

GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
COMPANHIA MATOGROSSENSE DE MINERAÇÃO

LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO

GOVERNADOR: *Dr. José Fontanillas Fragelli*

PRESIDENTE DA METAMAT: *Dr. Diogo Douglas Carmona*

APRESENTAÇÃO

Este Relatório contém os resultados obtidos no levantamento radiométrico realizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, para a Companhia Matogrossense de Mineração - METAMAT, no município de Barra do Garças, Mato Grosso.

Basicamente está dividido em duas partes. Na primeira são descritas a geologia geral e local da área, bem como os trabalhos efetuados e as conclusões obtidas. Na segunda são apresentados sinopses e resumos dos trabalhos anteriormente realizados sobre águas termais no Estado de Mato Grosso, com citações especiais à área de referência.

As atividades de campo e escritório foram desenvolvidas pelo Geólogo Lorenzo Jorge Eduardo Cuadros Justo, Chefe da Divisão de Geologia Econômica, da Agência Goiânia, sob a supervisão do Geólogo Carlos Oiti Berbert, Chefe da Coordenação Técnica da Agência e de José Carlos Rodrigues de Mello, Assistente dessa COTEC.

SUMÁRIO

PARTE I

1. RESUMO
2. INTRODUÇÃO
3. ÁREA E LOCALIZAÇÃO
4. GEOLOGIA
 - 4.1. Regional
 - 4.1.1. Geomorfologia
 - 4.1.2. Estratigrafia
 - 4.1.2.1. Considerações Gerais
 - 4.1.2.1.1. "Série" Cuiabá
 - 4.1.2.1.2. Grupo Paraná
 - 4.1.3. Estruturas
 - 4.2. Local
 - 4.2.1. Estratigrafia
 - 4.2.2. Estruturas
5. LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO
6. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS RADIOMÉTRICOS

7. MAPA RADIOMÉTRICO
 - 7.1. Metodologia
8. ELEMENTOS PARA CÁLCULO DA "RETA DE HENRY"
9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES
10. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

PARTE II

1. COMPILAÇÃO BIBLIOGRÁFICA
 - 1.1. Considerações Gerais
 - 1.2. Sinopses e Resumos

ANEXOS

1. GRÁFICO DA "RETA DE HENRY"
2. MAPA RADIOMÉTRICO
3. FOTOINTERPRETAÇÃO
4. MAPA GEOLÓGICO

PARTE I

1. RESUMO

O levantamento radiométrico efetuado na fazenda Água Quente, município de Barra do Garças, não detectou qualquer anomalia radioativa que prejudique o estabelecimento, naquele lugar de um Centro Turístico.

Os valores altos em relação ao "Background", que aparecem no levantamento, correspondem diretamente a concentrações limoníticas que se comportam como fixadores de urânio.

A falha normal de direção noroeste que atravessa a área é posta em evidência, podendo ser observados valores baixos, característicos da Formação Furnas na parte nordeste, e valores maiores, na parte sul e oeste, que corresponderiam à Formação Ponta Grossa.

Além da radiometria está contida neste relatório uma fotointerpretação do local e um mapa geológico, assim como uma compilação bibliográfica dos trabalhos referentes à área em questão.

2. INTRODUÇÃO

O presente trabalho atende ao Of. nº 768/73/ CODEMAT, contendo o pedido de um levantamento radiométrico para a Companhia de Desenvolvimento do Estado de Mato Grosso - CODEMAT, dentro do "Convênio para um programa de pesquisa e recursos minerais do Estado de Mato Grosso", assinado entre a CPRM e aquela Companhia, em 01/03/72.

3. ÁREA E LOCALIZAÇÃO

O Projeto desenvolveu-se no local denominado Água Quente, a 8 km a leste de General Carneiro, dentro do município de Barra do Garças, no Estado de Mato Grosso.

A área total do levantamento é de 21 hectares, compreendida num retângulo de lados norte-sul e leste-oeste, medindo 300 m e 700 m, respectivamente.

4. GEOLOGIA

4.1. Regional

Os conhecimentos mais modernos sobre a geologia da região de General Carneiro foram definidos recentemente, em trabalhos de Geologia Regional executados pela CPRM no Projeto Goiânia II, para o DNPM, e estão compreendidos na Folha SD.22-Y-C.

A partir deste documento foi elaborada uma síntese geológica da área, abaixo apresentada.

4.1.1. Geomorfologia

A área estudada encontra-se próxima da zona marginal da Bacia do Paraná, cujas formações apresentam-se inclinadas, com formas assimétricas, desenvolvendo escarpas íngremes para fora da bacia. Aparecem, portanto, formas correspondentes às "cuestas", com drenagem consequente, onde as escarpas evoluem a partir de uma drenagem subsequente.

A Serra de Taquaral constitui um planalto irregular, limitado ao sul por uma escarpa bem pronunciada e ao

norte apresentando-se intensamente recortada pelas cabeceiras dos afluentes do rio Pindaíba, com a formação de espigões separados por pequenos vales.

O padrão de drenagem dendrítico é o tipo básico mais comum na folha de General Carneiro, onde predominam rochas sedimentares. Este tipo pode variar para retangular, quando influenciado por sistemas de fraturas ou falhamentos. A drenagem é densa nas rochas metamórficas da "série" Cuiabá que ocorrem a oeste da folha.

4.1.2. Estratigrafia

4.1.2.1. Considerações Gerais

4.1.2.1.1. "Série" Cuiabá

A "série" Cuiabá é constituída predominantemente de filitos localmente ardosianos, às vezes grafitosos, com intercalações de quartzitos. Apresenta-se cortada por veios de quartzo, muitas vezes auríferos.

A coloração da rocha varia de verde-amarelada a arroxeada, quando alterada. A textura é fina e a granulação predominantemente lepidoblástica. A xistosidade é quase sempre perceptível, mostrando-se frequentemente paralela ao acamamento.

Do ponto de vista mineralógico estas rochas compõem-se dominantemente de quartzo e sericita, aparecendo ocasionalmente clorita, que se dispõe de maneira idêntica à da mica.

Mantém contato discordante erosivo com o Grupo Aquidauana. Nas zonas de contato, observam-se notadamente siltitos altamente ferruginosos e limonita.

GRUPO AQUIDAUANA

É constituído completamente de sedimentos clássicos, variados, predominando arenitos vermelhos de granulação fina a média, numa sucessão de arenitos, siltitos argilosos com grãos de feldspato, conglomerados e folhelhos. Textura grosseira, como também estratificação cruzada podem ser observadas.

O arenito é geralmente compacto, maciço, devido à estratificação incipiente e ao cimento argilo-ferruginoso que o torna bastante impermeável.

4.1.3. Estruturas

O principal evento estrutural ocorrido na região é um sistema de falhamento do tipo normal que ocorreu no cretáceo superior e cuja direção predominante, na região, é NW.

ALMEIDA (1948) já citou os falhamentos em bloco da região, basculados para NW e SW. BEURLEN (1959) mostrou que a Serra de Taquaral está limitada por falhas dirigidas para NNE.

Além das falhas, bem pronunciadas, ocorrem no arenito Furnas numerosas diaclases, porém, muitas vezes pouco distintas.

4.2. Local

4.2.1. Estratigrafia

A geologia da área do Projeto é representada por rochas sedimentares da Bacia do Paraná pertencentes ao Devoniano e correspondentes às formações Furnas e Ponta Grossa.

A primeira é representada por arenitos de coloração branca a cinza-claro, com leitos conglomeráticos. A segunda contém intercalações de arenitos finos e siltitos de coloração avermelhada.

4.2.2. Estruturas

Um sistema de falhas normais de direções predominantes noroeste e leste-oeste é a principal característica estrutural da região na qual está localizada a área levantada. Especificamente naquele local uma falha contrapõe as formações Ponta Grossa e Furnas. As fontes termais que ali ocorrem estão diretamente relacionadas a este evento geológico.

5. LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO

Foi executado mediante o estabelecimento de uma malha de 50 metros de espaçamento, sendo que na parte central, próxima das nascentes de águas termais, as leituras foram feitas de 25 em 25 metros e, em certos casos, medições em intervalos menores.

O equipamento utilizado foi:

ter sido feita planta topográfica pela METAMAT em escala 1:2.000, decidiu-se utilizar a mesma escala.

7.1. Metodologia

Para confecção deste mapa, foram plotados os valores radiométricos obtidos no campo e traçadas as curvas de igual radioatividade em c/s. A seguir, os mesmos valores foram usados para obtenção do "Background" e da escala polícromática, utilizando o processo da "Reta de Henry".

Este processo consiste:

1. Em encontrar a percentagem de frequência dos valores radiométricos medidos no campo.
2. Plotar pontos num papel semi-logarítmico, considerando no eixo vertical da esquerda a percentagem de frequência acumulada e no eixo horizontal os valores radiométricos correspondentes.
3. Ligar os pontos encontrados por retas, seguindo os alinhamentos predominantes.
4. O ponto determinado pela interseção das duas primeiras retas, projetado no eixo horizontal representa o valor do "Background" da área trabalhada.
5. Com o valor do "Background", e usando um processo empírico, acha-se os limites da escala policromática, da seguinte maneira:

Considera-se o eixo da direita do papel semi-logarítmico; arbitra-se uma escala de 0 c/s a 1.000 c/s; a seguir marca-se o valor do "Background" no eixo considerado e divide-se por 5 o espaço acima do "Background". Cada parte dará os limites radiométricos que encerrarão as cores adotadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, que são

9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O levantamento radiométrico efetuado na fazenda Água Quente, município de Barra do Garças, mostrou que na área pesquisada não existem radiações anômalas que indiquem a presença de minerais radioativos em quantidades perigosas ou suficientes para enriquecer as águas termais ali existentes.

Não havendo qualquer inconveniente, com relação à radioatividade, poderá ser instalado um centro turístico naquele local.

BEURLÉN, K. - Geologia da zona de Barra do Garças a Chavanti
na, Mato Grosso: Brasil. Div. Geol. Min.,
Rio de Janeiro, B., nº 193, 1959.

SINOPSE

Faz uma ampla análise da geologia desde o emba
samento especialmente litológica e morfológica. Estuda tam
bém o tectonismo da região, que considera do Triássico supe
rior, mostrando o seu intenso falhamento.

ANÁLISE CRÍTICA

É uma fonte de consulta, embora existam traba
lhos mais atualizados.

GIRODO, A.C. e LINDENMAYER, D.H. - Águas Termais de General Carneiro - MT. in: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23 Salvador, BA, outubro 1969. Soc. Bras. Geol., B. Esp. nº 1, p. 10 |Resumo|

SINOPSE

Pela primeira vez são apresentados na bibliografia, informes acerca das temperaturas das fontes termais de General Carneiro, que variam de 30°C até $46,5^{\circ}\text{C}$, assim como um cálculo da vazão que é considerada de 500 l/s , ou seja, $43.000.000\text{ l/d}$. Além disso faz considerações sobre a geologia regional e lança uma hipótese sobre a gênese, relacionando-a ao grau geotérmico. Os autores classificam as águas como minerais e hipertermais, e chamam a atenção para o seu aproveitamento industrial.

ANÁLISE CRÍTICA

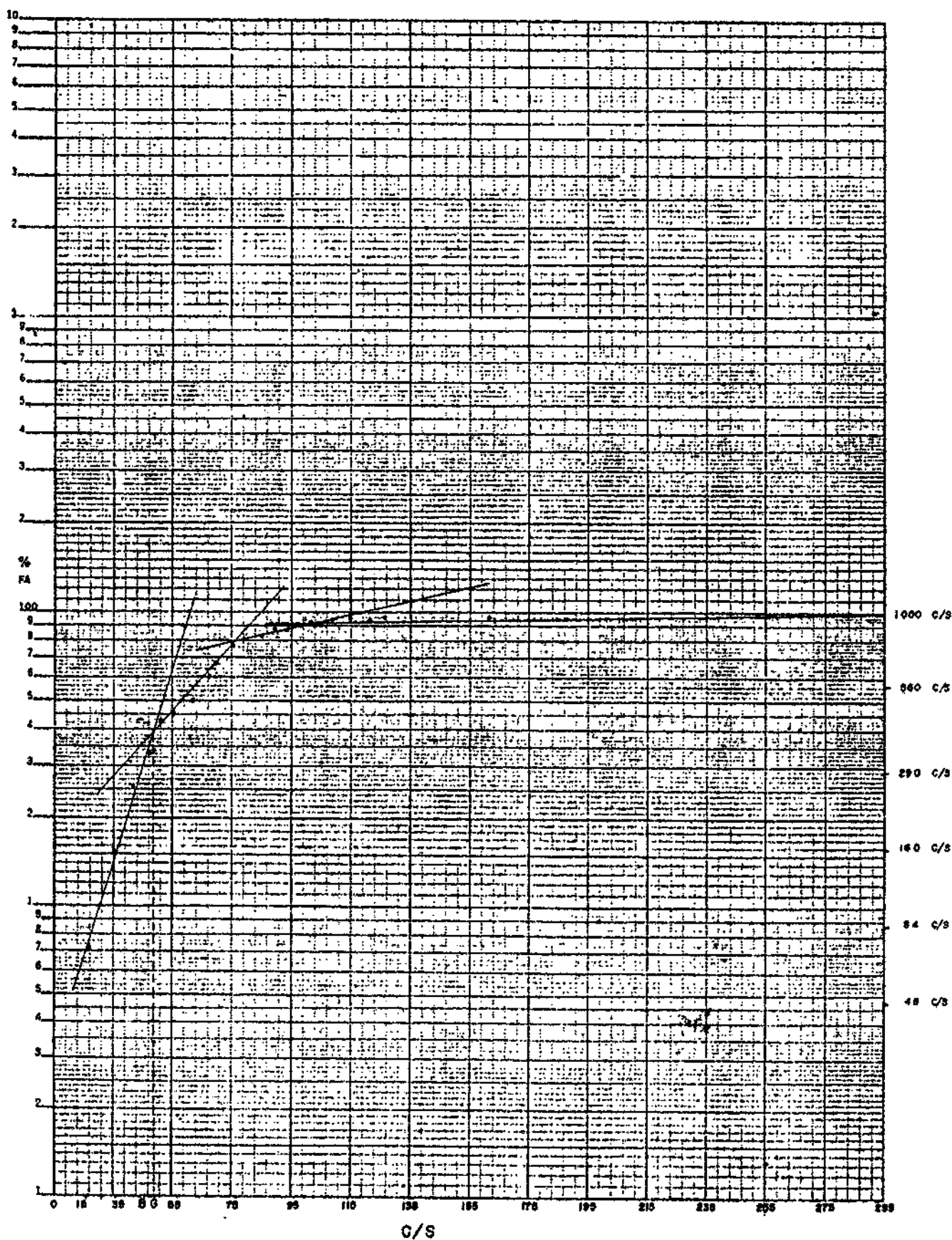
Excelente pelo número de dados proporcionados, mas a classificação de "Águas Minerais Naturais e Hipertermais" é um pouco precipitada. Por outro lado, acredita-se que, além do seu aproveitamento industrial, estas fontes poderão ser aproveitadas com fins turísticos.

COMPANHIA MATO GROSSENSE DE MINERAÇÃO
METAMAT
LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO FAZ. ÁGUA QUENTE



" RETA DE HENRY " PARA CÁLCULO DO BG

K&E SEMI-LOGARITHMIC 45 6010
4 CYCLES & 7 1/2 DIVISIONS
MADE IN U.S.A.
KEUFFEL & ESSER CO.



BG = 48 c/s

ANEXO I

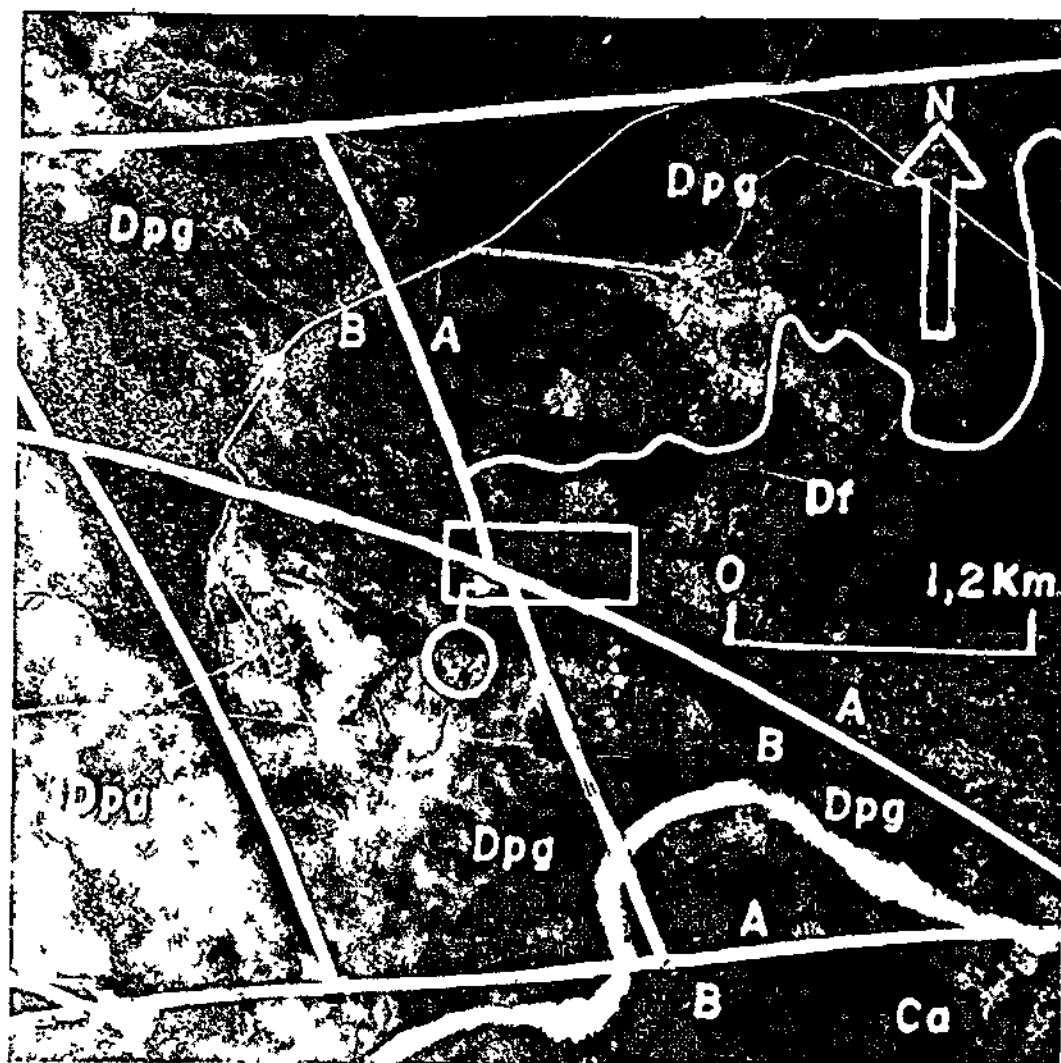


Foto Aérea USAF 43114 ampliada, da área de pesquisa da METAMAT (Esc. original 1:60.000)

CONVENÇÕES

— Estrada secundária

~ Rio Garças

○ Fontes Termais

□ Área do levantamento radiométrico

Ca Fm. Aquidauana (Carbo_nífero-Superior)

Dpg Fm. Ponta Grossa (Devo_niano-Inferior-Médio)

Df Fm. Furnas (Devoniano Inferior)

— Falha normal

— Falha indiscriminada

~ Contato definido

DRAFT

SUBSÍDIOS PARA FORMULAÇÃO
DE UMA POLÍTICA HÍDRICA E
MINERÁRIA PARA O ESTADO DE
MINAS GERAIS EM ATENDIMEN

TO AO TEXTO CONSTITUCIONAL
DE 1989.

Fevereiro/91

84-1
07-10

COMIG - COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS S/A

SUBSÍDIOS PARA FORMULAÇÃO DE UMA POLÍTICA HÍDRICA E MINERÁRIA PARA
O ESTADO DE MINAS GERAIS EM ATENDIMENTO AO TEXTO CONSTITUCIONAL DE
1989

FEVEREIRO/1991

S U M Á R I O

1. INTRODUÇÃO	01
2. A CRIAÇÃO DE UM SISTEMA ESTADUAL DE GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E MINERÁRIOS	03
2.1. <u>Considerações Gerais</u>	03
2.2. <u>Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos e Minerários</u> .	04
2.3. <u>COMIG - Companhia Mineradora de Minas Gerais S/A</u>	05
3. A FORMULAÇÃO DE UMA POLÍTICA HÍDRICA E MINERÁRIA PARA O ESTADO DE MINAS GERAIS	06
3.1. <u>Fomento à Produção Mineral</u>	06
3.1.1. A garimpagem	06
3.1.2. Apoio aos pequenos e médios mineradores	06
3.1.3. Verticalização da Indústria Mineral	07
3.1.4. Política Tributária	08
3.2. <u>Assistência aos Municípios Mineradores</u>	10
3.3. <u>Política Hídrica</u>	10
3.4. <u>Meio Ambiente</u>	11
3.5. <u>Tecnologia Mineral</u>	12
3.6. <u>Prospecção e Pesquisa Mineral</u>	12
3.7. <u>Mapeamento Geológico Básico</u>	13

ANEXOS:

- Documento nº 1
- Documento nº 2
- Documento nº 3

1. INTRODUÇÃO

O Estado de Minas Gerais pode ser considerado no contexto da federação e mesmo em termos mundiais, como um território privilegiado no que diz respeito aos recursos hídricos e minerários. Este verdadeiro patrimônio, contido em cerca de 587.000km², superfície esta superior a muitos países desenvolvidos, como a França, por exemplo, com os seus 551.000km², não foi ainda objeto de uma política setorial que discipline seu uso e avalie corretamente o seu potencial.

A liderança que Minas Gerais sempre exerceu no setor mineral brasileiro, está ameaçada pelo seu desempenho decrescente nos últimos anos, conforme pode ser verificado no Documento nº 1 em anexo.

Para ilustrar esta ameaça de perda de liderança, tomando-se como referência o valor de produção mineral de Minas Gerais, no período de 1981/1987, verifica-se que a mesma sempre foi inferior a de 1980 e sua participação na Produção Mineral Brasileira, despencou de honrosos 49,4% em 1980 para 31,3% em 1987.

Estados como Bahia e Goiás, que formularam e implementaram uma política mineral, vêm ano a ano crescendo sua participação no cenário mineral brasileiro o que se tem traduzido, por uma já compartilhada liderança com Minas Gerais na mineração.

Quanto aos recursos hídricos, o quadro não é menos preocupante. Devido a total ausência de uma política setorial não se dispõe de elementos que permitam uma análise mais aprofundada do assunto.

O que se pode dizer é que os recursos hídricos distribuem-se de forma harmônica por todo o Estado, fato este que aliado a uma topografia variada e um clima favorável, transformaram Minas Gerais numa verdadeira caixa d'água para os Estados vizinhos, em todos os seus quadrantes.

Assim, temos a leste os Rios Jequitinhonha, Mucuri e Doce beneficiando os Estados da Bahia e Espírito Santo; ao sul os Rios Pomba, Paraibuna e Pardo, beneficiando os Estados do Rio de Janeiro e São Paulo; ao leste os rios Grande e Parnaíba, beneficiando os Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Goiás e ao norte os Rios São Francisco e Pardo, beneficiando novamente o Estado da Bahia. Singularmente em troca Minas não recebe água de nenhum Estado vizinho.

A história tem demonstrado que não pode haver progresso social sustentado e melhoria da qualidade de vida em caráter permanente, se uma sociedade não utiliza com critério seus recursos naturais e os preserva para as gerações futuras. Neste contexto é grande a responsabilidade dos técnicos, políticos, empresários e governantes com a atual e próximas gerações, pois embora Minas Gerais, no conjunto da federação, possa ser considerada uma unidade privilegiada pela natureza em recursos hídricos e minerários, o Estado não possui ainda uma política de gerenciamento destes recursos naturais.

A nova constituição estadual, todavia, sabiamente elaborada pelos senhores Deputados Constituintes, reservou toda uma seção, a SEÇÃO VI, do Capítulo II da ORDEM ECONÔMICA, à definição de uma política hídrica e minerária para o Estado.

É pois em consonância com este dispositivo constitucional que este documento foi redigido. O seu objetivo portanto será o de subsidiar futuras ações governamentais visando a definição de uma política de gerenciamento para a decisiva década de 90, e propor uma nova estrutura operacional do Estado que mude o atual quadro destes importantes segmentos da economia mineral.

2. A CRIAÇÃO DE UM SISTEMA ESTADUAL DE GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E MINERÁRIOS

2.1. Considerações Gerais

As sugestões para implantação de um sistema de gerenciamento dos recursos hídricos e minerários do Estado de Minas Gerais, parte do pressuposto que somente a unificação das ações executivas do Estado neste campo poderá efetivamente possibilitar o exercício de uma política que cubra todos os ângulos deste complexo segmento da economia mineira, em consonância com uma política global formulada por uma instância superior e o exercício de uma liderança que por todos os méritos lhe pertencem.

A falta de uma política mineral e hídrica proposta e conduzida por uma organização especialmente encarregada desta missão, tem trazido a Minas Gerais a perda da liderança política neste setor, de vital importância para sua economia, a qual está sendo hoje conduzida a nível federal sem nenhum compromisso com os interesses maiores do Estado.

O papel secundário desempenhado por Minas Gerais na condução da política mineral do país, aí inserido seus próprios interesses, pode ser avaliado pelas iniciativas tomadas pelos órgãos do governo federal, ou por empresas de economia mista a eles vinculadas, que sistematicamente tem ignorado o Estado na implantação de projetos de grande importância para o setor mineral, os quais por todas as razões técnicas-econômicas deveriam ser aqui instalados.

Dois exemplos são significativos e bem exemplificam esta situação. O primeiro diz respeito à implantação na cidade do Rio de Janeiro, capital de um Estado sem nenhum significado na produção mineral do país, de um sofisticado "CENTRO DE TECNOLOGIA E ECONOMIA MINERAL - CETEM". O segundo exemplo é mais atual. Trata-se do recém-assinado acordo de cooperação firmado pelo DNPM com a "Japan International Corporation Agency - JICA" para instalação na cidade de São Paulo, capital de um Estado tam

bém sem nenhuma tradição mineira, de um avançadíssimo "Centro de Treinamento para Controle da Poluição na Mineração". Estes dois centros, de capital importância para o futuro da mineração no país, estão assim implantados fora de Minas Gerais, Estado onde se concentra o grosso das atividades mineradoras do país.

2.2. Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos e Minerários

A unificação das ações do Estado somente será possível com a criação de um sistema estadual de gerenciamento dos recursos hídricos e minerários, ágil e enxuto, o qual seria formado apenas por uma secretaria de estado, responsável pela formulação da política setorial e uma empresa de mineração forte e atuante que seria encarregada da execução desta política.

Dentro deste enfoque é imprescindível a criação de uma SECRETARIA DE ESTADO DOS RECURSOS HÍDRICOS E MINERÁRIOS e vincular à ela a recém criada COMIG - COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS S.A.

Com estas medidas seria possível implantar um SISTEMA ESTADUAL DE GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E MINERÁRIOS capaz de executar a política hídrica e minerária exigida pela nova realidade constitucional do País.

Além disso, este novo sistema operacional estaria também estruturado para gerir os recursos financeiros destinados ao Estado, resultantes da participação na exploração dos recursos hídricos e minerários em seu território, ou de compensação financeira correspondente, conforme prevê o Parágrafo Primeiro do Artigo 20 da Constituição Federal e o Artigo 252 da Constituição Estadual. Nos Documentos 2 e 3 em anexo são sugeridos critérios para distribuição desses recursos financeiros.

2.3. COMIG - COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS S/A

Embora a COMIG seja constituída como uma empresa de mineração nos moldes das demais empresas privadas do ramo, ela difere destas pelos seus objetivos mais abrangentes.

Enquanto as empresas privadas de mineração são estruturadas única e exclusivamente com a finalidade de obter lucros sobre o capital investido na exploração de um bem mineral, a COMIG tem por missão institucional além de obter estes ganhos de capital também o de fomentar o desenvolvimento do setor mineral, por delegação do poder público.

Esta delegação de poderes é que justifica a existência da COMIG, pois se ela fosse uma empresa de mineração como as demais o seu destino fatalmente seria o da privatização, já que o setor privado está perfeitamente capacitado a exercer a atividade mineradora sem a necessidade da concorrência do poder público.

Para executar suas funções, acrescidas dos encargos relativos ao Setor Hídrico, a COMIG incorporaria os direitos minerários do Estado para exploração de Água Mineral hoje de posse da HIDROMINAS.

Esta medida além de possibilitar a unificação de todas as atividades mineradoras do Estado numa só empresa mineradora, fortalecendo conseqüentemente a COMIG, permitiria a aplicação dos recursos oriundos da atividade hídrica no desenvolvimento do próprio setor, já que com a fusão da METAMIG com a CAMIG a COMIG equacionou o problema de recursos financeiros próprios para aplicação no desenvolvimento do Setor Mineral.

3. A FORMULAÇÃO DE UMA POLÍTICA HÍDRICA E MINERÁRIA PARA O ESTADO DE MINAS GERAIS

3.1. Fomento à Produção Mineral

3.1.1. A garimpagem

A garimpagem é uma atividade mineradora não regida pelas técnicas de Engenharia Mineral e que usa a habilidade e experiência de certos indivíduos, os garimpeiros, para explorar determinados bens minerais de fácil extração e de bom preço de mercado.

Estes bens minerais, notadamente o ouro, pedras preciosas e certos minerais pesados, são extraídos de maneira rudimentar e predatória, sem respeitar o meio ambiente, pois os garimpeiros sendo em sua maioria oriundos do meio rural e com baixo nível de escolaridade, não estão preparados tecnicamente para executar uma lavra organizada.

A garimpagem foge aos padrões normais da mineração, enquadrando-se mais como uma questão social do que uma atividade empresarial. Entendemos que os esforços deverão ser direcionados basicamente no apoio ao pequeno e médio minerador.

3.1.2. Apoio aos pequenos e médios mineradores

O que se propõe para substituir as atividades de garimpagem é incentivar o aparecimento de pequenos e médios mineradores, legalmente constituídos em firmas de mineração, e assisti-los técnica e financeiramente, para que possam executar uma lavra organizada dentro de padrões técnico e economicamente aceitáveis e que respeite o meio ambiente.

Para tanto a COMIG desenvolveria um programa de assistência técnica e financeira aos pequenos e médios mineradores, o qual além de comportar uma reciclagem de garimpeiros e enquadramento empresarial de suas lavras, administraria um fundo criado com esta finalidade com recursos oriundos dos Governos Estadual e Federal.

3.1.3. Verticalização da Indústria Mineral

A verticalização da indústria da mineração é hoje uma prática corrente nos países desenvolvidos. Nos Estados Unidos da América, por exemplo, já existe toda uma legislação regulando a matéria, com a finalidade de desestimular o passeio inútil de matérias-primas, baratear o custo da produção mineral e evitar a sobrecarga aos meios de transporte e desperdício de energia.

No caso de Minas Gerais, devido à ausência de legislação apropriada o quadro é dramático. Itabira, por exemplo, o maior município minerador do País, assiste impotente ao aumento inexorável da gigantesca cratera que engoliu a sua outrora famosa montanha de ferro sem ter, pelo menos, como contrapartida, os benefícios que deveriam advir de suas atividades mineradoras.

O litoral do Estado do Espírito Santo, todavia, região que não possui sequer um grama de minério de ferro, mas serve de escoadouro ao minério de Itabira, vê instalada não só uma grande usina siderúrgica para industrializá-lo, como também várias usinas de pelotização; além de instalações portuárias de nível internacional, complexo ferroviário moderníssimo e sofisticado centro de computação para processá-lo.

São estes os investimentos que derivados da atividade mineradora, trazem o progresso econômico e o bem-estar social às regiões onde ocorrem bens minerais e que podem, de alguma maneira, compensá-las da evasão de suas riquezas e minimizar suas seqüelas. O que não pode continuar é o quadro atual onde as regiões produtoras de bens minerais arcam com o ônus da mineração e outras regiões que nada produzem fiquem com os bônus de sua industrialização.

Para modificar o quadro atual é necessário que se tenha a clara consciência de que recursos minerais são bens não-re

nováveis e portanto devem ser objeto de uma política que incentive sua industrialização na própria região onde ocorrem.

Para que estas mudanças ocorram é necessário que sejam feitas leis que disciplinem o assunto e tratem também das questões tributárias, da transferência do poder de decisão das empresas mineradoras e sua infra-estrutura de apoio operacional de fora do Estado para as regiões de onde extraem o principal de suas atividades, pois também esta é uma maneira concreta de contribuir para o desenvolvimento econômico das regiões mineradoras e gerar empregos de alto nível e qualificação.

3.1.4. Política Tributária

A extinção do Imposto Único sobre Minerais, conforme texto constitucional, e a consequente arrecadação de ICMS pelo setor mineral, tem sido motivo de insatisfação do setor, conforme se constata, quase que diariamente, no noticiário.

Em que pese o excesso de tributação reclamado, inclusive com o aumento na contribuição Finsocial, o sistema atual de cálculo de imposto também tem que ser mudado. O minério de ferro, por exemplo, paga 12% de ICMS quando exportado para outros Estados; 13% para o exterior e 18% para ser usado no próprio Estado. O que precisa ficar bem claro na formulação de uma nova lei é que o tratamento fiscal a ser dado a uma empresa de mineração que industrialize sua produção no Estado, será significativamente diferente daquele dispensado àquelas que exportam sua produção, seja para o mercado interno ou externo, sem nenhum valor agregado de industrialização. As mineradoras que verticalizarem sua produção mineral no Estado, agregando processos industriais, será devolvido uma parte do imposto arrecadado, dependendo o percentual do grau de industrialização e de outros impostos arrecadados nesta fase.

A sugestão que se faz para que a lei sobre a verticaliza -

ção da indústria Mineral torne-se uma realidade aceita e apoiada pelo empresariado, é que sejam dadas às mineradoras que verticalizarem sua produção no Estado, ou que já a praticam, um estímulo na forma de devolução de um percentual do ICMS que pagam, pois é prática universal premiar uma empresa concedendo incentivos fiscais na forma de devolução do imposto arrecadado.

A importância devolvida a título de incentivo à verticalização da produção mineral, cujo percentual a lei fixará, deverá, todavia, ser aplicada na própria empresa ou na sua área de atuação, seja para preservação do meio ambiente, melhoria das condições de trabalho nas minas e em outras atividades que beneficiem diretamente seus empregados ou à comunidade a que pertencem, ou ainda em projetos de prospecção e pesquisa mineral visando a descoberta de novas jazidas minerais.

A perda de arrecadação portanto, representada pela parcela devolvida, será compensada não só pelos benefícios oriundos de sua aplicação pela empresa, como também pelo aumento da arrecadação de impostos na fase de industrialização (o valor dos produtos minerais ao final da cadeia de processamento é da ordem de 4 a 5 vezes o valor original). Além disso, a geração de empregos e a massa financeira de arrecadação do Estado aumentaria grandemente, já que o fator de multiplicação da mineração para a industrialização é de 1 para 18, ou seja, para cada emprego criado na mineração, corresponde a 18 na fase de industrialização.

A tabela de devolução do ICMS às mineradoras que industrializarem sua produção no Estado, deverá levar em conta a natureza de cada matéria-prima e as diferentes etapas de industrialização que podem passar. No caso do minério de ferro, por exemplo, a devolução poderá comportar três níveis percentuais, assim distribuídos:

NÍVEL A = Minério de ferro transformado em Aço;

NÍVEL B = idem em Ferro-Gusa;

NÍVEL C = idem em "Pelets".

Outra medida de caráter fiscal, visando favorecer a verticalização da produção mineral do Estado, diz respeito à transferência para o Estado das sedes das empresas que aqui operam. As mineradoras que mantiverem sede administrativa no Estado e aqui recolherem impostos federais, inclusive Imposto de Renda, será devolvido um certo percentual do ICMS pago, independentemente de outros benefícios fiscais a que tiverem direito. Esta medida é de fundamental importância como fator gerador de empregos e riquezas, pois é nas sedes das empresas que se concentram uma série de atividades controladoras que a simples ausência do Estado poderá acarretar pesados prejuízos.

3.2. Assistência aos Municípios Mineradores

A nova Constituição Estadual estabelece no seu Artigo 253, da Seção VI, que trata da política hídrica e minerária, que o Estado assistirá, de modo especial, o município que se desenvolve em torno de atividade mineradora, tendo em vista a diversificação de sua economia e a garantia de permanência de seu desenvolvimento sócio-econômico.

A criação da SECRETARIA DE ESTADO DOS RECURSOS HÍDRICOS E MINERÁRIOS, permitirá não só desenvolver uma política que atenda este preceito constitucional, como também gerir os recursos financeiros previstos no Artigo 252, para serem aplicados com esta finalidade, os quais deverão ser distribuídos segundo os critérios propostos no Documento nº 2 em anexo.

3.3. Política Hídrica

A Constituição Estadual, no Artigo 249 da Seção VI diz que a política hídrica e minerária executada pelo poder público se destina ao aproveitamento racional, em seus múltiplos usos, e à proteção dos recursos hídricos e minerais, observada a legislação federal. O Artigo 250 detalha vários preceitos que deverão ser observados pelo Poder Público, através dos sistemas de gerenciamento dos recursos hídricos e minerários, para assegurar a efetividade desses objetivos.

Dentro deste contexto a criação da SECRETARIA DE ESTADO DOS RECURSOS HÍDRICOS E MINERÁRIOS virá preencher uma lacuna, hoje existente na estrutura organizacional do Estado e abrir espaço para que sejam atendidos não só esses preceitos constitucionais como também toda a SEÇÃO VI, da ORDEM ECONÔMICA, que trata única e exclusivamente da política hídrica e mineral do Estado.

A criação da SECRETARIA DE ESTADO DOS RECURSOS HÍDRICOS E MINERÁRIOS permitirá ainda que o Estado administre com propriedade os recursos financeiros resultantes da participação na exploração de recursos hídricos em seu território ou compensação financeira correspondente, conforme previsto no Parágrafo Primeiro do Artigo 20 da Constituição Estadual, segundo os critérios propostos no Documento nº 3 em anexo.

3.4. Meio Ambiente

A definição de uma política hídrica e mineral que seja compatível com a preservação do meio ambiente e melhoria da qualidade de vida da população, constituiu-se num dos objetivos principais que nortearam a proposta de criação de um SISTEMA ESTADUAL DE GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E MINERÁRIOS.

Esta preocupação se prende não só à necessidade de se abrir espaço para implantação de uma política de desenvolvimento dos setores hídricos e minerais do Estado, aceita e apoiada pela sociedade, como também criar mecanismos legais para aplicação, nos programas de meio ambiente, das parcelas dos recursos financeiros destinados ao Estado, resultante de sua participação na exploração dos recursos hídricos e minerais. Estes recursos estão previstos nos Artigos 20 da Constituição Federal, em seu parágrafo primeiro, e nos Artigos 252 e 214 (Parágrafo terceiro) da Constituição Estadual e discriminados nos documentos 2 e 3 em anexo.

3.5. Tecnologia Mineral

O desenvolvimento de novas técnicas que permitam a valorização dos recursos minerais do Estado e sua plena utilização em benefício da sociedade, somente será possível se existirem laboratórios especializados devidamente capacitados e trabalhando em projetos com objetivos bem definidos.

Um inventário dos laboratórios de tecnologia mineral existentes no Estado e dos projetos em desenvolvimento, será o primeiro passo para se propor uma política de tecnologia mineral para Minas Gerais, quando então serão estabelecidas as prioridades em termos de projetos e definidas as necessidades em termos de capacitação tecnológica e laboratorial. A execução deste trabalho, portanto, deverá ser incluído nas prioridades do programa de ação da nova secretaria e da COMIG.

3.6. Prospecção e Pesquisa Mineral

A prospecção como primeiro passo na descoberta de um jazimento mineral guarda uma taxa de risco mais elevada que a fase da pesquisa, quando as chances de se encontrar um prospecto atraente economicamente são muito maiores.

Em face desta particularidade, o empresariado privado prefere investir com prioridade nas fases mais adiantadas da pesquisa e na lavra propriamente dita, onde os riscos de insucesso são substancialmente menores.

Para fazer face a esta realidade empresarial é que o Estado, através de sua empresa de mineração, no caso a COMIG, deve assumir a responsabilidade de investir neste segmento do ciclo gerador de jazidas, sem o que a produção mineral fatalmente será decrescente ao longo do tempo.

É pois de capital importância que parte dos recursos financeiros destinados ao Estado, resultante da participação na exploração dos recursos hídricos e minerários em seu território, conforme previsto nas Constituições Estadual (Artigo 252) e

Federal (Artigo 20/parágrafo primeiro), seja destinado à COMIG para aplicação em seus projetos de prospecção mineral. Nos Documentos nºs 2 e 3 em anexo são sugeridos critérios para distribuição desses recursos financeiros.

3.7. Mapeamento Geológico Básico

A adoção de mapeamento geológico básico, como suporte para gerenciamento e a classificação de recursos minerais é hoje em Minas Gerais uma exigência Constitucional, pois assim determina a nova Constituição no seu Artigo 250 (item VIII) da Seção VI, que trata da Política Hídrica e Minerária do Estado.

Para compatibilizar a ação do Governo Federal com as iniciativas do Governo Estadual, neste campo, é necessário que certas diretrizes básicas sejam acertadas entre os órgãos formuladores da política hídrica e minerária a nível federal e estadual, visando implantar uma política única e com regras bem definidas.

Como é do conhecimento geral, as ações do Governo Federal na década de 70 possibilitaram que todo o país se encontrasse hoje coberto por mapeamento geológico básico na escala de 1:250.000.

Infelizmente na perdida década de 80 não foi executado o tão desejado e necessário mapeamento geológico básico na escala de 1:100.000, o qual pela lógica dos trabalhos de mapeamento, deveria suceder o mapeamento na escala de 1:250.000.

Como nesta década de 90 é exigido cada vez mais mapas geológicos em escalas maiores que 1:100.000, como o próprio texto constitucional já sinaliza, e como não se pode prescindir de mapas geológicos na escala de 1:100.000, se pretende executar trabalhos em escalas de 1:50.000 ou 1:25.000, é

necessário dividir as responsabilidades pela execução destes trabalhos entre os Governos Federal e Estadual, afim de possibilitar a recuperação do tempo perdido e colocar o país na trilha do desenvolvimento econômico e social embasado em conhecimentos científicos e tecnológicos atualizados.

Para tanto, o Governo Federal pelos seus órgãos ligados aos setores hídricos e minerários, deverá elaborar um plano Mestre Decenal, válido para a década de 90, no qual seria previsto o mapeamento geológico básico 1:100.000 de cerca de 10% da superfície de cada unidade da federação a cada ano. Assim, no final de 10 anos, todo o país estaria mapeado nesta escala.

Por sua vez os Governos Estaduais, por seus órgãos equivalentes, elaborariam também seus planos decenais prevendo o mapeamento de áreas prioritárias na escala de 1:50.000 ou 1:25.000. Os recursos necessários a estes trabalhos seriam repartidos entre os Governos Federal, Estadual e Municipal, devendo a participação de cada um ser negociada em função dos objetivos visados, e oriundos da participação destes governos na exploração dos recursos hídricos e minerais em seu território.

DOCUMENTO Nº 1

SUMÁRIO SOBRE A MINERAÇÃO
EM MINAS GERAIS

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho procurou mostrar, de maneira algo sucinta, o importante papel desempenhado pela mineração mineira no âmbito do Estado e no contexto nacional.

Por ser esse um assunto bastante complexo, quando se leva em conta fatores econômico-financeiros, política mineral, demanda presente e futura, etc., o assunto não se esgota aqui, quando se necessita de uma análise mais profunda do setor mineral em Minas Gerais. Para maiores esclarecimentos pode ser consultado, por exemplo, a publicação do BDMG "Economia Mineira 1989; Diagnóstico e Perspectivas; Volume IV - Mineração", de 1989.

No sumário sobre a mineração em Minas Gerais, ora apresentado, foram utilizados dados extraídos da publicação acima referida e dos "Anuário Mineral Brasileiro" do DNPM, principalmente o de 1988.

Para melhor compreensão, o trabalho foi dividido em tópicos, enriquecido com a apresentação de oito quadros numéricos.

2. DADOS GERAIS

No QUADRO 1 estão contidas as informações sumarizadas sobre a mineração no Estado de Minas Gerais em 1986, em que as substâncias minerais estão agrupadas somente em duas classes: metálicas e não-metálicas. Estão mostrados, em termos relativos, o número de empresas atuantes no setor, o valor da produção mineral, o pessoal ocupado, o IUM arrecadado e o valor das exportações.

Como pode ser visto, a produção de metálicos destaca-se sobremaneira, já que representava 77,2% do valor da produção, ocupava 70,3% do pessoal, era responsável por 87,5% da arrecadação do IUM e por 97,4% do valor das exportações, embora concentrasse 25,5% das empresas atuantes.

Em 1986 atuavam no setor 328 empresas de mineração que empregavam 31.250 pessoas, o que representava 33,2% do total da mão-de-obra ocupada no setor mineral no Brasil.

3. RESERVAS MEDIDAS

No QUADRO 2 podem ser visualizadas as reservas minerais medidas das substâncias minerais que ocorrem no Estado de Minas Gerais, em 1987. Para efeito de comparação, são também representadas as reservas nacionais.

Entre as substâncias minerais cujas reservas medidas mineiras representavam mais de 75% das reservas nacionais encontram-se berílio, chumbo, lítio, nióbio, terras raras, titânio, zinco, agalmatolito, barita, diamante, enxofre, leucita, mica, ocre e pirofilita.

Entre 50% e 75% encontram-se ferro, monazita, ouro, feldspato, fertilizantes fosfatados naturais, grafita, gnaisse e talco.

Entre 25% e 50% citam-se cobalto, ardósia e quartzo.

As demais substâncias minerais têm reservas inferiores a 25% das nacionais.

4. QUANTIDADE BRUTA PRODUZIDA

No QUADRO 3 estão mostradas, para cada substância mineral, a quantidade produzida (bruta e de contido) em Minas Gerais e no Brasil no ano de 1987.

Destaca-se sobremaneira a produção de minério de ferro com 151.619.022 t, o que representava 83,0% da produção nacional. O ouro representava 88,0%, o titânio 100%, o calcário 36,1% e os fertilizantes fosfatados naturais 48,8%.

Outras substâncias minerais, embora atingissem também índices elevados da produção bruta em termos nacionais, são de menor importância quanto ao valor da produção.

No QUADRO 4 está mostrada a evolução relativa da quantidade bruta produzida em Minas Gerais no período 1980/1987, para cada substância mineral, tomando-se o ano de 1980 como referência.

Nesse período a produção de ferro só aumentou em 8,8%, o ouro teve uma queda de 16,2%, a argila um acréscimo de 7,3%, os fertilizantes fosfatados um acréscimo de 21,9%, o alumínio um acréscimo de 52,3%, as pedras britadas e ornamentais um aumento de 18,0% e o zinco um acréscimo de 1,8%. Para só citar os mais importantes em termos de valor de produção.

5. VALOR DA PRODUÇÃO

Ainda no QUADRO 3 está mostrado o valor da produção em 1987 de Minas Gerais e do Brasil, para cada substância mineral, excluindo os energéticos. O valor total da produção mineral mineira foi de US\$1.347.163.000, enquanto a brasileira foi de US\$4.298.902.000.

No cômputo mineiro, o ferro foi responsável por 52,0%, o ouro por 10,3%, a argila por 6,8%, o alumínio por 6,2%, o calcário por 6,1%, os fertilizantes fosfatados naturais por 4,8%, as pedras britadas e ornamentais por 2,8% e o zinco por 1,9%. Logo, oito substâncias minerais eram responsáveis por 90,9% do valor da produção mineral mineira, enquanto o ferro, isolado, representava mais da metade daquele valor.

Quando se compara o valor da produção mineral mineira com a nacional, em 1987, verifica-se que o ferro representava 66,6%, o ouro 23,0%, a argila 31,7%, o alumínio 38,2%, o calcário 26,5%, os fertilizantes fosfatados naturais 35,1%, as pedras britadas e ornamentais 7,8% e o zinco 96,5%.

O QUADRO 5 mostra a participação relativa de cada substância no valor da produção mineral mineira no período de 1980/1987.

O QUADRO 6 expressa o valor da produção mineral mineira no período 1980/1987, englobadas nas classes metálicas e não-metálicas (incluindo gemas e diamantes). Nota-se que no período de 1981/1987 o valor da produção mineral de Minas Gerais foi sempre inferior à do ano de 1980.

O QUADRO 7 mostra a participação relativa do valor da produção mineral mineira comparada à nacional, sintetizada nas classes: metálicas, não-metálicas, diamantes & gemas, no período 1980/1987. Nota-se um significativo decréscimo no decorrer do período na participação de Minas Gerais no valor da produção de metálicos e não-metálicos no âmbito nacional. Os metálicos, que tinham participação de 71,0% em 1980 caíram para 42,0% em 1987, e os não-metálicos, que tinham participação de 24,1% em 1980, abaixaram para 17,8% em 1987. Somente gemas & diamantes aumentaram sua participação no período, de 19,9% para 44,5%. No total, excluindo as substâncias energéticas, a participação de Minas Gerais caiu de 49,4% em 1980 para 31,3% em 1987.

6. ARRECADAÇÃO DO IUM

O QUADRO 8 mostra a participação relativa do Estado de Minas Gerais no total da arrecadação de IUM no Brasil, no período 1980/1988. No período de 1980 a 1983, a participação relativa de Minas Gerais teve pequenas oscilações, permanecendo entre 41,6% e 44,7%. Em 1984 deu um salto para 50,7%. De 1985 até 1988 esteve sempre decrescente, atingindo 36,5% em 1988.

7. INVESTIMENTOS

Em 1987 os investimentos feitos em pesquisa geológica, nas minas, em pesquisas tecnológicas e nas usinas atingiram em Minas Gerais a Cz\$9.664.189.000, o que representa 31,2% do que foi investido no Brasil nos mesmos setores.

Do total do investimento feito em Minas, 47,9% foi absorvido na mineração do ferro, 15,3% na de ouro, 8,8% na de diamantes, 3,1% na de grafita, 2,9% na de zinco e 2,8% na de nióbio.

QUADRO 1

DADOS GERAIS SOBRE A MINERAÇÃO EM MINAS GERAIS EM 1986 (EM R\$)

CLASSES DE MINERAIS	Nº DE EMPRESAS	VALOR DA PRODUÇÃO	PESSOAL OCUPADO	IUM ARRECADADO	VALOR DAS EXPORTAÇÕES
Metálicas	25,9	77,2	70,3	87,5	97,4
Não-Metálicas	74,1	22,8	29,7	12,5	2,6

Fonte:BDWG-Economia Mineira, 1989; Diagnóstico e Perspectivas; Volume IV - Mineração, Belo Horizonte, 1989.

QUADRO 2

RESERVAS MEDIDAS DAS SUBSTÂNCIAS MINERAIS DE
MINAS GERAIS E DO BRASIL EM 1987

SUBSTÂNCIAS MINERAIS	MINAS GERAIS		BRASIL		CONTIDO	RELAÇÃO MG/BR
	RESERVA MEDIDA (t)		RESERVA MEDIDA (t)			
	MINERIO	CONTIDO	MINERIO	CONTIDO		
METÁLICAS						
Alumínio (bauxita)	147.711.308	59.917.845	1.703.394.533	844.602.394	Al ₂ O ₃	8,7
Berílio (berilo)	10.734	1.072	11.917	1.198	BeO	90,1
Chumbo	13.560.603	202.053	14.833.278	266.941	Pb	91,4
Cobalto	2.204.037	1.543	6.511.217	3.266	Co	33,8
Cobre	2.204.037	9.918	755.706.212	6.009.025	Cu	0,3
Cromo (cromita)	345.570	112.033	9.639.580	2.593.087	Cr ₂ O ₃	3,6
Estanho (cassiterita)	13.358.745 (1)	4.344	221.268.942 (1)	301.473	Sn	6,0
Ferro	8.274.131.425	4.590.916.201	11.223.148.207	6.508.455.916	Fe	73,7
Lítio (amblygonita)	4.345	262	4.459	271	Li ₂ O	97,4
Lítio (espodumênio)	94.744	6.096	94.744	6.096	Li ₂ O	100,0
Lítio (lepidolita)	4.368	183	6.044	208	Li ₂ O	72,3
Lítio (petalita)	78.586	3.622	78.586	3.622	Li ₂ O	100,0
Manganês	12.867.327	3.708.467	75.347.716	29.169.913	Mn	17,1
Níquelita	24.178	13.851	36.806	18.376	REO	65,7
Niôbio (columbita-tantalita)	146		57.939			0,2
Niôbio (pirôcloro)	254.451.741	4.020.921	263.673.821	4.154.618	Nb ₂ O ₅	96,5
Níquel	8.591.140	144.096	303.553.469	4.688.654	Ni	2,8
Prata	785.739.154	195.851 (2)	1.119.479.660	481.221 (2)	Au	70,2
Terras Raras	300.000		301.369			99,5
Titânio (anatásio)	528.968.470	90.318.223	541.608.857	92.764.137	TiO ₂	97,7
Titânio (ilmenita)	261.429	121.562	3.186.522	1.776.414	TiO ₂	8,2
Zinco	22.725.744	3.168.731	23.648.018	3.176.312	Zn	96,1
Zircônio	145.335	88.732	1.736.849	929.897	ZrO ₂	8,4
NÃO-METÁLICAS						
Galmatolito	5.443.607		5.443.607			100,0
Ardósia	5.633.969		18.779.269			30,0
Areia	39.716.662 (1)		590.786.350 (1)			6,7
Argila	340.533.174		1.420.905.793			24,0
Barita	50.812.398	9.463.095	51.888.695	10.406.053	BaSO ₄	98,0
Bentonita	83.837		29.461.706			0,3
Calcário	7.520.270.018		39.662.359.223			19,0
Carvão	9.782.833		597.606.301			1,6
Cassiterita	1.411.860		3.527.828			40,0
Diamante	493.186.653 (1)	6.796.693 (3)	629.235.902	10.482.644 (3)	Diamante	78,4
Dolomita	290.384.064		1.206.522.435			24,1
Enxofre	1.000.550		1.000.550			100,0
Epidoto	10.384.202		19.032.082			54,6
Fertilizantes Fosfatados Naturais	1.223.994.342		1.801.421.455			67,9
Grafita	8.979.881		17.875.343			50,2
Leucita (rocha potássica)	36.170.027		36.170.027			100,0
Obsidiana	829.211		860.564			96,3
Quartzo	662.032		662.032			100,0
Pedras Britadas e Ornamentais						
(basalto)	54.380.315 (1)		102.778.022 (1)			52,9
(gnaisse)	12.412.320 (1)		171.579.872 (1)			7,2
(granito)	9.241.862 (1)		2.043.010.138 (1)			0,4
(mármore)	63.096.560 (1)		485.972.031 (1)			13,0
Profilita	244.444		247.940			98,6
Quartzito	169.609.458		977.859.467			17,3
Quartzo	14.984.699		33.702.419			44,5
Silica	3.705.229		69.669.893			5,3
Silício	38.037.247		68.751.517			55,3

(1) Unidade expressa em m³; (2) unidade expressa em kg; (3) unidade expressa em ct.

Fonte: DNPM - ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO 1988. BRASÍLIA, 1989.

QUADRO 3

QUANTIDADE PRODUZIDA E VALOR DA PRODUÇÃO MINERAL
DE 1987 DE MINAS GERAIS E DO BRASIL EM 1987

SUBSTÂNCIAS MINERAIS	QUANTIDADE PRODUZIDA EM MINAS GERAIS (t)		QUANTIDADE PRODUZIDA NO BRASIL (t)		VALOR DA PRODUÇÃO (x US\$1000)		CONTIDO
	BRUTA	CONTIDO	BRUTA	CONTIDO	MINAS GERAIS	BRASIL	
METÁLICAS							
Alumínio (bauxita)	2.780.223	1.289.041	10.318.682	4.405.864	84.223	220.270	Al ₂ O ₃
Cromo (cromita)	11.093	3.772	829.739	172.215	394	44.753	Cr ₂ O ₃
Estanho (cassiterita)	141.588(1)	57(6)	19.849.221	26.197(6)	271	188.272	Sn
Ferro	151.619.022	91.913.244	182.744.974	112.399.304	700.106	1.050.941	Fe
Lítio(2)	3.503	156	3.503	156	481	481	Li ₂ O
Manganês	848.032	228.471	3.045.564	969.611	11.576	64.148	Mn
Niôbio (piroclore)	475.384	15.142	1.073.225	20.899	4.308	17.029	Nb ₂ O ₅
Níquel	239.767	2.879	1.308.655	22.092	638	4.024	Ni
Ouro	20.999.008(3)	8.780(6)	23.857.953	16.322(6)	138.203	601.541	Au
Titânio (anatásio)	3.344.318	877.857	3.344.318	877.857			TiO ₂
Zinco	920.058	167.162	1.036.958	169.676	25.244	26.146	Zn
Zircônio	277	166	26.040	17.084	131	8.614	ZrO ₂
					380.664	1.997.700	
NÃO-METÁLICAS							
Agalmatolito	117.221		117.221		4.207	4.207	
Água Mineral	82.027(5)		770.445(5)		9.743	90.839	
Andossia	29.464		33.585		314	490	
Areia	1.859.542	29.28 7.251		5.598	108.470		
Argila	3.389.165	24.655.993		91.360	91.360	288.245	
Barita	14.019		99.424	62.608	2.321	20.395	BaSO ₄
Calcário	20.585.209	57.020.926			81.585	307.604	
Caulim	428.431	2.259.777			13.910	62.624	
Cianita	195	922			43	112	
Diamante	6.594.199(1)	54.637(7)	6.806.220(1)	437.582(7)	20.558	25.495	Diamant
Dolomita	1.120.137		3.317.438		5.638	17.250	
Feldspato	47.290		94.433		1.375	2.771	
Fertilizantes Fosfatados Naturais	13.721.055	1.517.136	28.135.000	2.972.982	64.707	184.148	
Gemas	2.783.000(6)		11.662.123(6)		22.736	71.817	
Grafita	522.873	67.600	525.164	68.134	14.342	14.591	
Muscovita (rocha potássica)	6.967		6.967		1.045	1.045	
Mica	15		15		30	57	
Ocre	5.803		5.803		343	343	
Pedras Britadas e Ornamentais(4)	5.088.963(1)		52.538.658(1)		37.501	481.421	
Pirofilita	48.550		48.550		395	395	
Quartzito	99.962		437.115		508	4.963	
Quartzo	52.543		209.034		1.490	2.898	
Silex	1.893		3.688		115	247	
Talco	15.009		440.477		786	12.554	
Vermiculita	437		123.261		3	2.089	

(1) Unidade expressa em m³. (2) Inclui amblygonita, espodumênio, lepidolita e petalita. (3) Produção de cascalho e rocha aurífera. (4) Inclui basalto, gnaiss, granito e mármore. (5) Unidade expressa em 1000 l. (6) Unidade expressa em kg. (7) Unidade expressa em ct.

FONTE: ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO. BRASÍLIA, DNPM, 1988.

QUADRO 4

EVOLUÇÃO DA QUANTIDADE BRUTA PRODUZIDA EM MINAS GERAIS POR
SUBSTÂNCIA MINERAL, NO PERÍODO 1980-1987 (EM t)

ANOS	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
SUBSTÂNCIAS MINERAIS								
METÁLICAS								
Alumínio (bauxita)	100,0	100,4	99,4	116,9	116,4	145,9	125,8	152,3
Cromo (cromita)	100,0	34,0	26,3	9,9	22,4	70,6	227,1	322,0
Estanho (cassiterita)	100,0	88,6	69,1	63,5	77,7	82,7	43,9	36,3
Ferro	100,0	87,3	84,9	81,0	102,3	118,5	112,3	108,8
Lítio (1)	100,0	-	0,2	103,7	37,5	78,1	101,5	175,2
Manganês	100,0	105,4	105,4	105,2	155,3	174,8	152,9	145,3
Nióbio (pirocloro)	100,0	104,7	58,3	45,3	105,6	94,6	97,0	60,7
Níquel	100,0	86,5	77,5	65,8	87,1	62,5	66,2	69,8
Ouro	100,0	65,2	74,0	41,1	37,9	49,2	88,3	83,8
Titânio (anatásio)	-	100,0	97,8	81,4	91,8	89,2	95,2	114,9
Zinco	100,0	52,2	57,5	62,9	70,0	91,1	110,3	101,8
Zircônio	100,0	59,4	121,4	16,3	37,3	65,8	76,3	43,3
NÃO-METÁLICAS								
Agalmatolito	100,0	71,1	50,4	52,7	61,3	65,5	97,0	79,2
Água Mineral	100,0	73,8	71,0	66,5	93,1	117,5	158,9	186,2
Ardósia	100,0	482,7	9,2	3.343,6	1.407,7	1.451,3	3.533,1	1.065,6
Areia	100,0	123,8	111,6	79,6	77,5	80,3	82,1	86,4
Argila	100,0	155,6	154,8	117,9	131,2	136,3	155,8	179,2
Barita	-	100,0	-	-	-	-	-	37,4
Calcário	100,0	88,1	84,1	80,4	85,8	94,5	110,1	107,3
Cauim	100,0	64,0	66,7	60,8	82,3	102,0	115,7	101,7
Cianita	-	100,0	164,8	78,9	38,6	48,8	33,7	50,1
Diamante	100,0	100,6	92,9	60,7	54,8	46,6	-	71,8
Dolomita	100,0	18,6	129,8	98,8	87,2	119,3	139,7	149,5
Feldspato	100,0	115,5	86,2	80,6	73,8	101,4	119,2	123,2
Fertilizantes Fosfatados Naturais	100,0	97,9	101,8	105,2	115,9	122,3	121,4	121,9
Grafita	100,0	199,0	151,1	189,8	123,5	82,1	198,7	225,4
Leucita (rocha potássica)	100,0	34,1	7,0	131,7	126,6	94,0	250,4	145,9
Mica	-	100,0	76,6	58,3	43,4	17,7	15,0	2,0
Ocre	100,0	64,2	81,5	63,0	84,3	97,8	84,7	89,8
Pedras Britadas e Ornamentais	100,0	105,5	100,0	81,1	89,2	101,4	106,8	118,0
Pirofilita	100,0	260,2	62,4	50,1	73,4	72,6	72,4	75,0
Quartzito	100,0	172,9	262,3	475,7	364,9	269,1	251,8	537,4
Quartzo	100,0	139,2	71,4	91,6	137,3	82,7	97,5	103,8
Sílex	100,0	93,5	33,1	61,0	46,6	26,2	55,5	66,0
Talco	100,0	209,1	90,7	179,3	109,0	113,1	124,0	107,6
Vermiculita	100,0	51,6	113,4	-	-	-	18,0	29,7

FONTES: BDMG - ECONOMIA MINEIRA 1989; DIAGNÓSTICO E PERSPECTIVAS; VOLUME IV - MINERAÇÃO.
BELO HORIZONTE, 1989.
DNPM - ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO 1988. BRASÍLIA, 1988.

QUADRO 5

DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL, POR SUBSTÂNCIA, DO VALOR TOTAL DA PRODUÇÃO
MINERAL DE MINAS GERAIS NO PERÍODO 1980/1987 (EM %)

ANOS	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
SUBSTÂNCIAS MINERAIS								
METÁLICAS	77,7	74,0	75,3	71,7	77,9	77,7	77,2	71,7
Alumínio	1,9	2,1	2,9	5,0	4,0	2,7	4,6	6,3
Cromo	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Estanho	0,3	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0
Ferro	60,8	62,0	62,2	55,8	63,0	67,1	61,2	52,0
Lítio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Manganês	0,7	0,7	1,1	0,7	0,9	1,0	0,8	0,9
Niôbio	7,3	1,5	0,8	0,5	0,7	0,7	0,8	0,3
Níquel	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
Ouro	5,6	6,4	6,8	8,1	6,7	4,0	7,4	10,3
Titânio								
Zinco	1,0	0,8	1,2	1,3	2,2	2,0	2,2	1,9
Zircônio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NÃO-METÁLICAS	22,3	26,0	24,7	28,3	22,1	22,3	22,8	28,3
Agalmatolito	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Água Mineral	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,7
Ardósia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Areia	0,6	0,6	0,7	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4
Argila	3,3	5,0	1,8	5,3	0,4	4,8	5,1	6,8
Calcário	5,5	6,8	5,5	6,0	5,7	5,7	6,6	6,1
Caulim	0,6	0,8	0,9	0,7	0,7	0,9	1,1	1,0
Cianita	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0
Diamante	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	1,7	0,5	1,5
Dolomita	0,2	0,5	0,5	0,3	0,2	1,1	0,3	0,4
Feldspato	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
Fertilizantes Fosfatados Naturais	8,4	7,0	10,7	11,8	11,8	3,9	4,4	4,8
Gemas	-	-	-	-	-	1,0	0,5	1,7
Grafita	0,5	1,0	0,9	0,8	0,7	0,9	0,8	1,1
Lucita	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Mica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ocre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pedras Britadas e Ornamentais	1,8	2,1	2,0	1,5	1,1	1,5	2,3	2,8
Quartzito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Quartzo	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Talco	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1

FONTES: BDMG - Economia Mineira 1989; Diagnóstico e Perspectivas; Volume IV - Mineração. Belo Horizonte, 1989.

DNPM - Anuário Mineral Brasileiro 1988. Brasília, 1988.

Q U A D R O 6

EVOLUÇÃO DO VALOR DA PRODUÇÃO EM MINAS GERAIS
NO PERÍODO 1980-1987 (EM US\$1000)

ANOS SUBSTÂNCIAS MINERAIS	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
METÁLICAS	1.214.173	886.589	926.757	675.568	964.139	1.064.004	1.030.911	966.499
NÃO-METÁLICAS*	347.697	311.896	303.733	266.617	273.037	292.565	305.140	380.664
T O T A L	1.561.870	1.198.485	1.230.490	942.203	1.237.176	1.356.569	1.336.051	1.347.163
Crescimento (%)	-	-23,3	2,7	-23,4	31,3	9,7	-1,5	0,8

FONTES: BDMG - Economia Mineira 1989; Diagnóstico e Perspectivas; Volume IV - Mineração. Belo Horizonte, 1989.

DNPM - Anuário Mineral Brasileiro 1988. Brasília, 1988.

* Inclui Gemas e Diamantes.

Q U A D R O 7

PARTICIPAÇÃO DA PRODUÇÃO MINEIRA NA PMB NO PERÍODO 1980-1987 (EM %)

ANOS	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
SUBSTÂNCIAS MINERAIS								
METÁLICAS	71,0	62,4	50,4	32,6	45,6	52,5	53,7	42,0
NÃO-METÁLICAS	24,1	20,0	19,1	25,4	25,3	18,4	16,3	17,8
GEMAS E DIAMANTES	19,9	15,8	19,5	14,9	11,9	33,7	23,8	44,5
ENERGÉTICAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL EXCLUSIVE ENERGÉTICAS	49,4	39,8	35,9	30,0	38,3	38,2	35,5	31,3
TOTAL GERAL	28,8	19,6	17,4	13,0	13,9	14,0	19,1	16,1

FONTE: BDMG - Economia Mineira 1989; Diagnóstico e Perspectivas; Volume IV - Mineração. Belo Horizonte, 1989.

Q U A D R O 8

PARTICIPAÇÃO E EVOLUÇÃO DA ARRECADAÇÃO DO IUM EM MINAS GERAIS (PERÍODO 1980/1987)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Brasil	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Minas Gerais	44,7	41,6	42,2	43,6	50,7	48,3	43,8	37,9	36,5

FONTE: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro 1988. Brasília, 1988.

DNPM - Anuário Mineral Brasileiro 1984. Brasília, 1984.

DNPM - Sumário Mineral 1989. Brasília, 1989.

DOCUMENTO DOCUMENTO Nº 2

PROJETO DE LEI

Estabelece critérios para a distribuição dos recursos financeiros de que trata o Artigo 252, da Constituição Estadual.

Art. 1º - Os recursos financeiros destinados ao Estado, resultantes da participação na exploração dos recursos minerais em seu território ou de compensação financeira correspondente serão distribuídos da seguinte forma:

I - 90% (noventa por cento) à Secretaria dos Recursos Hídricos e Minerários, obedecendo à seguinte destinação por parcela:

- a) 30% (trinta por cento) nos programas de assistência aos municípios mineradores conforme estipula o Parágrafo Primeiro do Art. 253 da Constituição do Estado.
- b) 30% (trinta por cento) para a Constituição do Fundo de Exaustão e Assistência dos municípios conforme previsto no Parágrafo Terceiro do Art. 253 da Constituição Federal.
- c) 30% (trinta por cento) à COMIG para aplicação nos seus projetos de prospecção de recursos minerais.

II - 10% (dez por cento) à Secretaria de Ciência e Tecnologia destinados aos Programas de Meio Ambiente de acordo com o que dispõe o Parágrafo 3º do Art. 214 da Constituição Estadual.

Art. 2º - As entidades que venham a ser contempladas com os recursos financeiros definidos nesta Lei manterão sistema integrado de gerenciamento das verbas, visando racionalizar a execução de projetos e investimentos.

Art. 3º - Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação revogadas as disposições em contrário.

JUSTIFICATIVAS

O Art. 252 da Constituição Estadual estabelece que "os recursos financeiros destinados ao Estado, resultante de sua participação na exploração de recursos minerais em seu território ou de compensação financeira correspondente serão, prioritariamente, aplicados de forma a garantir o disposto no Art. 253, sem prejuízo de destinação assegurada no Parágrafo 3º do Art. 214".

A distribuição proposta assegura o previsto na Constituição Estadual e contempla o setor mineral nas suas atividades de risco que é a prospecção e os levantamentos geológicos básicos. O setor mineral, por se tratar de uma atividade primária conta nos países mineradores com o apoio do Poder Público, principalmente nas fases iniciais do processo produtivo, que incluem os levantamentos geológicos e os programas de prospecção mineral. Este apoio do Poder Público tem por meta a garantia do ciclo de geração de jazidas, que por sua vez geram riquezas e

são imprescindíveis para o funcionamento e desenvolvimento de qualquer parque industrial.

COMENTÁRIOS ACERCA DO PROJETO DE LEI ESTABELECENDO

CRITÉRIOS NA DISTRIBUIÇÃO DOS RECURSOS

FINANCEIROS DE QUE TRATA O

ART. 252 DA CONSTITUIÇÃO ESTADUAL

A partir do Art. 20, Parágrafo Primeiro da Constituição Federal que diz "É assegurada, nos termos da lei, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, bem como a órgãos da administração direta da União, participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração", a Constituição Estadual estabelece em seu Art. 252 o seguinte:

"Os recursos financeiros destinados ao Estado, resultantes de sua participação na exploração de recursos minerais em seu território ou de compensação financeira correspondente, serão prioritariamente, aplicados de forma a garantir o disposto no Art. 253, sem prejuízo da destinação assegurada no parágrafo terceiro do Art. 214".

Ora, o Parágrafo Terceiro do Art. 214 diz que: "parte dos recursos previstos no Art. 20 Parágrafo 2º, da Constituição da República será aplicada de modo a garantir o disposto no parágrafo primeiro, sem prejuízo de outras dotações orçamentárias". O parágrafo primeiro do Art. 214 refere-se a atividades do meio ambiente. Aqui sabiamente, a Constituição destina parte dos recursos advindos da exploração mineral ou da compensação financeira correspondente nos programas de preservação do meio ambiente.

3

Por outro lado, em complementação ao Art. 252 fica estipulado no Art. 253 uma assistência aos municípios mineradores, bem como a criação do "Fundo de Exaustão e Assistência aos Municípios Mineradores", já ficando, também, reservado percentual específico para os municípios considerados mineradores, do rateio de parte disponível do imposto a que se refere o Art. 144, I, b.

A destinação de parte do percentual a ser aplicado no setor mineral, à COMIG, justifica-se pelo fato que a atividade de prospecção de recursos minerais deve ser executada por uma empresa de mineração para cumprimento dos preceitos legais, principalmente aqueles ligados ao Código de Mineração no sentido de se preservar direitos e cumprir obrigações. Aqui com propriedade a COMIG estará cumprindo um papel reservado às atividades de risco da mineração através de recursos oriundos da atividade mineradora.

DOCUMENTO Nº 3

PROJETO DE LEI

Estabelece critérios para a distribuição dos recursos financeiros resultantes da exploração de recursos hídricos de que trata o Parágrafo Primeiro do Artigo 20 da Constituição Federal.

Art. 1º - Os recursos financeiros destinados ao Estado, resultantes da participação na exploração dos recursos hídricos em seu território ou de compensação financeira correspondente serão distribuídos da seguinte forma:

I - 90% (noventa por cento) à Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos e Minerários, para assegurar o atendimento do Art. 250 da Constituição Estadual.

II - 10% (dez por cento) à Secretaria de Ciência e Tecnologia destinados aos Programas de Meio Ambiente de acordo com o que dispõe o Parágrafo 3º do Art. 214 da Constituição Estadual.

Parágrafo Único - Da parcela estipulada em I, 50% (cinquenta por cento) serão destinados à Companhia Mineradora de Minas Gerais S.A. - COMIG, para aplicação direta nos seus programas de prospecção e levantamento de recursos hídricos e minerais.

Art. 29 - As entidades que venham a ser contempladas com os recursos financeiros definidos nesta Lei manterão sistema integrado de gerenciamento das verbas, visando racionalizar a execução de projetos e investimentos.

Art. 39 - Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação revogadas as disposições em contrário.

JUSTIFICATIVAS

O Art. 20 da Constituição Federal em seu Parágrafo Primeiro assegura aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, participação no resultado de exploração de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica conforme transcrito:

"É assegurada, nos termos da Lei, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, bem como a órgãos da administração direta da União, participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração."

A distribuição proposta contempla o setor de recursos hídricos no seu planejamento, gerenciamento e utilização de forma adequada e racional permitindo que no futuro tal recurso, de vital importância para o bem social e da economia esteja estruturado, preservado e pronto a responder a demanda. O acoplamento ao setor mineral é por si, um desdobramento natural de dois setores, que lidam com os recursos naturais do Estado.

Por outro lado, a destinação da parcela, para aplicação nos programas da preservação do meio ambiente, assegura o previsto no Parágrafo Terceiro do Art. 214 da Constituição Estadual.

1

A humanidade, hoje, passa por grandes transformações nos campos social e econômico. A recente reunião da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Social, realizada em Copenhague, Dinamarca, mostra que se caminha para uma crescente perda na qualidade de vida se urgentes esforços não forem canalizados para diminuir a miséria no mundo.

1

O Brasil insere-se nesse contexto e procura engajar a sociedade para profundas mudanças constitucionais, que possam oferecer mecanismos mais apropriados à solução dos problemas que teremos de enfrentar, e a água, como elemento essencial, merece especial atenção.

Com 70 milhões de pessoas abaixo do nível razoável de qualidade de vida, sem educação formal e desinformados, cabe uma mudança imediata e perene na área educacional. Os currículos escolares devem ser adaptados para dar ênfase à importância e ao valor econômico que os recursos hídricos representam nos dias atuais. Deve-se, através da relação escola-empresa, ter completo domínio da realidade em que se vive.

Do mesmo modo, é preciso treinar e formar especialistas, bem como gerentes e planejadores, para que possam desempenhar adequadamente as suas funções.

Uma outra questão fundamental diz respeito ao nível de informações hidrológicas disponíveis e colocadas à disposição dos usuários para que se possam dimensionar as estruturas hidráulicas, prevenir eventos extremos (secas e inundações) e monitorar a qualidade das águas, evitando-se a degradação do meio ambiente. As redes hidrométricas existentes no País, operadas por diversas entidades, carecem de maior integração no seu processo de planejamento, operação e disseminação da informação.

Sem uma efetiva administração dos recursos hídricos que contemple o conhecimento mais apurado das reservas hídricas nacionais e sem se dispor de um acervo de informações hidrológicas consistentes, organizado de forma racional e democraticamente distribuído, sempre haverá um maior custo socioeconômico a ser vencido.

A questão da legislação da água no Brasil também tem merecido destaque face à necessidade de seu aperfeiçoamento e atualização.

A CPRM, que opera a rede hidrometeorológica nacional, vem dedicando esforço redobrado à recuperação dessa rede e à realização de um programa de qualidade na hidrologia, com vistas a contribuir para a melhoria do sistema como um todo.

Finalmente, a adoção de um sistema de gerenciamento dos recursos hídricos apropriado à realidade nacional exigirá um grande esforço compartilhado de todas as entidades envolvidas nessas questões, onde os atores do processo tenham suas funções bem definidas e contribuam convergentemente para a melhoria da qualidade de vida de nossa sociedade.

PÁGINA
Um

RECURSOS
Hídricos

Ministério de Minas e Energia
Raimundo Mendes de Brito
Ministro de Estado

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Carlos Oití Berbert
Presidente

Idelmar da Cunha Barbosa
Diretor de Geologia e Recursos Hídricos

Antonio Juarez Milmann Martins

Diretor de Recursos Minerais

Augusto Wagner Padilha Martins

Diretor de Administração e Finanças

Gil Pereira de Souza Azevedo

Diretor de Relações Comerciais

Coordenação Editorial a cargo do Serviço de
Edição Regional - SER/BH

Editor Técnico:
Frederico Cláudio Peixinho

Editor de Produto:
Ernesto von Sperling

Conselho Editorial:
Achiles Eduardo G. C. Monteiro
Ernesto von Sperling
Flávio Machado Moreira
Frederico Cláudio Peixinho
Jane Côrtes Tavares
José Márcio Henriques Soares

Colaboradores:
Marinho Alves da Silva Filho
Sebastião Milton Pinheiro da Silva
Ruy Edy Iglesias da Silveira

Capa:
Singular Arte Propaganda

Contracapa Institucional:
ASA - Publicidade

Ilustrações:
Soluções Criativas e Ernesto von Sperling

Revisão:
Antônia d'Arc Levy de Queiroz
Sueli Cardoso de Araújo

Editoração Eletrônica:
Washington José Ferreira Santos

Digitação:
Ana Maria Brito da Silva
Roger Lúcio Marinho

Apoio - Mala-Direta:
Glória Rodrigues de Oliveira

Fotolito Capa:
Fotoprint

Fotolito Miolo:
Serviço de Edição Regional - SER/BH

Impressão:
Artes Gráficas Formato Ltda.

Distribuição:
Núcleo de Divulgação da Diretoria de
Geologia e Recursos Hídricos da CPRM
Av. Brasil, 1731 - Funcionários - Belo
Horizonte - Minas Gerais - Cep: 30140-002
☎ (031)261-4300 - Fax: (031)261-5585

Tiragem:
3.000 exemplares

CPRM
O Serviço Geológico do Brasil

A ÁGUA EM REVISTA

SUMÁRIO

Página Um

Sumário

Editorial

Ensaio e Dissertações

- Aperfeiçoamento da Legislação e Ações Governamentais no
Campo dos Recursos Hídricos* 4
*O Investidor Privado e sua Ótica para Dimensionamento
de Usinas Hidrelétricas* 12
O Potencial Hidrelétrico Brasileiro 15
*Os Avanços da Gestão da Rede Hidrométrica Brasileira
Através da Telemetria por Satélite* 21

Ciência e Tecnologia

- Medição de Vazão com ADCP - Primeiros Resultados na
Bacia Amazônica (correntômetro acústico por efeito
Doppler)* 26
*Informações Hidrológicas em Pequenas Bacias
Hidrográficas Rurais* 31
*Planos Diretores de Abastecimento D'Água -
Contribuição à sua Implantação* 40
*Sistema de Informações Geográficas para Avaliação e
Gestão de Informações Hidrogeológicas* 48
Sistema de Hidrometeorologia de Furnas - SHF 56
*Manejo Integrado de Sub-Bacias Hidrográficas -
Um Modelo de Planejamento Ambiental* 59

Fatos e Notícias

- Qualidade na Hidrologia* 67
Semana Internacional da Água 68
Água Subterrânea - Plano Plurianual - DNPM/1994... 69
Qualidade de Águas - MERCOSUL 70
Fórum Estadual de Geoprocessamento 71
Água Subterrânea na CPRM - Novos Enfoques 72
PHI - Programa Hidrológico Internacional - UNESCO.. 74
Modelamento Ambiental 75
*Hidrossedimentologia Prática - Lançamento de
Livro-Texto* 76
Geoprocessamento - Publicação Especializada 77
Diversos 78

Agenda

Correio do Leitor

Conversa com o Leitor

A ÁGUA EM REVISTA é uma publicação quadrimestral da Diretoria de Geologia e Recursos Hídricos da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Divulga os avanços técnicos obtidos nos campos dos recursos hídricos, da hidrologia, da hidrogeologia e meio ambiente, estando também aberta a manifestações externas, sempre com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento global das geociências.

Os artigos assinados são de inteira responsabilidade de seus autores e as opiniões nelas expressas não representam necessariamente as da CPRM.

Reprodução permitida, desde que citada a fonte.

Ao lançarmos A ÁGUA EM REVISTA, buscamos apresentar o que há de melhor, de mais atual e interessante para a comunidade brasileira de recursos hídricos.

Perseguindo nosso principal objetivo, a satisfação do leitor, sentimos que já é hora de medirmos o alcance de nossa proposta editorial. Uma proposta que privilegia a informação técnica, com qualidade, de forma simples e objetiva.

Ao completar a quarta edição, com a tiragem de 3.000 exemplares, o conselho editorial de A ÁGUA EM REVISTA decidiu realizar uma pesquisa de opinião, a fim de avaliar o grau de satisfação dos leitores, a penetração, abrangência, a qualidade técnica e editorial da revista. Portanto, você encontrará encartado neste número um formulário, para o qual pedimos sua colaboração em preenchê-lo, remetendo-nos suas respostas o mais breve possível.

Neste número, você encontrará também temas como privatização, legislação, potencial hidrelétrico, gestão de redes hidrométricas, técnicas modernas aplicadas na medição de vazão, planos diretores de abastecimento, geoprocessamento aplicado em hidrogeologia e manejo integrado em sub-bacias, dentre outros. Esses assuntos materializam a contínua busca pela dinâmica e atualização pretendidas pela revista, como forma de contribuir para o aperfeiçoamento do debate e para o melhor entendimento dessas questões.

O ensaio sobre o *Aperfeiçoamento da Legislação e Ações Governamentais no Campo dos Recursos Hídricos* faz uma completa revisão do assunto, apontando os pontos falhos e as lacunas existentes na legislação atual, que tornam insustentável a gestão racional dos recursos hídricos, quer superficiais ou subterrâneos, uma exigência para que os poderes legislativos e executivos se entendam nesse campo.

Os primeiros resultados da experiência de medição de vazão na bacia Amazônica, utilizando correntômetro acústico por efeito *Doppler*, estão sintetizados em artigo assinado por técnicos do DNAEE, CPRM e ORSTOM, demonstrando o sucesso e aplicabilidade do método naquelas condições de trabalho.

Atualmente, a busca por aplicação de novas tecnologias, através de recursos de informática, com ou sem utilização de teleprocessamento, já é uma realidade irreversível. A maioria dos artigos apresentados, sejam eles sobre hidrologia operacional, gestão de informações hidrológicas, planejamento ambiental, planos diretores, etc., demonstra suas vantagens econômicas, operacionais e, principalmente, de produtividade.

Com o mesmo enfoque procuramos estruturar a seção *Fatos e Notícias*, onde qualidade, planejamento, geoprocessamento e publicações técnicas também estão presentes.

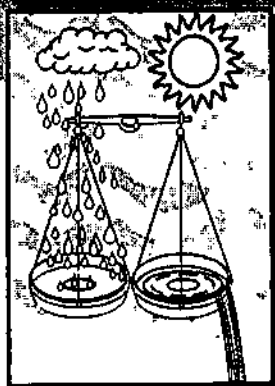
Crescimento populacional, desenvolvimento industrial, agrário e energético, aliados aos fenômenos da natureza (secas, enchentes), são aspectos que interferem drasticamente na quantidade e qualidade da água disponível para o consumo humano. Este sempre será o foco principal de A ÁGUA EM REVISTA. Pensando nisso, todos nós que nos utilizamos das águas de uma mesma bacia hidrográfica devemos nos mobilizar em direção à máxima: *"Não faça ao seu vizinho de jusante, aquilo que não gostaria que seu vizinho de montante lhe fizesse"*.

Mais uma vez esperamos que esta publicação continue despertando sua atenção, servindo para o aprimoramento técnico e desenvolvimento profissional de seus leitores. Por isso, a sua participação, respondendo à nossa pesquisa, é fundamental. Temos certeza de que com esse esforço conjunto poderemos aperfeiçoar as próximas edições de A ÁGUA EM REVISTA.

*Brookline
F. M. L. L.*

Editorial

Aperfeiçoamento da Legislação e das Ações Governamentais no Campo dos Recursos Hídricos



Sem que se conheça a verdadeira causa, nossos legisladores têm sido refratários a editar normas legais sobre águas, a desenvolver o Direito de Águas no país. A partir de 1988, essa afirmação já não pode ser feita quanto aos legislativos estaduais, que têm inserido, em constituições e leis ordinárias, importantes disposições relativas à matéria.

Ao legislador federal, entretanto, ao qual compete criar o Direito de Águas, substantivo e adjetivo, ela é plenamente aplicável. Veja-se

que o Projeto do Código de Águas foi encaminhado à Câmara dos Deputados em 1907 e, se não fosse a iniciativa do Poder Executivo de editá-lo por decreto¹ e adaptá-lo à Constituição de 1934 por decreto-lei², talvez nunca tivesse sido promulgado.

A tramitação do *Projeto de Lei nº 7.127-C/86*, sobre águas subterrâneas, no Congresso há oito anos, e do *Projeto de Lei nº 2.249-A/91*, sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGRH, na Câmara há três anos, confirma esse fato. Ressalte-se que o *Projeto de Lei nº 2.249-A/91* não é uma lei sobre águas, mas, sobre organização administrativa.

A Falta de Regulamentação do Código de Águas, de 1934

O Código de Águas, excelente texto legislativo, tem sido injustamente acusado de tratar apenas de energia elétrica, o que é falso. Com efeito, dos duzentos e quatro artigos daquele diploma, cento e trinta e oito, ou seja, quase setenta por cento, tratam de águas, e o restante dos aproveitamentos energéticos. Ocorre que a parte

* Integra da palestra proferida em 26 de novembro de 1994, em Piracicaba, São Paulo, para deputados federais, estaduais, prefeitos, vereadores e demais lideranças regionais.

¹ Decreto nº 24.643, de 10/11/74.

² Decreto-Lei nº 352, de 11/11/38.

* Consultor e professor da USP

relativa à energia elétrica foi totalmente regulamentada e a concernente às águas não.

Embora o Código para eles previsse leis ou regulamentos especiais, deixaram de ser regulamentadas, nos sessenta anos de sua vigência, as disposições sobre: zonas periodicamente assoladas pelas secas³; uso comum das águas, gratuito ou retribuindo⁴; condições de derivação⁵; condições da navegação que sirva efetivamente ao comércio⁶; desobstrução dos cursos de águas públicas pela administração, à custa dos infratores⁷; multas⁸; indenização por danos causados pelos utentes e proprietários marginais⁹; reposição do leito e margens no estado anterior quando indevidamente ocupados¹⁰; inspeção e autorização das águas comuns e particulares¹¹; desobstrução das águas comuns¹²; disciplina das águas nascentes¹³; salubridade das águas públicas, à custa dos infratores¹⁴; e servidões de aqueduto, canais, fontes e esgotos sanitários e pluviais¹⁵.

Além dessa complementação prevista no próprio Código, não saiu lei fixando as *sanções pelo descumprimento de suas normas* e nem foi atualizada a parte relativa às *águas subterrâneas*, regida pelo conceito de direito de propriedade vigente no começo do século.

A importância de suas normas é evidenciada pelo fato do Código, em sua época, já adotar o princípio do poluidor-pagador, que,

todavia, nunca foi aplicado, por falta de regulamentação¹⁶.

No mais, como ocorre com a maior parte da legislação brasileira, houve o descumprimento reiterado de suas disposições, por falta de atuação dos poderes públicos. Veja-se, por exemplo, que se os *terrenos reservados*¹⁷, hoje denominados *terrenos marginais*, tivessem tido ocupação controlada pelo poder público, como previsto no Código, seria muito menor o número de vítimas de inundações e haveria possibilidade de soluções não-estruturais, para controlar as enchentes.

Assembléia Nacional Constituinte

Quando dos trabalhos da Assembléia Nacional Constituinte, associações ligadas aos recursos hídricos¹⁸, com a participação deste consultor, prepararam emendas, que foram subscritas por ilustres constituintes¹⁹.

Setores do Executivo Federal, pelo contrário, influíram para a não-aceitação das propostas, embora lhes em nada prejudicasse.

As emendas tinham por objetivo: incluir entre os bens da União as águas subterrâneas, cujos depósitos naturais estão subjacentes a mais de um estado, assim como as águas superficiais e subterrâneas situadas nos territórios; facultar à União e aos Estados a transferência, aos Municípios, das águas de interesse exclusivamente local,

o que, em relação aos Estados, seria feito pela respectivas constituições; dar à União competência para definir, por lei, as águas particulares e os direitos e deveres de seus proprietários; permitir aos Estados legislarem supletiva e complementarmente sobre águas, respeitada a lei federal; incluir, entre os bens dos Estados, as correntes que neles tivessem nascente e foz e as águas subterrâneas, cujos depósitos naturais estivessem subjacentes, exclusivamente aos respectivos territórios, excetuadas as águas que, em virtude de lei federal, fossem particulares; e disciplinar o domínio público hídrico do Distrito Federal de forma idêntica à dos Estados.

Foram todas rejeitadas pelo relator. Ressalte-se que os Estados e o Distrito Federal não atuaram junto aos constituintes, embora a matéria fosse de seu interesse direto.

3 Art. 5º.

4 Art. 36, § 2º.

5 Art. 51, "a".

6 Art. 51, "b".

7 Arts. 53 parágrafo único e 54, parágrafo único.

8 Arts. 53 parágrafo único, 54, parágrafo único e 84, parágrafo único.

9 Arts. 56 e 58, "b".

10 Art. 58.

11 Art. 68.

12 Art. 84, parágrafo único.

13 Art. 92.

14 Art. 110.

15 Art. 138.

16 Arts. 109/116.

17 Art. 11, 2º e §§ 1º e 2º.

18 Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS
Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH
Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, e
Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem.

19 Fábio Feldmann, Fernando Bezerra Coelho, José Lins, Uldurico Pinto, Virgílio de Sena e Tito Costa, apoiadas por Parahutini Júnior e Michel Temor.

A Constituição Federal de 1988

Como o objetivo da presente exposição é o aperfeiçoamento da legislação federal e estadual sobre águas, para não alongá-la muito, serão focalizadas apenas as deficiências constitucionais sobre águas.

Por influência, provavelmente, de setores que desejam manter o impedimento para que os Estados legislem sobre águas, e pretendem conservar a centralização implantada em 1967, a Constituição vigente trata do domínio hídrico de forma confusa e omite importantes aspectos, indispensáveis para sua eficiente administração.

Em termos de forma, vê-se que a Carta de 1988 declara serem bens da União os *lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de (sic) seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a territórios estrangeiros ou deles provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais*²⁰. Ora, sendo os rios espécie do gênero *corrente de água* esse vocábulo poderia ter sido suprimido. Da mesma forma, a expressão *ou deles provenham* é desnecessária. O verbo *estender*, no caso, tem o sentido de situação geográfica e não de enfoque montante-jusante e é empregado em texto constitucional desde 1937, sem dúvidas quanto ao fato. Parece que a inovação resultou da má interpretação do Art. 2º,

II, do Decreto-Lei nº 852, de 11/11/38, mas este adotava o verbo *dirigir*, cabendo, portanto, a expressão *ou deles provenham*. Já o verbo *estender* dispensa tal complementação.

A inclusão dos *terrenos marginais* e das *praias fluviais* entre os bens da União atentou contra o patrimônio dos Estados, pois tais áreas lhes pertenciam, por disposição constitucional, desde 1934.

A Constituição declara competir *privativamente à União legislar sobre águas*²¹, sendo que lei complementar pode autorizar os Estados a fazê-lo sobre questões específicas dessa matéria²². O ideal seria que a competência estadual, para legislar supletiva e complementarmente sobre águas, derivasse diretamente da Constituição, conforme proposto nas emendas anteriormente citadas. Se isso ocorresse, não haveria tantas lacunas na legislação hídrica, como demonstrado, no tocante à complementação e regulamentação do Código de Águas.

A Carta de 1988 dá *estranha competência comum* à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, para *registrarem, acompanharem e fiscalizarem as concessões de direito de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios*²³. Esses termos são vagos. Se para a União são deveres inerentes a tais concessões, por ela outorgadas, para as demais pessoas jurídicas públicas

mencionadas constituem encargos, que não se sabe por quem serão remunerados.

É importante ficar registrado que os Estados, embora não legislem sobre águas, no sentido de criar o direito mediante autorização de lei complementar federal²⁴, podem e devem disciplinar a utilização daquelas do seu domínio, baixando *normas administrativas* para tanto, mesmo em forma de lei. À União seria vedado legislar sobre tal matéria, pois estaria invadindo a autonomia dos Estados.

Pela Constituição, foram incluídas entre os bens dos Estados *as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, nesse caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União*²⁵. Com isso, desapareceram as *águas comuns, particulares e municipais*, sem qualquer vantagem prática. Em virtude da garantia do direito de propriedade, estabelecida na Constituição²⁶, resta saber o que o Poder Judiciário decidirá a respeito, se e quando acionado.

A retirada do domínio estadual, das *águas em depósito decorrentes de obras da União*, além de ser vaga, por não esclarecer quem deterá o domínio, introduz desnecessária fragmentação no domínio hídrico estadual.

20 Art. 20, III.

21 Art. 22, IV.

22 Art. 22, parágrafo único.

23 Art. 23, XI.

24 Art. 22, parágrafo único.

25 Art. 26, I.

26 Art. 5º, XXII.

Os titulares desses reservatórios já tinham o uso especial das águas, outorgado pelo Estado ou pela União. Os demais usos dependiam de outorga estadual.

Os depósitos naturais de águas subterrâneas, por sua vez, com maior propriedade, quando subjacentes a mais de um Estado, ou país, deveriam integrar os bens da União, conforme o princípio federativo, segundo o qual as matérias de interesse de mais de um Estado, ou internacionais, devem ficar a cargo da União.

As Leis Federais a Serem Editadas no Campo das Águas

No campo dos recursos hídricos, de acordo com a Constituição de 1988, deveriam ainda ser editadas:

- ☐ lei instituindo o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definindo critérios de outorga de direito de seu uso;
- ☐ lei complementar autorizando os Estados a legislar sobre questões específicas, em matéria de águas²⁷;
- ☐ lei complementar fixando normas de cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, no tocante ao registro, acompanhamento e fiscalização das concessões para exploração de recursos hídricos em seus territórios²⁸;
- ☐ lei dispondendo sobre as águas em depósitos decorrentes de obras da União²⁹;
- ☐ lei dispondendo sobre águas subterrâneas³⁰;
- ☐ lei complementar sobre o

aproveitamento econômico e social dos rios e massas de águas represadas ou represáveis, nas regiões de baixa renda e secas periódicas³¹.

O Projeto de Lei Federal Nº 7.127-C/86, sobre Águas Subterrâneas

Para preencher lacuna normativa e fornecer ao governo a colaboração de seus associados, especialistas no assunto, assim como a da coletividade interessada, a *Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS*, de 1983 a 1986, estudou e debateu proposta de lei sobre água subterrânea, em eventos realizados em vários pontos do país. Tal proposta foi enviada em 1986 ao Poder Executivo para que este, após audiência com os órgãos competentes, remetesse-a ao Congresso Nacional. Quando se esperava que tal ocorresse, o Executivo, tomando como base o estudo da ABAS, encaminhou ao Congresso mensagem que, em sete artigos, levou em conta apenas três artigos e três parágrafos da proposta original de mais de cinquenta artigos, deixando de fora os demais, ou seja, a verdadeira disciplina jurídica das águas subterrâneas³². Embora o Código de Mineração as tenha excluído de seu alcance³³, por reconhecer não lhes ser aplicável o regime minerário, o Projeto do Executivo declarou que seriam por ele regidas. Mais tarde, adaptação da proposta inicial à Constituição de 1988,

preparada pela ABAS, foi apresentada pelo deputado Octávio Elísio como substitutivo ao Projeto do Executivo e aprovado na Câmara, em junho de 1991. Encaminhado ao Senado Federal³⁴, onde precisou sofrer alterações para adaptar-se à extinção das BTN's, assim como receber certas correções, tem sido objeto de indecisão a respeito da participação do DNPM³⁵ ou do DNAEE³⁶ na área federal, com prejuízo ao seu andamento. Na última versão do Parecer do relator, senador Henrique Almeida, a referência ao DNPM, constante do Projeto do Executivo, e do substitutivo da Câmara, foi trocada pela do DNAEE³⁷.

O Projeto de Lei Federal Nº 2.249-A/91, sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Declara a Constituição competir à União instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de

27 Art. 22, parágrafo único.

28 Art. 23, XI.

29 Art. 26, I.

30 Art. 26, I, uma vez que não há lei federal e os Estados não podem criar o direito sobre águas.

31 Art. 43, § 2º, IV.

32 Mensagem nº 007/86, convertida no Projeto de Lei nº 7.127/86.

33 Art. 10, V.

34 Projeto de Lei da Câmara nº 39/91.

35 Departamento Nacional da Produção Mineral.

36 Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica.

37 Diário do Congresso Nacional de 03/09/93, p. 14335-7.

outorga de direitos de seu uso^{38 39}

Para seu cumprimento, após haver formado grupo de trabalho com a finalidade de: estudar o gerenciamento e a administração dos recursos hídricos, em nível nacional, no que se refere ao uso, conservação, proteção e controle da água; e propor medidas visando ao estabelecimento da Política Nacional de Recursos Hídricos e à instituição do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos⁴⁰, o Poder Executivo enviou ao Congresso projeto de lei sobre a matéria^{41 42}. O texto era bastante ruim e incompleto, com disposições até inconstitucionais, cujo exame é dispensável, haja vista que tramita na Câmara dos Deputados substitutivo apresentado pelo deputado Fábio Feldmann⁴³. Sobre o substitutivo, foi realizada na Câmara uma audiência pública, para discuti-lo com os segmentos envolvidos⁴⁴. Em que pese o reconhecido esforço do nobre deputado, o substitutivo, mesmo na versão de 23/06/94, deixa bastante a desejar, requerendo cuidadosa revisão, inclusive, e, principalmente, conceitual. Ressalte-se que, embora importante para colher o ponto de vista dos vários segmentos interessados, a audiência pública é insuficiente para tratar de detalhes, em razão do tempo disponível para cada um apresentar suas idéias e harmonizá-las com o todo.

Nessa versão do substitutivo, alguns pontos precisam ser melhor tratados, como, por exemplo, entre outros: o

conceito de bacia hidrográfica⁴⁵; a inclusão de águas subterrâneas entre os bens da União⁴⁶; a invasão da autonomia dos Estados⁴⁷; a invasão da competência do Poder Executivo⁴⁸; e os aspectos formais e conceituais⁴⁹.

Diante da necessidade de revisão do texto, não só para escoimá-lo das imperfeições apontadas, como de outras, as associações hídricas e, principalmente, os Estados, deveriam solicitar à Comissão de Defesa do Consumidor, Meio Ambiente e Minorias, da Câmara dos Deputados, prazo para oferecer sugestões no sentido de aperfeiçoá-lo, de modo que possa atender aos reclamos da gestão dos recursos hídricos.

Deve-se ter presente que o Código de Águas já define os critérios de outorga para utilização das águas públicas⁵⁰. No âmbito federal, a lei sobre a Política Nacional de Irrigação introduziu outros critérios, os quais, além de falta de praticidade, conflitam com o código, que é uma *lei nacional*⁵¹.

As Constituições Estaduais

Em especial pela atuação das associações nacionais ligadas aos recursos hídricos⁵², que procuraram evitar a repetição do descaso com que o relator da Constituição Federal de 1988 encarou suas propostas, e pela ausência de pressões do governo federal e de setores interessados em manter privilégios, as constituições

estaduais, em grande maioria, cuidaram dos recursos hídricos, introduzindo disposições até com fins que poderiam ser chamados de didáticos.

Em levantamento efetuado pela ABRH⁵³, apenas cinco Estados limitaram-se a repetir os termos da Constituição Federal em suas cartas⁵⁴. Os demais, mesmo de forma heterogênea, trataram da questão.

O exame das leis ordinárias estaduais, editadas ou em projeto, evidencia a necessidade de ser conferida aos Estados *competência para legislar supletiva e complementarmente sobre águas, respeitada a lei federal*, a fim de que possam atuar sem precisar de um modelo federal padrão. Veja-se que alguns Estados preferem a expressão *Circunscrição Hidrográfica*⁵⁵, outros *Regiões Administrativas de Água*⁵⁶, e outros, *Comitês de*

38 Sobre outorgas, cf. POMPEU, Cid Termanik - *Autorização administrativa*, Ed. Rovina dos Tribunais, 194 p., SP, 1992.

39 Art. 21, XIX.

40 Doc. nº 99.400, de 18/07/90.

41 Mensagem nº 640/91.

42 Projeto de Lei nº 2.249/91.

43 Projeto de Lei nº 2.249-A, de 1991.

44 Dias 29 e 30/09/93.

45 Art. 3º, I.

46 Art. 3º, III.

47 Arts. 6º, 19, I, 83, II, 86 e 87.

48 Arts. 46, 78, I, "b", 82, 83, III, 84, § 2º, 3º, I e II, 84, § 4º e 88.

49 Arts. 2º, 24, 26, 27, 29, 30, 34, 38, 78, II, 78, IV, 84, § 5º.

50 Arts. 43 e segs.

51 Lei nº 6.662, de 25/06/79, regulamentada pelo Doc. nº 89.496, de 21/03/84, com alterações.

52 ABAS, ABES, ABID e ABRH.

53 Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Comissão de Gestão de Recursos Hídricos. *Recursos hídricos nas constituições estaduais e na lei orgânica do Distrito Federal*. SP, 02/09/93. 19p.

54 Santa Catarina, Maranhão, Rondônia, Acre e Roraima.

55 Constituição do Estado de Minas Gerais.

56 Bahia.

*Bacias e Agências de Bacia*⁵⁷. Modelo único, portanto, somente servirá para inibir a gestão estadual das águas segundo as peculiaridades de cada unidade da federação, além de ferir a autonomia dos Estados.

A Lei Nº 7.663, do Estado de São Paulo

Para atender a disposições constitucionais, a Lei estadual nº 7.663, de 30/12/1991 estabeleceu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos e ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Entre os princípios enunciados por essa lei, estão: o do reconhecimento do recurso hídrico como bem público de valor econômico, cuja utilização *deve ser cobrada*, observados os aspectos de quantidade, qualidade e as peculiaridades da bacia hidrográfica⁵⁸; e o do rateio do custo das obras de aproveitamento múltiplo de interesse comum, ou coletivo, entre os beneficiados⁵⁹. Com os meios financeiros e institucionais previstos na lei, e em seu regulamento, o Estado deve promover ações integradas nas bacias hidrográficas, visando ao tratamento de efluentes e esgotos urbanos, industriais e outros, antes do lançamento nos corpos de água⁶⁰.

Essa lei estabelece alguns critérios para a cobrança pela utilização dos recursos hídricos e abre campo ao Regulamento, para instituir outros.

Com a devida vênia, ela poderia ter sido mais clara no

tocante à autorização para a criação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO, haja vista que a Constituição Federal veda a instituição de fundos, de qualquer natureza, sem esse prévio pronunciamento do Legislativo⁶¹. No mesmo sentido, estatui a Constituição do Estado de São Paulo⁶². Ao invés de instituir o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH, limita-se a remeter a questão a uma lei futura⁶³, e menciona o FEHIDRO como existente⁶⁴. O mesmo ocorre relativamente ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Nos termos da Constituição Estadual, ambos devem ser instituídos por lei⁶⁵ e a Lei nº 7.663/91 a eles se refere como existentes⁶⁶.

Os critérios e as normas para a fixação dos preços públicos e a definição de instrumentos técnicos e jurídicos necessários à implantação da cobrança pelo uso da água deverão constar do projeto de lei relativo ao Segundo Plano Estadual de Recursos Hídricos, a ser aprovado em 1995⁶⁷.

Como a Constituição Estadual prevê o rateio do custo das obras de aproveitamento múltiplo de recursos hídricos, na forma da lei⁶⁸, a Lei nº 7.663/81, em seção de certa forma confusa e com dispositivo inconstitucional, como será demonstrado, dispõe sobre a matéria. Para tanto, classifica as obras em de *interesse comum* ou *coletivo*, e estabelece alguns procedimentos a serem adotados. Outros deverão constar do Regulamento⁶⁹.

Neste ponto, convém procurar interpretar as expressões *interesse comum* e *interesse coletivo*, constantes da lei, para que se possa aplicar o dispositivo em seu exato sentido. Num primeiro enfoque, entende-se que *interesse comum* se refere a *pessoas indeterminadas*, que interessa a todos, e que *interesse coletivo* refere-se a um número ou categoria *identificáveis*. Essa interpretação é reforçada porque o *caput* do artigo coloca, como alternativas, *o uso múltiplo, o interesse comum e o interesse coletivo*, e pelo fato da lei não dever abrigar palavras inúteis, ou sinônimos. Como ensina CARLOS MAXIMILIANO⁷⁰, deve-se atribuir a cada palavra a sua razão de ser, o seu papel, o seu significado, a sua contribuição, para precisar o alcance da regra positiva. O texto deve ser entendido de modo que tenham efeito todas as suas provisões, nenhuma parte resulte inoperativa, nula, ou sem significação. Como a regra é se supor que os textos foram redigidos com atenção e esmero, não se presume a existência de palavras supérfluas, ou sem força operativa.

57 São Paulo.

58 Art. 3º, III.

59 Art. 3º, IV.

60 Art. 6º.

61 Art. 167, IX.

62 Art. 176, IX.

63 Art. 16.

64 Art. 35.

65 Art. 205.

66 Art. 21.

67 Art. 8º, V, das Disposições Transitórias.

68 Art. 205, II.

69 Art. 15.

70 *Hermenêutica e aplicação do direito*, 2ª edição, Ed. da Livraria do Globo, P. Alegre, pp. 270-271, 1993.

Ao empregar o termo *beneficiados*, a lei aproximou-se da *contribuição de melhoria decorrente de obra pública*, dela apenas diferenciando ao prever o rateio dos custos segundo critério *social e pessoal*, graduado conforme a capacidade econômica do contribuinte e não a valorização de imóvel, como exige aquele tributo⁷¹. A própria lei, por outro lado, previu o caso de impossibilidade prática para identificação dos beneficiados, para o conseqüente rateio de custos⁷². De qualquer forma, adotou caminho estranho para o rateio, pois, ao invés de dirigir-se àqueles que têm ou teriam o encargo de executar a obra, e este, acreditamos, é o verdadeiro espírito do rateio de custos, no caso de as obras serem públicas, referiu-se aos seus *beneficiados*, que são os administrados, pessoas físicas ou jurídicas. Esse enfoque faz com que pareça se estar instituindo, de forma incorreta, um tributo, e tornando inaplicável a disposição relativa à *negociação sobre o rateio de custos entre os beneficiados*⁷³. Essa matéria precisará ser bem esclarecida no Regulamento.

Como um complicador a mais, o parágrafo único do Art. 15, que não constava do Projeto de Lei nº 590, de 1990, do qual se originou a lei examinada, em flagrante inconstitucionalidade, declara que o rateio do custo das obras de que trata o artigo será efetuado segundo critério social e pessoal e graduação de acordo com a capacidade do

contribuinte, facultado aos órgãos e entidades competentes identificar, respeitados os direitos individuais, a *origem de seu patrimônio e de seus rendimentos*, de modo a que sua participação no rateio não implique a disposição de seus bens. Embora a intenção seja boa, a intromissão na economia interna das pessoas, físicas ou jurídicas, é inconstitucional⁷⁴. Mesmo com a ressalva de respeito aos direitos individuais, falta ao legislador estadual competência para determinar a identificação da origem do patrimônio e dos rendimentos de qualquer pessoa, para fins de cobrança de parcela de custo de obra. Nos termos da lei, o estabelecimento de critérios e normas relativas ao rateio dos custos das obras de uso múltiplo dos recursos hídricos, ou de interesse comum ou coletivo, entre os beneficiados, é competência do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH⁷⁵, constituindo-se o produto receita do FEHIDRO⁷⁶.

Os Estudos para Criação de Agências de Bacia, no Estado de São Paulo

A Lei nº 7.663/91 estabelece que, nas bacias hidrográficas onde os problemas relacionados aos recursos hídricos o justificarem, poderá ser criada uma entidade jurídica, com estrutura administrativa e financeira própria, denominada *Agência de Bacia*, por decisão do respectivo comitê e aprovação do CRH⁷⁷.

Essa agência deve exercer as funções de Secretaria Executiva do Comitê da Bacia e ter as seguintes atribuições:

- ☐ elaborar periodicamente o plano da bacia hidrográfica, submetendo-o ao Comitê, encaminhando-o posteriormente ao Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos – CORHI, como proposta para integrar o Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- ☐ elaborar relatórios anuais sobre a situação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica, submetendo-os ao Comitê e encaminhando-os ao CORHI;
- ☐ gerenciar os recursos financeiros do FEHIDRO pertinentes à bacia, gerados pela cobrança pelo uso da água e outros, definidos no Art. 36, da Lei nº 7.663/91, em conformidade com o CRH e ouvido o CORHI;
- ☐ promover, na bacia hidrográfica, a articulação entre os componentes do SIGRH, com outros sistemas do Estado, com o setor produtivo e a sociedade civil.

Segundo a Lei nº 7.663/91, as agências somente serão criadas a partir do início da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, e terão sua vinculação ao Estado e organização administrativa, além da personalidade jurídica, disciplinadas na lei que autoriza a sua criação⁷⁸.

71 Constituição Federal, Art. 145, III; Código Tributário Nacional, Arts. 5º, XI/82; Decreto-Lei nº 195, de 24/02/67.

72 Art. 15, III.

73 Art. 15, I.

74 Constituição Federal, Art. 5º, X.

75 Art. 25, V.

76 Art. 36, X.

77 Art. 29, § 1º.

78 § 2º, do Art. 29.

Com o objetivo de implantar a agência, mesmo antes do início da cobrança, foram desenvolvidos dois estudos sobre: (a) anteprojeto de lei autorizando a criação de uma empresa pública⁷⁹, inspirado na primeira versão do substitutivo ao Projeto de Lei nº 2.249/91. Essa proposta deixa aberta a possibilidade da participação da União, em razão de existirem águas do seu domínio, nas bacias; e (b) anteprojeto de lei autorizando o Estado a participar de uma agência, sob a forma de fundação de direito privado, dele desvinculada, mas sua delegada, baseado nas propostas resultantes de *Workshops* regionais e reuniões da Câmara de Assuntos Institucionais, do CBH-PCJ⁸⁰. O segundo estudo incorporou as disposições do primeiro, que poderiam ser adequadas a uma entidade delegada do Estado, prevendo, igualmente, a participação da União.

Esses trabalhos e os modelos aventados em outros Estados demonstram a inconveniência de lei federal pretender definir o modelo de gestão a ser adotado pelas unidades federadas, que deverá ser o que mais atenda às suas peculiaridades e aos pleitos locais.

No caso de São Paulo, encaminhado o futuro projeto de lei à Assembleia Legislativa, será necessário grande empenho de seus ilustres membros, no sentido de, se for o caso, aperfeiçoá-lo, e dar, em curto prazo, ao Executivo e aos Municípios o instrumento legal de que necessitam para a

gestão dos recursos hídricos estaduais.

Conclusão

A presente exposição permite chegar às seguintes conclusões:

- ☐ a falta de regulamentação das disposições do Código de Águas, referentes aos recursos hídricos, impediu que o Brasil contasse com gestão eficiente nesse campo e fez com que a atual geração pagasse alto preço pelo fato;
- ☐ com honrosas exceções, percebe-se certa apatia, no Congresso Nacional, no sentido de dotar o país de legislação eficiente sobre águas, e o próprio Código, para ser editado e atualizado, dependeu de atos do Poder Executivo, o qual, por sua vez, também, nesses sessenta anos, não tem primado pelo interesse em enviar ao Legislativo projetos de lei sobre a matéria;
- ☐ durante a Assembleia Nacional Constituinte, todas as propostas das associações nacionais ligadas aos recursos hídricos, em especial a de que os Estados pudessem legislar, supletiva e complementarmente sobre águas, respeitada a lei federal, foram rejeitadas, pela falta de expressão política da matéria, pela atuação de organismos interessados em manter a centralização existente e pela ausência de interesse dos Estados junto às respectivas bancadas;
- ☐ a Constituição federal de 1988, no tocante aos recursos hídricos, é omissa, confusa e centralizadora;
- ☐ o projeto de lei sobre Águas Subterrâneas, no Congresso há

oito anos, já poderia ter sido convertido em lei, com grandes benefícios para o país, se houvesse deixado para o Poder Executivo decidir que órgão federal atuará nessa área, já que são recursos hídricos do domínio estadual;

- ☐ o projeto de lei sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, mesmo na última versão, necessitam de ampla revisão;
- ☐ a maioria das recentes constituições estaduais abrigou importantes disposições sobre a gestão dos recursos hídricos do domínio das unidades federadas, algumas até com fins didáticos, o que permitirá o desenvolvimento dessa matéria no país;
- ☐ as leis estaduais, editadas ou em projeto, estão adaptando a gestão dos recursos hídricos às peculiaridades de cada unidade federada, não devendo a legislação federal tentar implantar um modelo único para o país;
- ☐ a Constituição federal deveria ser emendada, para que pudessem ser corrigidas as omissões, confusões e centralização existentes;
- ☐ o prosseguimento da edição de normas legislativas sobre recursos hídricos, no Estado de São Paulo, precisaria continuar a receber o apoio dos parlamentares paulistas, para que, em curto prazo, pudessem as águas estaduais serem administradas de acordo com os reclamos da população das respectivas bacia hidrográficas.

79 Consórcio Intermunicipal das bacias dos rios Piracicaba e Capivari.

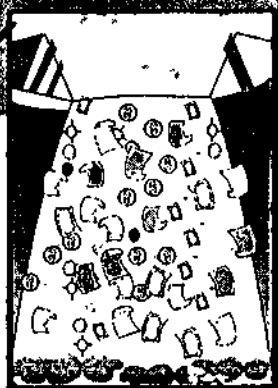
80 Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

ENSAIOS E DISSERTAÇÕES

O Investidor Privado e Sua Ótica para Dimensionamento de Usinas Hidrelétricas

Jose Renato Kling Cotrim

Junio Sato



A atual política implementada pelo Governo tem como linha mestra abrir espaço para que o capital privado passe a exercer o principal papel no processo produtivo. Há um evidente esforço para que o setor privado se apresente como produtor de bens e serviços básicos, em particular, nas áreas de energia e transporte.

Na área de energia, estudos de viabilidade de aproveitamentos hidrelétricos são realizados sob as diretrizes da ELETROBRÁS e DNAEE, visando à utilização ótima dos

recursos hídricos para a sociedade. Um plano para implantação das usinas é definido com a sequência de execução hierarquizada pelo custo da energia gerada em cada aproveitamento estudado.

Observa-se, atualmente, por parte dos grandes consumidores privados de energia elétrica, uma corrida por pedidos de autorização ao DNAEE para realização de estudos de aproveitamentos hidrelétricos.

Embora não se possa perder de vista o bem-estar da sociedade como um todo, não se pode ignorar que a ótica privada tem como objetivo maximizar a riqueza dos proprietários. Dessa forma, o problema reside em como propiciar condições favoráveis a esses investimentos, sem permitir a exploração predatória dos recursos hídricos.

Na análise de viabilidade de projetos para a iniciativa privada, o diagrama de fluxo de caixa, considerando os investimentos, receitas e custos operacionais e administrativos, deve corresponder ao melhor resultado para o proprietário, e seu retorno superar o custo de oportunidade do capital a ser investido.

O custo de oportunidade é a melhor remuneração que seria obtida pelo capital em um uso

*Cotrim & Sato Consultoria Ltda

alternativo. Quando o empreendedor decide empregar seu capital na construção de uma usina hidrelétrica, está *perdendo oportunidade* de empregá-lo de outras formas.

A remuneração que seria obtida na melhor *oportunidade perdida* é o custo que deve ser atribuído ao seu uso na produção. Quando o capital não é próprio, a taxa a considerar é o preço pago pelo empréstimo, ou seja, pelo uso do dinheiro.

O setor elétrico considera como critério a taxa de 10% ao ano e um horizonte de 50 anos, para remuneração do capital e definição do custo da energia gerada.

Nessas condições, dificilmente algum grupo privado aceitaria aplicar seus recursos próprios em projetos de aproveitamentos hidrelétricos, pois, não há investimento privado possível sem lucratividade para o empreendedor.

Deve-se ter em mente que a iniciativa privada, em suas análises, irá abordar a alternativa de investimento em uma usina da mesma forma que considera as possibilidades de outros empreendimentos.

Resumidamente, os investidores privados deverão considerar os seguintes critérios para motorização das usinas em seus estudos de viabilidade:

- critério de *custo mínimo de geração* ou *máximo índice*

benefício/custo, onde se procura alocar o capital em termos de seu rendimento máximo. Esse critério prevalece, normalmente, em situações em que existem várias opções de investimento;

- critério do *máximo lucro* ou *máximo benefício líquido*, que caracteriza o interesse de motorizar a usina enquanto houver retorno do investimento adicional em relação à substituição de outras fontes energéticas como alternativas para comparação. Esse critério, algumas vezes, se sobrepõe ao anterior.

Cada fator da produção deve ser empregado até o ponto em que sua receita marginal (produto da produtividade marginal do fator pela receita marginal do produto) se ajuste ao seu custo marginal. Isso significa que a última unidade usada de cada fator deve acrescentar a mesma quantia à receita e ao custo da produção.

- critério do *máximo aproveitamento* ou *máximo benefício*, que corresponde a explorar ao máximo o recurso natural disponível, enquanto aproveitável economicamente, em função da sua necessidade, escassez local ou proximidade do centro consumidor;

- critério do *investimento* ou *interesse limitado*, onde predomina a condição de capital limitado do investidor ou necessidade energética inferior ao correspondente ponto economicamente ótimo, se não houver limitações de ordem maior.

Esse é o critério de aplicação mais polêmico. Caso o empreendedor deixe previsão para a posterior ampliação do aproveitamento, ou no caso de pequenas usinas, não há

motivo para sua rejeição *a priori*. Esse é um critério bastante comum em análises econômicas de qualquer ordem e pode ser aplicável ao dimensionamento de usinas hidrelétricas, com as ressalvas assinaladas.

A título de exemplo, apresenta-se um caso de estudo de um aproveitamento para cliente privado, onde o capital de investimento é próprio e o custo de oportunidade do capital foi considerado de 12% ao ano e o horizonte para retorno do capital investido fixado em 30 anos.

O custo da energia gerada é computado de acordo com as recomendações da ELETROBRÁS.

$$CEG = \frac{(CI \times FRC + CI \times O\&M)}{EG \times 8760}$$

Onde:

CEG = Custo da energia gerada.

CI = Custo total do investimento.

FRC = Fator de recuperação de capital para um horizonte de 30 anos e uma taxa de atualização de capital de 12% a.a.

O&M = Custo de operação e manutenção, fixado em 2% do custo total do investimento por ano; $O\&M = (0,02 \times CI)/ano$.

EG = Energia gerada em MW médios.

8760 = Número de horas do ano.

No Quadro 1, são mostrados os custos de investimento para cada um dos níveis de motorização considerados e os custos incrementais da energia gerada adicional ao se passar de um nível de motorização para o seguinte.

Como se observa, pelo primeiro critério, a usina seria motorizada com 20 MW, que

corresponde ao menor custo para a energia gerada.

Considerando o segundo critério, supondo que o proprietário pague atualmente 32,00 US\$/MWh pela energia do sistema, a usina deveria ser motorizada com 24 MW.

Note-se que após essa potência, o proprietário estará pagando a taxa incremental de tarifa de 47,80 US\$/MWh,

mostrando-se mais vantajoso comprar o adicional do sistema por 32,00 US\$/MWh.

O terceiro critério é aplicado, por exemplo, se o proprietário paga caro ao sistema pela energia de ponta e tenha absoluta necessidade de garantia de fornecimento de suprimento de uma potência de pelo menos 28 MW. Nesse caso, a usina poderia ser

motorizada com até 28 MW, uma vez que a taxa incremental ainda se mostra inferior à energia gerada por um grupo térmico.

O quarto critério poderá ser utilizado caso o proprietário esteja limitado em sua aplicação de recursos, o que o obrigaria a restringir a potência instalada.

Potência Instalada (MW)	Investimento em US\$ x 10 ³	Energia Gerada (MW Médios)	Custo US\$/MWh Energia	Incremental
19	18.212	15,3	19,59	
20	18.565	15,7	19,46	14,52
22	19.327	16,3	19,51	20,90
24	20.100	16,7	19,80	31,80
26	21.262	17,1	20,46	47,80
28	22.146	17,4	20,94	48,49
30	24.287	17,7	22,58	117,43

Quadro 1 – Custos de investimentos para diferentes níveis de motorização



Usina hidrelétrica de Itumbiara, municípios de Itumbiara (GO) e Tupaciguara (MG)

ENSAIOS E DISSERTAÇÕES

O Potencial Hidrelétrico Brasileiro

Sérgio Barbosa de Almeida
Arlene Rodarte Neves



As características físicas do Brasil, em especial a grande extensão territorial e a existência de rios caudalosos, aliadas às dimensões relativamente reduzidas das reservas de petróleo e carvão mineral, foram determinantes para a implantação de um parque gerador de energia elétrica de base predominantemente hidráulica. Como apenas 22% do potencial hidrelétrico encontram-se aproveitados ou em construção, estima-se que as fontes hidráulicas continuarão a desempenhar importante papel no

atendimento à crescente demanda de energia elétrica, pelo menos ao longo das duas próximas décadas.

A exploração desse potencial é basicamente efetuada por empresas de economia mista, cujos acionistas majoritários são a União, os governos estaduais ou municipais, que respondem por mais de 99% da produção nacional de energia elétrica para uso público. Com a regulamentação do Artigo 175 da Constituição, prevê-se a ampliação da participação privada no setor.

Independentemente, porém, do caráter público ou privado dos agentes encarregados do suprimento de energia elétrica, é de fundamental importância que a operação e a expansão dos dois sistemas elétricos brasileiros - Norte/Nordeste e Sul/Sudeste/Centro-Oeste com alto grau de interligação entre seus componentes, continuem a ser realizadas de forma coordenada. A interligação permite obter dos dois sistemas uma produção energética superior à que seria proporcionada pela soma das usinas operando isoladamente.

As atividades de planejamento da expansão e da operação dos sistemas elétricos são coordenadas, respectivamente, pelo Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos - GCPS e pelo Grupo Coordenador da Operação

*Engenheiros da Eletrobrás

Interligada – GCOI, que reúnem as empresas geradoras e distribuidoras de energia elétrica, sob a coordenação da Eletrobrás.

Organização dos Dados sobre o Potencial Hidrelétrico

O conhecimento do potencial hidrelétrico brasileiro é de suma importância para o desenvolvimento das atividades de planejamento da expansão dos sistemas elétricos.

A organização das informações relativas a esse potencial é de responsabilidade do Grupo de Trabalho de Informação Básica – GTIB, criado em 1990 no âmbito do GCPS. O instrumento utilizado para realizar essa tarefa é o Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico – SIPOT, desenvolvido pela Eletrobrás, através da Divisão de Recursos Hídricos do Departamento de Estudos Energéticos. A operação e a manutenção do Sistema, além do fornecimento, atualização e consistência dos dados armazenados no SIPOT, também estão a cargo do GTIB, grupo do qual fazem parte as seguintes empresas: CEEE, CELESC, CELG, CELPA, CEMAT, CEMIG, CERJ, CESP, CHESF, COELBA, COPEL, CPFL, DNAEE, ELETRONORTE, ELETROPAULO, ELETROSUL, ENERSUL, FURNAS, LIGHT e a ELETROBRÁS como entidade coordenadora.

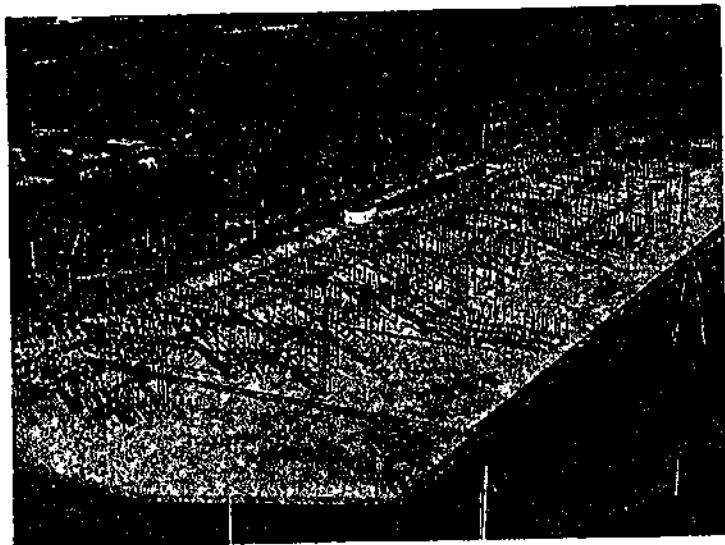
O valor do potencial hidrelétrico brasileiro é composto pela soma da parcela estimada com a inventariada. O potencial

estimado compreende locais de usina ou trechos de rio para os quais foram realizados estudos expeditos, normalmente restritos a trabalhos de escritório. A parcela inventariada inclui usinas

objeto de estudos em diferentes níveis – inventário, viabilidade e projeto básico – além de aproveitamentos em construção e operação. Esse universo corresponde a cerca de quatro mil locais de aproveitamento em todo o território nacional.

As principais características dos aproveitamentos estão armazenadas no SIPOT sob a forma de banco de dados e representadas graficamente por diagramas topológicos. Consistem, principalmente, em:

- ✓ identificação e localização da usina, como código, rio, latitude e longitude;
- ✓ características físicas, como níveis d'água, volumes, áreas inundadas e queda;
- ✓ características energéticas, do tipo potência e energia firme;
- ✓ dados hidrológicos, como vazões naturais e curvas-chave;
- ✓ dados de custos, como cronogramas de construção e custo total do projeto, e algumas datas notáveis, totalizando cerca de 50 itens de dados por local de barramento.



Usina hidrelétrica de Furnas, município de Alpinópolis (MG)

Além de definir o valor conhecido do potencial hidrelétrico nacional, tais informações constituem os dados básicos para os modelos matemáticos de simulação dos planos de expansão da geração de curto, médio e longo prazos.

O SIPOT é um sistema desenvolvido para microcomputador, em linguagem TURBO PASCAL, com acesso aos dados por teclado ou disquete e está implantado nas principais concessionárias de energia do País.

O Sistema permite a impressão de relatórios e quadros-resumo com as informações de energia firme e potência instalada organizadas por estágio de desenvolvimento, unidade da federação, empresa concessionária e bacia hidrográfica. A título de exemplo, são apresentadas uma cópia da imagem em tela do SIPOT e uma cópia do relatório de saída de dados dos aproveitamentos inventariados do Estado do Amazonas (Figuras 1 e 2).

POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO

ELETROBRÁS - DPE banco de dados de hidrelétricas

IDENTIFICAÇÃO DO APROVEITAMENTO

Date: 06/06/94

Código: 61661000
Nome: FURNAS
Rio: GRANDE
Bacia/Sub-Bacia: 61
U.F.: MG
Estágio: OP

Ponte: FURNAS
Propr.:
Autoprodutor: N
Região Elétrica: 2
Região Evaporação:
Ár: 50464,00 Km²

Latitude: 20 40
Longitude: 46 20
Situação:
Ampliação: /
Simulável (S/N): S
Cod. Jusante: 61730080

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS / ENEROÉTICAS

Nível D'água (m)	Área (km²)	Volume (km³)	NA Jusante (m)	Vaz. Def. (m³/s)
Máx.Normal:	768,00	1442,00	22950,00	Nível 1: 672,10 500,00
Nível 2:	766,00	1320,00	20183,00	Nível 2: 672,35 800,00
Nível 3:	761,00	1044,00	14268,00	Nível 3: 672,50 1000,00
Nível 4:	755,12	755,20	8999,80	Nível 4: 673,20 2000,00
Mín.Normal:	750,00	530,00	5733,00	Nível 5: 673,64 3000,00

NA Normal Jus: 672,90 m
Vazão Máx. Defl.: 106,00 m³/s
Vol. Sol. Vertedor: 6173,00 km³
Queda Referência: 89,9 m

Vazão MLT: 949,13 m³/s
Rendimento: 88,0 %
F. Cap. Máx.: %
Perda Hidráulica: 1,0 m

Tipo Turbina: F
Total: 8 Base: 4
Tx. Ind. Forc.: 2,4 %
Tx. Ind. Prog.: 7,7 %

Pot. Nominal: MW
Pot. Efetiva: 1312,00 MW

Ener. Firme: 5124,60 GWh
Média Base: GWh

Ener. Média: 6061,92 GWh
Acresc. Firme: GWh

CARACTERÍSTICAS DE CUSTOS

Código Desembois: Ano X: Ano Y: Data de Referência: /

Desembois Estudos Desembois Construção CUSTO ()

Total S/IDC:
Oper/Manut.:

DATAS

Início dos Estudos: 00/00
Início de Operação: /
Início Ench. Res.: /
Termino Ench. Res.: /

Figura 1 – Exemplo de tela do SIPOT

O estágio de desenvolvimento do aproveitamento armazenado no SIPOT corresponde ao último estudo realizado e aprovado pelo DNAEE. Até sua entrada em operação, um empreendimento hidrelétrico pode ser objeto das seguintes etapas de estudo:

Potencial Estimado

Remanescente – corresponde aos resultados de estimativas realizadas em escritório, a partir de dados existentes, sem a execução de qualquer levantamento complementar, não considerando um local individualizado mas um trecho do curso d'água, via de regra

situado nas cabeceiras do curso d'água principal da bacia.

Individualizado – corresponde aos resultados de estimativas realizadas em escritório para um determinado local, a partir de dados existentes ou levantamentos expeditos, sem a execução de qualquer levantamento complementar detalhado.

Potencial Inventariado

Inventário – corresponde aos resultados dos estudos realizados em bacias hidrográficas para a determinação do seu potencial hidrelétrico e da melhor

divisão de queda, mediante a identificação de um conjunto de aproveitamentos compatíveis entre si e com projetos desenvolvidos de forma a obter uma avaliação da energia disponível, dos impactos ambientais e do custo de implantação do empreendimento.

Viabilidade – é a etapa em que se define a concepção global do aproveitamento, visando à sua otimização técnico-econômica. Compreende o dimensionamento das estruturas principais e das obras de infra-estrutura local, a definição da respectiva área de influência, do uso múltiplo da água e dos efeitos sobre o meio ambiente.

Projeto Básico – é a etapa em que o aproveitamento é detalhado e tem definido seu orçamento, de forma a permitir a elaboração dos documentos de licitação das obras civis e do fornecimento dos equipamentos eletromecânicos.

Construção – corresponde ao aproveitamento que teve suas obras iniciadas e ainda não opera a primeira unidade geradora.

Operação – corresponde ao aproveitamento que dispõe de pelo menos uma unidade geradora em operação, independentemente do valor da potência instalada e da finalidade da geração (serviço público ou autoprodução).

Os diagramas topológicos incluem todos os registros armazenados no SIPOT, e

POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO
ELETOBRÁS - DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E ENGENHARIA - DEPARTAMENTO DE ESTUDOS ENERGÉTICOS

29.12.94
pag. 1

Figura 2 - Relatório dos aproveitamentos inventariados do Estado do Amazonas

Estado: AM

Bacia: AMAZONAS

COD. DNAEE	NOME DO RIO	APROVEITAMENTO	OUTO PROG	ESTÁGIO	NÍVEL MAX. NORMAL (m)	NÍVEL MIN. NORMAL (m)	NÍVEL NORMAL JUS. (m)	VOLUME TOTAL (Km3)	VOLUME MIN. (Km3)	ÁREA NO NIV. MAX. NORMAL (Km2)	ÁREA NO NIV. MIN. NORMAL (Km2)	QUEDA BRUTA (m)	ENERGIA FIRME (GWh/ano)	POTÊNCIA MONT/EFET (MW)	CUSTO TOTAL S/ J.D.C. (R\$)	DATA REF.
14844541	PAPURI	LAURETE	N	PO	100,00	97,50	92,00					5,0	0,72	0,60	300,40	06/88
14325000	NTUA	SÃO GABRIEL DA CACHOEIRA	N	PO	103,50	101,50	92,00	0,70		0,21	0,14	8,0	4,40	1,50	230,00	06/87
total na sub-bacia													7,120	2,100		
15840000	JURÁ	APUI	N	PO	112,00	110,00	84,00	70,27		9,12	0,73	25,0	9,50	1,60	230,70	06/87
total na sub-bacia													9,500	1,600		
16070980	UATUMA	BALBINA	N	OP	50,00	46,00	27,00	17.532,57	9.745,17	2.359,53	1.581,79	21,7	657,00	250,00		/
16050000	PITINGA	FUNACA (PIT. 130)	N	IN	110,00	85,30	50,00	4.100,00	912,00	204,00	71,20	59,6	363,54	107,00	1.400,30	06/75
16149000	JATAPU	KATUEHA	N	IN	191,00	177,30	150,00	22.000,00	7.255,00	1.524,00	721,10	34,0	1.022,00	346,00	2.415,70	06/75
16159000	JATAPU	ONCA	N	IN	150,00	150,00	113,00	1.070,00	1.070,00	220,00	220,00	36,3	1.775,00	306,00	1.559,20	06/75
16050000	PITINGA	PITINGA	S	OP	117,00	110,50	87,00	166,00	64,00	10,70		20,3	40,10	10,00		/
total na sub-bacia													4.686,60	1.019,00		
total na bacia													4.703,22	1.022,70		
total no estado													4.703,22	1.022,70		
total geral													4.703,22	1.022,70		

(n) - Moeda corrente na data de referência em milhões / (A) e (P) - não integram os totais: potência e energia firme.

consistem na representação gráfica das posições relativas de todos os locais de aproveitamento, incluindo o nome do rio, nome do aproveitamento, código de identificação, nível d'água máximo normal, nível d'água normal de jusante, unidade da federação, além do estágio de desenvolvimento do aproveitamento.

Essas informações estão armazenadas através do editor gráfico Designer da Micrografx e estão disponíveis para consulta em uma publicação de 80 folhas, contendo os trechos das bacias hidrográficas, segundo a classificação do DNAEE. A título de exemplo, é apresentada a folha da bacia do rio Negro (Figura 3).

Distribuição do Potencial Hidrelétrico

O potencial hidrelétrico brasileiro, segundo as informações constantes no SIPOT, é traduzido pelos seguintes valores:

✓ Potência Total:
260.442 MW
✓ Energia Firme Total:
1.120.123 GWh

O Quadro 1 apresenta a distribuição desse potencial pelos estágios de desenvolvimento conhecidos.

O Quadro 2 mostra a distribuição da potência através dos estados da Federação, informando os totais gerais, os subtotais segundo os dois principais níveis de conhecimento, potencial estimado e potencial

Estágio	Potência (MW)	Percentual do Total Geral
Remanescente	32.576	12,5
Individualizado	67.032	25,7
Potência Estimada	99.608	38,2
Inventário	48.308	18,5
Viabilidade	37.335	14,4
Projeto Básico	17.465	6,7
Construção	9.885	3,8
Operação	47.841	18,4
Potência Inventariada	166.824	61,8
Total Geral	266.428	100

Fonte Eletrobrás - dez/1994.

Quadro 1 - Distribuição do potencial por estágio desenvolvido

inventariado, além dos totais para cada estágio de desenvolvimento.

Os números que traduzem o conhecimento do potencial hidrelétrico brasileiro são

objeto de revisões periódicas, em função da realização de estudos mais detalhados do potencial já investigado e de novos levantamentos incorporados ao SIPOT.

Dessa forma, o SIPOT se caracteriza por ser um sistema dinâmico, com atualização constante dos itens já cadastrados e possibilidade de incorporação de novos itens necessários ao aprimoramento do conhecimento do potencial hidrelétrico nacional.

UF	Inv	Viab	P Bas	Const	Oper	Subtot	Reman	Indiv	Subtot	Total
AM	11.392,80	17.978,00	5.000,00	5.000,00	11.000,00	113.000,00	11.000,00	13.000,00	21.000,00	12.000,00
AC							458,00	656,00	1.114,00	1.114,00
AL		2.665,00		1.500,00		4.165,00		17,20	17,20	4.182,00
AM	759,00		3,70		260,00	1.022,70	6.226,00	13.325,00	19.551,00	20.573,70
AP		70,00	80,00		40,00	190,00	891,00	1.471,00	2.362,00	2.552,00
BA	2.143,45	2.988,90	600,80		6.157,00	11.890,15		954,55	954,55	12.844,70
CE	8,30				4,40	12,70				12,70
DF					19,00	19,00				19,00
ES	447,50	27,50	12,36		173,87	661,23	132,50	493,50	626,00	1.287,23
GO	1.813,10	773,00	560,00	1.575,00	2.657,00	7.378,10	3.651,00	528,00	4.179,00	11.557,10
MA	797,90	664,00	2,50		113,53	1.577,93	146,00	434,00	580,00	2.157,93
MG	9.049,35	1.087,00	678,00	900,00	8.407,08	20.121,43	1.195,00	2.852,67	4.047,67	24.169,10
MS	458,44	8,20	684,00	907,20	2.675,30	4.733,14	235,21	707,35	942,56	5.675,70
MT	271,50	225,00	375,20	336,81	34,13	1.242,64	5.654,50	10.416,90	16.071,40	17.314,04
PA	11.392,80	17.978,00	5.845,00		4.270,00	39.485,80	2.751,00	18.864,00	21.435,00	60.920,80
PB	2,10				3,52	5,62		5,50	5,50	11,12
PE	1.767,00	500,00			750,00	3.017,00		24,00	24,00	3.041,00
PI	60,00				112,50	172,50		104,20	104,20	276,70
PR	4.122,55	1.237,00	2.012,50	1.749,25	11.322,64	20.443,94	1.303,87	862,50	2.166,37	22.610,31
RJ	1.355,60	327,50	256,00		1.062,57	3.001,67	428,10		428,10	3.429,77
RN	2,15					2,15				2,15
RO	889,40	512,00	167,60		91,98	1.660,98	2.502,50	11.100,00	13.602,50	15.263,48
RR	600,00	351,00		10,00		961,00	4.178,00	128,00	4.306,00	5.267,00
RS	4.422,20	925,00	2.377,00		1.111,09	8.835,29	1.667,98	2.107,10	3.775,08	12.610,37
SC	1.987,80	1.309,56	2.250,00	3,00	99,33	5.649,69	338,92	1.785,40	2.124,32	7.774,01
SE		2.665,00		1.500,00		4.165,00				4.165,00
SP	408,55	2.357,10	460,50	1.403,45	8.454,92	13.084,52	766,00	375,00	1.141,00	14.225,52
TO	5.533,00	664,00	1.100,00		21,82	7.318,82	50,80		50,80	7.369,62
Total	48.291,69	37.334,76	17.465,16	9.884,71	47.841,68	160.818,00	32.576,35	167.931,87	99.608,25	260.426,25

Fonte: Eletrobrás - dez/1994.

Quadro 2 - Distribuição da potência por unidade da federação

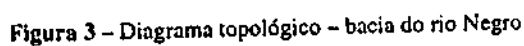


Figura 3 – Diagrama topológico – bacia do rio Negro

ENSAIOS E DISSERTAÇÕES

Os Avanços da Gestão da Rede Hidrométrica Brasileira através da Telemetria por Satélite

Valdemar Santos Guimarães
Aleximio José Cudo
José Inácio Calado



A partir da operação de 20 balizas instaladas na Amazônia, no período de 1984 a 1986, foi possível observar o desempenho da transmissão dos dados através do Sistema ARGOS, assim como constatar que a manutenção das estações tinha um custo bem menor que a das estações da rede convencional. Com base nessa experiência, é feita a proposição de uma rede estratégica nacional com a concepção de um novo sistema, que irá utilizar as diversas formas de canais de comunicações, objetivando facilitar o acesso dos usuários às informações armazenadas em microcomputadores

interligados em rede.

Introdução

Ao longo dos anos, o Brasil vem se deparando com problemas complexos quanto à administração de recursos hídricos, visto que esta depende de uma base confiável de dados hidrometeorológicos.

Em 1982, após um estudo por hidrólogos do DNAEE, assistido pela consultoria do ORSTOM, foi escolhido o sistema de transmissão de dados via satélite para a obtenção das informações hidrometeorológicas necessárias ao conhecimento do regime hidrológico dos principais rios da bacia Amazônica.

Em agosto de 1983, o governo da República da França, atendendo a uma solicitação do governo brasileiro, forneceu equipamentos necessários à instalação de uma rede de transmissão de informações hidrológicas via satélite, num total de 23 balizas e uma estação de recepção independente.

Essa rede foi implantada na região Amazônica pelo DNAEE, no âmbito do projeto *Pesquisa Aplicada ao Gerenciamento de Recursos Hídricos* – convênio CNPq/ORSTOM.

* Eng. Hidrólogos - DNAEE

** Eng. Hidrólogo - ORSTOM

A orientação aos técnicos brasileiros para instalação, operação e manutenção dos equipamentos foi conduzida pelo ORSTOM por um período de 4 anos.

Além das balizas que fazem parte do Sistema ARGOS, outras estações telemétricas, via rádio e telefone, foram instaladas com prioridade nas bacias sujeitas a inundações, que apresentam maiores riscos à população e que causam elevados prejuízos econômicos, isto é, naquelas em que o Alerta da Defesa Civil não pode ser superior a 6 horas.

Essa experiência comprovou que o sistema de transmissão por satélite, em bacias de grande porte, é mais confiável e de menor custo; conseqüentemente, será estendido às principais bacias brasileiras, formando uma malha denominada *Rede Estratégica Nacional*.

O Sistema de Transmissão Via Satélite

O sistema ARGOS, em operação

na região Amazônica desde 1982, compõe-se de dois satélites TIROS-NOAA que circundam o globo terrestre a cada 105 minutos, em órbita polar heliossíncrona. A altitude média das órbitas em relação à superfície é de 850 km, proporcionando a visibilidade de cada ponto na Terra, no mínimo, duas vezes ao dia.

A bordo de cada satélite há, entre outros equipamentos, um receptor na faixa de 402 MHz e dois transmissores em 136,77 e 137,77 MHz. Esses transceptores têm capacidade para receber e transmitir, simultaneamente, dados de até 1.000 estações.

As estações hidrométricas são denominadas de balizas ou plataformas de coleta de dados - PCD. Permitem a entrada de até 16 sensores e emitem, a cada dois minutos, dados hidrológicos ou climatológicos, independentemente do satélite estar ou não visível.

Os dados dos satélites são transmitidos para a estação central de recepção em

Brasília, sempre que o satélite tenha visibilidade simultânea com a baliza e a central. Esta funciona na frequência de 137 MHz e armazena os dados em uma unidade magnética. Após análise, os dados são transmitidos, via fax ou telex, para os usuários do sistema.

Experiência com a Transmissão de Dados

Os resultados obtidos com o funcionamento das principais estações na Amazônia foram muito alentadores. A instalação das balizas foi realizada sem que houvesse necessidade de infra-estrutura adicional, fato que merece ser destacado, vistas as dimensões da região Amazônica e as dificuldades de acesso à maioria das estações.

Em oito estações limnigráficas de bóia, um codificador digital foi ligado a um limnógrafo e a uma baliza que transmite, automaticamente, o nível d'água com periodicidade de 2 minutos. Para as outras estações, doze balizas são ligadas a um codificador manual; nesse caso, um observador faz as leituras na régua limnimétrica, pelo menos duas vezes por dia, e digita os valores observados.

Três balizas foram utilizadas como reserva para operação temporária em áreas de interesse específico ou substituição das anteriores nos casos de manutenção.

A transmissão de dados via satélite segue o esquema apresentado na Figura 1,

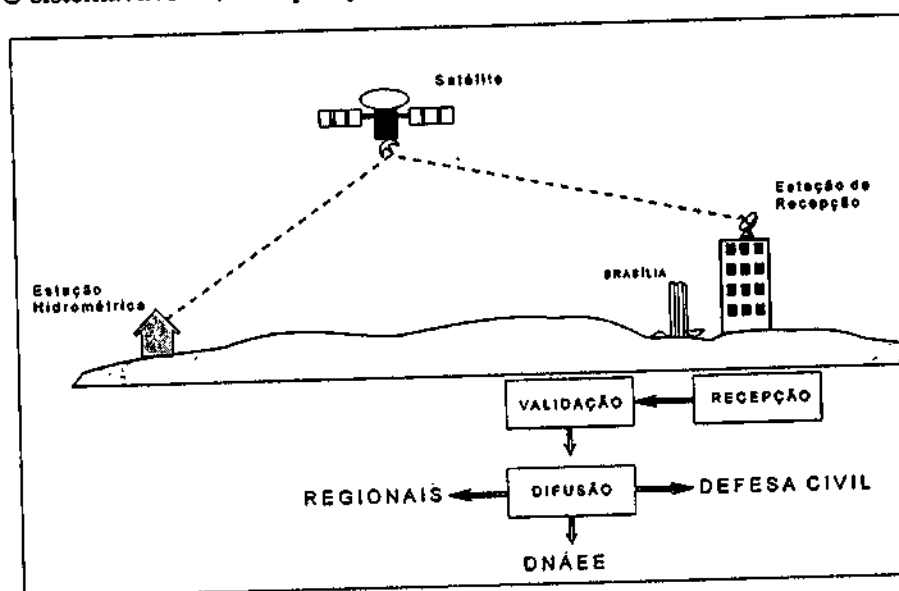


Figura 1 - Transmissão de dados via satélite

sendo que os dados também são armazenados pela estação de recepção do INPE, em São José dos Campos - SP.

A experiência com a operação da rede tem demonstrado que as informações são confiáveis e extremamente úteis para a previsão de cheias, sem a necessidade de mobilização dos observadores nas épocas de alerta hidrológico.

As pilhas de 6 volts, que proporcionavam o funcionamento das balizas por um período de pelo menos oito meses, foram recentemente substituídas por baterias recarregáveis através de painéis solares. Esse novo sistema de alimentação dos emissores das balizas ARGOS oferece maior garantia como fonte de energia e permitirá uma redução do custo operacional, pois as visitas de manutenção deverão ser realizadas, tão-somente, quando a baliza acusar algum defeito. É oportuno lembrar que, praticamente, todo o tempo das equipes de campo, na Amazônia, é gasto com deslocamentos.

Outro fato decisivo para a implantação dessa rede de abrangência nacional foi o avanço da tecnologia na construção de emissores das balizas - cada unidade instalada na Amazônia equivaleria, atualmente, ao custo médio de duas visitas à estação - e do lançamento do satélite brasileiro SCD1, em 7 de fevereiro de 1993. Com a previsão de lançamento de três outros satélites, o tempo entre duas coletas poderá ser bem reduzido e as informações poderão ser também utilizadas para sistema de alerta hidrológico em bacias hidrográficas de pequeno porte.

Também merece destaque o apoio prestado pelo Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE na manutenção das balizas e da estação central de recepção, assim como no desenvolvimento de novos instrumentos e capacitação técnica para o pessoal envolvido na instalação, operação e manutenção dos equipamentos da rede.

Concepção do Sistema Proposto

Com o objetivo de ampliar a rede, reduzir os custos operacionais e de manutenção, atender aos usuários em tempo real, várias etapas foram desenvolvidas para a definição de equipamentos, da Rede Estratégica Nacional e da forma de atendimento aos usuários.

A Rede Estratégica Nacional foi assim denominada para caracterizar o conjunto de estações instaladas em locais que requerem um maior controle, confiabilidade e rapidez na transmissão das informações.

Essa rede é composta de estações do Sistema Nacional de Alerta Hidrológico - operadas para o acompanhamento de eventos críticos - e outras de caráter geral ou temporárias localizadas em pontos em que as informações são consideradas de grande relevância para o atendimento de objetivos específicos.

Fazem parte do planejamento da rede 513 estações, a serem operadas até 1996. As 252 estações previstas para serem

instaladas no período de 93/94 já se encontram em processo de licitação. A Tabela 1 apresenta o número de estações existentes e a serem implantadas por bacia hidrográfica.

As novas balizas - plataformas de coleta de dados - serão compatíveis com o sistema

Bacias	Convencional		Via Satélite		Previsão
	Existente	Existente	Instalar 93/94	Instalar 95/96	
Amazônica	-	15	51	49	115
Tocantins	-	11	9	21	41
Atlântico Sul - Norte Nordeste	-	-	19	31	50
São Francisco	9	-	27	20	47
Atlântico Sul - trecho Leste	22	-	48	32	80
Paraná	23	-	59	43	102
Uruguai	9	-	14	21	35
Atlântico Sul - trecho Sudeste	15	-	25	18	43
Total	78	26	252	235	513

Tabela 1 - Estações da Rede Estratégica Nacional

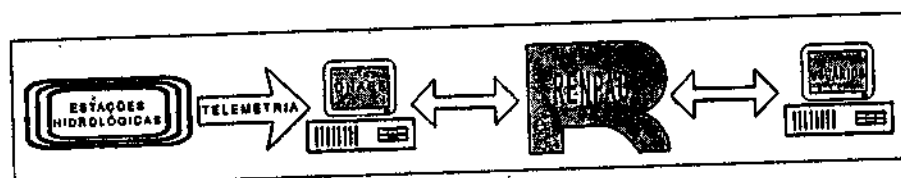


Figura 2 – Estrutura final do sistema da Rede Estratégica Nacional

brasileiro e com o Sistema ARGOS (satélite TIROS – NOAA). As balizas transmitirão na frequência de 401,62 MHz e 401,65 MHz, terão uma potência mínima de 33 dBm, e alimentação por bateria recarregável através de painel solar. A interface terá no mínimo quatro entradas para os sensores de nível, chuva e registros da

voltagem do painel solar e da bateria. Os sensores de nível serão do tipo codificador manual; limnógrafo de bóia com codificador digital ou limnógrafo com sensor eletrônico.

A recepção dos dados de ambos os satélites ARGOS será realizada através de três estações centrais instaladas em

Brasília, Manaus – AM e Campo Grande – MS. Os dados do satélite brasileiro SCD1 serão recebidos através da rede RENPAC, a partir da Central de Recepção de Cachoeira Paulista.

A estrutura final do sistema está representada na Figura 2. Para a disseminação dos dados, serão utilizadas as mais diversas formas de comunicação existentes. Os dados serão armazenados em microcomputadores interligados em rede e, por meio de softwares específicos, será

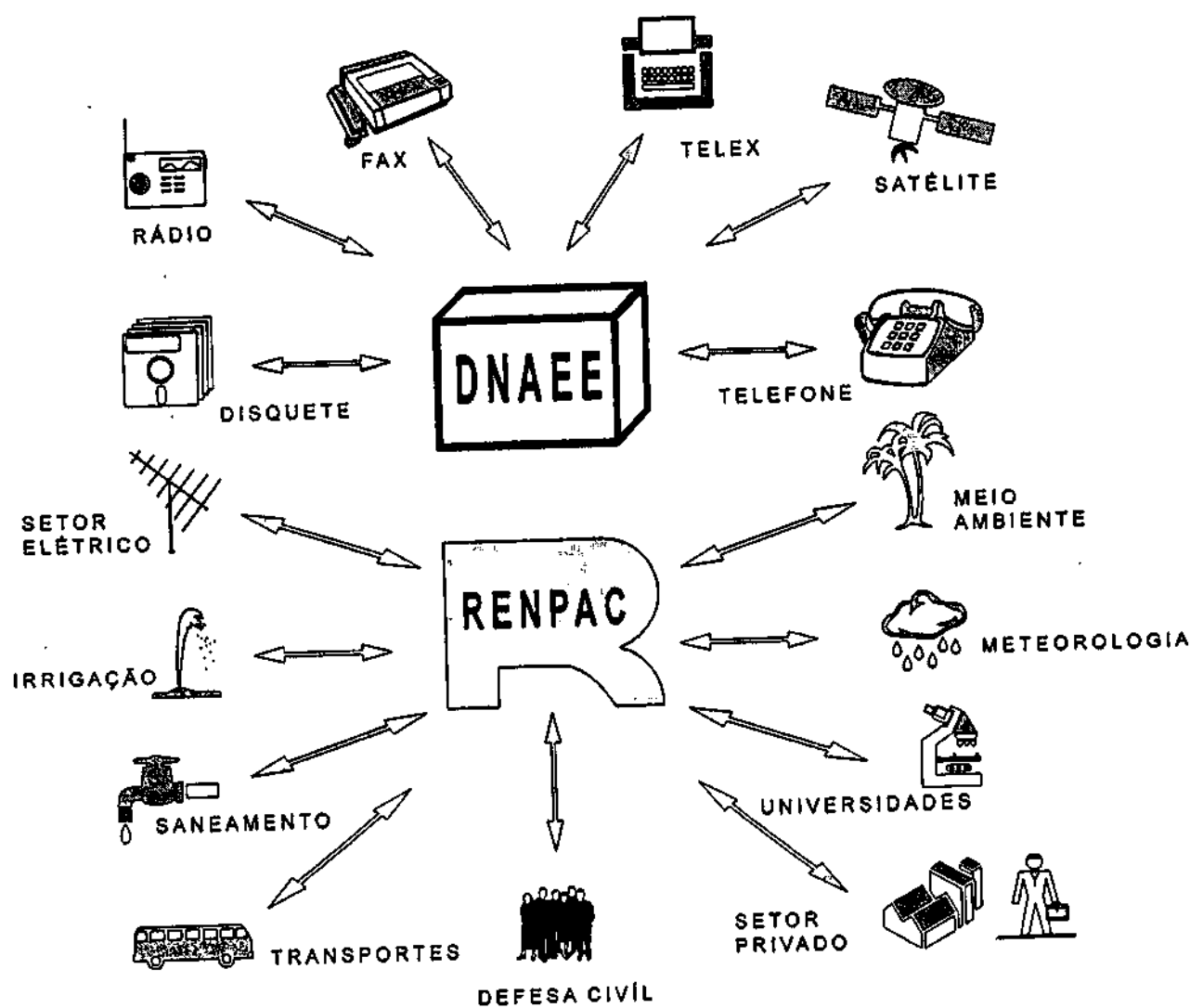


Figura 3 – Estrutura de armazenagem e divulgação dos dados da Rede Estratégica Nacional

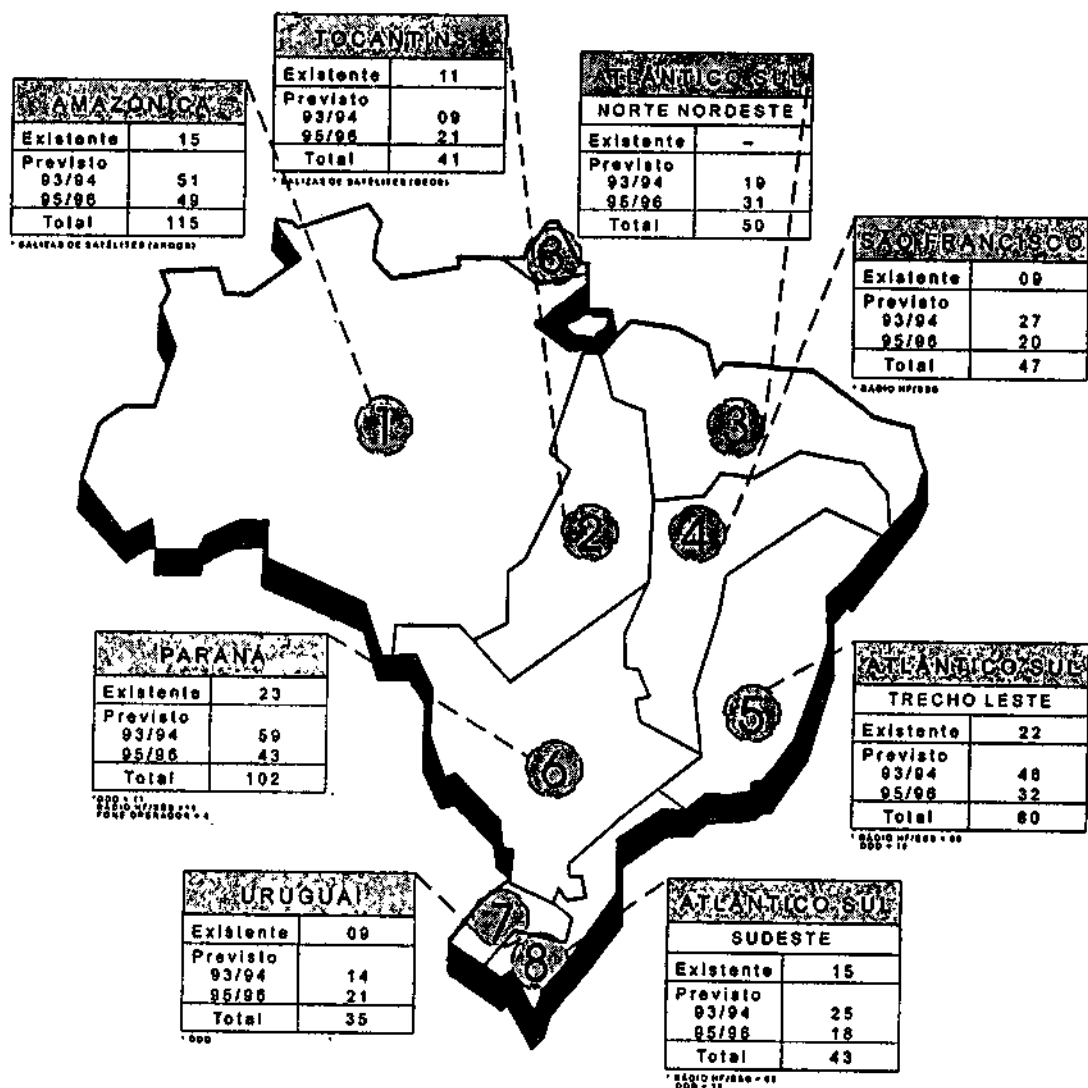


Figura 4 – Configuração das estações da Rede Estratégica Nacional

possível, também, executar o interfaceamento com outros bancos de dados, através da rede RENPAC, da EMBRATEL, conforme mostra a Figura 3.

A concepção do novo sistema tem como premissa básica a confiabilidade da transmissão, armazenagem e divulgação das informações hidrológicas. É importante destacar que o apoio do ORSTOM foi ampliado nessa segunda fase, em que se busca aliar o conhecimento de modernas técnicas de medição com a transmissão de dados

hidrometeorológicos, bem como o desenvolvimento de novos equipamentos e sistemas adequados às necessidades do mercado brasileiro, dentro dos melhores padrões de eficácia e custos. A configuração da operação da Rede Estratégica Nacional está representada na Figura 4. O sistema proposto tem como meta a obtenção de informações confiáveis, a baixo custo, em tempo real, de modo a atender, entre outros objetivos, as necessidades do sistema de previsão de cheias

nas principais bacias hidrográficas brasileiras.

Referências Bibliográficas

- CALLED, J.; CLAUDINO, L. J.; FONSECA, V. 1986. Transmission par satellite des hauteurs d'eau de l'Amazonie et de ses affluents. Hydrologie Continentale, Paris. vol. 1, n° 2, pp 95-110.
- CLAUDINO, L. J. 1983. Aquisição de dados em tempo real. Anais do Simpósio da ABRH.
- DNAEE/ORSTOM. 1987. Instalação da rede de transmissão via satélite dos níveis de água do rio Amazonas e seus afluentes. Brasília, DF.

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

MEDIDAÇÃO DE VAZÃO COM ADCP* - PRIMEIROS RESULTADOS NA BACIA AMAZÔNICA

*CORRENTÔMETRO ACÚSTICO POR EFEITO DOPPLER

* Jean Loup Guyot
** Sylvio Christino da Conceição

*** Valdemar Santos Guimarães
**** João Bosco Rondon dos Santos
***** Reginaldo Simões Longuinhos

Resumo

Com o objetivo de testar o equipamento ADCP (correntômetro acústico com efeito Doppler), recentemente adquirido para o programa HiBAm (Hidrologia da Bacia Amazônica, convênio DNAEE/CNPq/ORSTOM), foi desenvolvida uma campanha de medição de descarga líquida no rio Amazonas.

Introdução

Com a presença de um engenheiro da empresa fornecedora do equipamento (RDI, San Diego, USA), essa primeira campanha serviu igualmente para o treinamento do pessoal técnico do DNAEE/CPRM, incorporando essa nova tecnologia na operação da rede hidrométrica do DNAEE.

Essa operação beneficiou a logística do *Curso Internacional de Medição de Descarga Líquida em Grandes Rios*, organizado pelo DNAEE/OMM, com a participação da CPRM, em Manacapuru, Amazonas, no período de 8 a 16 de setembro de 1994. Os resultados obtidos com o ADCP puderam assim ser comparados com os valores obtidos através dos métodos usualmente utilizados, durante o referido curso.

O Equipamento ADCP

O ADCP de grande amplitude transmite impulsos sonoros na água. As partículas dispersas na água refletem os impulsos para o equipamento, o qual capta seu eco. Assim como o eco retorna do fundo da coluna d'água, o equipamento recebe diferentes respostas de eco

correspondentes a diferentes profundidades, o que permite formar perfis verticais com a informação recebida.

O movimento das partículas na água em relação ao equipamento faz com que ocorram modificações na frequência do eco. O equipamento mede essas frequências, o efeito Doppler, como uma função da profundidade, obtendo a velocidade da água em mais de 128 níveis diferentes de profundidade. Para se tentar, através de métodos tradicionais, reproduzir as medições realizadas com esse equipamento seriam necessários cerca de 128 molinetes posicionados verticalmente e ligados, em série, por um mesmo cabo (Figura 1).

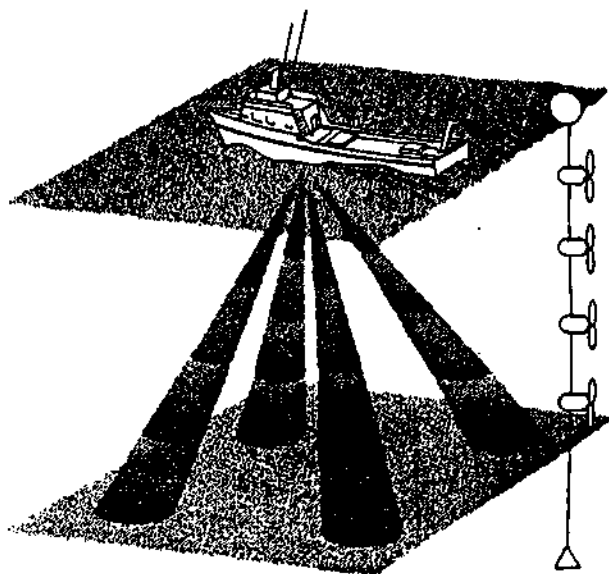


Figura 1 - Ilustração da operação com ADCP

* Eng. Hidrólogo - ORSTOM
** Eng. Hidrólogo - Superintendência Regional da CPRM em Belém
*** Eng. Hidrólogo - DNAEE
**** Hidrelétricos - DNAEE

O ADCP de grande amplitude possui ainda outras funções, bastante úteis: registra seu próprio movimento em relação ao fundo do rio, a altitude acima do fundo, bem como registra o perfil de intensidade do eco do material em suspensão (RDI, 1989).

O ADCP comprado pelo projeto HiBAM (DNAEE/ORSTOM) corresponde à versão de 300 KHz, para poder medir profundidades de até 120 m, em rios com alta concentração de sedimentos. Esse equipamento foi instalado em barco da CPRM, Superintendência Regional de Belém, especialmente preparado para essa campanha.

Para se ter uma idéia da eficiência do equipamento, uma medição de vazão do rio Solimões, em Manacapuru (com 3200 m de largura), foi efetuada em 28 minutos, representando um número de 460 verticais, com medição da velocidade a cada 2 m de profundidade. Na mesma seção de Manacapuru, uma medição de vazão pelo *Método dos Grandes Rios* levaria, pelo menos, 8 horas, medindo 2 pontos em cada uma das 20 verticais.

Avaliação dos Resultados

Durante o Curso Internacional de Medição em Grandes Rios (DNAEE/OMM), as medições no rio Solimões, em Manacapuru, foram realizadas segundo diferentes métodos clássicos e com o equipamento ADCP. Os resultados obtidos (Tabela 1) mostram que o erro na medição com o ADCP foi menor que 1%. Para os métodos convencionais, o desvio observado

Data	Método	Cota (cm)	Vazão (m ³ /s)	Desvio (%)	Vazão Média (m ³ /s)
11/09/94	Barco não-ancorado com teodolitos (Grandes Rios)	1.631	117.150	1.7	116.340
			115.170		
			116.700		
12/09/94	Correntômetro acústico com efeito Doppler (ADCP)	1.622	114.590	0.6	114.920
13/09/94	Barco ancorado	1.614	115.250		
			103.700		
			107.650		
14/09/94	Barco em movimento (Moving Boat)	1.601	104.080	3.8	105.140
			113.570		
			115.700		
15/09/94	ADCP	1.591	111.930	3.3	113.730
15/09/94	Barco não-ancorado com sextante	1.589	108.940	-	-
			94.950		

Tabela 1 - Medições de descarga líquida do rio Solimões, em Manacapuru

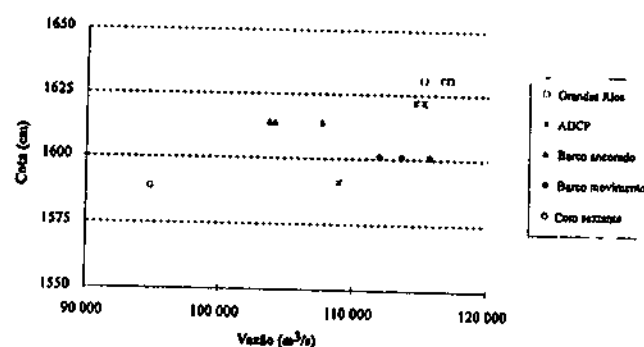


Figura 2 - Medições de descarga líquida do rio Solimões, em Manacapuru

corresponde, de fato, ao erro de cálculo das vazões pelos diversos métodos. Esse erro é mais elevado que aquele do método do ADCP, que representa efetivamente duas medidas distintas.

Uma comparação mais eficiente dos resultados obtidos pelos diferentes métodos não foi possível, devido à grande variação do nível do rio registrada durante essas medições (42 cm, em 5 dias). Os valores obtidos pela técnica do barco ancorado foram muito baixos, sendo que a equação do molinete utilizado provavelmente não estava correta (Figura 2). Com o método do barco não-ancorado posicionado com sextante e integração vertical das velocidades, obteve-se um resultado subestimado.

Medição dos Rios Solimões, Negro, Amazonas, Madeira, Trombetas e Balanço de Descarga nas Confluências

Após a realização do Curso Internacional de Medição em Grandes Rios, uma campanha de

Data	Local de Medição	Vazão (m³/s)	Desvio (%)	Vazão Média (m³/s)
12/09/94	Rio Solimões em Manacapuru	114.590 115.250	0.6	114.920
15/09/94	Rio Solimões em Manacapuru	108.940	-	-
17/09/94	Rio Negro em Manaus	49.090 50.160	2.2	49.625
19/09/94	Rio Negro em Manaus	46.240 46.690	1.0	46.465
19/09/94	Rio Solimões em ilha dos Mouras	98.920	-	-
19/09/94	Paraná do Careiro	11.930 12.370	3.6	12.150
19/09/94	Rio Amazonas no encontro das águas	133.880 133.890	0.0	133.885
20/09/94	Rio Madeira na foz	5.990 5.890	1.7	5.940
20/09/94	Rio Amazonas em Itacoatiara	152.830 147.650	3.4	150.240
21/09/94	Rio Trombetas em Oriximiná	4.460 4.580	2.7	4.520

Tabela 2 - Medições de descarga líquida com ADCP, setembro de 1994

medição de descarga líquida foi realizada de Manaus até Óbidos. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 2.

Na medida do tempo disponível, várias medições foram realizadas em cada seção e os resultados mostram que o desvio é sempre inferior a 4%. Esse valor é, na realidade, variável e depende do modo de calibração do ADCP. Os melhores resultados foram obtidos com o equipamento configurado com células de profundidade de 2 m.

Um balanço de vazões pôde ser calculado nas confluências dos rios Solimões-Negro e Amazonas-Madeira. Os resultados obtidos (Tabela 3) indicam claramente que as medições com o ADCP têm uma precisão notável para esses tipos de rios (desvio 1,5%).

Uma pane ocorrida no equipamento ADCP não permitiu efetuar a série de testes inicialmente prevista para Óbidos, considerada como a estação hidrométrica de referência da bacia

Amazônica. Essa pesquisa será realizada posteriormente.

Análise da Informação Fornecida pelo ADCP

A primeira imagem produzida pelo programa TRANSECT (Figura 3), fornecida pela RDI com o ADCP, indica o caminhamento do barco, a direção e intensidade das velocidades medidas a 5,6 m de profundidade, o que corresponde à primeira célula medida numa configuração estabelecida para 2 m por célula, sendo que a direção do norte magnético é indicada no alto do gráfico. O segundo gráfico representa o perfil transversal do campo das velocidades, com a margem esquerda, à esquerda e a margem direita, à direita. Esse gráfico exibe a distribuição das velocidades horizontais na seção, utilizando, originalmente, uma escala de cores passando do azul, para as mais fracas velocidades, ao vermelho para as mais fortes. O terceiro gráfico mostra um perfil transversal do

rio, mas representa a distribuição da energia absorvida pelo meio (*relative backscatter*). Esse valor é uma função dos teores de matérias em suspensão.

A seção de medição no rio Solimões em Manacapuru

	Vazão (m³/s)	Desvio (%)
Rio Negro + rio Solimões	145.385	
Parana do Careiro + rio Amazonas	146.035	0.4
Parana do Careiro + rio Amazonas + rio Madeira	151.975	
Rio Amazonas em Itacoatiara	150.240	1.1

Tabela 3 - Balanço de vazões nas confluências

(Figura 3) mostra um canal profundo, denominado *canal do Moacyr*, bem conhecido dos hidrólogos que trabalham na região Amazônica. A distribuição das velocidades é regular, com um máximo no centro da seção, e os valores mais fracos no fundo e próximos das margens. Os materiais em suspensão apresentam uma distribuição horizontal, com os mais fortes teores no fundo, o que confirma os resultados das amostragens anteriores.

A medição no *rio Negro em Manaus* foi a primeira, porque as fracas velocidades observadas impediam até aquela data as medidas de descarga líquida com molinete. A seção de medição apresenta igualmente uma parte estreita e mais profunda, como a de Manacapuru. Se a distribuição das velocidades é normal, aquelas dos materiais em suspensão apresentam um máximo na margem esquerda, podendo corresponder à dos afluentes da cidade de Manaus.

A medição no *rio Solimões em ilha dos Mouras* foi também a primeira, já que essa seção não se presta para uma medição clássica, devido à presença de ilhas e de paranás. Esse fato não apresenta obstáculo à utilização do ADCP sobre uma seção não-retilínea e permite a medição da descarga líquida do rio. A seção apresenta dois canais já individualizados a montante da ilha dos Mouras. A distribuição dos materiais em suspensão é comparável àquela observada em Manacapuru.

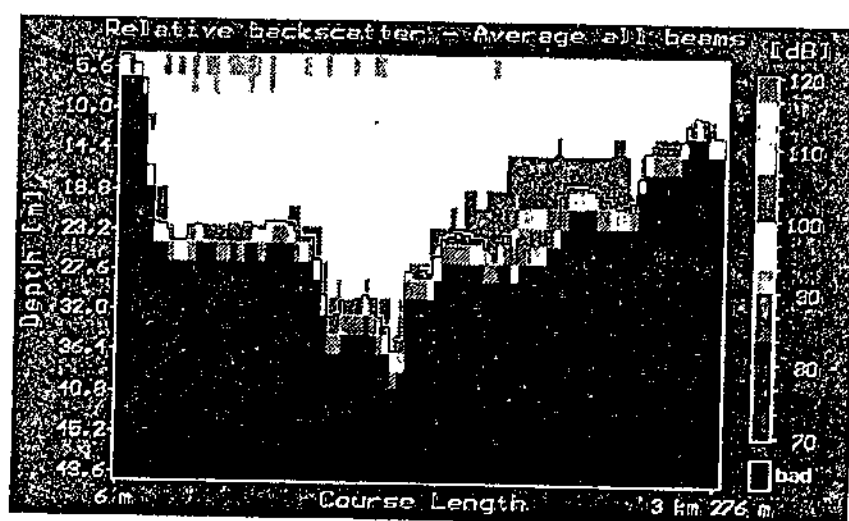
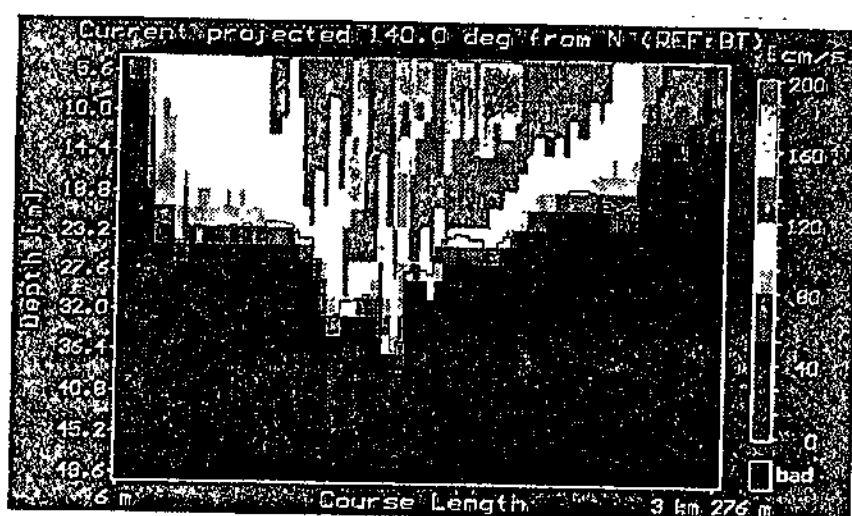
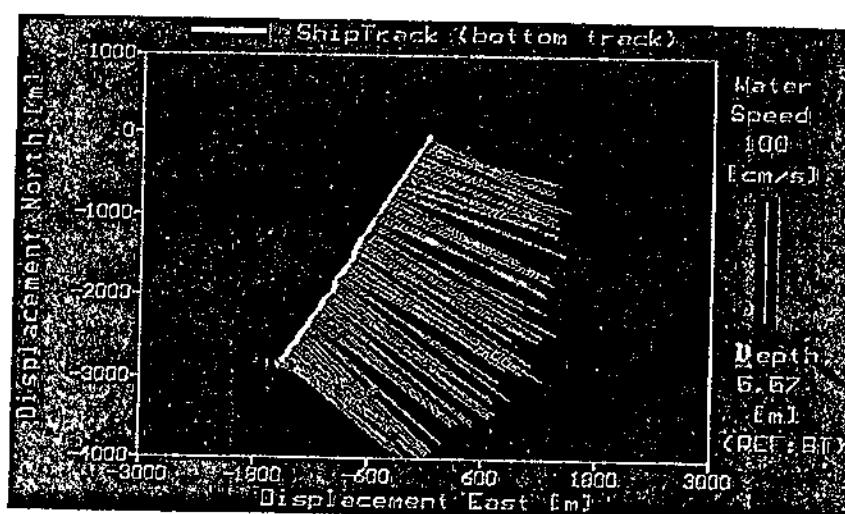


Figura 3 - Seção de medição no rio Solimões, em Manacapuru (15/09/1994 - 108.940 m³/s).

A medição efetuada no Paraná do Careiro mostrou uma certa turbulência, visível tanto no gráfico das velocidades, quanto no dos materiais em suspensão.

O fundo relativo ao ponto de *encontro das águas* do rio Negro e do rio Solimões, a jusante de Manaus, é particularmente demonstrativo no que concerne à distribuição dos materiais em suspensão. A margem esquerda (rio Negro) apresenta teores de sedimentos mais fracos que o da margem direita (rio Solimões). A mistura das águas é retardada pela existência de dois canais distintos em profundidade. A distribuição das velocidades mostra muito bem que o escoamento do rio Solimões é mais rápido que o do rio Negro.

A medição no rio *Madeira* foi realizada no período da estiagem (velocidades baixas). A seção apresenta igualmente um buraco como em Mañacapuru. Os materiais em suspensão, em pouca quantidade, distribuem-se igualmente segundo um gradiente vertical, com os mais fortes teores observados junto ao fundo do rio.

A seção do rio *Amazonas* em Itacoatiara, situada na saída de uma curva, é particularmente profunda e estreita. O gráfico de distribuição das velocidades mostra que as velocidades mais fortes são registradas na margem esquerda e, na margem direita, as velocidades são negativas, devido a uma zona de remanso. Contudo, não impediu que o programa TRANSECT calculasse a verdadeira descarga líquida do rio Amazonas. Os mais fortes teores dos materiais em suspensão foram observados perto da zona de remanso.

O gráfico do rio *Trombetas* em Oriximiná mostrou novamente o fenômeno de mistura das águas de origens diferentes. Na margem direita, as águas carregam os sedimentos do rio Nhamundá e, na margem esquerda, notam-se as águas mais claras do rio Trombetas.

Conclusão

Os primeiros resultados obtidos com o ADCP, no rio Amazonas e seus principais formadores, são muito interessantes para os estudos hidrológicos em curso. O ADCP demonstrou ser uma ferramenta notável para a medição das velocidades e das descargas líquidas dos rios da bacia Amazônica.

Os dados relativos à observação da energia absorvida são importantes aos estudos de distribuição do material em suspensão na seção de medição. Nas próximas experiências, será enfatizada a calibração dessa informação com um amostrador pontual de sedimentos.

Referências Bibliográficas

- GUYOT, J.L.; GUIMARÃES V.; RONDON, J.B.S.; LONGUINHOS, R.S.; DA CONCEIÇÃO S. 1994. Primeira campanha de medições de vazão com ADCP (correntômetro com efeito Doppler) no rio Amazonas. Publ. HiBAm, Brasília, 29 p.
- RDI. 1989. Acoustic doppler current profilers. Principles of operation : a practical primer. Publ. RDI, San Diego, 36 p.

INFORMAÇÕES HIDROLÓGICAS EM PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS RURAIS

* Geraldo Lopes da Silveira
.. Jussara Cabral Cruz
.. Carlos A. Irion
... Miguel G. Oliveira

.... Carlos Eduardo Tucci
.... Robin T. Clarke
..... Rafael C. Cruz
..... Maria A. Souza

Resumo

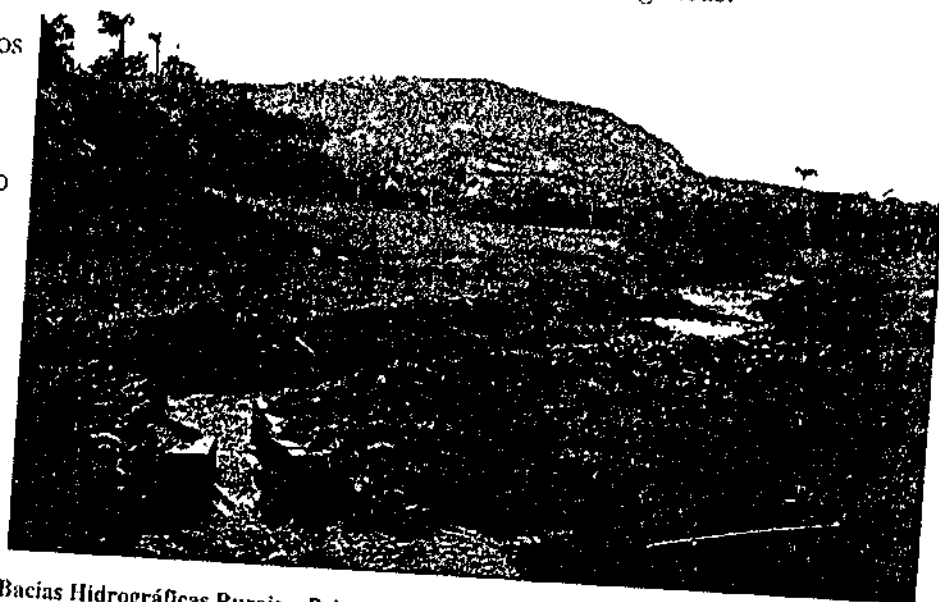
Dados hidrológicos referentes a pequenas bacias são escassos devido ao custo elevado de aquisição, instalação e operação de equipamentos registradores, o que aumenta as incertezas dos projetos de pequenos aproveitamentos de recursos hídricos. A pesquisa em desenvolvimento tem por objetivo propor uma metodologia para monitoramento e avaliação da disponibilidade hídrica de pequenas bacias rurais. Estão sendo estudadas 20 pequenas bacias na região da encosta da serra Gaúcha, onde, neste artigo, pode-se preliminarmente comprovar a validade do procedimento de monitoramento adotado, que é de custo reduzido. (Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul - FAPERGS).

hidrográfica consiste na instalação de limnógrafos, pluviógrafos e monitoramento por longo período de tempo, no local. No entanto, devido ao custo e ao porte dos empreendimentos, raramente esse procedimento é adotado.

Uma outra abordagem consiste na utilização de estudos de regionalização das vazões. Esta alternativa, porém, esbarra na carência de dados de pequenas bacias. A transferência de dados de bacias grandes, como é o caso da rede hidrometeorológica nacional, para bacias menores, segundo recomendação do Manual de PCHs editado pelo DNAEE/Eletrobrás (1982), estabelece o limite máximo de 1/3 para a relação entre áreas de bacias, em regiões hidrologicamente homogêneas.

Introdução

Os pequenos aproveitamentos de recursos hídricos, tais como as pequenas centrais hidrelétricas - PCHs, necessitam, para a elaboração do seu estudo de viabilidade econômica, dados de vazões médias diárias em local previamente selecionado no rio. Fundamentalmente, é necessária a construção da curva de permanência de vazões da oferta hídrica natural ou regularizada que permita avaliar a receita financeira da exploração do empreendimento ao longo da vida útil estipulada.



Bacias Hidrográficas Rurais - Paisagem da bacia contribuinte a São Jacó

A abordagem clássica para avaliação da potência hídrica de uma pequena bacia

* Coordenador/Professor - Universidade Federal de Santa Maria/CT/HDS
.. Professor - Universidade Federal de Santa Maria
.... Eng. Hidrólogo - Superintendência Regional de CPRM em Porto Alegre
..... Professor - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
..... Professor - Centro Ecologia - UFAGS
..... Médica Veterinária - Secretária de Saúde e Meio Ambiente, RS

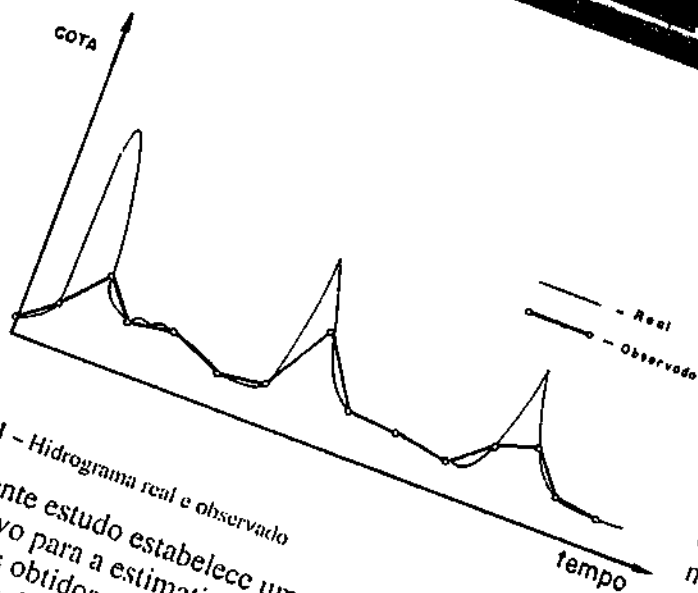


Figura 1 - Hidrograma real e observado

O presente estudo estabelece um procedimento alternativo para a estimativa de vazões a partir dos dados obtidos com o projeto de pesquisa em desenvolvimento.

Pequenas Bacias Rurais

O termo *pequena bacia* pode ser considerado muito subjetivo, pois, normalmente não é caracterizada a sua área de drenagem. O termo depende do comportamento hidrológico da pequena bacia, definido pela variabilidade de suas características, bem como cobertura vegetal, tipo de solo, topografia e geologia entre outros, assim como pela distribuição temporal e espacial da precipitação e de outras variáveis climáticas. À medida que diminuímos a área da bacia, a observação das variáveis hidrológicas exige um intervalo de tempo menor devido à sua variação temporal, e o efeito de alterações na bacia é relativamente maior sobre o escoamento.

O desenvolvimento brasileiro nas últimas décadas priorizou o aproveitamento dos recursos hídricos, notadamente a produção de energia. O inventário das bacias envolveu principalmente aquelas com áreas superiores a 1000 km², o que permitiria regularizar vazões e aproveitar as quedas disponíveis a partir de médios e grandes empreendimentos.



Bacias Hidrográficas Rurais - Calha de Schneider I

A rede maior e maior de bacias de médio e região, dificilmente assim, quando existe limnógrafo e pluviômetro com apenas dados de diária, dificilmente permitam a aceitação do seu comportamento devido ao seguinte:

- I - A variabilidade da precipitação de cheias ocorrendo poucas horas. Sendo assim, representado de forma tendente (Figura 1). Como o volume de escoamento, as vazões médias apresentam as maiores incertezas.
- II - Nas bacias pequenas, a variação mínima e a máxima é muito pequena e o leito do rio tende a ser móvel, o que faz com que a curva-chave possa se alterar.

nde frequência, além da dificuldade de estabelecê-la já que requer muita rapidez de medição. A parcela da curva-chave mais sensível à variação das seções são as vazões mínimas (Figura 2). Mesmo que numa bacia houvesse limnógrafo, sem a distribuição temporal da precipitação não seria possível conhecer a precipitação que origina as vazões.

Como se observa, uma bacia monitorada sem registradores e com leito móvel não tem utilidade. Por outro lado, a implementação de uma rede de informações desejável é quase uma utopia, considerando-se a realidade de investimentos públicos em infra-estrutura e o tamanho do território nacional.

Neste estudo, é apresentada uma alternativa para minimizar essas dificuldades, buscando sempre a maior quantidade de informações hidrológicas com a maior viabilidade econômica e administrativa.

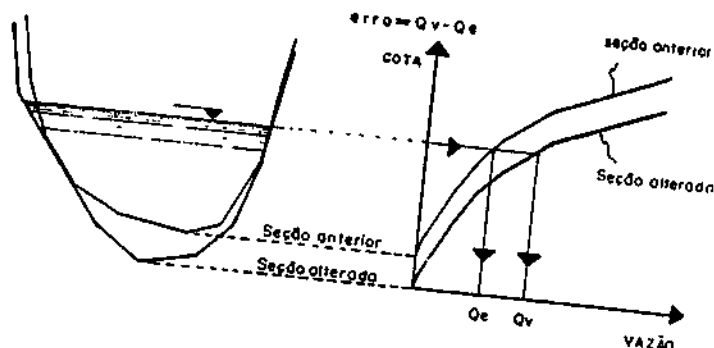


Figura 2 - Erro da estimativa da vazão com mudança de leito

Pesquisas Hidráulicas - IPH, foi contratado para dar o suporte hidrológico a esse projeto (Silveira, 1985). O estudo propôs a utilização de uma calha Parshall de fundo raso (Alfaro, 1974), pela sua facilidade de construção em ambientes rurais. Essa calha permite estabilizar

MEDIDOR "SC"

"Medidor sem colo" ou "medidor de fundo raso" de dimensões "W x L"

Histórico

Em 1983, a Secretaria de Saúde e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul, designada pelo governador da época, tinha como incumbência controlar o borrachudo na Serra Gaúcha, devido ao agravo provocado pelo inseto ao turismo da região e às atividades rurais de municípios como Gramado, Canela e Nova Petrópolis, entre outros. Para exercer o controle, a Secretaria utilizou uma técnica de controle biológico baseada na inserção do *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti) nos córregos encachocirados da região. O processo envolvia a colocação de uma dosagem determinada de Bti que, por sua vez, dependia da vazão escoada no instante de aplicação do produto de controle. Naquela época, Instituto de

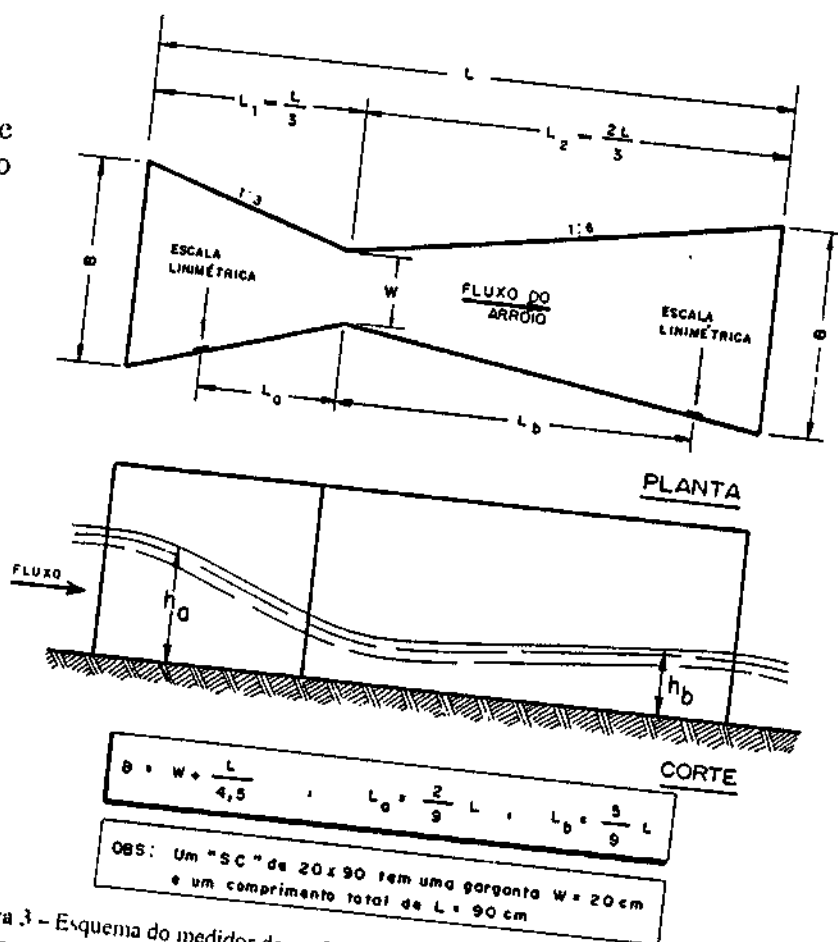


Figura 3 - Esquema do medidor de vazão com fundo raso

Calha	Município	Área (km²)	Perímetro (km)	Comprimento do curso d'água principal (km)	Altitude média da bacia (m)	SV (%)	SS (%)	DD (mm/m)	KGR (mm/m)	IC
SÃO JACÓ	SAPIRANGA	8,98	13,00	4,76	542,50	24,00	5,30	0,70	1,21	0,33
SCHNEIDER II	SAPIRANGA	3,23	7,31	1,96	530,00	32,50	11,50	0,61	1,14	0,38
SCHNEIDER I	SAPIRANGA	6,13	11,50	4,00	535,00	31,80	8,70	0,65	1,30	0,31
TABOÃO	SANTA MARIA	5,19	9,80	1,78	456,00	12,00	0,90	1,62	1,20	1,44
PRIMAVERA	SANTA MARIA	2,29	5,50	2,00	447,00	15,70	3,00	1,96	1,02	0,50
SOCEPE	SANTA MARIA	6,08	9,93	3,70	456,00	13,90	1,40	2,04	1,13	0,35
CARPINTARIA	DOIS IRMÃOS	10,78	13,70	4,00	445,00	28,80	8,20	0,59	1,17	0,49
CAPIM	DOIS IRMÃOS	9,70	12,80	4,20	210,00	14,90	2,60	1,11	1,15	0,38
VALE DIREITO	DOIS IRMÃOS	6,88	12,27	4,18	415,00	25,40	8,40	0,77	1,31	0,29
VALE ESQUERDO	DOIS IRMÃOS	5,92	11,14	4,06	395,00	24,30	8,30	0,93	1,28	0,31
SÃO JOSÉ DO CAI	N. PETRÓPOLIS	9,76	14,00	5,50	495,00	37,50	8,70	0,90	1,25	0,29
PARAÍSO	N. PETRÓPOLIS	9,58	17,00	5,50	515,00	34,30	8,80	1,30	1,54	0,29
LINHA ARARIPE	N. PETRÓPOLIS	3,80	7,80	2,66	735,00	29,30	10,20	1,15	1,12	0,43
LINHA BRASIL	N. PETRÓPOLIS	5,94	10,68	2,95	680,00	28,70	7,60	1,19	1,23	0,54
RECANTO SUIÇO	N. PETRÓPOLIS	0,70	3,20	0,50	520,00	21,40	14,00	0,71	1,07	1,43
CARMO I	F. DA CUNHA	1,10	4,37	1,02	675,00	23,30	8,80	0,93	1,17	0,88
CARMO II	F. DA CUNHA	0,79	3,80	1,04	665,00	18,00	6,70	1,32	1,20	0,36
BERGOSA	F. DA CUNHA	3,03	7,02	2,97	630,00	19,30	5,70	1,65	1,13	0,28
LINHA 40	F. DA CUNHA	2,37	6,32	2,06	720,00	15,40	5,60	1,14	1,15	0,51
MARTINHO FALSO	F. DA CUNHA	1,55	5,71	1,43	690,00	13,90	7,00	0,92	1,28	0,38

A é a área da bacia; P, o perímetro; L, o comprimento do curso d'água principal; CMDN, altitude mediana da bacia; SV, declividade média das vertentes; SS, declividade simples do curso d'água principal; DD, densidade de drenagem; KGR, índice de compactação e IC, o índice de conformação.

Tabela 1 - Índices fisiográficos das pequenas bacias

a seção e, conhecido o nível, obter a vazão correspondente (Figura 3). Nessa fase do projeto, foram implantadas 22 calhas com o apoio dos municípios interessados. Esse processo permitiu atingir os objetivos pretendidos pelo projeto (Souza *et alii*, 1994).

Mais recentemente (Silveira, 1992), a Universidade Federal de Santa Maria, com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul - FAPERGS, em convênio com a Secretaria de Saúde e Meio Ambiente do Estado, buscou aproveitar as calhas implantadas para coleta de dados hidrológicos. O número de pequenas estruturas desse tipo é atualmente muito grande, cerca de 140, com investimentos de cerca de US\$ 300.000, já que muitos municípios investiram nessas estruturas.

Rede e Monitoramento

No estudo hidrológico mencionado (Silveira, 1992), foi estabelecido o monitoramento de 20 pequenas bacias. O programa constou em postar um observador na vizinhança da calha, normalmente o funcionário da prefeitura encarregado de dosar o Bti nos arroios ou um morador próximo. O observador faz uma leitura próxima do periódico, anotando a data e horário da observação

e o valor do nível d'água na calha. A observação não fica amarrada a um intervalo de tempo definido, o que muitas vezes pode criar incertezas nos dados, já que o observador dificilmente efetua a leitura sempre no mesmo horário.

Na Figura 4, é apresentada a localização dos municípios onde vem sendo desenvolvido o programa de controle biológico de simuliões, regiões às quais pertencem as 20 microbacias em estudo. Na Tabela 1, são apresentadas as principais características físicas das sub-bacias e nas

Figuras 5 e 6 são apresentadas a planta de uma bacia e sua topografia, respectivamente.

O custo do monitoramento proposto representa 15% do custo convencional de obtenção de dados, o que é insignificante frente aos benefícios dessas informações. As informações obtidas, conforme avaliado a seguir, são necessárias aos estudos de viabilidade econômica para avaliação da receita financeira gerada ao logo

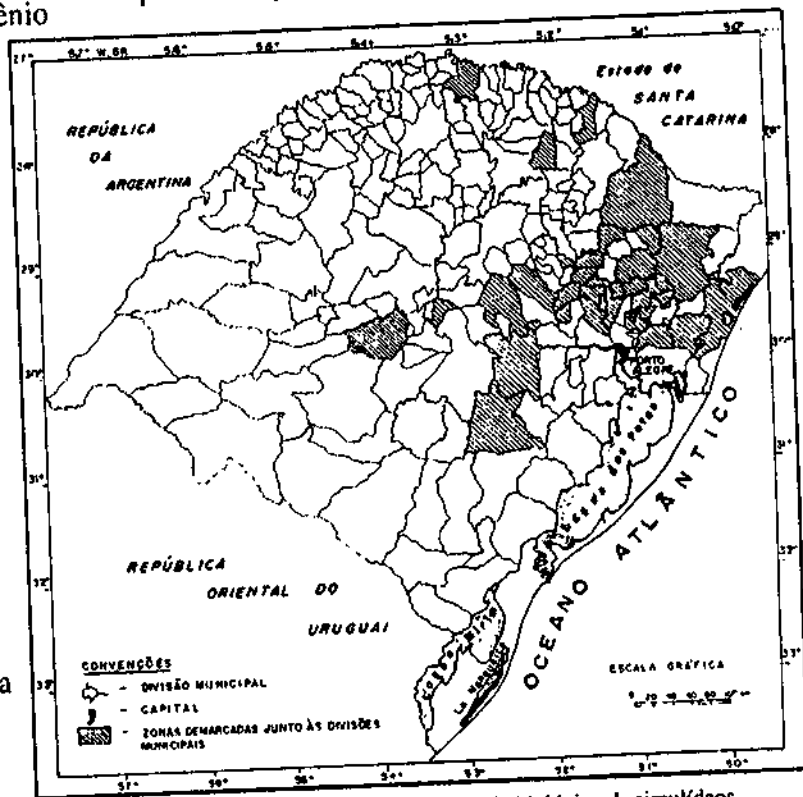


Figura 4 - Área abrangida pelo programa de controle biológico de simuliões

da vida útil de um pequeno aproveitamento de recursos hídricos.

Avaliação da Informação

A primeira questão que deve ocorrer ao hidrólogo é que esse tipo de posto hidrológico não atende à primeira limitação apresentada no início deste artigo (I), o que é real. As informações desses postos não permitem avaliar corretamente o volume dos hidrogramas de enchentes e os picos, já que não possuem registrador e, em consequência, a vazão média e máxima.

Quanto à segunda limitação (II), esse tipo de posto não permite, devido à pequena estrutura hidráulica, conhecer a vazão durante um grande número de dias ao longo do ano. Portanto, pode-se questionar o seguinte: qual o benefício de se obter apenas uma parte das vazões de uma bacia?

Basicamente, no que se refere à oferta hídrica no canal fluvial, procura-se estimar as vazões de cheias e as vazões que serão consumidas por determinado aproveitamento de recursos hídricos. No caso de uma PCH, as vazões consumidas referem-se ao volume d'água engolido pelas turbinas. No caso de um sistema de irrigação ou de abastecimento às populações, as vazões consumidas referem-se ao volume d'água utilizado pelas plantas ou seres humanos.

Retornando à pergunta, pode-se dizer que as vazões consumidas, provenientes da oferta hídrica fluvial, estão relacionadas mais diretamente às vazões medianas e mínimas que ocorrem em uma bacia hidrográfica, ou seja, às vazões com alta permanência no tempo, exatamente àsquelas registradas pelas calhas. Na

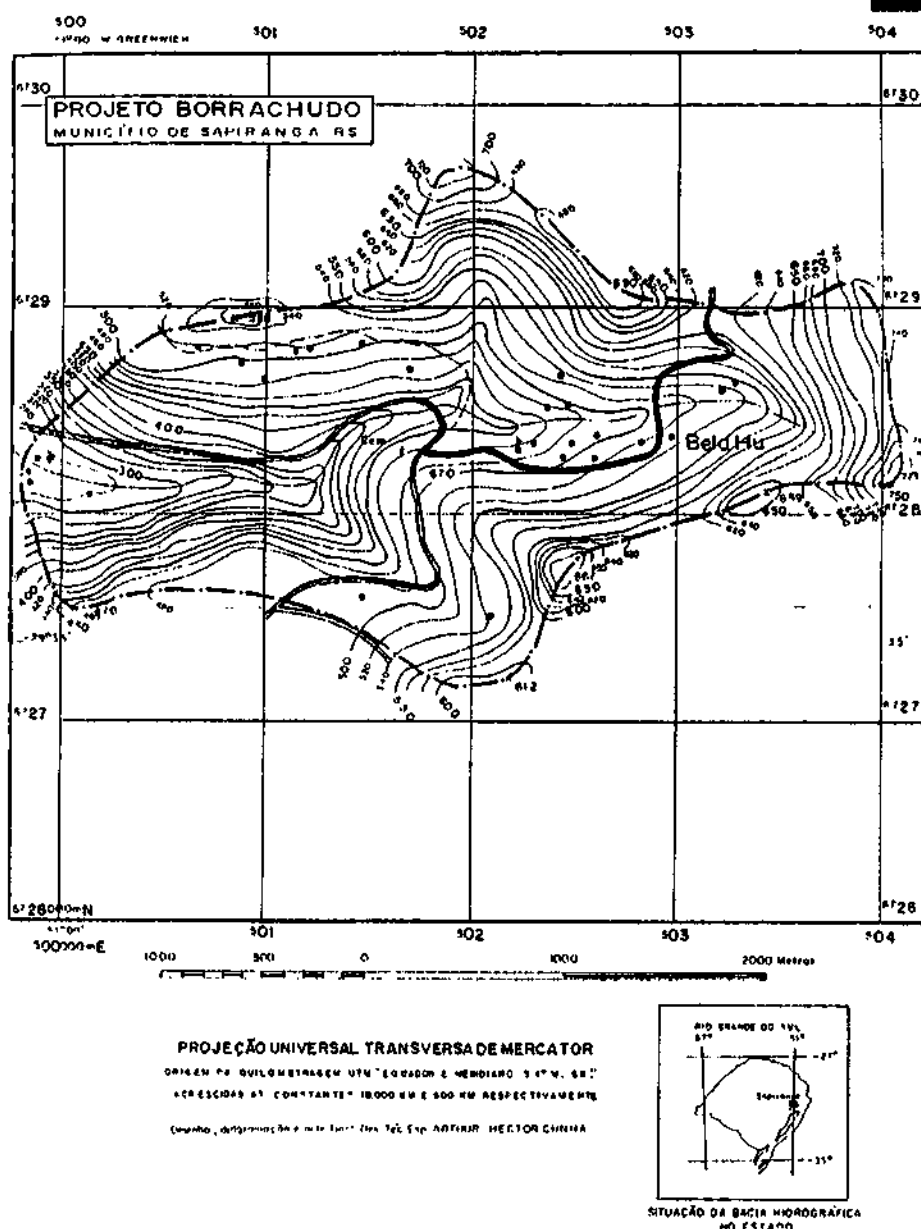


Figura 5 - Bacia hidrográfica de Schneider I

Figura 7, é apresentado o esquema do monitoramento exercido, o que permite, no caso de uma PCH, avaliar-se a energia média anual gerada a partir de uma curva de permanência de período representativo.

Nas Figuras 8 e 9 são apresentados segmentos do hidrograma registrado no posto de Schneider I. O hidrograma, como era de se esperar, é interrompido numa determinada cota, devido ao extravasamento da calha e à rapidez das ocorrências. Esses dados foram inseridos no Microsistema de Dados Hidrológicos (MSDHD) do DNAEE, a partir das observações realizadas na respectiva calha. O período não-observado pela calha não prejudica a avaliação do potencial hídrico da bacia, pois se

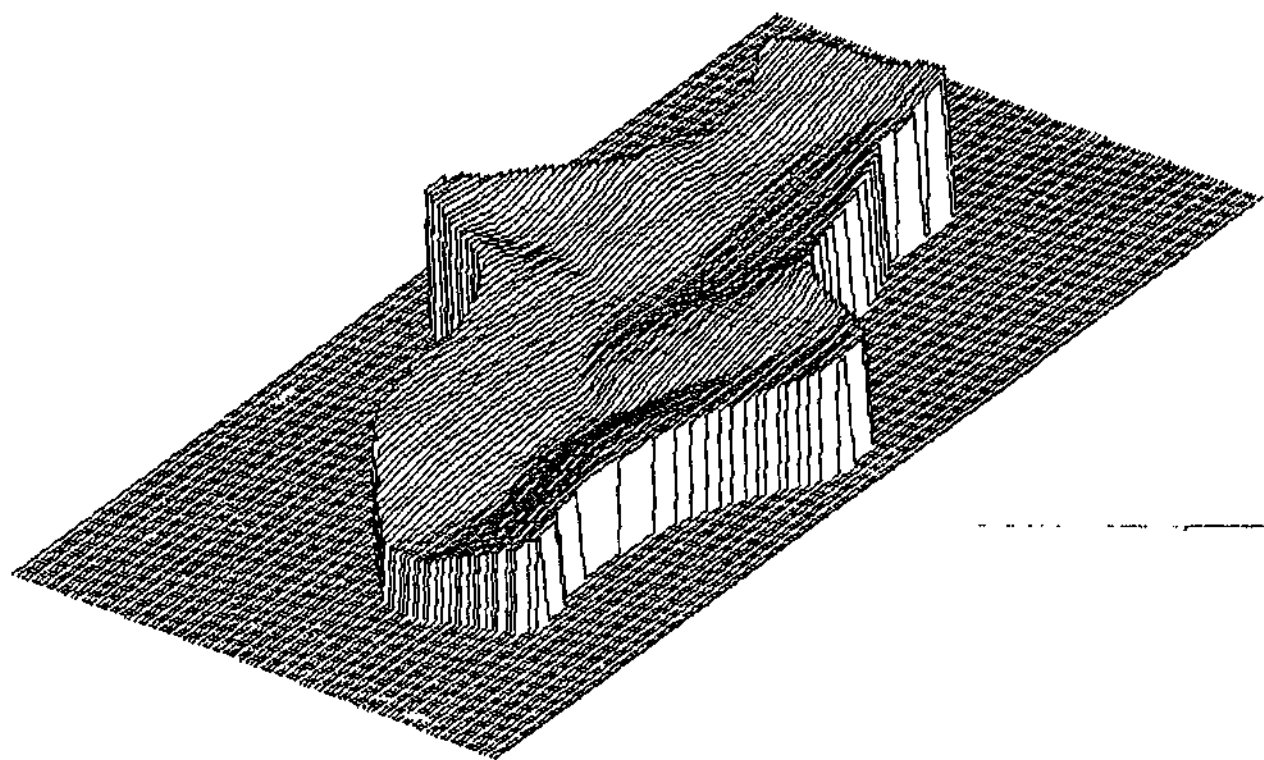


Figura 6 – M.D.T. de Schneider I

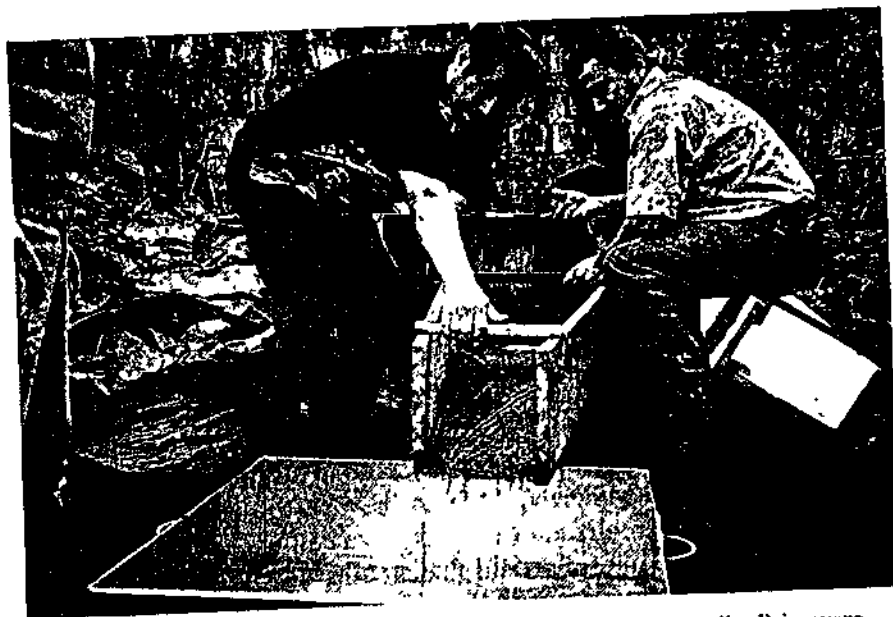
refere a menos de 20% do tempo em um ano com precipitação um pouco acima da média.

Pelo período de tempo observado pela calha, pode-se concluir que o volume d'água originário principalmente do escoamento superficial não é registrado, água essa, que, entretanto, não é consumida pelos pequenos aproveitamentos de recursos hídricos.

Na Figura 10, são apresentadas as curvas de permanência para os postos de Schneider I e II, com base na série do período monitorado até o momento de aproximadamente 2 anos. As curvas de vazão são definidas no intervalo entre 0 e 20% de permanência que envolve as maiores vazões.

Partindo do pressuposto que essas informações são representativas de uma amostra maior (assunto da pesquisa em desenvolvimento), pode-se concluir que os dados hidrológicos assim obtidos permitem:

- ✓ estimar a capacidade de uma pequena central hidrelétrica;
- ✓ caracterizar a disponibilidade hídrica para o dimensionamento de reservatório de abastecimento d'água e irrigação;
- ✓ avaliar vazões mínimas para estimar o impacto ambiental em pequenos rios.



Bacias Hidrográficas Rurais – Avaliação volumétrica de vazão na calha Primavera

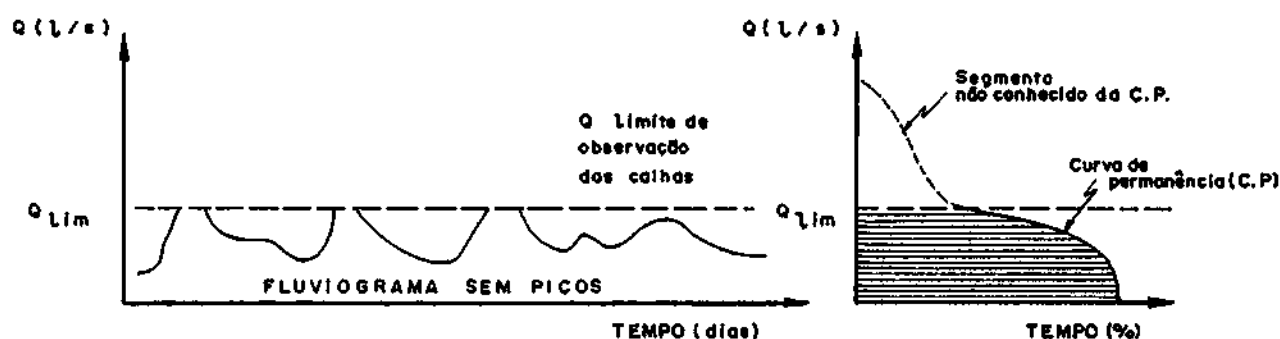


Figura 7 - Esquema de monitoramento

Evidentemente que as séries disponíveis não são temporariamente representativas, devido ao seu tamanho, mas esses dados podem ser utilizados em conjunto com técnicas hidrológicas como modelo matemático para que séries mais extensas possam ser obtidas e o restante do hidrograma possa ser estimado.

Conclusões e Recomendações

O procedimento alternativo de monitoramento das pequenas bacias baseou-se na utilização de estruturas hidráulicas pré-aferidas tipo calhas Parshall já instaladas em campo pelo Programa Estadual de Controle dos Borrachudos no Rio Grande do Sul. Estruturas hidráulicas desse tipo são normalmente utilizadas para medição de vazões de afluentes em sistema de esgotos ou para medir vazões em canais de irrigação. A instalação dessas estruturas no exutório de pequenas bacias hidrográficas permite avaliar as vazões medianas e mínimas escoadas, não registrando, entretanto, os picos das cheias pelo extravasamento dessas calhas.

A utilização dessas estruturas pode representar um procedimento adequado para avaliação das potencialidades hídricas de pequenas bacias, diante da carência quase total de dados necessários aos estudos da viabilidade

econômica de pequenos aproveitamentos de recursos hídricos no Estado.

O monitoramento das estruturas permitiu registrar mais de 80% das vazões ocorridas. Considerando que o segmento inferior da curva de permanência de vazões é o mais importante para avaliar a potencialidade hídrica de uma pequena bacia, verifica-se que o período de tempo monitorado é suficiente para tais avaliações. No caso de uma pequena central hidrelétrica, o estudo de viabilidade econômica considera normalmente o trecho de Q50% a Q95% para definição da vazão de projeto da usina. A energia gerada por faixa de potência é representada pela área abaixo da curva de permanência, feitas as devidas conversões no eixo das ordenadas, de vazões para potências.

Dessa forma os resultados preliminares obtidos até o momento permitem recomendar o uso das

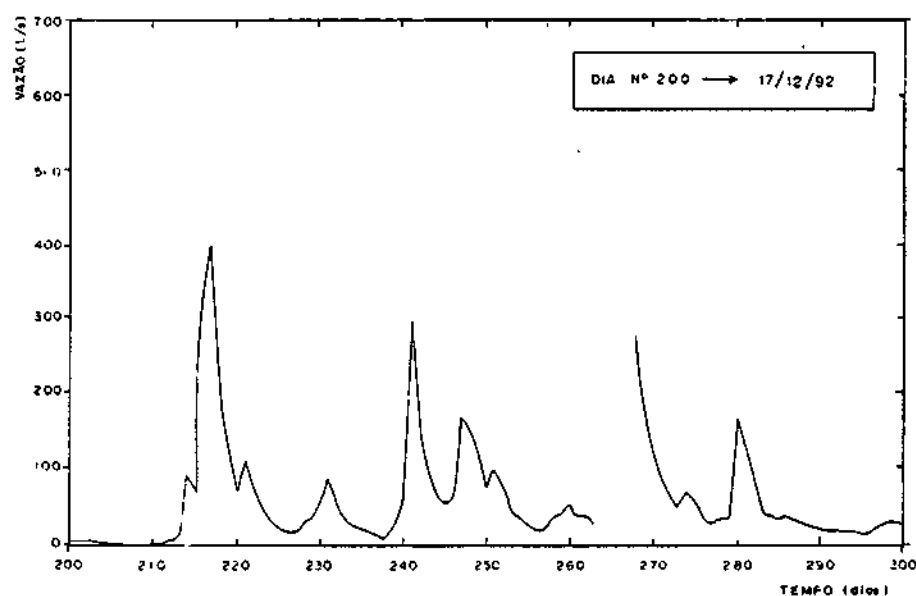


Figura 8 - Trecho do hidrograma observado em Schneider I

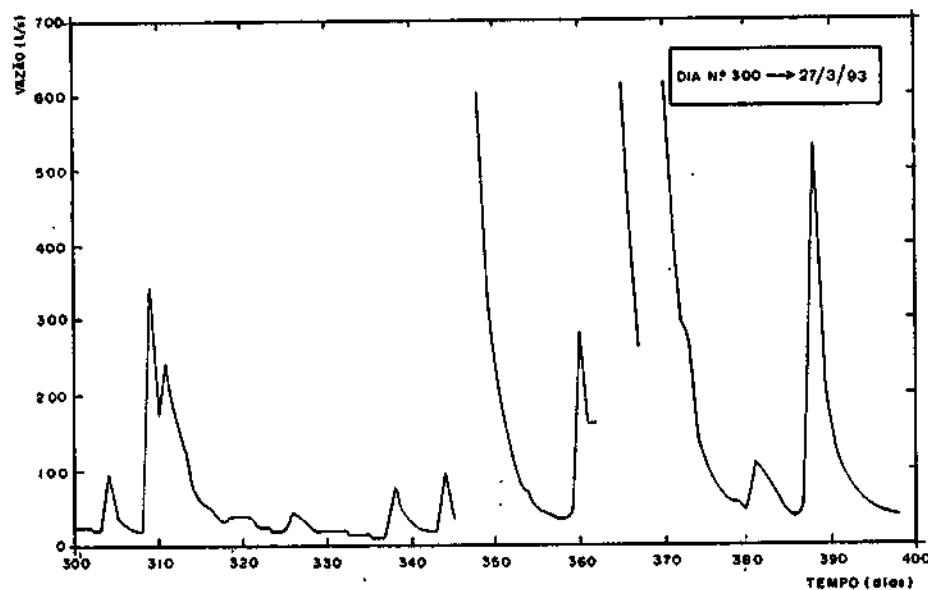


Figura 9 - Trecho do hidrograma observado em Schneider I

estruturas hidráulicas instaladas pelo Programa supramencionado – aproximadamente 140 – de modo a formar uma rede hidrométrica de pequenas bacias para o Rio Grande do Sul.

Os dados coletados serão de grande valia regionalmente e contribuirão para um melhor



Bacias Hidrográficas Rurais - Calha pertencente a Flores da Cunha

conhecimento do aproveitamento hidrológico de pequenas bacias frente às disponibilidades hídricas para projetos de recursos hídricos, ao impacto da modificação do uso do solo e à preservação ambiental.

O programa de coleta de dados, desenvolvido pela pesquisa, é apenas um demonstrativo de que, com um pouco mais de investimento, poderia ser estabelecido um programa de custo mínimo e autobenefício hidrológico.

Uma rede de monitoramento

desse tipo, permite uma boa avaliação espacial do comportamento hidrológico com custos reduzidos e, com o passar do tempo, poderá também ter uma razoável representação temporal.

Um investimento adicional a ser adotado em complemento à sistemática de monitoramento sugerida poderia ser o de se instalarem réguas de máximo junto às calhas, de modo a se conhecer pelo menos a cota máxima de um evento de cheia. A vazão máxima ocorrida poderia ser estimada com base nas características da seção (a calha tem um limite de vazão e dificilmente poderia ser construída para vazões maiores devido ao seu custo).

Além da avaliação das potencialidades hídricas nas regiões monitoradas, as técnicas hidrológicas permitem utilizar os dados obtidos para:

- ☐ ajustar modelos hidrológicos e estender temporariamente as séries;
- ☐ estudar o comportamento do uso do solo de forma regional, criando ferramentas de gerenciamento;
- ☐ desenvolver estudos de regionalização, estabelecendo curvas regionais mais apropriadas às drenagens das bacias estudadas;
- ☐ comparar a variabilidade das funções estudadas em relação às bacias maiores, além de avaliar a magnitude de valores característicos de vazões como o Q95% e o Q50% nas bacias estudadas, definindo suas principais estatísticas.

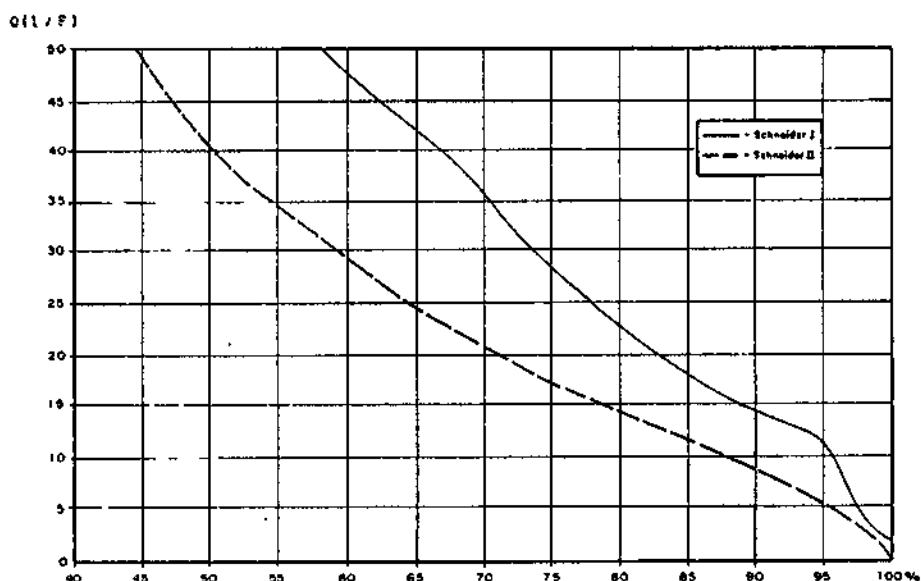


Figura 10 - Curva de permanência em Schneider I e II

Referências Bibliográficas

- ALFARO, J. F. 1974. Medidas de águas em canais por medio del afoyador sin cuello. In: Anais do I Simpósio Internacional de Irrigação. Porto Alegre, 4 a 8 de nov.
- CHRISTOFOLETTI, A. 1974. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher. 150 p.
- DNAEE/DCRH. 1987. Boletim das estações fluviométricas. Ministério das Minas e Energia.
- DNAEE/ELETOBRÁS. 1982. Manual de pequenas centrais hidrelétricas. Ministério das Minas e Energia.

SILVEIRA, G. L.; CLARKE, R. T. 1994. Representatividade dos dados monitorados nas calhas sem colo para avaliação do escoamento mínimo de pequenas bacias hidrográficas. Relatório de Estudo Especial do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento (IPH/UFRGS).

SILVEIRA, R. L. 1985. Projeto Simulídeo - IPH/UFRGS. Relatório parcial n.7. Porto Alegre, RS.

SILVEIRA, G. L. 1992. Estudos hidrológicos para dosificação do *Bacillus thuringiensis israelensis* no combate ao simulídeo. Relatório parcial da pesquisa UFSM/FAPERGS. Santa Maria, RS.

SOUZA, M. A.; MARDINI, L. F.; GOMES, E.; SILVEIRA, G. L. 1994. Evolução do controle biológico de simulídeos através do *Bacillus thuringiensis israelensis* no Rio Grande do Sul, Brasil. In: Anais do I Seminário Qualidade de Águas Continentais no MERCOSUL. Porto Alegre, 7 a 9 de dez.

A ÁGUA
EM
REVISTA

Pesquisando

Nossa proposta é privilegiar a informação técnica, com qualidade.

Lembre-se, sua colaboração é muito importante para que possamos melhorar nosso produto.

É simples! Basta que você responda a pesquisa de opinião encerrada neste número e nos envie suas opiniões o mais breve possível.

PLANOS DIRETORES DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA — CONTRIBUIÇÃO À SUA IMPLANTAÇÃO

*Sueily Serfaty

Resumo

O abastecimento de água no Brasil representa uma questão de fundamental importância, pois a qualidade desse produto está intimamente relacionada com a própria saúde da população brasileira.

Nesse sentido, o abastecimento por água subterrânea vem se tornando uma opção bastante adequada para a quase-totalidade dos municípios brasileiros. Entretanto, para que essa forma de aproveitamento se torne uma opção realmente viável, é preciso que sejam realizados estudos hidrogeológicos tecnicamente adequados.

A experiência da CPRM nesse campo de atuação tem demonstrado que mesmo em condições favoráveis ao empirismo (aqüífero-camada), pode-se obter uma economia de 40% no custo de captação, quando são utilizados métodos de investigação geofísica em subsuperfície. Sob condições mais adversas, como no caso de aqüíferos confinados a fraturas, os estudos hidrogeológicos (condicionamento estrutural e investigação geofísica) são imprescindíveis para que se tenha êxito na captação de água a partir dos lençóis subterrâneos.

Atenta a esses fatos, a CPRM vem emprestando total apoio ao convênio com a Companhia de Saneamento do Estado do Pará - COSANPA, órgão responsável pelo abastecimento hídrico nesse Estado.

Introdução

Toda a água que o homem, os animais e as plantas utilizam é ressarcida pelas precipitações pluviais. Não só no corpo humano, mas no âmbito imediato, a água atua como suporte para a vida. Contudo, o aumento na inadequabilidade de sua utilização principalmente quando utilizada para suprimento das demandas dos núcleos urbanos, das indústrias, da agricultura e mesmo nas alterações do solo urbano e rural implica,

simultaneamente, a necessidade de sérias medidas de prevenção e correção, relacionadas ao meio físico.

A diagnose das águas é função do propósito de seu aproveitamento, já que este varia enormemente. Assim, os critérios de qualidade são estabelecidos, geralmente, de acordo com os constituintes químicos, físicos e bacteriológicos, apresentados através de métodos-padrão, instituindo subsídios à determinação dos limites de proteção e uso das águas subterrâneas.

Planos Diretores de Abastecimento d'Água - PDA consistem em um conjunto de diretrizes e critérios adotados a partir da macroconcepção de um sistema ou grupo de sistemas, estabelecidos com base em estudos técnicos e econômicos, desenvolvidos por pessoal técnico habilitado, que se constitui em instrumento de consulta e apoio, cujo principal usuário é o administrador público.

Fundamenta-se na organização e coordenação de atividades específicas, envolvendo uma equipe multidisciplinar, gerando, subseqüentemente, uma proposta de Plano Diretor de Abastecimento d'Água, de acordo com peculiaridades locais. São executados para controlar, implementar, monitorar e administrar projetos, com a finalidade de habilitar as cidades a lidarem com seus respectivos problemas de suprimento hídrico.

Planejamento Urbano¹

Um planejamento sistemático pode permitir, além do suprimento de informações, a obtenção

(1) *Uso e Ocupação do Solo, Diagnóstico e Projeto de Uso e Relação entre Planos Urbanísticos e Saneamento Básico.*

* Geóloga — Superintendência Regional da CPRM em Belém

de um instrumento técnico que respalde a política de uso do solo, reforçando, segundo limites constitucionais, a autonomia municipal.

Os principais aspectos que deverão ser considerados são os de ordem socioeconômica, físico-espacial, político-administrativa e planejamento/monitoria.

O plano diretor, propriamente dito, é consubstanciado por um conjunto de legislações urbanísticas e de uso do solo, sendo mais comuns: perímetro urbano, parcelamento do solo urbano, zoneamento e uso do solo, código de obras e código de postura, além de algumas especificações de proteção ao patrimônio artístico, cultural e ambiental, abrangendo o município como um todo.

É grande a participação popular, contradizendo antigas visões racionalistas, cujo poder de decisão dependia apenas dos técnicos, em atendimento às necessidades básicas.

Segundo a Constituição federal de 1988, o plano diretor é um instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão da cidade. No que tange ao saneamento básico, especialmente abastecimento d'água, objetiva:

- ☐ viabilizar as diretrizes para abastecimento d'água;
- ☐ viabilizar o atendimento das necessidades sociais urbanas (habitação, lazer, educação, saúde etc.);
- ☐ propiciar os meios necessários ao desenvolvimento das atividades econômicas (indústria, comércio, serviços etc.);
- ☐ fazer a compatibilização das necessidades locais e municipais com diretrizes, aspectos e interesses de natureza regional, estadual e federal.

O alcance de tais objetivos, requer:

- ☐ identificação e avaliação da demanda por água tratada;
- ☐ identificação e avaliação das disponibilidades e limitações existentes para o atendimento da demanda;
- ☐ proposição de estratégias, articulando, de forma adequada, as ofertas e demandas manifestadas.

A avaliação das disponibilidades e limites para o fornecimento de infra-estrutura resulta dos aspectos de urbanização, de ordem financeira,

de natureza físico-ambiental, gerenciais, legais e institucionais.

É fundamental, para que se faça uso coerente dos instrumentos de intervenção sobre o uso do solo urbano, a consciência de especificidades atinentes às condições de que *cada caso é um caso*, seguindo determinadas leis econômicas com suas respectivas racionalidades.

Estudo dos Recursos Hídricos

Águas Superficiais e Subterrâneas

O estudo dos recursos hídricos em um Plano Diretor de Abastecimento d'Água busca avaliar e quantificar:

- ✓ a potencialidade dos mananciais superficiais;
- ✓ a potencialidade dos mananciais subterrâneos;
- ✓ a qualidade da água desses mananciais;
- ✓ a capacidade de regularizar as vazões;
- ✓ os conflitos com os outros usos das águas.

Coleta de Dados

É uma importante etapa no estudo dos recursos hídricos. Contempla:

- ✓ identificação dos mananciais possivelmente aproveitáveis;
- ✓ delimitação de suas bacias hidrográficas;
- ✓ localização dos postos fluviométricos existentes;
- ✓ levantamento da disponibilidade de dados fluviométricos junto aos órgãos competentes;
- ✓ solicitação dos dados necessários.

Consistência dos Dados

Procura corrigir erros de observação e manipulação dos dados básicos leituras de régua e medições de descarga e, eventualmente, preencher falhas nas séries históricas de dados. Tem por alicerce:

- ✓ a análise dos limnigramas e fluviogramas;
- ✓ a comparação com postos fluviométricos próximos;
- ✓ o estabelecimento de correlações;
- ✓ a análise das medições de descarga através das curvas, cota-área, cota-velocidade e cota-descarga.

Curvas-Chave

Substituem a impraticável medição de vazões a intervalos reduzidos de tempo, estabelecendo uma relação entre os níveis d'água observados e as vazões medidas.

Regionalização de Vazões

A utilização dessa técnica advém da escassez de postos fluviométricos com longo período de observação. É possível quando a região é homogênea, em termos climatológicos, hidrológicos e geomorfológicos. Seu estudo, quando viável, fornece subsídios necessários à definição das descargas mínimas, médias e máximas nos pontos selecionados de captação.

Vazões de Estiagem

Permitem avaliar a possibilidade de aproveitamento da água do manancial sem a existência de um reservatório de regularização, além do conhecimento dos níveis mínimos d'água ser importante para o projeto de captação.

Com o aumento da preocupação em relação ao meio ambiente, o conhecimento das vazões mínimas torna-se essencial, devido a estudos de impacto ambiental e dos conflitos entre os usos.

Vazões de Cheia

Definem a vazão de projeto das estruturas extravasadoras, no caso da construção de uma barragem, e os níveis d'água máximos, para o projeto de captação, quando não há regularização.

Tal como nas vazões de estiagem, desenvolve-se uma análise estatística das vazões máximas anuais e uma curva regional de descargas específicas máximas.

Águas Subterrâneas para Fins de Abastecimento

Podem-se caracterizar como vantagens do uso das águas subterrâneas para fins de abastecimento:

- ❑ problemas ambientais, sociais e financeiros relacionados às águas de superfície (barramento);

- ❑ poluição das águas de superfície (necessidade de tratamento);
- ❑ importância ambiental das águas de superfície;
- ❑ outras demandas de águas de superfície;
- ❑ maiores perdas por evaporação nas águas de superfície.

Em contrapartida, é inconveniente para o uso das águas subterrâneas para fins de abastecimento:

- ❑ altas profundidades de captação das águas;
- ❑ dificuldade de localização das reservas de águas subterrâneas;
- ❑ bombeamentos em casos superiores a 400 m.

Avaliação do Potencial Hídrico

Levantamento das Regiões Aqüíferas

É realizado a partir de mapas geológicos, aerofotogramétricos, topográficos e pedológicos.

Prospecção dos Aqüíferos em Áreas Promissoras

É apoiada em furos de sondagem para prospecção geológica, tecnologia de prospecção geofísica e análise da qualidade da água.

Levantamento do Potencial Hídrico

Estudos necessários:

- ✓ teste de vazão – capacidade de poço (vazão) e capacidade específica;
- ✓ teste de bombeamento – transmissividade (condutividade hidráulica x espessura saturada do aqüífero);
- ✓ coeficiente de armazenamento;
- ✓ estudos de prospecção – profundidades saturadas dos aqüíferos;
- ✓ estudos hidrológicos de superfície – descargas de base de rios;
- ✓ descarga subterrânea para reservatórios e mares;
- ✓ descarga de fontes;
- ✓ extrações do aqüífero (bombeamento, drenagem);
- ✓ mapeamento do nível d'água em poços.

Parâmetros de Disponibilidade Hídrica

Reserva permanente do aqüífero (m^3): é o volume das reservas do aqüífero obtido a partir das profundidades saturadas e dos coeficientes de armazenamento.

Reserva explorável (produção segura) do aquífero (m^3/ano): é o volume médio anual de recarga do aquífero. Caso não haja superexploração do aquífero, é a disponibilidade hídrica total do manancial, obtida pelo balanço hídrico do aquífero.

Outros parâmetros: os demais parâmetros que deverão ser levantados, por serem necessários ao projeto e manejo dos sistemas de captação, consistem na capacidade de poços, transmissividade, parâmetro raros de influência de poços, profundidades saturadas etc.

Avaliação da Qualidade das Águas

Salinidade e temperatura: são diretamente proporcionais à profundidade. A salinidade geralmente é maior do que nas águas de superfície e a temperatura é mais uniforme no tempo.

Contaminação biológica: à exceção em poços de áreas cársticas (ou de rochas fissuradas) aflorantes, geralmente a contaminação biológica não é problema.

Fontes mais comuns de problemas (em aquíferos não-poluídos): salinidade (é a mais comum), Fe^{++} e Mn^{++} e dureza.

Análise expedita: condutividade elétrica. Análise comum em poços rasos – coliformes, pH, salinidade, cheiro, turbidez, odor, nitrato, Fe^{++} , Mn^{++} , dureza, Cl^- e detergentes.

Análise completa: águas subterrâneas podem conter, em quantidades indesejáveis, certos elementos como: arsênio, flúor, selênio, etc.

Qualidade da Água para Abastecimento e Tecnologia de Tratamento

As precipitações pluviais são responsáveis pelo suprimento de água para o reino animal e vegetal. Assim, elas se armazenam no solo – onde uma parte permanece, outra evapora e outra se infiltra – e nas plantas.

A parte das precipitações que se infiltra é transformada em água subterrânea que, normalmente, é melhor protegida contra a poluição do que as superficiais, mantendo-se a uma temperatura que se caracteriza pela

uniformidade, fator desejável não somente para o consumo de água potável, como também para utilização de água límpida para o consumo industrial.

Em contrapartida, as águas que permanecem na superfície são sempre sujeitas aos agentes poluidores, envolvendo grandes custos para transformá-las em águas límpidas, potáveis e de consumo.

As características da água bruta são de fundamental importância na definição da tecnologia de tratamento, principalmente as biológicas, seguidas das químicas e físicas, havendo, eventualmente, necessidade de estudos em instalação-piloto. É comum, especialmente no caso de lagos artificiais, a variação da qualidade com o tempo, comprometendo, muitas vezes, o desempenho de um sistema de tratamento, cuja tecnologia adotada se torna incompatível com o aumento significativo de alguns parâmetros biológicos, físicos e químicos que, por sua vez, devem seguir em ordem decrescente de importância a seguinte sequência:

coliformes; número e espécie de algas; cor verdadeira; turbidez; alcalinidade; pH; carbono orgânico total; temperatura; mobilidade eletroforética (ou potencial zeta); sólidos totais dissolvidos; força iônica; tamanho e distribuição de tamanhos das partículas em suspensão e em estado coloidal; ferro e manganês; outros metais; e compostos orgânicos em geral.

Classificação das Águas Destinadas ao Consumo Público

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, por Resolução de nº 020, de 15/06/1986, classificou as águas em doces, salobras e salinas e tornou obrigatória a, provavelmente inexecutável, determinação de setenta parâmetros, alguns altamente complexos, de qualidade das águas destinadas ao abastecimento público. Assim mesmo, o referido estudo não detecta a existência de compostos tóxicos na água, devendo-se, por conseguinte, recorrer a ensaios toxicológicos, baseados em princípios fisiológicos ou ecológicos, por exemplo: a presença de um ou mais compostos tóxicos na água pode ser

simplesmente revelada ao se colocar a amostra em presença de organismos sensíveis como: peixes, crustáceos, planários, larvas de insetos, moluscos, algas, protozoários, bactérias etc.

Segundo o CONAMA (1986), as águas destinadas ao consumo popular classificam-se em função do tratamento que requerem, conforme mostra o Quadro 1.

Classificação	Tratamento
Classe Especial	Desinfecção
Classe 01	Tratamento Simplificado
Classe 02	Tratamento Convencional
Classe 03	Tratamento Convencional
Classe 04	Outros Usos

Quadro 1 - Águas doces e tratamento requerido

Os limites máximos dos parâmetros de qualidade das águas destinadas ao consumo público são fornecidos pela Resolução 20/86 (CONAMA). No caso da água de classe especial, todos os parâmetros de qualidade devem atender ao padrão de potabilidade.

O Projeto de Revisão da NB-592 (1987) sugere outra classificação das águas destinadas ao consumo público, correlacionando características com os tipos de tratamento requeridos, conforme o Quadro 2.

Classificação	Processo de Tratamento
Tipo A	Desinfecção e correção de pH.
Tipo B	Desinfecção, correção de pH e decantação simples para remoção de sólidos sedimentáveis, filtração, precedida ou não da decantação, quando a turbidez e a cor verdadeira forem inferiores a, respectivamente, 40 UNT e 20 UH.
Tipo C	Coagulação, floculação, decantação, filtração rápida, desinfecção e correção do pH.
Tipo D	Idem tipo C e específicos.

Quadro 2 - Águas naturais e processos de tratamento

O índice de qualidade da água classifica-a em faixas, através da definição das características monitoradas (são atribuídos pesos), de forma que, por meio de uma equação empírica, tal indicador da qualidade seja calculado. Em geral, considera-se a turbidez, coliformes totais (fecais), ferro total, cor verdadeira, cloretos, demanda química de oxigênio (DQO), demanda biológica de oxigênio (DBO), pH, amônia,

alcalinidade, sólidos totais dissolvidos, número de espécies de algas, etc. É evidente que o índice da qualidade da água (IQA) é válido somente para uma certa fonte de abastecimento, devendo-se escolher os parâmetros que melhor representem as características da água em diferentes interpretações, em desacordo com a tecnologia de tratamento de água utilizada.

Padrões de Potabilidade

É o conjunto das características de qualidade da água para consumo humano, devidamente quantificadas através de números ou classificadas por meio de atributos específicos, cujos valores lhe conferem a condição de ser adequada oficialmente para esse uso.

As normas e padrões atuais foram instituídos pelo Ministério da Saúde, Portaria nº 36, de 19/01/1990. Trata-se de uma tabela contendo índices de elementos ou compostos, com seus respectivos valores máximos permitidos (VMP), representativos na avaliação das características físicas, químicas e organolépticas, bem como componentes orgânicos e inorgânicos que afetam a saúde e qualidade organoléptica da água potável.

Recomenda-se que:

- ☐ o pH fique situado no intervalo de 6,5 a 8,5;
- ☐ a concentração mínima de cloro residual livre em qualquer ponto da rede de distribuição seja de 0,2 mg/l;
- ☐ a água de abastecimento não apresente nenhuma das substâncias relacionadas: clorobenzenos, clorofenóis, fenóis e sulfetos de hidrogênio (não-ionizável) em teores que lhe confirmem odor característico.

Obtenção da Qualidade

Para a obtenção de um produto de qualidade específica, faz-se necessário que a matéria-prima apresente características de qualidade que:

- ☐ sejam tão próximas quanto possível das características de qualidade do produto;
- ☐ sejam compatíveis com o processo de transformação industrial economicamente disponível no momento;

- sejam suficientemente estáveis ao longo do tempo em que o processo de transformação industrial esteja sendo projetado, construído, operado e mantido, de maneira a prover as condições que irão possibilitar a obtenção da qualidade projetada.

Preservação da Qualidade

A qualidade obtida pelo processo produtivo deve ser preservada até o momento do consumo, sem o que todo o trabalho desenvolvido terá sido em vão. Para tornar viável essa condição, o produto é embalado de forma a preservar suas características de qualidade.

No caso da água para consumo humano, a continuidade que caracteriza o sistema de abastecimento (processo produtivo ligado ao processo distributivo) oferece algumas considerações especiais, tais como as atinentes ao acondicionamento, que permitem a qualidade do produto embalado até o momento do consumo e sistemas públicos de canalizações (fechadas), cujas condições impostas objetivam exclusivamente a preservação da qualidade da água produzida, como especificado:

- manutenção de uma certa concentração de cloro residual para evitar a deterioração bacteriológica da água;
- manutenção da pressão mínima, de forma permanente, no sistema de canalizações;
- manutenção de certos valores para pH, concentração de CO_2 etc., para que, prevenindo-se a corrosão, possa-se evitar a ocorrência de concentrações indesejáveis de ferro na água.

Assim, o controle da qualidade da água para consumo humano no sistema de distribuição constitui o ponto nevrálgico do controle, pois é nessa parte do sistema que ocorrem os problemas mais difíceis de detectar e corrigir. O *USTHS - Drinking Water Standards, 1962*, afirma: *Os resultados de estudos recentes sobre os riscos em potencial da poluição que existem nos sistemas de abastecimento d'água de nossas comunidades, devido a métodos falhos de execução das instalações sanitárias, conexões cruzadas, interconexões etc., como também os riscos de poluição que são oriundos de defeitos nas estações de tratamento e nos procedimentos operacionais do sistema de distribuição, qualquer dos quais podendo prejudicar a segurança da água no sistema de*

distribuição, são julgados como sendo de importância primordial na consideração das exigências dos padrões.

Tratamento das Águas de Abastecimento

As tecnologias de tratamento dependem das características das águas brutas para que atendam ao Padrão de Potabilidade do Brasil.

O tratamento da água, a fim de adequá-la ao consumo humano, é uma forma analiticamente simples de transformação. Em suma, compreende a retirada e adição de substâncias da matéria-prima, por meio da utilização racional de fenômenos físicos, químicos e biológicos.

O sistema econômico típico, que caracteriza as chamadas sociedades civilizadas, é quem rege o sistema público de abastecimento d'água. Consiste em um processo produtivo e outro distributivo.

A fonte (manancial) é um recurso natural onde começa o sistema econômico; é a matéria-prima básica necessária para obtenção do produto.

O processo produtivo tem como primeira fase a extração (captação), que consiste na retirada de matéria-prima da natureza.

A matéria-prima é então transportada (adução) até a fase de transformação (tratamento), onde inúmeras modificações são efetuadas, culminando com a obtenção do produto, tal como concebido para ser consumido.

Esse conjunto de transformações é desenvolvido através das indústrias que o homem cria, no sentido de racionalizar sua vida material.

Em seguida, o produto é embalado, para que mantenha suas características até o momento do consumo.

Para ser consumido, o produto tem que ser transportado (readução) até o consumidor e armazenado (reservação).

Portanto, torna-se clara a associação de um sistema público de abastecimento d'água a um

processo produtivo, diretamente acoplado a um processo distributivo.

Além disso, um serviço de abastecimento d'água de uma comunidade assume a identidade de uma empresa industrial, também sob os pontos de vista organizacional, administrativo, comercial e econômico-financeiro.

As conclusões mais importantes são de que se trata de um conjunto de conceitos, princípios, regras ou diretrizes, cuja aplicação ao produto – *água para o consumo humano* – além de confirmar uma série de conhecimentos e práticas consagradas em todo o mundo, oferecem outros conhecimentos ainda não utilizados no controle da qualidade da água, sendo que muitos deles representam, verdadeiramente, a chave para um perfeito equacionamento dos problemas relativos ao controle e à certificação da qualidade da água para consumo humano.

Considerações Econômicas e Estratégicas para o Abastecimento de Populações Humanas

Um dos grandes problemas da humanidade, a partir do aparecimento das cidades, é o abastecimento d'água para todo o consumo humano. Inicialmente, até há pouco tempo, o fato das cidades localizarem-se à beira de grandes mananciais – rios e lagos – resolvia em grande parte essa questão. Contudo, o crescimento desmesurado das metrópoles tem conduzido à escassez do recurso hídrico, cada vez mais insuficiente para atender à demanda crescente, aliado a industrialização – com seus inúmeros rejeitos – e a *moderna agricultura*, baseada no modelo mecanização x adubação artificial, têm levado à degradação dos recursos hídricos disponíveis, principalmente os superficiais.

A esses fatores se deve acrescentar que o aumento da riqueza individual, traduzido em maiores níveis de consumo e conforto, tem contribuído para o aumento das necessidades mínimas *per capita*. Hoje, mesmo em regiões pouco desenvolvidas do país, a estimativa é de uma demanda de cerca de 200 litros/habitante/dia, índice que pode ser considerado muito modesto se comparado com as regiões mais desenvolvidas.

O fato é que a água está rapidamente se transformando num bem estratégico para a maioria das nações no mundo afora. No Brasil, onde se concentram cerca de 30% da água doce do planeta (com menos de 3% da população mundial), até há bem pouco tempo, costumava-se encarar a abundância de água como um fato natural – o que, absolutamente, não é real para a maioria da humanidade. Todavia, o crescimento populacional marcado pela concentração urbana e a profunda degradação do meio ambiente modificaram, substancialmente, esses quadro e os projetos de abastecimento d'água são, talvez, os que apresentam maior sensibilidade política.

Uma vez que já existe sensibilidade com referência ao assunto, o problema que se levanta para a administração territorial é o seguinte:

- ☐ como abastecer o enorme contingente de pessoas que não possuem água de boa qualidade, com os poucos recursos disponíveis, dentro da situação econômica do país?
- ☐ quais as alternativas disponíveis, que investimentos são necessários e quais as relações de custo/benefício para essas opções?

Na verdade, a única escolha para a qual a engenharia nacional tem tradição é o trinômio: captação superficial x adução x distribuição – que funcionou *a contento* durante décadas, caso se queira considerar satisfatórios os índices de população com água encanada. Esse modelo padece de alguns inconvenientes, o mais grave materializado pelo custo dos investimentos por habitante. Em números médios, os valores são milionários, em termos de moeda americana e, indubitavelmente, embora haja um determinado aporte de recursos internacionais – a título de dívida externa –, ele, certamente, nunca será suficiente para cobrir todas as necessidades do setor. Urge, portanto, que o abastecimento hídrico, como um todo, seja repensado, não somente em termos da oferta potencial, contida no meio ambiente, mas sobretudo, levando-se em consideração o custo da água potável na casa de cada cidadão.

Em números médios, conforme o Quadro 3, têm-se os custos para o tratamento d'água, segundo o porte de diversas plantas de tratamento.

Capacidade (litros/seg)	C. Pessoal (US\$)	% do Total	m ³ /dia	População Abastecida
3,0	100.000	91,2	259	1.300
100	800.000	71,4	8.640	43.200
500	2.000.000	56,4	43.200	216.000

* Sem se considerarem as perdas da rede e de operação da ETA

Quadro 3 - Custos médios para o tratamento d'água, segundo o porte de diversas plantas de tratamento

Caso se queira observar o custo d'água para o consumidor, o quadro a seguir fornece dados indicativos.

Capacidade (litros/seg)	População Abastecida*	Custo total do Tratam.	Taxa por m ³ (US\$)
200	86.400	1.841.000	0,43
300	129.600	2.488.000	0,39
500	216.000	3.699.000	0,34

* Sem se considerarem as perdas da rede e de operação da ETA

Quadro 4 - Dados indicativos sobre o custo d'água para o consumidor

Por outro lado, na conta de investimentos, os seguintes números são orientativos:

Capacidade (litros/seg)	Valor dos Investimentos (US\$)	Habitante (US\$)
3,0	85.000	65,4
160	2.000.000	28,9

Quadro 5 - Valores orientativos para conta de investimentos

Como supramencionado, os custos de abastecimento hídrico por água subterrânea são atinentes aos poços para captação do líquido precioso. Já no caso do aproveitamento das águas superficiais, deve-se acrescentar aos custos de captação os de adução e tratamento.

Para que se tenha um parâmetro, em se tratando de uma captação com barramento e adução por cerca de 7 km - a uma vazão de 12.000 m³/dia - o investimento é da ordem de US\$ 7.000.000. O tratamento e a distribuição dessa água, suficiente para abastecer apenas 60.000 habitantes, custariam outros US\$ 7.000.000, isto é, pode-se inferir da necessidade de um investimento médio de US\$ 233,33/habitante, quantia que por si só expressa a factibilidade do abastecimento pleno vir a ocorrer.

Modelando a situação em apreço para o abastecimento via poços, mesmo considerando-se uma situação geologicamente adversa - aquífero fraturado -, podem-se projetar os números ilustrados no quadro a seguir.

População.....	60.000
Demanda hídrica (m ³ /dia).....	12.000
Vazão média poços (m ³).....	20
Prof. média dos poços (m).....	100
Número de poços	50
Investimentos construção de poços (US\$) ..	1.000.000

Quadro 6 - Modelamento do abastecimento hídrico utilizando-se recursos hídricos subterrâneos

Dessa forma, um investimento de US\$ 1.000.000 substituiria, eminentemente, cerca de US\$ 7.000.000 da captação e adução, sem considerar que, muito provavelmente, a água subterrânea poderá ser injetada, diretamente, na rede de distribuição, sem nenhum tratamento. Aos investimentos na construção dos poços, deve-se acrescentar os das bombas, o que é relativamente desprezível em face dos recursos necessários à construção e operação de uma estação de tratamento do porte requerido, respectivamente US\$ 2.000.000 à estação, mais US\$ 1.500.000/ano ao tratamento d'água.

Finalmente, deve-se acrescentar que a opção pelo abastecimento via poços permite modular os investimentos.

Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, P. P. 1992. *Projeto de informações hidrogeológicas: Metodologia de trabalho* [Belém]. Convênio COSAN-PA/CPRM. [Relatório Inédito].
- ARAÚJO, P. P.; VILLAS BOAS, J. M.; SERFATY, S. *Projeto Paragominas...* Belém: Convênio CPRM/COSANPA [no prelo].
- BATALHA, B. H. L. 1977. *Controle da qualidade da água para consumo humano; bases conceituais e operacionais*. São Paulo: CETESB. 198 p. il.
- CASTANY, G. 1971. *Tratado práctico de las aguas subterráneas*. Barcelona: Omega.
- ESTUDOS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. 1981. Campinas, SP: DAER Diretoria de Planejamento e Controle - Região Administrativa 5, 2v.
- FENZ, N. 1986. *Introdução à hidrogeoquímica*. Belém: UFPA. 189 p. il.
- SANTOS, R. C. de O. & RIOS, J. 1993. Planos diretores de abastecimento de água. Natal: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES. [Curso Pré-Congresso].
- TODD, D. K. 1959. *Hidrologia de águas subterrâneas*. Tradução por Araken Silveira & Evelyn Bloem Souto Silveira. Nova York: John Wiley & Sons. 319 p.
- BART, F. T. et al. 1987. *Modelos para gerenciamento de recursos hídricos*. São Paulo: Nobel - ABRH. 526 p.