

Semelhante variabilidade apresentam os meios fissurados não cársticos, com menor capacidade de produção, onde o aproveitamento está localizado, principalmente, nas rochas gnáissicas e graníticas (PGN). Esses aquíferos englobam as rochas cristalinas da idade arqueana, com área de ocorrência bem extensa, no lado leste da Bacia, numa faixa de direção geral N-S, com cerca de 220 km de comprimento e largura média de 20 km, que inclui as cidades de Riacho dos Machados, Porteirinha, Mato Verde, Monte Azul, Espinosa e Urandi.

Apesar das diferenças de produtividade entre os sistemas aquíferos fraturados, as condições do aproveitamento são similares. Os poços são do tipo tubular, construídos com diâmetro inicial de 10" a 12", em rocha inconsolidada; o diâmetro de 6" é o mais freqüente, ou 8" em rocha fresca. Excepcionalmente, diante da necessidade de produções acima de 20 l/s, os diâmetros permanecem em 10" a 12", também na rocha fresca. Em geral são revestidos apenas na seção superior, e abertos na rocha fresca, sendo utilizados tubos de aço galvanizado, aço carbono e raramente PVC. A profundidade física dos poços varia entre 20 e 250 m, com média de 85m; 65% está entre 50 e 100 m. A profundidade do nível estático varia entre 0 e 110m, com 77% dos poços cadastrados apresentando profundidades inferiores a 30m. O rebaixamento produzido nos testes de bombeamento varia entre 0 e 117m, com valor médio de 17m, enquanto 80% tem rebaixamentos inferiores a 30m.

A capacidade média de produção dos poços inventariados, nos sistemas fraturados, atinge 4,2 l/s, sendo que 44% dos poços têm capacidade inferior a 2 l/s e 11% capacidade superior a 10 l/s. A Figura 3.6.1 apresenta um mapa-síntese da delimitação dos sistemas aquíferos fraturados e das isolinhas de vazão específica dos poços inventariados nesse meio aquífero.

### **g.2.1) Parâmetros Hidrogeológicos**

Não existem dados de testes com utilização de piezômetros ou poços de observação que permitam a determinação precisa da transmissividade e do coeficiente de armazenamento nas diferentes áreas da Bacia. Entretanto, a partir de testes feitos em sistemas semelhantes e de estimativas baseadas nas vazões

específicas, considera-se que os valores de tais parâmetros nos aquíferos fraturados estão na seguinte ordem de grandeza:

Transmissividade: 100 a 1000 m<sup>2</sup>/dia  
Coeficiente de armazenamento 0,01 a 0,001

Vale salientar que, em decorrência do caráter heterogêneo e anisotrópico dos aquíferos, podem ser identificadas importantes diferenças locais no comportamento hidrogeológico. Contudo, pode-se afirmar que as maiores transmissividades e coeficientes de armazenamento situam-se ao sul e sudoeste da Bacia, até Verdelândia, enquanto que as menores correspondem à faixa oriental da Bacia, no domínio do sistema fissurado.

### **g.2.2) Os Poços Inventariados**

Os poços inventariados, em sua maioria, são procedentes do acervo do CETEC acrescidos de dados da COPASA/MG, da CODEVASF, da CERB/BA (Companhia de Engenharia Rural da Bahia), da CPRM e da CEDEC/MG, retratando a situação dos poços ao final de sua construção. Eles totalizam 1267, sendo 1172 em Minas Gerais e 95 no estado da Bahia; sua posição foi plotada em mapa na escala 1:250.000 pelo CETEC, onde é possível constatar a irregularidade a sua distribuição espacial.

Do ponto de vista de suas características os mesmos foram construídos com diâmetro inicial de 10" a 12", em rocha inconsolidada; diâmetro de 6", mais freqüente, ou 8" em rocha fresca e excepcionalmente em diâmetros de 10" a 12", nesse tipo de rocha.

Em geral, são revestidos apenas na seção superior, abertos, na rocha fresca, sendo utilizados tubos de aço galvanizado, aço carbono e raramente PVC.

Com relação às entradas d'água, a maioria (66%) apresenta duas a três entradas, cujas profundidades, em 76,8%, se situam entre 10 m e 60 m. A profundidade física máxima dos poços atinge 252 m, a mínima 21,7 m e a média 85,3 m.

Finalmente, os níveis estáticos variam entre 110 m e 0 m com uma média de 19,41 m, com uma maior frequência (32%) no intervalo de 0-10 m e frequências de 26,5%, 18% e 23% para os intervalos de 10-20 m, 20-30 m e maior que 30 m, respectivamente.

### **g.2.3) Potencialidade dos Aquíferos**

As disponibilidades de águas subterrâneas na região, provenientes de poços profundos restringem-se, na prática, aos aquíferos cársticos-fissurados e fissurados.

Estes aquíferos cobrem toda a área da bacia, podendo ser atingidos mesmo onde se encontram recobertos por aquíferos aluviais (QAL), de coberturas detríticas (TQC) e mesmo cretácicos (KA).

Dada a forte anisotropia dos reservatórios subterrâneos, foi utilizado o método estatístico para avaliar a produtividade dos poços, de forma a realizar uma análise para a totalidade dos poços.

Com referência a capacidade de produção dos poços, a análise procedida sobre um universo de 1.178 poços mostrou 1.137 classificados como produtivos. A vazão destes poços varia entre 0,04 e 73,3  $\ell/s$  com média de 4,2  $\ell/s$ , sendo que 44% dos poços tem produção até 2  $\ell/s$ , 28% entre 2 e 4  $\ell/s$  e 12% entre 4 e 6  $\ell/s$ , 16% entre 6 e 10  $\ell/s$  e 11%, acima de 10  $\ell/s$ , enquanto que os rebaixamentos de níveis variam desde 0 m até 117 m, com média de 17,16 m. Dentro da amostra analisada para este parâmetro (972 poços), 60% têm rebaixamento inferiores a 15 m e 80% inferiores a 30 m.

Em resumo, pode-se afirmar que em função dos dados processados a vazão específica indica um potencial de água subterrâneo de médio a baixo, com cerca de 75% dos poços com produtividade menor que 1  $\ell/s/m$ .

Com relação a capacidade de armazenamento subterrâneo, foi procedida uma análise dos hidrogramas dos rios Verde Grande e Gortuba, nos postos fluviométricos de Boca da Caatinga, Colônia de Jaíba e Ponte da Rodagem, no Verde Grande e Janaúba no rio Gortuba, com dados diários nos anos hidrológicos 72/73, 74/75 e 75/76, considerados, respectivamente, como úmido médio e seco, além do longo período, 39/40-88/89, este com as descargas médias mensais.

Conclusões:

- Os recursos de água subterrânea são relativamente reduzidos e concentram-se à montante do posto Colônia de Jaíba.
- As variações interanuais são bastante significativas ao se comparar os períodos secos e úmidos, onde nos anos secos a capacidade de armazenamento é cerca de um terço do valor médio de longo termo.

O Estudo do CETEC apresenta um mapa geral de linhas piezométricas médias das águas subterrâneas da bacia, em escala 1:500.000.

**304**

Da análise geral, pode-se concluir que as principais áreas de recarga se situam nos altos cursos dos rios, ao longo dos divisores de água com os fluxos se dirigindo para os principais talwegues - Verde Grande, Gortuba e Verde Pequeno.

Os gradientes hidráulicos podem ser assim agrupados:

- Zona com valores elevados - 7 a 8 m/km, ao sul e sudoeste da bacia de Juramento - Montes Claros até Mirabela e Varzelândia.
- Zona de valores médios - 2 a 2,5 m/km, no extremo nordeste da bacia.
- Zona de valores baixos - 1 m/km ou menos, do médio curso do Verde Grande pela margem direita, desde o Ribeirão do Ouro, a sub-bacia do Gortuba indo até o rio São Francisco.

As estimativas dos volumes de escoamento foram efetuadas segundo equação de Darcy, para diversos trechos, conforme resultados mostrados no Quadro 109.

Quadro 109 - Estimativa dos volumes de escoamento

TRECHO	L (km)	I (m/m)	T (m <sup>2</sup> /dia)	Q (m <sup>3</sup> /ano)
Margem esquerda/ Sul/Sudeste/Montes Claros -Mirabela-Varzelândia	135	$8 \times 10^{-3}$	406	$160 \times 10^6$
Margem direita, a leste Capitão Enéas - Mata Verde	140	$1 \times 10^{-3}$	200	$10,2 \times 10^6$
Extremo nordeste - Sebastião Laranjeiras - Mata Verde	100	$2 \times 10^{-3}$	100	$7,3 \times 10^6$
Posto Colônia Jaíba - Região de 200 km ao redor:				
- Margem esquerda	406	$8 \times 10^{-3}$	120	$142,2 \times 10^6$
- Margem direita	406	$1 \times 10^{-3}$	80	$11,8 \times 10^6$
			<b>TOTAL</b>	$154 \times 10^6$
Trecho entre Colônia de Jaíba e Boca da Caatinga	200	$1 \times 10^{-3}$	200	$14,6 \times 10^6$

L = Comprimento  
I = Gradiente hidráulico  
T = Transmissividade  
Q = Vazão

Não existem dados de testes com utilização de piezômetros ou poços de observação que permitam a determinação precisa da transmissividade e do coeficiente de armazenamento nas diferentes áreas da Bacia. Entretanto, a partir de testes feitos em sistemas semelhantes e de estimativas baseadas nas vazões específicas, considera-se que os valores de tais parâmetros nos aquíferos fraturados estão na seguinte ordem de grandeza:

Transmissividade: 100 a 1000 m<sup>2</sup>/dia  
Coeficiente de armazenamento 0,01 a 0,001

Vale salientar que, em decorrência do caráter heterogêneo e anisotrópico dos aquíferos, podem ser identificadas importantes diferenças locais no comportamento hidrogeológico. Contudo, pode-se afirmar que as maiores transmissividades e coeficientes de armazenamento situam-se ao sul e sudoeste da Bacia, até Verdelândia, enquanto que as menores correspondem à faixa oriental da Bacia, no domínio do sistema fissurado.

### **g.2.4) Recarga dos Aquíferos**

Os aquíferos são alimentados principalmente pela infiltração das águas de chuva através de sistemas de fraturas que atingem a rede de drenagem superficial, ou através dos depósitos de cobertura e de mantos de alteração, quando existentes.

As áreas de maior recarga correspondem à faixa ocidental da Bacia, no domínio do sistema cárstico-fissurado, entre Juramento e Varzelândia, nas encostas dos altos cursos dos rios. Nessas áreas, os depósitos de cobertura e os capeamentos de arenitos cretácicos têm grande capacidade de infiltração e as feições cársticas assumem maior expressão, com presença de sumidouros, condutos, grutas e cavernas.

Na faixa oriental da Bacia, no domínio do sistema aquífero fissurado, as áreas de recarga estão localizadas, na sua grande maioria nas encostas dos altos cursos dos rios, na Serra do Espinhaço, entre Riacho dos Machados e Urandi, nos locais de ocorrência dos quartzitos fraturados.

Nas zonas centro e norte da Bacia, caracterizadas por superfícies peneplanizadas e coberturas de sedimentos e mantos de alteração argilosos ou de pequena permeabilidade, as condições de recarga são pouco favoráveis.

### **g.2.5) Descarga dos Aquíferos**

Nas condições naturais, as águas subterrâneas percorrem os aquíferos e escoam na rede de drenagem superficial da Bacia, constituindo o fluxo de base ou componente subterrâneo dos deflúvios superficiais. As direções de fluxo convergem para as principais linhas da rede de drenagem, como os eixos dos rios Verde Grande, Gortuba e Verde Pequeno. Cabe ainda destacar a possibilidade de descarga para fora da Bacia, no rio São Francisco, na zona norte, favorecida pela proximidade deste rio e a destacada profundidade de sua calha.

As principais áreas de descarga correspondem à margem esquerda do rio Verde Grande, até Jaíba, conectadas ao sistema cárstico fissurado, onde as recargas, as transmissividades e os gradientes hidráulicos são altos. No restante da rede de drenagem as descargas são muito inferiores. Os estudos antecedentes apontam ainda para a possibilidade de ocorrerem perdas de água do rio Verde Grande para os aquíferos, em alguns locais do trecho situado a jusante de Jaíba até Boca da Caatinga, em caso de seqüência de anos secos.

Os gradientes hidráulicos apresentam as seguintes variações:

- zona com valores elevados - de 7 a 8m/km - sul e sudoeste da Bacia, até a margem esquerda do rio Verde Grande, da região de Juramento-Montes Claros a Mirabela e Varzelândia;
- zona de valores médios - 2 a 2, 5 m/km, no extremo nordeste da Bacia, região de Gameleiras-Mamonas até Sebastião Laranjeiras, nas cabeceiras do Verde Pequeno, que se estende até a Serra do Espinhaço, a leste;
- zona de valores baixos - abaixo de 1m/km - margem direita do Verde Grande, a partir da confluência com o ribeirão do Ouro, e a sub-bacia do Gorutuba estendendo-se por todo baixo curso do Verde Grande;

### **g.2.6) Volumes de Escoamento Subterrâneo e Capacidade de Armazenamento**

Os aquíferos mantêm um regime hidrológico de equilíbrio dinâmico nas condições naturais. Em períodos longos, os volumes de recarga igualam aos de descarga. Em períodos curtos, os volumes de recarga e descarga são em geral desiguais e os aquíferos armazenam água na estação úmida, quando a recarga é superior à descarga, ocorrendo o inverso durante a estação seca. Os aquíferos agem como reservatórios reguladores das águas superficiais.

O funcionamento dos aquíferos revela sua interferência nas descargas de base dos cursos de água. Grandes volumes de recarga e de escoamento subterrâneo,

acompanhados de grandes capacidades de armazenamento, produzem, em geral, rios perenizados, com deflúvios regularizados. Revela também a necessidade de considerar o aproveitamento das águas subterrâneas de forma integrada ao aproveitamento das águas superficiais, pois as captações subterrâneas podem provocar reduções nas vazões de base dos cursos de água.

Os volumes do escoamento subterrâneo e as capacidades de armazenamento dos aquíferos foram estimados mediante análise dos hidrogramas dos postos fluviométricos e dos resultados da aplicação do modelo SACRAMENTO que simula a componente subterrânea dos deflúvios superficiais. Os principais aspectos que caracterizam o potencial hídrico subterrâneo são os seguintes:

o escoamento subterrâneo representa uma parcela significativa dos deflúvios totais, constituindo cerca de 30% dos deflúvios médios de toda a Bacia;

a capacidade de armazenamento é relativamente pequena, inferior ao volume anual de escoamento subterrâneo, o que limita a função regularizadora dos aquíferos a períodos curtos, da ordem do ano hidrológico, com escassas possibilidades de regularizações interanuais e plurianuais;

a limitação da capacidade regularizadora dos aquíferos sobressai, com maior clareza, nos anos secos, nos quais o escoamento subterrâneo é bastante reduzido, como direta consequência das características climáticas do ano.

### **g.2.7) Recursos Explotáveis**

Para a determinação dos recursos subterrâneos explotáveis, em termos quantitativos, há que se observar as seguintes considerações, tendo em vista as características hidrogeológicas da Bacia:

- efeito nos deflúvios superficiais, já que a captação de águas subterrâneas pode interferir nos deflúvios de base dos cursos de água;

- os volumes máximos de captação num período longo, de vários anos, devem estar baseados nos volumes do escoamento subterrâneo (capacidade de armazenamento) nesse período, os quais constituem as reservas renováveis dos aquíferos. Volumes superiores causariam não apenas o esgotamento dos deflúvios de base no período considerado, mas também o progressivo esgotamento das reservas de águas subterrâneas;
- os volumes anuais de escoamento subterrâneo são muito irregulares, dada a irregularidade climática da Bacia. Em consequência, volumes de captação constantes terão efeitos muito diferentes em cada ano.

No Quadro 110, apresenta-se o volume anual dos recursos exploráveis nas principais sub-bacias, determinado a partir dos volumes de escoamento subterrâneo, calculados através do modelo chuva-deflúvio SACRAMENTO, para o período 1939-1994. Considerando que o aproveitamento das águas subterrâneas provoca interferências além dos limites das UCH, os resultados do modelo foram agregados em áreas de maior extensão. Além do potencial médio de longo período, apresentam-se os potenciais correspondentes ao volume de escoamento subterrâneo, associados a uma probabilidade de 20% e 10% de ocorrência.

Quadro 110. Deflúvios subterrâneos na bacia do rio Verde Grande

Sub-Bacias	Volumes anuais de escoamento (hm <sup>3</sup> )			70% R <sub>7,10</sub> (hm <sup>3</sup> /ano)
	Médio	Freqüência 20%	Freqüência 10%	
Verde Grande em Capitão Enéas	143,35	31,42	21,97	9,02
Verde Grande entre Capitão Enéas e Jaíba	104,81	21,96	12,47	7,54
Gorutuba em Bico da Pedra	76,38	12,2	6,8	1,64
Gorutuba de Bico da Pedra até a foz	67,43	14,37	9,93	4,92
Verde Pequeno em Estreito	22,33	8,6	6,11	3,17
Verde Pequeno de Estreito até a foz	2,05	0,5	0,33	0,82
Restante do rio Verde Grande	6,69	0,02	0,01	6,62
<b>TOTAL</b>	<b>423,04</b>	<b>89,07</b>	<b>57,62</b>	<b>33,73</b>

Devido às dificuldades relacionadas ao conhecimento dos sistemas aquíferos da Bacia, em especial o cárstico-fissurado, não é possível estabelecer com precisão

o volume explotável da água subterrânea. Tendo em vista a racionalização do aproveitamento desses recursos, faz-se necessária a implementação de um amplo conjunto de ações de controle e monitoramento, que permitam melhorar o nível de conhecimento dos sistemas aquíferos da Bacia. Apesar disso, considera-se que enquanto não se efetivem essas ações, os órgãos responsáveis pelo gerenciamento da Bacia necessitam de algumas estimativas no sentido de orientar suas ações.

Diante do exposto, cabe recomendar que os volumes de exploração sejam claramente inferiores aos volumes de escoamento subterrâneo médio de longo período. Em princípio, propõe-se que os volumes de aproveitamento sejam estabelecidos tendo por base os escoamentos subterrâneos estimados pelo modelo, correspondentes à probabilidade de ocorrência da ordem do 20%, ou inferiores, salvaguardando a necessidade do acompanhamento através de um programa de ações que possibilitem um conhecimento mais acurado do funcionamento dos aquíferos e das contribuições subterrâneas ao escoamento superficial. Esses conhecimentos são fundamentais para identificar a distribuição espacial das reservas renováveis, dos recursos explotáveis, bem como de áreas de maior potencial.

### **g.2.8) Qualidade das Águas Subterrâneas e Classificação Quanto ao Uso**

A caracterização da qualidade físico-química das águas subterrâneas da Bacia do Verde Grande foi avaliada com base nos dados existentes no trabalho do CETEC (1995). O catálogo de análises químicas do referido trabalho apresenta os resultados de 220 análises físico-químicas realizadas no período 1977-1990. Em 118 análises dispõe-se dos dados de íons maiores tais como bicarbonatos, carbonatos, cloretos, sulfatos, cálcio, magnésio, potássio e sódio, sendo que o menor número de dados corresponde ao nitrogênio amoniacal, com 18 análises.

O Quadro 111 apresenta uma síntese dos principais parâmetros de qualidade das águas de cada sistema aquífero da bacia do rio Verde Grande. No sistema PEB, com dados suficientes para elaborar uma análise estatística, indicam-se os valores extremos em termos de frequência, enquanto que no restante dos

sistemas aquíferos, com pequeno número de amostras, indicam-se os valores extremos.

Quadro 111 - Características físico-químicas das águas dos sistemas aquíferos

Sistema aquífero	Valores característicos	Condutividade elétrica ( $\mu\text{mhos/cm}$ )	pH	Dureza (mg/l de $\text{CaCO}_3$ )	Sulfatos (mg/l de $\text{SO}_4$ )	Cloretos (mg/l de Cl)
PEB (Cárstico-Fissurado)	Máximo (95%)	1.350	8,53	650	135	115
	Médio	719	7,9	307	33	32,5
	Mínimo (5%)	280	7,25	100	1,5	0,5
TQC (Terciários-Quaternários)	Máximo	781	7,9	470	137,5	39,2
	Mínimo	595	7,3	227	4,6	5,8
PEM (Xistosos)	Máximo	2.790	8,0	1.140	651,0	67,5
	Mínimo	543	7,2	245	12,4	6,0
PGN (Gnáissicos e Graníticos)	Máximo	2.723	8,6	1.159	615,0	485,0
	Mínimo	214	6,8	108	1,52	4,5

Cabe destacar algumas características apresentadas pelas águas subterrâneas da bacia do rio Verde Grande, quais sejam:

- a condutividade elétrica, que reflete a concentração de sais dissolvidos, apresenta uma grande variabilidade, denotando, no entanto, que as águas são de baixa a média salinidade, sendo pouco freqüentes as águas mais salinizadas;
- as águas da Bacia apresentam um caráter predominantemente alcalino, sobretudo no sistema aquífero cárstico-fissurado. As águas mais ácidas ocorrem em apenas 1% das amostras disponíveis;
- a alcalinidade total, indicativa da presença de carbonatos e bicarbonatos, é bastante elevada nas águas da Bacia;
- a dureza total, relacionada quase que exclusivamente à presença dos íons cálcio e magnésio, é muito elevada. A grande maioria das amostras existentes se enquadra na classe de águas muito duras, com valores de  $\text{CaCO}_3$  acima de 200mg/l;

- as concentrações de cloretos e sulfatos são sempre bastante reduzidas, sendo que as mais altas concentrações são encontradas a nordeste e leste da Bacia, geralmente associadas à presença dos aquíferos em rochas granito-gnáissicas. As maiores concentrações de sulfatos ocorrem em porções isoladas da Bacia, como na sub-bacia do rio Quem-Quem e em outros locais na região de contato oriental das rochas do Grupo Bambuí;

No que diz respeito ao processo de mineralização das águas, pode-se dizer que nas áreas de recarga onde prevalecem os sedimentos de cobertura (TQC), e nos arenitos cretácicos da Formação Areado (KA) as águas são de muito baixa mineralização. De forma similar nas áreas de ocorrência dos quartzitos da Serra do Espinhaço, ricas em CO<sub>2</sub> dissolvido e baixo pH, portanto agressivas, as águas são também de baixa mineralização. A razão Cl/HCO<sub>3</sub> que expressa o grau de salinização das águas é normalmente baixa no sistema Bambuí (PEB). Somente no domínio das rochas xistosas (PEM) e granito-gnáissicas (PGN) as águas tendem a mostrar um maior grau de mineralização, registrando aumento nas concentrações de cloretos e sulfatos.

Vale salientar que os aquíferos fraturados são em geral muito vulneráveis à contaminação orgânica, bacteriológica e mineral, nas áreas próximas a instalações residenciais e pecuárias, ou de uso de defensivos agrícolas. Apresenta-se a seguir uma avaliação da adequabilidade das águas subterrâneas para os diferentes usos presentes na Bacia, a partir das características físicas e químicas conhecidas.

### **g.2.9) Classificação das Águas Subterrâneas Quanto ao Uso**

#### **Água para consumo humano**

O Quadro 112 apresenta indicações sobre a potabilidade das águas subterrâneas, por sistema aquífero, segundo os padrões do Ministério da Saúde ( Portaria nº 36 de 19/01/1990). Os dados da referida tabela indicam que os aquíferos em rochas xistosas e granito-gnáissicas (faixa leste da Bacia) são as que apresentam mais restrições para o consumo humano. Já as coberturas detríticas e mantos de

alteração apresentam águas de melhor qualidade. As do sistema cárstico-fissurado, do Grupo Bambuí, têm algumas restrições locais causadas por teores excessivos de nitratos, ferro total, manganês e dureza total. Contudo, uma avaliação mais profundo da adequabilidade das águas deverá ser efetuada com base em análises mais atualizadas de todos os parâmetros considerados na Portaria nº 36.

Quadro 112 - Potabilidade das águas subterrâneas por sistemas aquíferos

Parâmetros	Limites Recomendados <sup>(1)</sup>	Sistemas Aquíferos			
		Coberturas Detriticas (TQC) <sup>(2)</sup>	Rochas Xistosas (PEM) <sup>(3)</sup>	Rochas Granito-Gnáissicas (PGN)	Rochas Pelíticas e Carbonáticas do Bambuí (PEB)
Cor	5 – 15	Sem restrições	Sem restrições	Sem restrições	Sem restrições
Turbidez	1 – 5	Sem restrições	Sem restrições	Sem restrições	Sem restrições
pH	6,5 - 8,5	Sem restrições	Sem restrições	Normalmente sem restrições	Valores excessivos pouco frequentes
Sólidos totais dissolvidos	1.000 mg/l	Sem restrições	Valores elevados são comuns	Valores elevados localmente	Restrições pouco frequentes e localizadas
Dureza total	500 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	Sem restrições	Valores elevados em algumas áreas	Valores elevados em algumas áreas	Em geral, elevada a muito elevada com restrições locais
Cloretos	250 mg/l	Sem restrições	Localmente, concentrações elevadas	Concentrações excessivas são frequentes	Sem restrições
Sulfatos	400 mg/l	Sem restrições	Valores elevados ocorrem raramente	Valores elevados localmente	Sem restrições
Nitratos	10 mg/l	Restrições locais - vulnerável à contaminação orgânica	Vulnerável a contaminação orgânica	Vulnerável à contaminação orgânica	Teores excessivos são comuns - vulnerável a contaminação orgânica
Fluoretos	0,6 - 1,6 mg/l	Sem restrições	Sem restrições	Concentrações excessivas são frequentes	Sem restrições
Ferro total	0,3 mg/l	Sem restrições	Restrições são comuns	Restrições são comuns	Valores excessivos são comuns
Manganês	0,1 mg/l	Sem restrições	Concentrações excessivas são comuns	Restrições são comuns	Valores elevados em algumas áreas

(1) De acordo com o padrão de potabilidade do Ministério da Saúde - Portaria nº 36 de 19/01/90

(2) Informações baseadas em águas do manto de alteração

(3) Informações dos locais do Jequitinhonha e Pardo

Fonte: CETEC (1995)

### **Água para irrigação**

As águas do sistema cárstico-fissurado do Bambuí, de maior potencial hidrogeológico, são enquadradas, em sua quase totalidade, nas classes C2S1 e C3S1 (salinidade média e alta, fracamente sódicas) sendo inexpressiva a presença de outras classes. Podem ser utilizadas se houver moderada lixiviação, oferecendo fraco risco de apresentarem teores nocivos de sódio trocável.

Há que se levar em conta, na adequabilidade das águas para uso agrícola, os efeitos nocivos de íons específicos em elevadas concentrações, como cloretos, sulfatos e boro, prejudiciais à fisiologia das plantas. A respeito dos íons cloretos e sulfatos as águas do Bambuí não apresentam restrições ao seu uso, sendo que não são conhecidos os conteúdos de boro.

### **Água para uso pecuário**

Os critérios estabelecidos para a qualidade das águas de consumo animal são normalmente baseados nos teores de sólidos dissolvidos (resíduo seco). Nesse aspecto, não foram identificadas restrições de uso das águas subterrâneas da Bacia para esse tipo de consumo.

### **Água para uso industrial**

A qualidade da água para uso industrial exige uma avaliação específica para cada caso, em decorrência do objetivo e dos processos industriais utilizados. Contudo, é importante chamar a atenção para o poder sobre o incrustante das águas subterrâneas da região, fator fortemente restritivo ao seu uso, notadamente aquelas provenientes dos sistemas aquíferos fissurados e cárstico-fissurados. Os elevados valores de pH, alcalinidade e dureza, favorecem o depósito de carbonato de cálcio, sílica e outras substâncias no interior das tubulações por onde a água circula.

**g.2.10) Potencial e Condições de Aproveitamento**

A possibilidade de exploração dos aquíferos para atendimento às demandas de água na Bacia está fundamentalmente condicionada a três fatores analisados em itens anteriores:

- as condições hidrogeológicas dos aquíferos em cada ponto, que determinam a produtividade dos poços;
- a qualidade das águas;
- as limitações das disponibilidades hídricas.

Diante do exposto, podem ser destacados os seguintes aspectos, com base nos estudos efetuados até então:

- considerando os graves problemas de disponibilidade hídrica a que está submetida a região em estudo, os recursos hídricos subterrâneos são de significativa importância, uma vez que representam cerca de 30% dos deflúvios totais e o aproveitamento atual está na mesma ordem de magnitude
- as possibilidades de aproveitamento estão fundamentalmente localizadas nos sistemas aquíferos fraturados, com presença em toda a bacia, e sobretudo no sistema cárstico-fissurado, que cobre 2/3 da região. A captação, realizada por poços tubulares de 50 a 100 m de profundidade, com produtividade muito variável, em geral é suficiente para satisfazer as necessidades de uso pecuário e doméstico na zona rural. Nas áreas de maior potencial, a produção pode ser suficiente para atender as demandas de cidades de pequeno e médio porte ou demandas de irrigação de áreas de pequeno e médio porte;
- os meios granulares, amplamente distribuídos na bacia, superpostos aos fraturados, apresentam potencial baixo ou muito baixo, com algumas possibilidades de aproveitamento dos sistemas aluviais das planícies e calhas

- fluviais para uso doméstico e pecuário das zonas rurais, mediante poços escavados de pouca profundidade;
- a qualidade das águas é adequada para uso pecuário em toda a bacia. Também é geralmente adequada para uso doméstico, ainda que o grau de dureza, relativamente elevado, restringe a aceitação da população e a torna inadequada para grande parte do uso industrial, em decorrência da sua capacidade de incrustação. Em áreas reduzidas, as características físico-químicas restringem o uso para consumo humano, conforme as normas vigentes. Para o uso em irrigação existem limitações em algumas áreas, no caso de solos mal lixiviados (proeminente textura argilosa) e de culturas de pouca tolerância ao sal;
  - a informação básica disponível possibilita o planejamento de uso das águas subterrâneas da região, fornecendo subsídios às previsões dos resultados do aproveitamento, tanto no que diz respeito à quantidade como à qualidade da água, em cada área da Bacia, a despeito das incertezas relacionadas ao nível de conhecimento dos aquíferos. Contudo, as Ações de Apoio do Plano de Gestão devem considerar a necessidade de elevar o nível atual do conhecimento hidrogeológico da Bacia, em particular da qualidade das águas subterrâneas e a interdependência com as águas superficiais, condição imprescindível para determinar um aproveitamento adequado e mais preciso dos recursos hídricos subterrâneos.

### **g.3) Aproveitamento das águas subterrâneas**

Como já apresentado anteriormente, o aproveitamento das águas subterrâneas é realizado principalmente mediante poços tubulares, de diâmetros entre 6” e 12” e profundidades entre 20 e 250 m. No Quadro 113, apresenta-se o número de poços inventariados nas grandes sub-bacias, assim como a correspondente capacidade máxima de bombeamento:

Quadro 113 - Poços inventariados por sub-bacias e capacidade máxima de bombeamento

Sub-bacia	Número de poços inventariados	Cap. máxima de bomb. (hm <sup>3</sup> /ano) *
Rio Verde Grande em Capitão Enéas	363	62,43
Rio Verde Grande entre Capitão Enéas e Jaiba	378	52,74
Rio Gorutuba em Bico da Pedra	25	2,23
Resto rio Gorutuba	310	23,94
Rio Verde Pequeno em Estreito + rio Cova da Mandioca Barragem Cova da Mandioca	27	0,87
Resto Rio Verde Pequeno	87	6,32
Resto Rio Verde Grande	78	3,27
<b>Total</b>	<b>1.268</b>	<b>151,8</b>

\* Considerando 15 horas/dia de bombeamento durante todo o ano

O maior número de poços é destinado ao uso pecuário, seguido do uso doméstico rural, irrigação, abastecimento de cidades ou pequenas comunidades rurais e abastecimento industrial. Em termos de volume de água utilizada, a irrigação absorve por volta de 80% do volume total.

Os dados hidrogeológicos sobre a bacia do rio Verde Grande compreendem informações de 1270 poços tubulares inventariados nos levantamentos realizados pelo CETEC, COPASA MG, CODEVASF, CERB, CPRM e CEDEC MG, que procuram configurar a situação desses poços ao final de sua construção. Do total de 1.270 poços inventariados, 1.175 se localizam no Estado de Minas Gerais e 95 no Estado da Bahia.

Constata-se uma concentração em áreas específicas, notadamente no município de Montes Claros, seguido de Janaúba e Francisco Sá, não tendo sido inventariado qualquer poço nos municípios de Palmas de Monte Alto, Mortugaba e Jacaraci, todos situados na Bahia.

Os dados sobre esses 1.270 poços, existentes no catálogo geral apresentado no trabalho desenvolvido pelo CETEC (1995), abrangem, além de informações que auxiliam na localização dos mesmos, outros dados como data da perfuração, profundidade, data do teste de bombeamento, profundidade da bomba, nível

estático, nível dinâmico, rebaixamento, vazão, vazão específica, cota do nível estático e tipo de aquífero.

Dos 1.270 poços inventariados na bacia, existem análises físico-químicas de 220, sendo que as de 118 poços são consideradas completas, com resultados de 19 parâmetros, quais sejam: sódio, potássio, cálcio, magnésio, bicarbonato, carbonato, sulfato, cloreto, ferro total, nitrogênio amoniacal, manganês total, flúor, nitrato, nitrito, pH, condutividade elétrica, dureza total, alcalinidade total e sólidos totais dissolvidos.

## **1.2. Abastecimento Urbano e Esgotamento Sanitário**

O cenário traçado pelo ZEE para o setor de Saneamento do Estado de Minas Gerais está sustentado na análise de dois indicadores: o primeiro é relativo às condições de disposição do lixo sólido pelas comunidades, e o segundo relativo à necessidade de tratamento de esgotos líquidos de origem doméstica.

Dos 853 municípios em todo o Estado de Minas Gerais, 519 ainda dispõem o lixo a céu aberto, sem medidas de proteção à saúde pública e ao meio ambiente. Para abordar este primeiro indicador, utilizou-se um banco de dados fornecidos pela SEMAD contendo as características dos sistemas de disposição dos resíduos sólidos existentes no estado de Minas Gerais, os quais foram interpretados visando refletir a periculosidade ambiental ou risco de impacto ambiental, expressa em 5 níveis de intensidade.

O cenário adotado foi um estudo de caso para a situação atual do Estado e a obtenção de dados de tratamento e coleta de esgotos feita pelo próprio município.

Alguns que sabe-se de ante mão como Poços de Caldas e Uberaba foram considerados. Outros não, pela ausência de dados. Estas análises, são passíveis de críticas, não pela metodologia adotada e sim pela falta de base de dados mais completa. Este é um dos pontos que se deve investir para atualizações futuras do ZEE e do estudo de caso.

O ZEE associou os resultados às situações de vulnerabilidade de contaminação da água superficial, da água subterrânea e do solo, no contexto da erosão, gerando-se assim três mapas com a localização espacial do sistema e o respectivo grau de risco de impacto, os quais são muito úteis ao PERH-MG.

Esta abordagem do ZEE merece atenção especial, pois no tocante ao tratamento de esgoto doméstico, a abordagem desenvolvida baseou-se, num primeiro instante, numa simulação da qualidade da água superficial decorrente do lançamento *in natura* da carga de poluição contida nos esgotos domésticos, uma vez que mais de 97% dos municípios do Estado lançam o esgoto doméstico nos corpos d'água. Para isto, cada um dos municípios de Minas Gerais foi caracterizado pela respectiva capacidade de produção de esgoto doméstico.

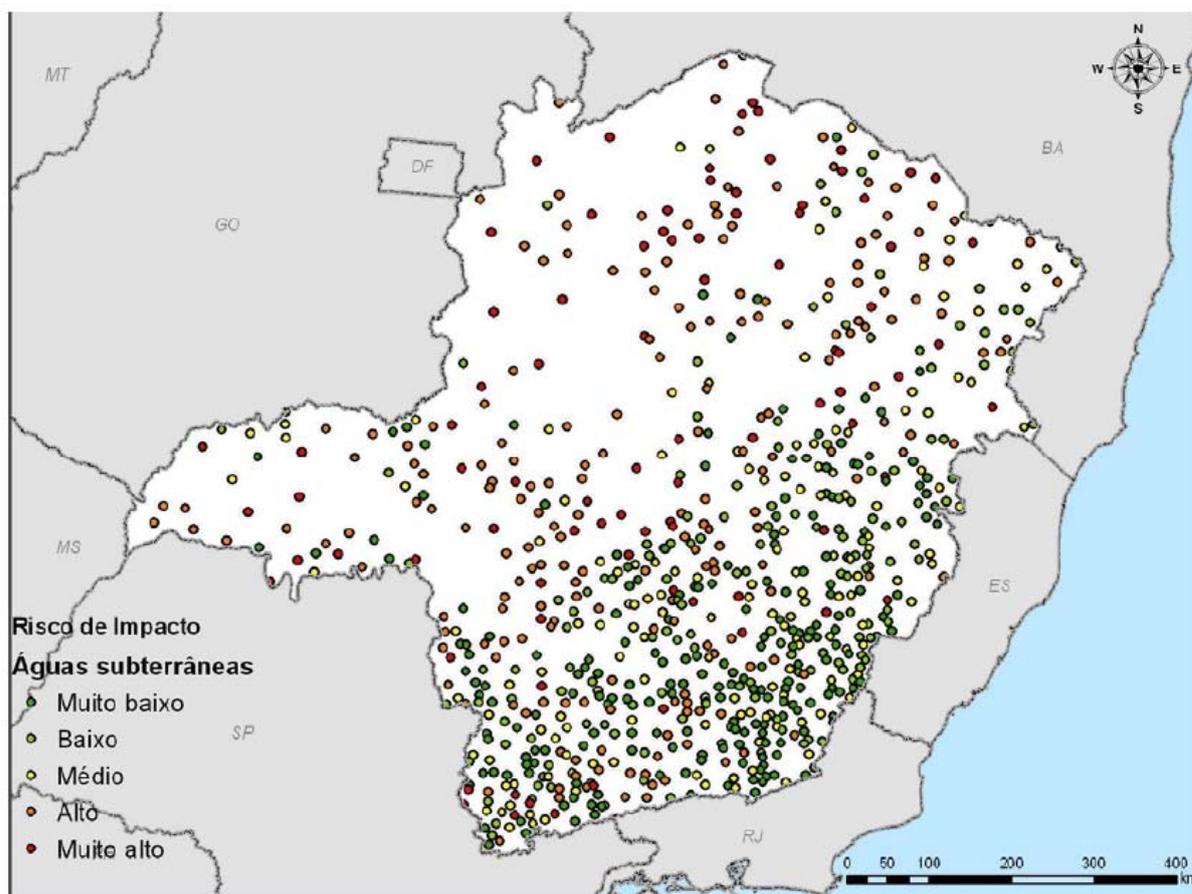
Para esta estimativa considerou-se a localização, a população, a renda per capita média do município e que todo o esgoto gerado é lançado *in natura* na malha hídrica mais próxima. Estimou-se a correspondente carga de DBO, de coliformes totais e de nitrogênio, a trajetória do esgoto na rede de drenagem, simulando a capacidade de diluição e autodepuração do mesmo com base num modelo decaimento exponencial de cargas não conservativas (Streeter-Phelps), apresentado no capítulo "Qualidade Ambiental". Com base nos resultados obtidos na simulação para os parâmetros trabalhados e considerando-se os níveis estabelecidos na legislação do Estado, para estes parâmetros, para o enquadramento dos corpos d'água, atribuiu-se os graus de qualidade muito alta, alta, média e baixa aos mesmos.

No tocante à necessidade de tratamento de esgotos, este mapa foi reinterpretado, num primeiro instante, em termos de grau de prioridade de tratamento de esgotos conforme critérios pré-estabelecidos. Nas situações em que a qualidade simulada para a água foi muito alta e alta, ou seja, alta capacidade de diluição e ou de autodepuração, atribuiu-se prioridade de tratamento baixa; para situação de qualidade média, prioridade de tratamento média e nos municípios cuja qualidade simulada para a água foi baixa, normalmente os mais populosos do Estado, alta prioridade de tratamento.

No entanto, existem alguns municípios do Estado, que possuem sistema de tratamento de esgotos. Com base em dados do 4o trimestre de 2006 sobre o ICMS Ecológico foram considerados os municípios com tratamento de esgoto e o percentual de atendimento da população com este serviço. Desta forma, o mapa de Prioridade de Tratamento de Esgoto Doméstico foi reinterpretado.

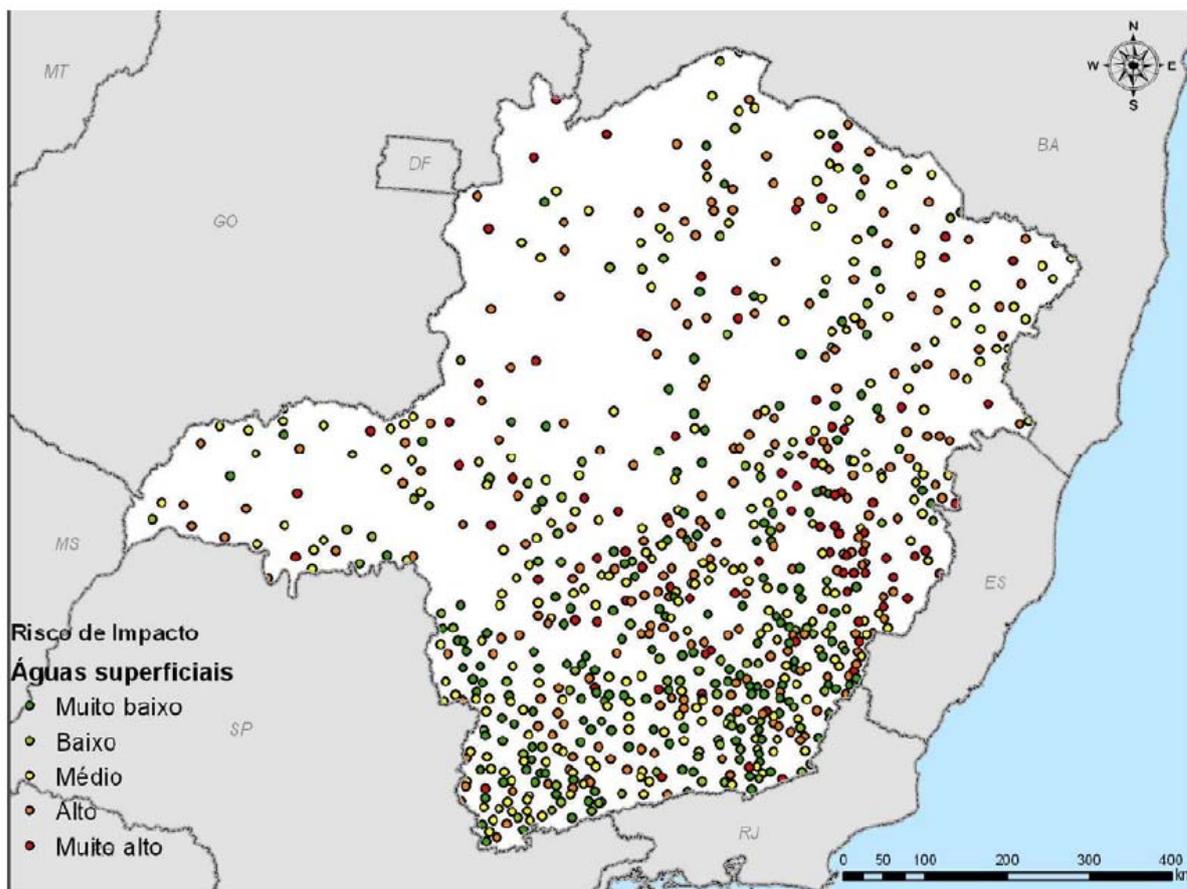
O ZEE identificou 795 locais de deposição de resíduos sólidos municipais em Minas Gerais, lixões na sua grande maioria. A maior parte dos municípios mineiros deposita seus resíduos sólidos dentro do próprio município, o que é uma situação altamente desejável. Vários outros pequenos municípios destinam seu lixo a cidades de maior porte, quando a distância não é muito elevada. Há uma situação extrema onde um município de cerca de 30 mil habitantes recebe resíduos sólidos de sete cidades vizinhas, totalizando uma população de quase 500 mil pessoas.

Na Figura 1, apresenta-se o mapa com a análise de risco de impacto produzida pelo sistema de tratamento de lixo a águas subterrâneas. Observa-se que grande parte dos sistemas com alto potencial de risco de contaminação de aquíferos encontra-se nas regionais Norte e Triângulo Mineiro, devido às características associadas ao potencial de contaminação dos aquíferos destas regionais e das características do sistema de tratamento de lixo. Nas regionais Sul, Zona da Mata e parte do Leste, verifica-se predominância de baixo de impacto, uma vez que os aquíferos destas regionais são predominantemente de baixa potencialidade de contaminação.



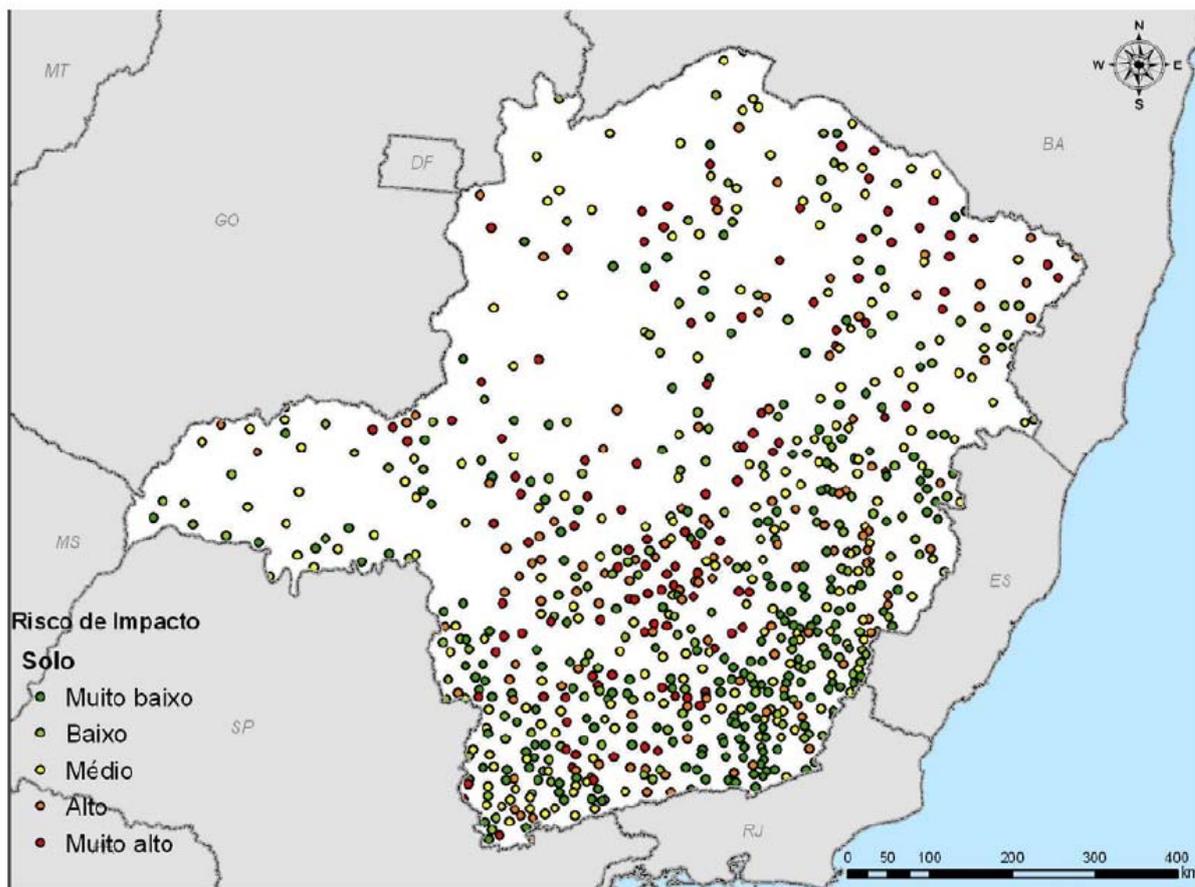
**Figura 1** - Risco de impacto a água subterrânea (sistemas aquíferos) devido à deposição de resíduos sólidos.

Na Figura 2, o ZEE mostrou riscos de impacto dos sistemas de tratamento de lixo a água superficial, análise oriunda da vulnerabilidade de contaminação dos corpos d`água em virtude da erosão. Neste caso, observa-se que a regional Leste apresenta várias situações com alto e muito alto risco de impacto. De maneira geral, observa-se que no contexto do risco de impacto à água superficial, os sistemas de tratamento de resíduos sólidos no Estado de Minas Gerais apresentam-se com vários locais com alto e muito alto risco, o que consiste de uma informação relevante para a gestão ambiental no estado.



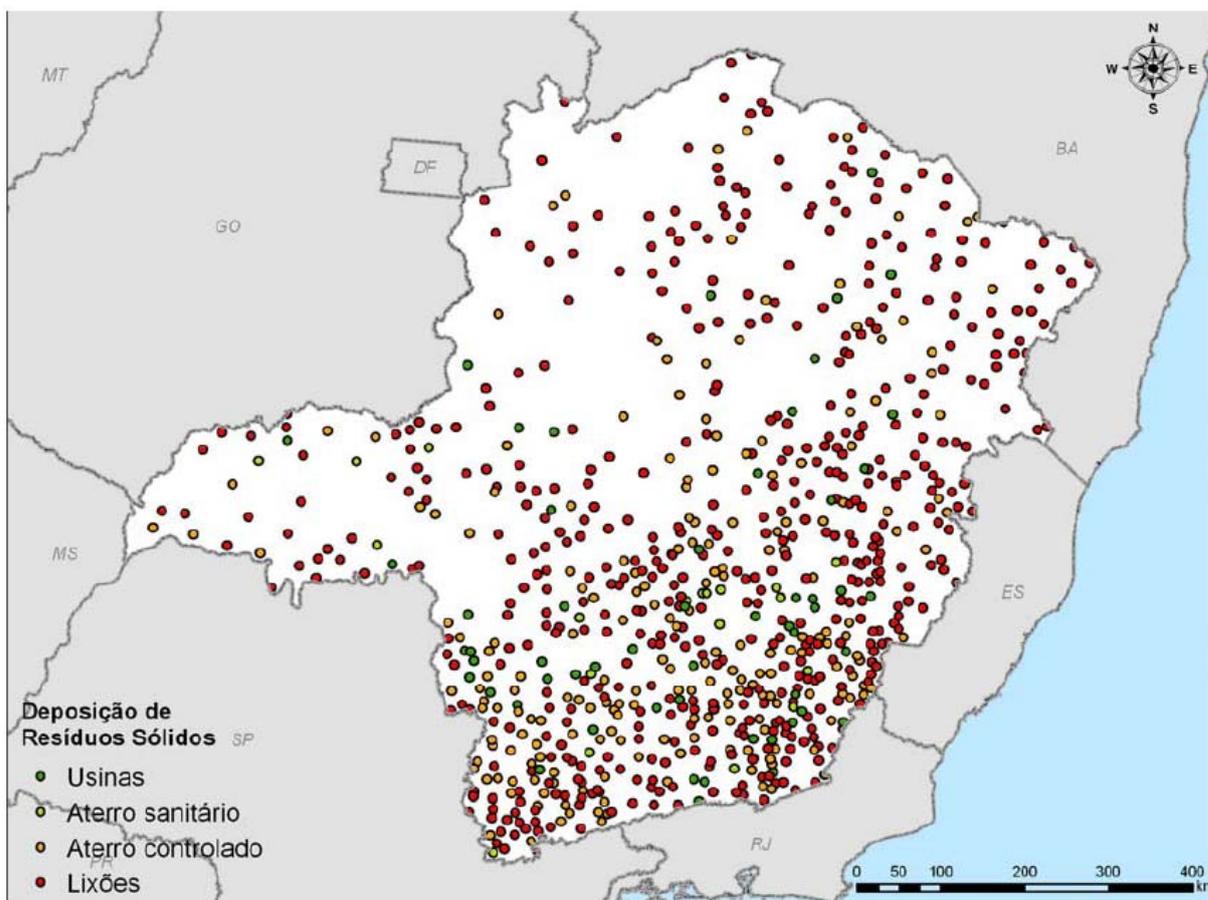
**Figura 2** - Risco de impacto pelo sistema de tratamento de resíduos sólidos a água superficial, analisado em função da vulnerabilidade à erosão.

O risco de impacto do sistema de tratamento de lixo ao solo está apresentado na Figura 3. Neste contexto, a região Central do Estado e parte do Norte e Jequitinhonha, apresentam as situações mais preocupantes, uma vez que os solos destas regiões apresentaram-se, de forma considerável, com alta vulnerabilidade à contaminação ambiental.



**Figura 3** - Risco de impacto pelo sistema de tratamento de resíduos sólidos à contaminação do solo.

O ZEE mostrou na Figura 4 classificação dos 795 locais no Estado de Minas Gerais onde é feita a deposição de resíduos sólidos. Constata-se que a ampla maioria é de lixões, ou seja, depósitos a céu aberto com mínimos cuidados sanitários.



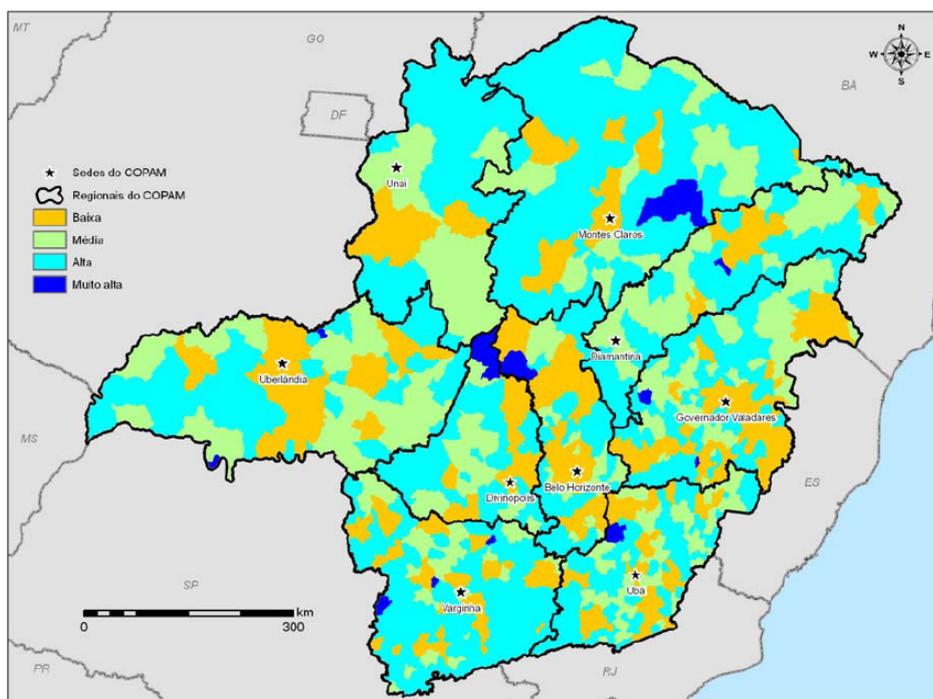
**Figura 4** - Classificação de depósitos de resíduos sólidos em Minas Gerais

A Figura 5 representa o mapa de qualidade de água simulada após o lançamento de esgoto *in natura* nos corpos de água. Verifica-se pela sua análise a relevância dos municípios mais populosos na redução da qualidade da água, mesmo em regiões com elevada capacidade de diluição da carga poluidora como é o caso do Sul de Minas. O cotejo desta informação que é simulada, com a situação atual de tratamento de esgotos no estado, com base nos critérios já mencionados, permitiu gerar o mapa de prioridade/necessidade de tratamento de esgotos domésticos conforme Figura 6.

Observa-se que grande parte do Estado apresenta prioridade/necessidade de tratamento de esgoto nos graus médio e alto. Os municípios que apresentam tratamento de esgotos, mas que não atendem a toda a população do município, ainda necessitam de investimento no tratamento de esgoto. Aqueles que atendem a 100% da população apresentam-se com baixa necessidade, uma vez que o limite de tratamento foi atingido.

Observa-se que grande parte da regional Leste e Central apresentam alta prioridade/necessidade de tratamento. Neste caso, enquadra-se o município de Belo Horizonte, o qual apresenta 40% da população com tratamento de esgoto, ou seja, existe o tratamento, porém, ainda há grande necessidade de expansão do mesmo. Na regional Sul de Minas observa-se grande quantidade de municípios com baixa necessidade de tratamento. Isto ocorre por dois motivos: primeiro, a regional possui poucos municípios com população superior a 30.000 habitantes, significando que a produção de esgotos domésticos é baixa. Por outro lado a região apresenta elevada capacidade de diluição e autodepuração das cargas orgânicas lançadas, traduzidas pelos maiores valores de  $Q_{7,10}$ , que é a vazão considerada nos cálculos de simulação da qualidade de água (Capítulo “Vulnerabilidade Natural dos Recursos Hídricos”).

Outra constatação importante está no fato de que junto aos maiores municípios do Estado (população acima de 80.000 habitantes) está a maior concentração de alta prioridade/necessidade de tratamento, excluindo-se aqueles que apresentam sistema de tratamento, como Uberlândia, Uberaba, Ipatinga, Poços de Caldas, Paracatu e outros, os quais estão classificados em média ou baixa prioridade.



**Figura 5** - Qualidade da água superficial simulada após lançamento de esgoto in natura para o Estado de Minas Gerais (cargas poluidoras – DBO; Coliformes totais e Nitrogênio).

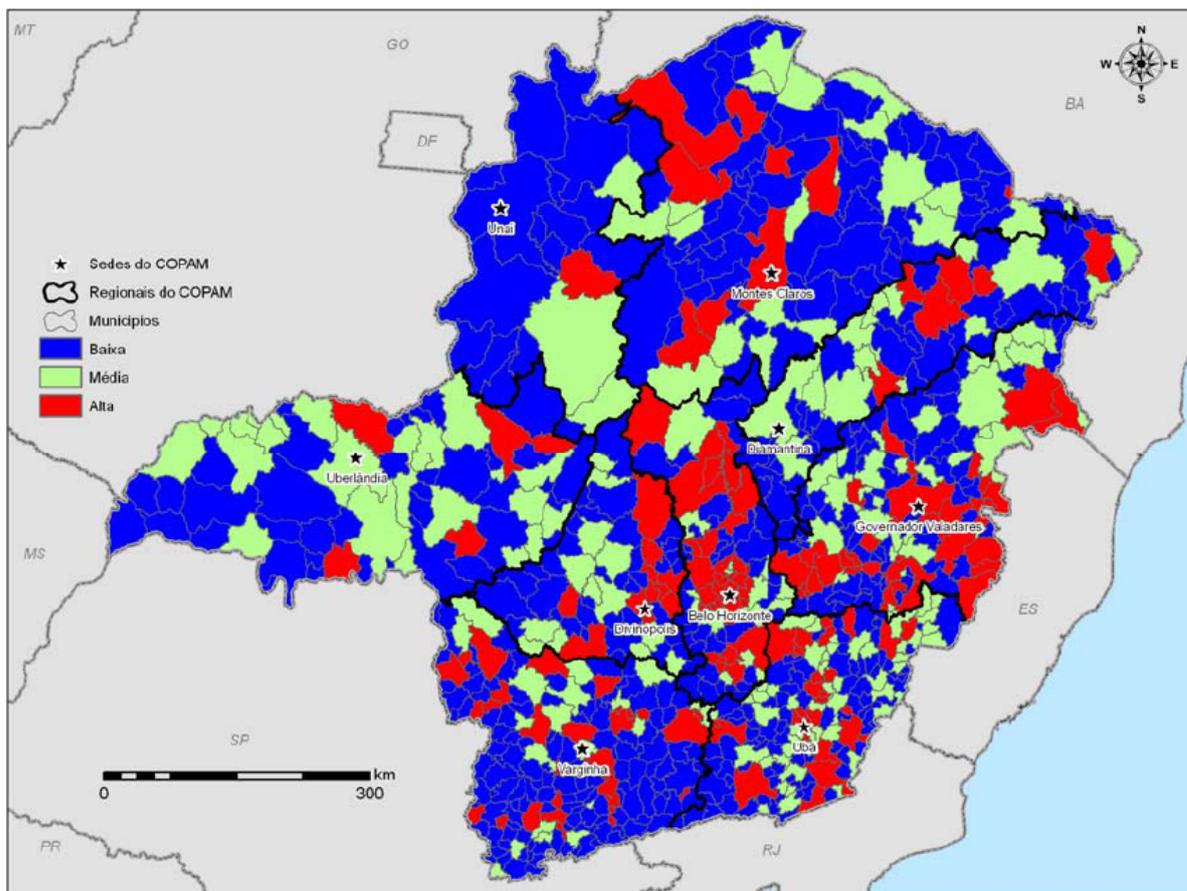


Figura 6 - Mapa de prioridade/necessidade de tratamento de esgotos domésticos em Minas Gerais

## 2. ESTABELECIMENTO DE CENÁRIOS DE DESENVOLVIMENTO.

### 2.1 Considerações Gerais

Em conformidade com os TDR, na construção de cenários de desenvolvimento para os recursos hídricos, os trabalhos foram iniciados considerando os estudos já realizados, principalmente os cenários contidos no Plano de Desenvolvimento Integrado do Estado de Minas Gerais – PMDI 2007/2023 - e no Plano Nacional de Recursos Hídricos, complementados através de pesquisa de diversos outros documentos, inclusive de setores usuários da água, tais como a Avaliação Ambiental Estratégica – AAE<sup>3</sup> - de Energia e o Plano Agrícola do Estado de Minas Gerais – Paemg 2007/2011, bem como através de entrevistas com pessoas ligadas ao tema.

O resultado deste trabalho será submetido em todas as consultas públicas e em entrevistas com diversos atores que se fizerem presentes a esses eventos, tal como ocorrerá com o panorama atual e estudo retrospectivo, assim como, com as incertezas críticas e os atores mais relevantes (*stakeholders*) para o sistema estadual de recursos hídricos e suas interfaces com o nacional.

Um bom referencial para elaboração de cenários, na gestão dos recursos hídricos, são a dinâmica da população e da renda das pessoas, por suas repercussões nos cenários de projeção de demanda de energia, em especial aquela representada pelos setores com usos intensivos em energia elétrica, como a agrícola, e outras fontes de energia, como o carvão vegetal para a indústria siderúrgica - que demanda insumo de base florestal - além do abastecimento e esgotamento sanitário, doméstico e industrial. Como exemplo, em Minas Gerais estima-se que o crescimento de 1 ponto percentual no PIB do Estado está associado a um crescimento de 1,4% no consumo de energia.

<sup>3</sup> Um instrumento de planejamento indicativo, aplicado para assegurar a integração das dimensões biofísicas, socioeconômicas e institucionais no processo de formulação de Políticas, Planos e Programas (PPP) do setor público. Reúne um conjunto de procedimentos sistemáticos e contínuos para a avaliação da qualidade e das conseqüências ambientais de uma dada PPP, assegurando que as decisões sejam tomadas em tempo hábil, de modo a evitar comprometimentos à sustentabilidade ambiental das áreas abrangidas e/ou impactadas pela PPP em questão (MMA, 2002).

No horizonte do PMDI, 2007-2023 - descortinava-se melhoria no ambiente dos negócios, visando ao crescimento econômico estadual e à redução das disparidades regionais e de renda, o que implicaria na expansão na disponibilidade de meios e insumos necessários para o crescimento econômico sustentável do Estado. A atual conjuntura econômica internacional, se persistente, haverá de reduzir tais expectativas, inclusive no Brasil e Minas Gerais, em particular com o arrefecimento, esperado no curto prazo, das atividades econômicas em geral.

Na atualidade, dado o quadro institucional ambiental vigente no país, além da verificação dos fatores socioeconômicos, tradicionalmente utilizados na tomada de decisão de viabilização Planos, Programas e Projetos, quer públicos, quanto privados, há que se acrescentar a repercussão ambiental dos empreendimentos propostos (*the triple botton*). O suporte oferecido por ferramentas de suporte à decisão, como o Zoneamento Ecológico e Econômico e as Avaliações Ambientais Estratégicas - AAE Setoriais -, podem, além de contribuir para a análise de viabilidade e riscos de empreendimentos - tanto públicos, quanto privados -, podem abreviar prazos para cada fase do licenciamento ambiental, a obtenção de licenças de Instalação ( LI); embasar a delimitação de condicionantes ambientais, observada, sempre, a legislação aplicável e, por fim, a obtenção de financiamentos.

## **2.2 Cenários do Plano Nacional de Recursos Hídricos.**

O volume 2 do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) – *Águas para o futuro* – apresenta três cenários sobre os recursos hídricos no Brasil 2020, construídos a partir da adaptação da metodologia divulgada por Michel Godet e pela Macroplan.

Esses cenários conjugam hipóteses distintas sobre as incertezas críticas que configuram os futuros aceitáveis para os recursos hídricos no Brasil. Além dos cenários mundiais e nacionais, ganham destaque as demandas dos grandes usuários (agricultura irrigada, pecuária, indústria, energia elétrica e saneamento básico), os montantes possíveis dos investimentos de proteção dos recursos

hídricos e, finalmente, os tipos de gestão mais plausíveis, que abrange não só a proteção, mas também o desenvolvimento desse recurso natural, o que inclui, inclusive, a disponibilização de serviços ambientais para a sociedade como um todo, tendo em consideração variáveis econômicas, políticas, sociais e culturais do Brasil.

Os cenários de desenvolvimento de recursos hídricos do Brasil sofrem influência, em primeiro lugar, dos possíveis desdobramentos futuros do mundo e do país em seu conjunto.

No mundo, alguns condicionantes são vitais, sendo importante explicitá-los.

Primeiramente, o aumento da demanda de alimentos, particularmente em países asiáticos como Indonésia, Índia e China, além de outros países de grandes dimensões ou consumo, como o Japão, a Rússia e mesmo a União Européia.

Em segundo, o desenvolvimento científico e tecnológico, a contribuir, particularmente, nos processos que impactam, positiva ou negativamente, o consumo e a qualidade das águas. O bom aproveitamento dos recursos hídricos é hoje preocupação da agenda internacional de C&T e deve aumentar sua relevância nos próximos anos, em grande parte por sua escassez relativa.

A dinâmica econômica, em geral, também contribui para influenciar os cenários de recursos hídricos no Brasil, na medida em que oferece oportunidades de crescimento para o país, incidindo na expansão de atividades econômicas que impactam o acesso, o consumo e a conservação qualitativa das águas.

Nesse contexto, chama-se a atenção para a hipótese formulada para a conjuntura macroeconômica, constante do documento *Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil* (volume 1 do PNRH, na qual se conclui: são favoráveis as perspectivas para inserção internacional daqueles países dotados de fatores tradicionais (trabalho e recursos naturais), que se coadunem com as inovações tecnológicas decorrentes da sua inserção na nova “economia do conhecimento”, podendo produzir um novo dinamismo em suas economias.

Com base no PNRH foram analisadas quantificações referentes às possibilidades futuras para a implementação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, aspecto que está relacionado à incerteza crítica “gestão dos recursos hídricos”, procurando separar os aspectos que dizem respeito mais diretamente às peculiaridades do Estado de Minas Gerais.

Foram apreciadas as incertezas críticas quanto às “atividades produtivas”, “usinas hidrelétricas”, “navegação” e “saneamento”, que se configuram como os usos que mais deverão afetar os recursos hídricos do país, especialmente as seguintes atividades antrópicas relacionadas a esses usos:

(i) Irrigação: por causa do grande consumo de água e das vantagens competitivas que o Brasil detém na agricultura (produção de alimentos, fibras, produtos de base florestal e energia renovável), além das restrições crescentes à expansão de atividades agrícolas na fronteira amazônica;

(ii) Geração de energia: pela grande e estratégica participação da hidroeletricidade na matriz energética do país;

(iii) Navegação: pelos conflitos com a geração de energia elétrica – por causa do barramento das hidrovias por reservatórios de hidrelétricas – e pela complementaridade com a agricultura irrigada em termos de transporte de insumos e de safras; e

(iv) Abastecimento de água e esgotamento sanitário: refere-se à demanda crescente de água para consumo humano e industrial e para coleta, transporte, depuração e disposição de dejetos e efluentes de origem doméstica e industrial, respectivamente, pela universalização do acesso a esses serviços.

Considerando-se este conjunto de incertezas críticas, foi possível construir três cenários plausíveis para o Brasil 2020.

**Cenário 1 – Águas para todos.**

Segundo o PNRH, neste Cenário, não obstante os conflitos regionais no Oriente Próximo e no Extremo Oriente e as tensões no interior dos Estados Unidos e da China – e entre eles –, o mundo cresce a um ritmo constante. Contribui para isso a estruturação de um eficiente sistema de regulação dos fluxos financeiros e comerciais, que não impede os conflitos, mas permite sua resolução de maneira que se obtenha legitimidade com os principais parceiros do sistema mundial. Com isso, os processos de inovação serão estimulados e se mantêm em ritmo elevado, com economia crescente no uso dos recursos naturais e, não obstante, conseqüente pressão sobre estes.

A diplomacia brasileira consegue a proclamação de acordos com os países vizinhos em torno do acesso e do uso compartilhado dos recursos hídricos transfronteiriços, estimulando as boas relações. Os agentes econômicos aproveitam as novas infra-estruturas de transporte multimodais. Assim, aumenta o fluxo de mercadoria no continente sul-americano e o acesso tornar-se mais rápido, por parte do Brasil, aos países asiáticos, ao continente australiano e à costa oeste norte-americana. O fluxo de comércio em todo o continente é estimulado por meio de acordos comerciais que indicam o nascimento da Alca, ainda incipiente.

Assim, o Brasil, acompanha e mesmo superará o ritmo de crescimento econômico mundial, graças aos resultados da confluência da política de estabilidade, das reformas estruturais e da adoção de políticas fiscais, setoriais e ambientais integradas, que criam um ambiente favorável à iniciativa privada e à inovação tecnológica.

O setor exportador aproveita as oportunidades oferecidas pelo crescimento mundial, estimulando a criação de um forte dinamismo das atividades econômicas. O aumento do consumo interno contribui também de forma decisiva para a expansão dessas atividades.

Com a implantação de uma política regional de equilíbrio entre as regiões, registra-se uma moderada e permanente desconcentração territorial das atividades econômicas.

Dessa forma, consolidam-se os Arranjos Produtivos Locais (APL) no interior brasileiro e cresce a participação das micro, pequenas e médias empresas na exportação e, sobretudo, na geração de emprego e renda.

Caem os indicadores de pobreza, desigualdade e violência urbana em todo o país. O percentual de pobres decresce significativamente de 33% observado em 2010 para 20%. A expectativa de vida ao nascer é de 78 anos, e a taxa de mortalidade infantil, de 14 por mil. O analfabetismo está desaparecendo, com índice inferior a 7%, e o PIB *per capita*, em crescimento, alcançando US\$ 7.721. Contribui para tal não apenas o ritmo do crescimento econômico e a melhoria da capacidade de gestão por parte do Estado, mas também a implantação de políticas sociais consistentes e inovadoras.

O Brasil, com um IDH de 0,910 e um PIB de R\$ 3,631 trilhões, é ainda um país emergente. Contudo, seu ingresso no Conselho de Segurança das Nações Unidas e uma forte posição em favor dos países mais pobres, sobretudo latino-americanos e africanos, traduzem o reconhecimento mundial de sua liderança no hemisfério sul.

Do ponto de vista ambiental, as taxas de desmatamento caem, em grande parte pelas novas políticas adotadas, baseadas na lógica econômica e na cooperação entre os atores estatais, o mercado e a sociedade civil. Há também uma clara redução da poluição nas cidades, principalmente nas metrópoles. A educação ambiental estende-se a todas as escolas, permitindo que uma cultura de economia nos gastos energéticos e de recursos naturais se instale gradativamente no país.

Um forte desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação alimenta o dinamismo econômico. Os investimentos maciços na melhoria da qualidade da

educação, sobretudo básica e profissional, expressam-se no aumento de tecnólogos e cientistas nas diversas instituições nacionais, as quais, articuladas pelo Estado e pela iniciativa privada, se vinculam às redes internacionais.

A agricultura expande-se com relevância para o cultivo de alimentos como cereais e frutas. Também se expande o plantio de cana-de-açúcar para a produção de combustível, de algodão para a indústria têxtil e de flores e plantas ornamentais para a exportação. No Sul e no Sudeste, novos padrões tecnológicos são alcançados, em parte pelas pressões advindas do crescimento do mercado, que agravam as disputas pelos recursos hídricos.

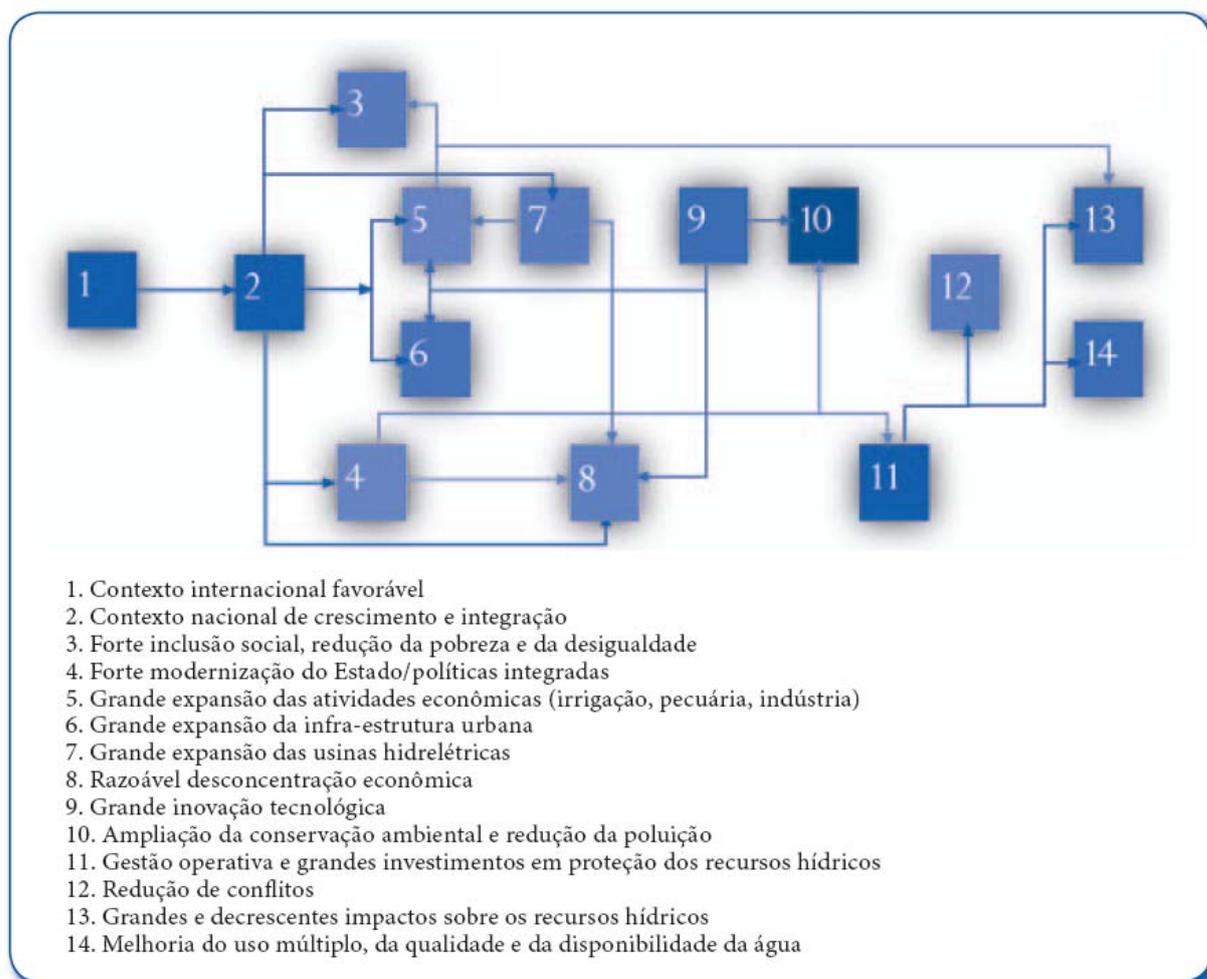
A agricultura irrigada, com importantes avanços tecnológicos e decrescentes perdas nos sistemas de distribuição e na aplicação da água, cresce em todo o país, a uma taxa média anual próxima a 170 mil hectares, sendo expressivo o incremento na maioria das regiões hidrográficas.

A área irrigada total no país aumenta de 3,6 milhões, em 2005, para algo em torno de 5,8 milhões de hectares em 2020, com um incremento de 58%. A produção experimenta incrementos bem superiores a estes 58% por causa da maior produtividade das culturas. Tal crescimento é motivado pela demanda nacional e mundial por alimentos, pelos preços internacionais e, igualmente, pela maior produtividade alcançada, resultante de fatores relacionados com a nova estratégia de irrigação pública federal, incluindo as “parcerias público-privadas” concernentes às infra-estruturas hídricas de uso coletivo e a transferência da gestão dos perímetros públicos federais, bem como os projetos implementados por convênios com as unidades federadas. Isso se deve também à implementação do SINGREH, associando garantias de acesso à água, boas práticas e estímulo (crédito) às culturas irrigadas.

Tudo isso permite que o Brasil ocupe lugar de destaque na produção e na exportação de produtos agrícolas.

Associada à visão de desenvolvimento sustentável e para atender a uma demanda mundial crescente, a produção de alimentos orgânicos desenvolve-se especialmente para o mercado internacional.

As questões e as críticas relacionadas a projetos de integração de bacias hidrográficas são resolvidas mediante amplo debate nas fases iniciais dos planos e dos projetos e compensações às bacias doadoras. Nestas, são implementados projetos de investimento e de revitalização. Nas bacias receptoras, é aumentada a oferta de água. Assim, promove-se nas duas a eficiência no uso das águas. Os conflitos gerados são resolvidos no âmbito do SINGREH. De forma idêntica, o Brasil conhece forte expansão da pecuária.



**Figura 7** - Representação gráfica da lógica da construção do cenário 1.

Fonte: Plano Nacional de Recursos Hídricos – Vol. Águas para futuro: cenários para 2020. – Brasília, 2006

## **Cenário 2 – Água para alguns.**

A economia internacional experimenta uma fase de expansão econômica moderada, com concentração do dinamismo nos países desenvolvidos, que dominam a geração e a difusão de informação e tecnologia. As inovações incorporam-se às atividades produtivas de forma rápida, levando à redução da importância relativa das matérias-primas no PIB mundial, com mudança do perfil da demanda de recursos naturais.

A integração econômica e cultural efetiva-se, mas com resistências, o que dificulta a inserção dos países emergentes, com exceção da China, e amplia a desigualdade entre os povos. A inovação tecnológica mantém seu ritmo acelerado, mas a exclusão de certos mercados induz o mundo a um médio crescimento econômico. Os conflitos regionais e o terrorismo intensificam-se, agravados pelo acirramento das desigualdades. Por sua vez, as pressões ambientais aumentam, já que as regras de conservação ambiental e a redução da poluição não são plenamente aceitas e efetivadas.

**335**

A inovação tecnológica e a competitividade brasileira mantêm seu ritmo ascendente, mas com a manutenção da pobreza, acentuada pelas desigualdades de raça e gênero, assim como pelas disparidades sociais e regionais.

A persistência da concentração de renda, a ausência de políticas de indução do desenvolvimento e a incapacidade de formulação de políticas que possam inserir o país na “economia do conhecimento” permitem ao Brasil apenas um ritmo moderado de crescimento econômico. Assim, sua inserção na economia mundial dá-se, sobretudo, por meio da competitividade em custos, sem que produtos de grande valor agregado ocupem lugar de maior destaque na pauta de exportação.

A orientação excessivamente liberal do Estado brasileiro se manifesta na falta de instrumentos de reorganização e desconcentração da economia em termos regionais e limitado controle ambiental. Dessa forma, o dinamismo econômico tende a se concentrar no Sul e no Sudeste, mantendo a tendência histórica do

século XX e gerando moderada irradiação apenas para os “eixos de integração e desenvolvimento oeste e sudoeste”.

Em que pese que o governo federal melhore suas condições de poupança e investimento, o modelo político-institucional dominante reduz a presença do Estado à ação reguladora, embora pouco eficaz no que se refere à consideração do interesse do consumidor. Isso ocorre tanto na área social como na ambiental, em que a proteção é restrita diante de grupos econômicos interessados em seus lucros imediatos. Essa situação permite, no entanto, a implementação parcial dos investimentos estruturadores. Com isso, o setor exportador aproveita as oportunidades oferecidas pelo crescimento internacional, estimulando a criação de um dinamismo desequilibrado das atividades econômicas voltadas ao uso dos recursos naturais, com fortes impactos sobre o meio ambiente.

O Brasil, com um IDH de 0,880 e um PIB de R\$ 3,125 trilhões, é ainda um país emergente. Sua forte posição em favor dos países mais pobres, sobretudo latino-americanos e africanos, não se traduz em ações correspondentes de redução das desigualdades no país, desbotando o discurso diplomático brasileiro. Isso se verifica na descoordenação das relações com os países vizinhos, o que impede acordos consistentes no uso dos recursos hídricos transfronteiriços, com situações de conflitos, sobretudo no Sul. O Mercosul permanece instável, enquanto a Alca passa a ocupar a agenda diplomática por pressão dos grandes agentes exportadores.

As atividades econômicas, principalmente as grandes usuárias de água, conhecem um alto crescimento com fortes impactos sobre o meio ambiente e os recursos hídricos, impactos que somente são enfrentados quando ameaçam a pujança exportadora dessas atividades. O crescimento econômico segue concentrado no Sudeste, expandindo se para o Sul e um pouco para o Centro-Oeste.

A agricultura expande-se pelo Centro-Oeste (Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás) e pelo Norte (principalmente Rondônia, Tocantins e Pará), com relevância para o cultivo de alimentos como cereais, frutas, principalmente a uva, sob a

influência do crescimento da demanda mundial, em particular da China. E expande-se também pelo plantio de cana-de-açúcar para a produção de combustível e de algodão para a indústria têxtil.

A expansão média anual da área irrigada é da ordem de 120 mil hectares,<sup>9</sup> em razão das carências do SINGREH e do dinamismo mediano da economia, que não criam um cenário de segurança de disponibilidade hídrica para os investimentos, que são necessariamente amortizados no médio e longo prazos. As regiões hidrográficas com grande expansão da área irrigada são: a Amazônica, Tocantins–Araguaia, Parnaíba, Atlântico Nordeste Ocidental e Atlântico Leste; as com expansão mais modesta são: Atlântico Nordeste Oriental, Atlântico Sul e Uruguai. O país conhece uma área irrigada da ordem de 5 milhões de hectares, sendo o total dessa área mais expressivo nas regiões hidrográficas do Paraná, do Atlântico Sul, do São Francisco e do Uruguai, e menos expressivo nas regiões hidrográficas do Paraguai, do Parnaíba e do Atlântico Nordeste Ocidental. É nesse contexto que se analisou o comportamento dessas bacias que drenam o Estado de Minas Gerais.

O governo federal focaliza os investimentos na expansão do agronegócio exportador. A reduzida normatização e a falta de estímulos à redução dos desperdícios desestimulam a adoção de tecnologias de irrigação poupadoras de água. Projetos de integração de bacias hidrográficas ocorrem ao acaso, gerando conflitos entre as bacias doadoras e as receptoras, com desgastes institucionais que comprometem a operacionalidade do SINGREH. Por sua vez, a queima e a incineração de embalagens tóxicas e a poluição difusa provocada pelo uso de agroquímicos continuam em expansão, embora em ritmo decrescente.

A pecuária confirma a migração do Sul e do Sudeste para o Centro-Oeste e para o Norte, com exclusão dos pequenos criadores, marginalizados do crédito e sem economias de escala.

Ocorre também significativo impacto no ciclo hidrológico, não tanto pelo consumo de água, mas pela compactação e pela impermeabilização dos solos por parte da pecuária extensiva. Como conseqüências, percebem-se a perda de solo

arável e da camada superficial do solo, o aumento do escoamento superficial e do assoreamento dos cursos de água e reservatórios e a poluição dos mananciais, que só são tratados, de forma localizada, quando os impactos colocam em risco a competitividade de grupos exportadores de carne e derivados. A degradação é maior no Norte e no Centro-Oeste, áreas de expansão.

A demanda mundial por alimentos leva o Brasil a aumentar a produção e a exportação de proteína animal, observando-se um substancial crescimento na aqüicultura.

Com relação à indústria, grandes usuários de água, como a agroindústria, a mineração, a siderurgia e a metalurgia, os minerais metálicos ferrosos e os não ferrosos, além de petroquímicos, seguem sua expansão com foco nas exportações.

Apesar de as grandes empresas, ainda pressionadas pelo mercado internacional, continuarem adotando medidas de controle e preservação ambiental, agravam-se os problemas ambientais com lançamento de rejeitos gasosos e sólidos, advindos das pequenas e médias empresas, que concentram 90% da atividade industrial no país e para as quais não se desenvolveu nenhuma política de incentivo à regulamentação ambiental. Há ausência de estímulos econômicos (via cobrança pelo uso da água) e falta de um ambiente que estimule a formação de consensos por parte dos agentes, relacionados a padrões mais rigorosos sobre uso e reúso da água. O tratamento de rejeitos sólidos, líquidos e gasosos não conhece forte desenvolvimento de tecnologias poupadoras do uso e da contaminação das águas. Este tratamento só se faz diante da pressão das normas de acesso aos mercados internacionais.

As demandas industriais por água destacam-se nas regiões do Paraná e do Atlântico Sudeste. O rompimento esporádico de pequenas lagoas de contenção de rejeitos continua, assim como a percolação e a infiltração de elementos tóxicos no solo, com fortes impactos sobre as águas subterrâneas, aumentando o passivo ambiental previamente acumulado.

O turismo tem crescimento médio, tanto pela reduzida demanda interna, em função da manutenção das desigualdades e da pobreza, como pela moderada demanda externa, em função da preocupação internacional relativa aos elevados índices de criminalidade no país, além da falta de investimentos em infraestrutura adequada para o desenvolvimento do setor e do alto grau de instabilidade mundial, gerado pelo terrorismo.

As vazões ecológicas são fixadas sem grandes compromissos com o atendimento às demandas ambientais: continuam a ser especificadas como um percentual de uma vazão de referência (a vazão com 90% de permanência, por exemplo), ignorando a variabilidade temporal e espacial das demandas ambientais e a necessidade dos pulsos de hidrograma que garantam o equilíbrio ambiental em muitos rios. Por isso, mantém-se a tendência de extinção e de redução das espécies que delas dependem.

As metas da universalização dos serviços de saneamento não são atingidas em boa parte das bacias mais relevantes quanto à poluição hídrica. Assim, constata-se um incremento da demanda de disponibilização de água para diluição da carga remanescente de esgotos.

A apropriação da água – no que se refere apenas à quantidade – é média, em razão da dinâmica mediana da economia. Nesse contexto, os usos que degradam a qualidade da água, e que por isso demandam vazões de diluição, promovem um maior esgotamento das disponibilidades hídricas.

Por não serem consideradas as vazões ecológicas na forma ambientalmente adequada, é gerado um racionamento ao ambiente natural, com conseqüências indesejáveis.

O crescimento das atividades econômicas, por sua vez, resulta na grande expansão do setor hidrelétrico, que reduz o período de maturação requerido para seus projetos, por causa dos reconhecidos impactos ambientais e da oposição da sociedade. Essa expansão é feita por meio do pleno aproveitamento do estoque conhecido para a produção de energia com a instalação de médias usinas, na

medida em que os grandes projetos permanecem rejeitados pela sociedade, apesar das mudanças ocorridas no setor elétrico em termos de redução dos impactos ambientais em seus empreendimentos e da grande inserção regional que os novos projetos adquirem. Por isso, o parque termelétrico, na base de gás, biodiesel e outras fontes, serve de complemento ao sistema, em especial pela disponibilização de novas reservas de gás natural e do estímulo à pesquisa do combustível biológico. O uso do carvão mineral no sul do país é incrementado graças às novas tecnologias que reduzem significativamente seus impactos, assim como se retoma a expansão do projeto nuclear, agora com muito menos riscos.

As regiões hidrográficas com grande expansão da geração hidrelétrica são: Amazônica, Tocantins–Araguaia, Parnaíba e Uruguai. A capacidade instalada é maior nas regiões hidrográficas do Paraná, do Tocantins–Araguaia e do São Francisco, alcançando cerca de 110 mil MW.

O desenvolvimento das atividades econômicas também não provoca mudanças estruturais na infra-estrutura de transporte, que permanece rodoviarista. A região hidrográfica que apresenta maior expansão do transporte hidroviário é a do Paraná. As maiores redes hidroviárias localizam-se nas regiões hidrográficas Amazônica, do Paraná, do Tocantins–Araguaia e do São Francisco, chegando a cerca de 30 mil km.

A interiorização do desenvolvimento mantém-se, com o crescimento das cidades no interior dos Estados do Sul e do Sudeste e em todo o Centro-Oeste. Essa expansão se faz sem infra-estrutura urbana adequada, em algumas áreas, comprometendo a qualidade da água nessas regiões e criando zonas críticas antes inexistentes.

O saneamento tem expansão média, com participação privada e crescimento desigual do atendimento. Notam-se indicadores percentualmente elevados de cobertura geral dos serviços de abastecimento de água contra baixos índices de atendimento quanto aos serviços de esgotamento e tratamento sanitário. Nesse contexto, os maiores avanços relacionados ao saneamento ocorrem nas regiões

hidrográficas do Atlântico Sudeste, do Atlântico Sul, do Paraná e do Uruguai, onde a iniciativa privada ancora parte dos programas de investimento e a indústria exportadora sujeita-se às normas ambientais internacionais. Nas demais regiões hidrográficas, ocorrem níveis intermediários e baixos de avanço, dependendo da implantação, mesmo parcial, da cobrança pelo uso da água.

Observam-se elevados índices de coleta de lixo, embora a disposição final desses resíduos continue abaixo dos padrões adequados. Apesar da lenta melhoria dos índices, importantes desequilíbrios regionais e sociais permanecem na cobertura dos serviços, com os déficits de atendimento concentrados nos segmentos populacionais de mais baixa renda. Conquanto a titularidade dos serviços e os regulamentos para a participação privada já estejam definidos, a incapacidade do Estado em cumprir seu papel regulador, em especial pela falta de implementação do marco legal e pelo risco de não-cumprimento de contratos, desestimula a iniciativa privada a investir no setor.

A hegemonia das forças de mercado induz a uma forma economicista<sup>13</sup> de gestão dos recursos hídricos, que desconsidera as variáveis socioambientais. A normatização do sistema é limitada, e os grandes usuários, notadamente do agronegócio, logram impor seus interesses, com impactos negativos sobre os usos múltiplos das águas. Confirma-se a tendência de liberação de grandes projetos de infra-estrutura de irrigação.

A gestão dos recursos hídricos, sob o enfoque economicista, resulta em uma qualidade das águas incompatível com aquela almejada, havendo um distanciamento em relação à qualidade pactuada no enquadramento. A degradação permanece ou aumenta em algumas bacias com maior concentração urbana e industrial, em especial na região do Atlântico Sudeste. Os comitês funcionam em algumas bacias com participação social irregular, sem a consolidação da gestão descentralizada e participativa.

Os investimentos em proteção dos recursos hídricos são pequenos e corretivos, traduzindo-se em projetos concentrados no Sudeste e no Sul, onde a demanda é maior, e o poder de pressão também. Disso resulta o agravamento dos impactos

dos eventos hidrológicos críticos. As medidas estruturais e não estruturais ligadas à redução das enchentes seguem limitadas pela falta de investimentos e pelo descoordenado adensamento urbano. O mesmo quadro ocorre em regiões sujeitas a secas, onde recursos alternativos como barragens e transferências de águas entre bacias não se concretizam com a eficácia e a eficiência necessárias. A falta de controle dos eventos hidrológicos críticos, em ambos os casos, também se agrava pela falta de cooperação metropolitana.

Neste ambiente de gestão exacerbadamente liberal, grandes impactos ambientais são gerados, juntamente com a exclusão social. Os sistemas nacional e estaduais de recursos hídricos encontram-se fragilizados. Aumentam as críticas relacionadas aos grandes custos de transação do SINGREH, em comparação aos poucos resultados alcançados. Em alguns Estados, os sistemas foram parcialmente descontinuados.

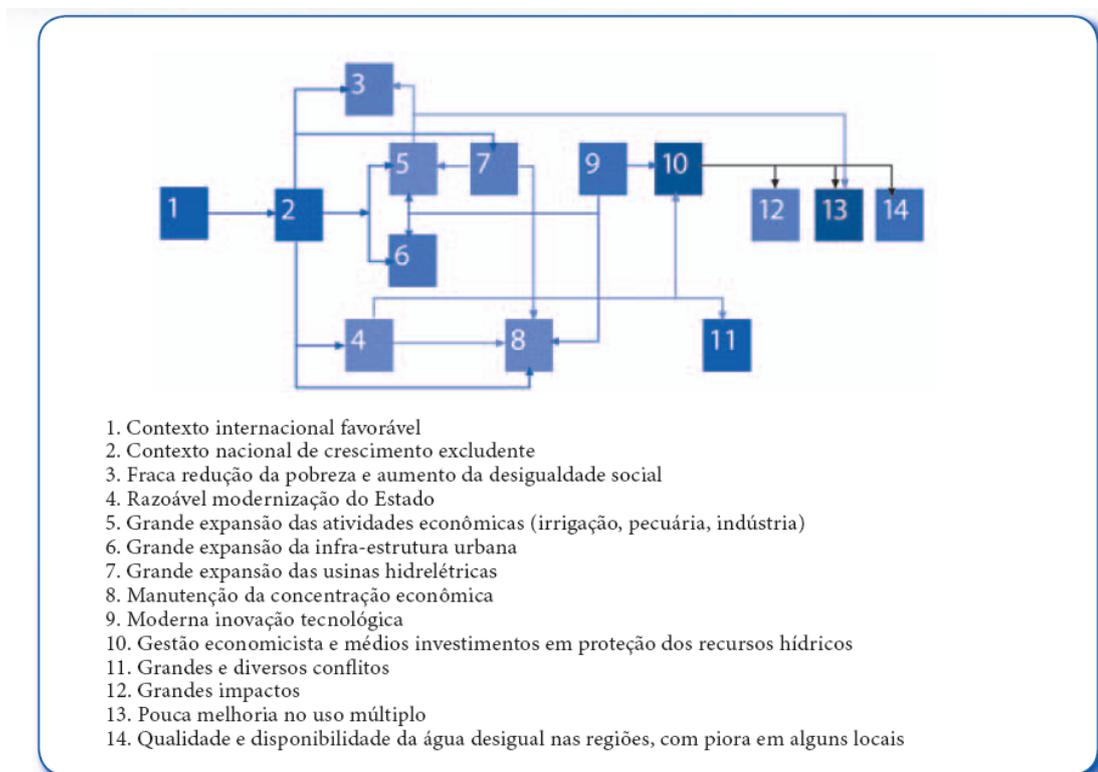
Diante desse quadro, os comitês passam por uma fase de indefinição, qual seja: se os atores do SINGREH possuem atribuições e responsabilidades ou são meros apêndices de organizações não-governamentais voltadas à apresentação de denúncias e de reivindicações.

Apenas nas regiões hidrográficas onde são encontradas fortes dinâmicas econômicas e onde uma má gestão de recursos hídricos resulta em ineficiências econômicas há estímulos para uma gestão mais operativa. Isso ocorre com maior ênfase nas bacias onde coexistem empreendimentos do setor elétrico e de agricultura irrigada, além de interesses relacionados à qualidade da água, em face dos conflitos resultantes, especialmente nas regiões hidrográficas do Tocantins–Araguaia, do Paraná e do Uruguai.

Nelas, os instrumentos de planejamento, enquadramento e outorga encontram-se implementados, com exceção da região do Tocantins–Araguaia, onde a implantação é parcial, acontecendo apenas nos trechos com potencial de conflito de uso da água.

Como regra geral, os instrumentos de gestão estão implementados de forma parcial nas bacias de maior interesse econômico. A outorga de direitos de uso da água e os sistemas de informação sobre recursos hídricos encontram-se plenamente implantados nas bacias de maior interesse econômico, com maiores potenciais de conflitos de uso de água e onde os Estados melhor estruturaram seus sistemas de gerenciamento de recursos hídricos, particularmente nas regiões hidrográficas do Atlântico Nordeste Oriental, do São Francisco, do Atlântico Sudeste, do Atlântico Sul, do Paraná e do Uruguai. A cobrança encontra-se parcialmente implantada em algumas dessas regiões, nas bacias com maior capacidade de pagamento e melhor organização gerencial.

A cobrança não é implementada na Região Hidrográfica Amazônica e nas regiões com maior disponibilidade de água, como a do Tocantins–Araguaia, ou com dificuldades políticas e de capacidade de pagamento, como as do Atlântico Nordeste Ocidental, Parnaíba, Atlântico Leste e Paraguai. A compensação a Municípios segue a situação da cobrança pelo direito de uso da água.



**Figura 8** - Representação gráfica da lógica da construção do cenário 2.

**Fonte:** Plano Nacional de Recursos Hídricos – Vol. Águas para futuro: cenários para 2020. – Brasília, 2006

### **Cenário 3 – Água para poucos**

Sob um mundo fortemente instável e de pouco crescimento econômico, o Brasil aproveita mal as poucas oportunidades, com exceção dos setores que já têm nichos de competitividade reconhecidos. A economia internacional tem um desempenho pífio (crescimento médio de 1%) em meio às contradições entre os países ricos, particularmente os Estados Unidos e os países com rápido crescimento, como a China, à forte concorrência comercial e às suas instabilidades políticas e econômicas, acrescidas das turbulências no mundo financeiro, com mecanismos pouco eficientes de regulação. O mundo sofre os efeitos de choques políticos internos na China, na Índia e na Rússia e das turbulências econômicas nos Estados Unidos, além de constantes ações terroristas. Perde velocidade também o processo de mudança do paradigma produtivo baseado na informação e no conhecimento, com pouca geração e disseminação de novas tecnologias.

As redes de pesquisa e desenvolvimento tecnológico perdem incentivos, como resultado do fraco desempenho econômico e das disputas entre grandes potências. O mundo, que se vinha abrindo à internacionalização, fecha algumas de suas portas. Contribuem para isso o acirramento das práticas terroristas, que atingem o Ocidente, e conflitos internos na Ásia, particularmente na China, na Índia e no Oriente Próximo, além do crescimento do fundamentalismo laico no Ocidente e religioso no Oriente.

O turismo conhece o reflexo dessas instabilidades e mal alcança os níveis de antes do “11 de setembro de 2001”, após quase vinte anos do atentado. A instabilidade dos países vizinhos impede que acordos sejam estabelecidos no uso compartilhado dos recursos hídricos transfronteiriços, com situações de conflitos, sobretudo no sul. O Mercosul fracassa e a Alca não ganha corpo em face das indecisões dos Estados Unidos e do Brasil. Não obstante, as relações comerciais entre os países americanos tornam-se mais ágeis, com exceção de alguns países envoltos em conflitos internos. A América Latina perde posição no ranking mundial das nações, em parte graças a seus conflitos internos.

O Brasil acompanha a estagnação do mundo, em grande parte pela queda da demanda externa, mas, sobretudo, pela ausência de um projeto político dominante.

Subsistem práticas de corrupção, agravadas, no âmbito dos partidos políticos, pela ineficácia de reformas capazes de introduzir maior visibilidade e controle por parte da sociedade. Os sucessivos desencantos com as promessas políticas conduzem a população a um estado de preocupante despolitização, e a imagem do Brasil no exterior não é boa, com o Risco Brasil variando em torno de 1.000 a 1.200 pontos.

As políticas sociais, regionais e ambientais, insípidas e burocráticas, são marcadas pela desintegração, pela centralização e pela adoção predominante dos instrumentos de comando e controle, sem o adequado investimento público para sua implementação. Reforça-se a tendência à concentração regional da economia brasileira e à concentração de renda, com crescimento dos centros de maior competitividade. Os impactos ambientais aumentam, mesmo com o pífio desempenho da economia. Poucos são os investimentos estruturadores, tendo em vista a pouca capacidade do setor público, que se mantém profundamente endividado, e pela retração do setor privado.

A fragilidade do setor público, as altas taxas de desemprego, o ritmo lento do crescimento econômico e as políticas sociais e de segurança pública ineficientes incentivam o aumento da criminalidade urbana. Os bolsões de pobreza no país persistem e até mesmo aumentam nas regiões metropolitanas e no meio rural nordestino. De forma idêntica, os índices de desigualdade social crescem, mantendo o Brasil entre os piores países do mundo em distribuição de renda.

Com uma população de 228 milhões de habitantes, o país tem um PIB *per capita* de US\$ 4.511, semelhante aos US\$ 4.417 de 2005, e uma expectativa de vida de 74 anos.

A taxa de mortalidade infantil situa-se em torno de 21 por mil, e o IDH, em 0,830. O Brasil conserva sua posição de país emergente, mas muito atrás da

China, da Índia e da Rússia. Entre as atividades econômicas, a agricultura conserva o melhor desempenho, tendo em vista a produtividade e as vantagens comparativas do Brasil em alguns produtos.

A agricultura irrigada, contudo, cresce pouco, a uma taxa média anual de área irrigada da ordem de 70 mil hectares, e há incorporação de poucas tecnologias inovadoras. As razões para isso são derivadas da inexistência de um marco regulatório efetivo para os recursos hídricos, que não criam um cenário de segurança de disponibilidade hídrica para os investimentos, que são necessariamente amortizados no médio e no longo prazos. Essas condições inibidoras não eliminam, porém, o crescimento da área irrigada, que mantém uma certa dinâmica, decorrente, entre outros fatores, de diversos projetos em fase de execução e de aprovação.

As maiores expansões das áreas irrigadas ocorrem nas regiões hidrográficas Amazônica, do Tocantins–Araguaia, do Parnaíba e do Nordeste Ocidental. As demais regiões apresentam expansões modestas, ou mesmo negativas, como o Nordeste Oriental e o Paraguai. O país passa de uma área irrigada da ordem de 3,6 milhões de hectares em 2005 para algo em torno de 4,3 milhões de hectares em 2020, apresentando um incremento de apenas 16%. A área irrigada mais expressiva encontra-se nas regiões hidrográficas do Paraná, do Atlântico Sul e do Uruguai, e a menos expressiva nas regiões hidrográficas do Paraguai, do Parnaíba e do Atlântico Nordeste Ocidental. Destaca-se a produção de alimentos, de cana-de-açúcar para combustível e de algodão para a indústria têxtil. A poluição difusa causada pelo uso de agroquímicos segue em expansão por falta de regulamentação, de fiscalização e de adoção de instrumentos econômicos calcados em benefícios ambientais que poderiam fazer frente ao elevado custo para os agricultores, comprometidos financeiramente pela instabilidade do setor, na adoção de medidas para um manejo agrícola ambientalmente sustentável.

A extração mineral perde seu ritmo de crescimento em face da queda da demanda mundial e da substituição de recursos naturais realizada pela indústria, concentrando-se nos produtos tradicionais do Brasil, como ferro e minerais não ferrosos. O passivo ambiental dessa atividade, representado pelas áreas

degradadas e por minas desativadas em desacordo com o plano de descomissionamento, continua sendo um custo ambiental e social relevante.

A aquíicultura concentra-se principalmente no Nordeste, com destaque para a carcinicultura, graças à sua grande produtividade e competitividade e às crises de fornecimento mundial por parte dos países asiáticos. Essa atividade é realizada sem os devidos cuidados com o meio ambiente, afetando também as comunidades locais próximas aos empreendimentos.

A pecuária é uma das atividades rentáveis no país, principalmente no setor de suínos e aves, e concentra-se nos pólos tradicionais no Sul, no Sudeste e no Centro-Oeste. O gado, distribuído entre os Estados do Rio Grande do Sul, de Minas Gerais, de Mato Grosso do Sul, de São Paulo e do Pará, tem dificuldades de se firmar no mercado internacional por causa dos freqüentes surtos de febre aftosa, em razão de um sistema de vigilância sanitária pouco eficiente e das exigências do mercado internacional.

A falta de uma política agrícola adequada faz com que o avanço desordenado da pecuária gere degradação nos principais biomas, aumentando o desmatamento ilegal e as perdas ambientais. A maior parte das pastagens é disponibilizada para a pecuária extensiva, de baixa produtividade, e os incêndios florestais continuam sendo a forma mais usada para a conversão de florestas em áreas agropastoris. Aumenta a perda de solo arável e da camada superficial do solo, o escoamento superficial, o assoreamento de cursos de água e reservatórios e a poluição dos mananciais, que passam, em alguns casos, a colocar em risco a competitividade de grupos de criadores de carne e derivados.

A extração vegetal cresce no Norte, em grande parte pelas políticas de concessão adotadas, consolidando a indústria de produtos de madeira do país. Em compensação, a Zona Franca de Manaus não se fortalece, em razão da concorrência interna – Sudeste – e da queda de demanda nacional e internacional.

A indústria mantém-se concentrada no Sudeste, sobretudo em São Paulo e em parte do sul do país, mas sem grandes ímpetos de inovação, com exceção de setores com mercados consolidados no exterior. Crescem, sobretudo, os setores industriais ligados ao agronegócio e as indústrias de base intensivas em recursos naturais.

O turismo expande-se moderadamente em função da retração mundial resultante das atividades terroristas e do fraco desempenho das economias desenvolvidas, mas também pela pouca demanda interna, em função da queda da renda do trabalhador e dos aposentados com a nova legislação previdenciária. A queda é acentuada no turismo internacional. A Amazônia, o Pantanal, os Lençóis Maranhenses e a Costa Nordestina são os grandes centros de atração, além de cidades do Sul, com suas atividades culturais e religiosas. Expandem-se, embora pouco, particularmente o turismo de massa – praia e sol – e o turismo em ecossistemas protegidos, com limitações de acesso.

As repercussões dessa dinâmica das atividades dos setores usuários sobre a demanda de recursos hídricos, apesar da baixa atividade econômica verificada no país, geram uma maior apropriação da água, tornando mais sensíveis os balanços hídricos entre essas demandas e a vazão média nas regiões do Alto São Francisco, Contas (Atlântico Leste), no Paraíba do Sul e no litoral do Rio de Janeiro (Atlântico Sudeste).

As vazões ecológicas, nos poucos casos em que são efetivamente indisponibilizadas para uso, são fixadas burocraticamente, sem grandes compromissos com o atendimento às demandas ambientais: continuam a ser especificadas como um percentual de uma vazão de referência (a vazão média mensal com 90% de permanência, por exemplo), ignorando a variabilidade temporal e espacial das demandas ambientais e a necessidade dos pulsos de hidrograma que garantem o equilíbrio ambiental em muitos rios. Por isso, agrava-se a tendência de extinção e de redução das espécies que dela dependem.

As metas da universalização dos serviços de saneamento não são atingidas. Na maior parte das bacias existe um grande incremento da demanda de disponibilização de água para diluição da carga remanescente de esgotos.

A apropriação de água – no que se refere apenas à quantidade – é pequena por causa do pouco dinamismo econômico.

No entanto, os usos que degradam a qualidade das águas e que por isso demandam vazões de diluição promovem um maior esgotamento das disponibilidades hídricas. E ao não serem consideradas as vazões ecológicas, na forma ambientalmente adequada, promovem racionamento ao ambiente natural, com as conseqüências conhecidas e indesejáveis. Isso faz com que os recursos hídricos brasileiros se tornem escassos, quantitativamente e, em especial, qualitativamente, comprometendo os ecossistemas e a saúde da população, inibindo sensivelmente as atividades econômicas que demandem água em qualidade compatível.

O moderado ritmo de crescimento econômico e a legislação pouco propícia, além das resistências ambientalistas, desestimulam a expansão do setor elétrico por meio de grandes usinas hidrelétricas no Norte. Apenas poucos projetos se constituem, complementados pela expansão de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) e termoelétricas e algumas usinas nos países vizinhos, principalmente no Norte e no Oeste, que integram a transmissão e a distribuição do fornecimento energético no sistema nacional integrado.

O incremento da potência instalada é maior nas regiões hidrográficas Amazônica, do Tocantins–Araguaia, do Parnaíba, do Atlântico Leste e do Uruguai. A capacidade instalada total é maior nas regiões hidrográficas do Paraná, do Tocantins–Araguaia e do São Francisco, chegando a cerca de 99 mil MW.

Nenhuma região hidrográfica apresenta grande expansão do transporte hidroviário. As regiões do Paraná, do São Francisco e do Paraguai apresentam expansões médias entre 10% e 20%. As maiores redes hidroviárias continuam localizadas nas regiões hidrográficas Amazônica, do Tocantins–Araguaia, do

Paraná e do São Francisco, sendo que o comprimento total das hidrovias é de cerca de 30 mil km.

A interiorização do desenvolvimento mantém-se, com o crescimento das cidades no interior dos Estados do Sul, do Sudeste e, sobretudo, do Centro-Oeste. Essa expansão se faz sem infra-estrutura urbana adequada, comprometendo a qualidade da água nessas regiões e criando zonas críticas antes inexistentes. Os impactos são mais graves no Centro-Oeste e no Sul, tendo em vista que os poucos recursos disponíveis se concentram no Sudeste, particularmente em São Paulo.

Os investimentos em proteção dos recursos hídricos são pequenos e traduzem-se em projetos concentrados no Sudeste, no Sul e nas bacias onde a qualidade da água se torna uma forte restrição para o desenvolvimento. São de caráter corretivo em função dos impactos negativos da insuficiente rede de esgoto, da ausência de seu tratamento adequado, da drenagem urbana antiquada e da falta de tratamento dos resíduos sólidos, entre outros.

Apesar do pouco dinamismo econômico, os conflitos em torno dos recursos hídricos desenvolvem-se no país. Entre eles, destacam-se o conflito do setor aquaviário com o setor elétrico, que não se sente estimulado nem devidamente pressionado para criar vias de acesso à navegação, e do setor de irrigação com o setor elétrico, principalmente no Sul e no Sudeste, onde aquela atividade apresenta as maiores áreas irrigadas. Conflitos em torno do abastecimento humano no Nordeste também florescem, na medida em que não existem recursos para suprir as deficiências dos grandes centros urbanos. Em todo o país, o abastecimento humano e animal é prejudicado pela má qualidade dos mananciais.

Os conflitos mais significativos envolvem a infra-estrutura urbana, pois o sistema de saneamento continua incipiente e antiquado, sem grandes investimentos e sem incorporação de novas tecnologias. Assim, as atividades de abastecimento e esgotamento sanitário são mais preocupantes em torno das grandes cidades brasileiras. A falta de regulação e o desrespeito aos contratos afugentam os