mensal da energia *)
 CAP1: real; (* capacidade do reservatorio 1 *)
 CTO1: real; (* capacidade de producao pesqueira no res. 1 *)
 D2: real; (* desvio para o sitio 2 *)
 D2e: array[1..NMAXMESES] of real; (* metas do sitio 2 *)
 D4: real; (* desvio para o sitio 4 *)
 D4e: array[1..NMAXMESES] of real; (* metas do sitio 4 *)
 D5: real; (* desvio para o sitio 5 *)
 D5e: array[1..NMAXMESES] of real; (* metas do sitio 5 *)
 eps: real; (* eficiencia de geracao de energia *)
 ef: real; (* eficiencia de irrigacao *)
 eV1: array[1..NMAXMESES] of real; (* evap. mensais do sitio 1 *)
 f: real; (* fator de recuperacao de capital *)
 fP2n: real; (* funcao perdas economicas do sitio 2 *)
 fP4n: real; (* funcao perdas economicas do sitio 4 *)
 fP5n: real; (* funcao perdas economicas do sitio 5 *)
 EX3: real; (* desvio para o sitio 3 *)
 EX3e: array[1..NMAXMESES] of real; (* metas do sitio 3 *)
 L1: real; (* liberacoes de montante e jusante *)
 M1: real;
 M2: real;
 M3: real;
 M4: real;

```

M5: real;
N2: real;
N3: real;
N4: real;
N5: real;
P1: real;
P1e: array[1..NMAXMESES] of real;
Q1: array[1..NMAXMESES] of real;
Q4: real;
Q5: real;
Q6: real;
Q8: real;
QB: array[1..NMAXMESES] of real;
R1: real;
R1e: array[1..NMAXMESES] of real;
SBi2n: real;
SBi4n: real;
SBi5n: real;
SBp1: real;
SBx3: real;
SBw1: real;
SD2: real;
SD4: real;
SD5: real;
SM2: real;
SM4: real;
SM5: real;
TO1: real;
V1: real;
V1a: real;

function Pot(x, y: real): real;
begin
  Pot := Exp(y * Ln(x));
end;

```

```

procedure Abre_Arquivos;
begin
  nome_arqe := 'entrada.dat';
  nome_arqs := 'result.dat';
  nome_arqi := 'interm.dat';
  Assign(arqe, nome_arqe);  (* abre arquivo de entrada *)
  Reset(arqe);
  Assign(arqs, nome_arqs);  (* abre arquivo de saida *)
  Rewrite(arqs);
  Assign(arqi, nome_arqi);  (* abre arquivo intermediario *)
  Rewrite(arqi);
end; (* Abre_Arquivos *)

procedure Completa_Dados; (* preenche os arrays de dados completos *)
var i, j, k: integer;      (* a partir do dados dos meses disponiveis *)
begin
  for i := 1 to (NTM DIV NMD) do
    for j := 1 to NMD do
      begin
        k := (i * NMD) + j;
        eV1[k] := eV1[j];
        R1e[k] := R1e[j];
        EX3e[k] := EX3e[j];
        D2e[k] := D2e[j];
        P1e[k] := P1e[j];
        D4e[k] := D4e[j];
        D5e[k] := D5e[j];
        QB[k] := QB[j];
      end;
    j := ((NTM DIV NMD) * NMD);
    for i := 1 to (NTM MOD NMD) do
      begin
        k := j + i;
        eV1[k] := eV1[i];
        R1e[k] := R1e[i];
        EX3e[k] := EX3e[i];

```

```

D2e[k] := D2e[i];
P1e[k] := P1e[i];
D4e[k] := D4e[i];
D5e[k] := D5e[i];
QB[k] := QB[i];
end;
end; (* Completa_Dados *)

```

```

procedure Grava_Arquivo_Intermediario;
var i: integer;
begin
  Writeln(arqi, 'NA = ', NA);
  Writeln(arqi, 'NMD = ', NMD);
  Writeln(arqi, 'Betaw = ', Betaw:10:4);
  Writeln(arqi, 'Betaeps = ', Betaeps:10:4);
  Writeln(arqi, 'Betapi = ', Betapi:10:4);
  Writeln(arqi, 'B2M2 = ', B2M2:10:4);
  Writeln(arqi, 'B4M4 = ', B4M4:10:4);
  Writeln(arqi, 'B5M5 = ', B5M5:10:4);
  Writeln(arqi, 'f = ', f:10:4);
  Writeln(arqi, 'eps = ', eps:10:4);
  Writeln(arqi, 'ef = ', ef:10:4);
  for i := 1 to NTM do
    Writeln(arqi, 'eV1(', i, ') = ', eV1[i]:10:4);
    Writeln(arqi, 'V1(1) = ', V1:10:4);
    Writeln(arqi, 'A1b(1) = ', A1b:10:4);
    Writeln(arqi, 'CAP1 = ', CAP1:10:4);
  for i := 1 to NTM do
    Writeln(arqi, 'R1e(', i, ') = ', R1e[i]:10:4);
  for i := 1 to NTM do
    Writeln(arqi, 'EX3e(', i, ') = ', EX3e[i]:10:4);
  for i := 1 to NTM do
    Writeln(arqi, 'D2e(', i, ') = ', D2e[i]:10:4);
  for i := 1 to NTM do
    Writeln(arqi, 'P1e(', i, ') = ', P1e[i]:10:4);
  Writeln(arqi, 'A1min = ', A1min:10:4);

```

```

Writeln(arqi, 'CTO1 = ', CTO1:10:4);
for i := 1 to NTM do
  Writeln(arqi, 'D4e(', i, ') = ', D4e[i]:10:4);
for i := 1 to NTM do
  Writeln(arqi, 'D5e(', i, ') = ', D5e[i]:10:4);
for i := 1 to NTM do
  Writeln(arqi, 'Q1(', i, ') = ', Q1[i]:10:4);
for i := 1 to NTM do
  Writeln(arqi, 'QB(', i, ') = ', QB[i]:10:4);
Writeln(arqi, 'FIM DOS DADOS DE ENTRADA');
end; (* Grava_Arquivo_Intermediario *)

procedure Le_Parametros; (* leitura dos parametros *)
var i: integer;          (* no arquivo de entrada *)
begin
  Abre_Arquivos;
  Read(arqe, NA, NMD);
  if (NA > 50)
  then begin
    Writeln('Simulacao interrompida:');
    Write('>> Numero de anos (', NA, ') e" maior');
    Writeln(' que o maximo admitido (', (NMAXMESES DIV 12), ').');
    Halt;
  end;
  Read(arqe, Betaw, Betaeps, Betapi);
  Read(arqe, B2M2, B4M4, B5M5);
  Read(arqe, f, eps, cf);
  NTM := NA * 12;
  for i := 1 to NMD do
    Read(arqe, eV1[i]);
  Read(arqe, V1);
  Read(arqe, A1b);
  Read(arqe, CAPI);
  for i := 1 to NMD do
    Read(arqe, R1e[i]);
  for i := 1 to NMD do

```

```

    Read(arqe, EX3e[i]);
for i := 1 to NMD do
    Read(arqe, D2e[i]);
for i := 1 to NMD do
    Read(arqe, P1e[i]);
Read(arqe, A1min);
Read(arqe, CTO1);
for i := 1 to NMD do
    Read(arqe, D4e[i]);
for i := 1 to NMD do
    Read(arqe, D5e[i]);
for i:= 1 to NTM do
    Read(arqe, Q1[i]);
for i := 1 to NMD do
    Read(arqe, QB[i]);
Completa_Dados;
Grava_Arquivo_Intermediario;
end; (* Le_Parametros *)

```

```

procedure Inicia_Somadores_Anuais; (* inicializacao dos somadores anuais *)
begin
    SM2 := 0;
    SM4 := 0;
    SM5 := 0;
    SD2 := 0;
    SD4 := 0;
    SD5 := 0;
end; (* inicializacao dos somadores anuais *)

```

```

procedure Inicia_Variaveis; (* inicializacao das variaveis globais *)
var i: integer;
begin
    SBi2n := 0;
    SBi4n := 0;
    SBi5n := 0;
    SBp1 := 0;

```

```

SBx3 := 0;
SBw1 := 0;
Inicia_Somadores_Anuais;
for i := 1 to NMAXMESES do
begin
    D2e[i] := 0;
    D4e[i] := 0;
    D5e[i] := 0;
    eV1[i] := 0;
    EX3e[i] := 0;
    P1e[i] := 0;
    Q1[i] := 0;
    QB[i] := 0;
    R1e[i] := 0;
end;
end; (* Inicia_Variaveis *)

procedure Calcula_Beneficios_Mensais; (* calculo dos beneficios mensais *)
begin
    if (A1b < A1min)
    then Bw1 := 0
    else begin
        if (R1 < M1)
        then Bw1 := Betaw * P1
        else Bw1 := Betaw * P1e[t];
    end;

    SBw1 := SBw1 + Bw1;

    if (EX3 < M3)
    then Bx3 := Betaeps * EX3
    else Bx3 := Betaeps * M3;

    SBx3 := SBx3 + Bx3;

    if (TO1 < CTO1)

```

```

then Bp1 := Betapi * TO1
else Bp1 := Betapi * CTO1;

SBp1 := SBp1 + Bp1;
end; (* Calcula_Beneficios_Mensais *)

procedure Calcula_Beneficios_Anuais; (* calculo dos beneficios anuais *)
begin
  n := t DIV 12;

  if (SD2 < SM2)
  then begin
    fP2n := ((SM2 - SD2) / (0.7 * SM2)) * B2M2;
    Bi2n := B2M2 - fP2n;
    if (Bi2n < 0)
    then Bi2n := 0;
  end
  else Bi2n := B2M2;

  SBi2n := SBi2n + Bi2n;

  if (SD4 < SM4)
  then begin
    fP4n := (((SM4) - SD4) / (0.7 * SM4)) * B4M4;
    Bi4n := B4M4 - fP4n;
    if (Bi4n < 0)
    then Bi4n := 0;
  end
  else Bi4n := B4M4;

  SBi4n := Sbi4n + Bi4n;

  if (SD5 < SM5)
  then begin
    fP5n := ((SM5 - SD5) / (0.7 * SM5)) * B5M5;
    Bi5n := B5M5 - fP5n;

```

```

        if (Bi5n < 0)
            then Bi5n := 0;
        end
        else Bi5n := B5M5;

Sbi5n := Sbi5n + Bi5n;

if (n = 30)
    then begin
        Btotal := Sbi2n + Sbi4n + Sbi5n + SBw1 + SBx3 + SBp1;
        BTA := (Btotal / NA) * (1 / D);
        Writeln;
        Writeln;
        Writeln(args, '> Beneficio Total Atualizado (BTA): US$ ', BTA:10:2);
    end;

Inicia_Somadores_Anuais;
end; (* Calcula_Beneficios_Anuais *)

procedure Calcula; (* procedimento geral de calculo *)
var c1, c3, c4: real;
begin
    M1 := R1e[t] + D2e[t] + EX3e[t];
    M2 := D2e[t];
    M3 := EX3e[t];
    M4 := D4e[t];
    M5 := D5e[t];
    N2 := (1 - ef) * (D2e[t] + D4e[t] + D5e[t]) + EX3e[t];
    N3 := EX3e[t] + (1 - ef) * (D4e[t] + D5e[t]);
    N4 := (1 - ef) * (D4e[t] + D5e[t]);
    N5 := (1 - ef) * D5e[t];

    c1 := (10E6 / kst) * V1 + Q1[t];
    if (c1 < M1)
        then L1 := c1
    else begin

```

```

    if (c1 <= (M1 + (10E6 / kst) * CAP1))
        then L1 := M1
        else L1 := c1 - (10E6 / kst) * CAP1;
    end;

    if (L1 >= N2)
        then D2 := M2
        else D2 := L1 * M2 / N2;
    if (V1 < VOLMORTORES1)
        then D2 := 0;
    SD2 := SD2 + D2;

    SM2 := SM2 + M2;

    c3 := L1 - D2;
    if (c3 >= N3)
        then EX3 := M3
        else EX3 := c3 * M3 / N3;
    if (V1 < VOLMORTORES1)
        then EX3 := 0;

    R1 := c3 - EX3;

    V1a := V1;

    if (A1b > 0)
        then c4 := (((10E-5) * 1.5727) * Pot(A1b, 2.5834) * cV1[t])
        else c4 := 0;

    V1 := V1 - c4 + ((Q1[t] - L1) * (kst / (10E6)));
    if (V1 < 0)
        then V1 := 0;

    (** grava V1 no arquivo de resultados **)
    Writeln(args, 'V1(' , t, ') = ', V1;6:5);

```

Alba := Alb;

if ((V1 > 0) AND (V1a > 0))

then Alb := (3.271665 / 2) * (Pot(V1, 0.3176579) + Pot(V1a, 0.3176579))

else Alb := 0;

if (V1 < VOLMORTORES1)

then begin

R1 := 0;

D2 := 0;

EX3 := 0;

end;

P1 := 2.73E-6 * eps * kht * R1 * Alba;

if (Alba > 0)

then TO1 := 0.0306676 * Pot(Alba, 2.5834)

else TO1 := 0;

(*** fim do sitio 1 ***)

Q4 := R1;

if (Q4 >= N4)

then D4 := M4

else D4 := Q4 * M4 / N4;

SD4 := SD4 + D4;

SM4 := SM4 + M4;

Q8 := Q4 + D4;

Q5 := Q8 + QB[i];

if (Q5 >= N5)

then D5 := M5

```

else D5 := Q5 * M5 / N5;

SD5 := SD5 + D5;

SM5 := SM5 + M5;

Q6 := Q5 - D5;

(* operacoes p/ beneficios mensais *)

Calcula_Beneficios_Mensais;

(* operacoes p/ beneficios anuais *)

if ((t mod 12) = 0)
then Calcula_Beneficios_Anuais;
end; (* Calcula *)

procedure Terminar; (* fecha os arquivos de dados *)
begin
Close(arqe);
Close(arqi);
Close(arqs);
end; (* Terminar *)

(***** Programa Principal *****)

begin
Inicia_Variaveis;
Le_Parametros;
Writeln('Iniciando a simulacao...');
for t := 1 to NTM do
Calcula;
Terminar;
end.
□

```

Anexo 3 - Resultados da utilização do
método *ELECTRE*.

IPOINTS OF VIEW

NO ID WGHT RANGE (QUAL=VALUE)

- 1 k1 9.00100.00 B1= 25.00 B2= 50.00 B3= 75.00 B4=100.00
- 2 k2 9.00 80.00 T6= 20.00 T7= 40.00 T8= 60.00 T9= 80.00
- 3 k3 10.00 60.00 E1= 15.00 E2= 30.00 E3= 45.00 E4= 60.00
- 4 k4 6.00 40.00 NG= 40.00 NM= 30.00 NR= 20.00 NB= 10.00
- 5 k5 4.00 20.00 BO= 20.00 AC= 10.00
- 6 k6 8.00 50.00 F1= 12.50 F2= 25.00 F3= 37.50 F4= 50.00
- 7 k7 6.00 90.00 I1= 30.00 I2= 60.00 I3= 90.00
- 8 k8 7.00 70.00 SI= 35.00 IN= 70.00
- 9 k9 5.00 30.00 P1= 30.00 P2= 20.00 P3= 10.00
- 10 k0 4.00 10.00 C1= 10.00 C2= 7.50 C3= 5.00 C4= 2.50

IOBJECTS AND RATINGS UNDER ALL POINS OF VIEW

OBJECT PV=(PV=(PV=(PV=(PV=(PV=(PV=(PV=(PV=(

PV=(

NO. = ID k1 (1) k2 (2) k3 (3) k4 (4) k5 (5) k6 (6) k7 (7) k8 (8) k9 (9) k0 (10)

1 = A2 B4=100.00 T6= 20.00 E4= 60.00 NG= 40.00 BO= 20.00 F4= 50.00 I2= 60.00 SI= 35.00 P3= 10.00 C4= 2.50

2 = A3 B4=100.00 T6= 20.00 E4= 60.00 NG= 40.00 BO= 20.00 F3= 37.50 I2= 60.00 SI= 35.00 P3= 10.00 C4= 2.50

3 = A4 B3= 75.00 T7= 40.00 E3= 45.00 NG= 40.00 BO= 20.00 F2= 25.00 I3= 90.00 SI= 35.00 P3= 10.00 C3= 5.00

4 = A5 B2= 50.00 T9= 80.00 E2= 30.00 NR= 20.00 BO= 20.00 F2= 25.00 I3= 90.00 IN= 70.00 P2= 20.00 C2= 7.50

5 = A6 B1= 25.00 T8= 60.00 E1= 15.00 NB= 10.00 AC= 10.00 F1= 12.50 I3= 90.00 IN= 70.00 P1= 30.00 C1= 10.00

1 CONCORD MATRIX

	1	2	3	4	5
1	1.000	1.000	.721	.544	.544
2	.882	1.000	.721	.544	.544
3	.603	.603	1.000	.632	.632
4	.515	.515	.632	1.000	.868
5	.456	.456	.456	.324	1.000

D(1, 3)= .200 .300 .025

PV 2 7 10
 D(1, 4)= .600 .300 .350 .100 .050
 PV 2 7 8 9 10
 D(1, 5)= .400 .300 .350 .200 .075
 PV 2 7 8 9 10
 D(2, 1)= .125
 PV 6
 D(2, 3)= .200 .300 .025
 PV 2 7 10
 D(2, 4)= .600 .300 .350 .100 .050
 PV 2 7 8 9 10
 D(2, 5)= .400 .300 .350 .200 .075
 PV 2 7 8 9 10
 D(3, 1)= .250 .150 .250
 PV 1 3 6
 D(3, 2)= .250 .150 .125
 PV 1 3 6
 D(3, 4)= .400 .350 .100 .025
 PV 2 8 9 10
 D(3, 5)= .200 .350 .200 .050
 PV 2 8 9 10
 D(4, 1)= .500 .300 .200 .250
 PV 1 3 4 6
 D(4, 2)= .500 .300 .200 .125
 PV 1 3 4 6
 D(4, 3)= .250 .150 .200
 PV 1 3 4
 D(4, 5)= .100 .025
 PV 9 10
 D(5, 1)= .750 .450 .300 .100 .375
 PV 1 3 4 5 6
 D(5, 2)= .750 .450 .300 .100 .250
 PV 1 3 4 5 6
 D(5, 3)= .500 .300 .300 .100 .125
 PV 1 3 4 5 6
 D(5, 4)= .250 .200 .150 .100 .100 .125


```

4  A5
5  A6
1 DISCORD MATRIX FOR S= 1
  1  2  3  4  5
1 .000 .000 .300 .600 .400
2 .125 .000 .300 .600 .400
3 .250 .250 .000 .400 .350
4 .500 .500 .250 .000 .100
5 .750 .750 .500 .250 .000
1 GRAPH G( .900, .100, 1)
  1 2 3 4 5
  A2 A3 A4 A5 A6
1A2  0 1 0 0 0
2A3  0 0 0 0 0
3A4  0 0 0 0 0
4A5  0 0 0 0 0
5A6  0 0 0 0 0

```

CORE OF GRAPH

```

NODE NO. ID
1  A2
3  A4
4  A5
5  A6
1 DISCORD MATRIX FOR S= 1
  1  2  3  4  5
1 .000 .000 .300 .600 .400
2 .125 .000 .300 .600 .400
3 .250 .250 .000 .400 .350
4 .500 .500 .250 .000 .100
5 .750 .750 .500 .250 .000
1 GRAPH G( .900, .150, 1)
  1 2 3 4 5
  A2 A3 A4 A5 A6
1A2  0 1 0 0 0

```

2A3 0 0 0 0 0
3A4 0 0 0 0 0
4A5 0 0 0 0 0
5A6 0 0 0 0 0

CORE OF GRAPH

NODE NO. ID

1 A2
3 A4
4 A5
5 A6

1 DISCORD MATRIX FOR S= 1

	1	2	3	4	5
1	.000	.000	.300	.600	.400
2	.125	.000	.300	.600	.400
3	.250	.250	.000	.400	.350
4	.500	.500	.250	.000	.100
5	.750	.750	.500	.250	.000

1 GRAPH G(.800, .250, 1)

	1	2	3	4	5
A2 A3 A4 A5 A6					
1A2	0	1	0	0	0
2A3	1	0	0	0	0
3A4	0	0	0	0	0
4A5	0	0	0	0	1
5A6	0	0	0	0	0

1A CYCLE HAS BEEN FOUND

NODE N. ID

1 A2
2 A3
1 A2

NEW ID FOR ABOVE NODES = X1

REDUCED GRAPH

REDUCED GRAPH

	1	2	3	4
X1	A4	A5	A6	
1X1	0	1	0	0
2A4	0	0	0	0
3A5	0	0	0	1
4A6	0	0	0	0

CORE OF GRAPH

NODE NO. ID

1	X1
3	A5

1 DISCORD MATRIX FOR S= 1

	1	2	3	4	5
1	.000	.000	.300	.600	.400
2	.125	.000	.300	.600	.400
3	.250	.250	.000	.400	.350
4	.500	.500	.250	.000	.100
5	.750	.750	.500	.250	.000

1 GRAPH G(.660, .400, 1)

	1	2	3	4	5
A2	A3	A4	A5	A6	
1A2	0	1	1	0	0
2A3	1	0	1	0	0
3A4	0	0	0	0	0
4A5	0	0	0	0	1
5A6	0	0	0	0	0

1A CYCLE HAS BEEN FOUND

NODE N. ID

1	A2
2	A3
1	A2

NEW ID FOR ABOVE NODES = X1

REDUCED GRAPH

	1	2	3	4
X1 A4 A5 A6				
1X1	0	1	0	0
2A4	0	0	0	0
3A5	0	0	0	1
4A6	0	0	0	0

CORE OF GRAPH

NODE NO. ID

1	X1
3	A5

1 DISCORD MATRIX FOR S= 1

	1	2	3	4	5
1	.000	.000	.300	.600	.400
2	.125	.000	.300	.600	.400
3	.250	.250	.000	.400	.350
4	.500	.500	.250	.000	.100
5	.750	.750	.500	.250	.000

1 GRAPH G(.660, .200, 1)

	1	2	3	4	5
A2 A3 A4 A5 A6					
1A2	0	1	0	0	0
2A3	1	0	0	0	0
3A4	0	0	0	0	0
4A5	0	0	0	0	1
5A6	0	0	0	0	0

1A CYCLE HAS BEEN FOUND

NODE N. ID

1	A2
2	A3
1	A2

NEW ID FOR ABOVE NODES = X1

REDUCED GRAPH

1 2 3 4

X1 A4 A5 A6

IXI 0 0 0 0.

2A4 0 0 0 0

345 0 0 0 1

4A6 0 0 0 0

CORE OF GRAPH

NODE NO. ID

20448 XI 20449

2 A4

3 AS

1. *Journal of the American Medical Association*, 2000; 284: 2689-2695.