

5. VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA, SOCIAL E AMBIENTAL

5. VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA, SOCIAL E AMBIENTAL

5.1 Avaliação Econômica e Social

5.1.1 Apresentação

A avaliação ora apresentada é feita sob a ótica agregada da economia nacional, ou seja, é baseada na comparação entre os valores integrais dos custos e benefícios do plano diretor, não importando quem arca com os custos nem quem recebe os benefícios.

Este estudo tem a forma de uma análise custo-benefício clássica, apoiada em projeções de fluxos de custos e benefícios monetários ao longo de um horizonte de análise que vai desde 2004 (tomado como referência preliminar de ano de início das ações programadas) até 2040, final de década mais próximo do encerramento de um período de 35 anos, considerado suficiente para dar precisão adequada aos cálculos intertemporais envolvidos.

São considerados custos, nesta avaliação, os gastos com investimentos, as despesas de operação e manutenção e os reinvestimentos (também conhecidos como reposições dos investimentos) necessários para implantar e manter em desenvolvimento os programas setoriais cujo conjunto constitui o plano.

Os benefícios são de diversas naturezas, como se verá adiante, mas genericamente são medidas de variações de bem-estar do público-alvo devidas ao plano, monetariamente expressas mediante métodos e procedimentos consagrados na teoria e na prática da avaliação econômica e ambiental de projetos.

Todos os valores envolvidos estão referidos a preços médios de 2003.

5.1.2 Estimativa dos Benefícios

5.1.2.1 Introdução

As ações propostas no PERH-BA têm ampla repercussão positivas para os setores usuários dos recursos hídricos da Bahia, tanto em termos espaciais como temporais. Muitas destas repercussões são monetariamente mensuráveis mediante métodos e técnicas de aceitação generalizada. Outras, não menos importantes, só podem ser dimensionadas qualitativamente ou mediante grandezas não-monetárias.

Para dar suporte à verificação da atratividade econômica do plano, os seguintes benefícios são objeto de valoração monetária:

- aumento do consumo de água por parte de usuários domiciliares urbanos e rurais que seriam atendidos mesmo na ausência do PERH-BA (conforme previsto no “cenário tendencial”);
- incorporação de novos usuários urbanos ao contingente de habitantes atendidos com abastecimento domiciliar de água;
- aumento da eficiência econômica da agricultura irrigada, mediante a ação combinada da introdução de métodos de aplicação de água de menor consumo, da difusão de novas técnicas de manejo da água e das lavouras, do incentivo à mudança na composição da cesta de culturas irrigadas e de obras de aumento da oferta hídrica confiável em bacias críticas;
- aumento da população urbana atendida com serviços de coleta e afastamento de esgotos;
- o mesmo com relação aos serviços de coleta de lixo;
- despoluição dos rios mediante o tratamento dos esgotos e a disposição final adequada do lixo urbano das cidades do interior;
- despoluição de praias mediante o tratamento dos esgotos e a disposição final adequada do lixo urbano das cidades costeiras; e



- recuperação de matérias-primas industriais contidas no lixo mediante reciclagem.

Nas seções adiante são apresentados as metodologias, os procedimentos, os parâmetros, dados e cálculos, bem como os resultados das estimativas dos benefícios monetários do PERH-BA.

5.1.2.2 Abastecimento Urbano e Rural de Água

5.1.2.2.1 Bases metodológicas

Conforme prática corrente na avaliação econômica de projetos de abastecimento urbano de água (*Powers e Valencia, 1980*), os benefícios incrementais dos usuários são expressos mediante estimativas de sua disposição a pagar pelas quantidades adicionais consumidas feitas com o uso de funções de demanda marshallianas¹ (ou curvas de utilidade marginal) que retratam a relação entre preços pagos (P) e quantidades consumidas (Q). Por pressuposto, estas funções têm inclinação negativa, ou seja, revelam um comportamento segundo o qual os usuários atribuem valores menores às unidades adicionais (marginais) de água consumida à medida que o seu consumo cresce, expressando a redução da utilidade do consumo adicional conforme aumenta o grau de satisfação da necessidade a ser atendida².

Para os estudos do PERH-BA, trabalhar-se-á com curvas de demanda $P = f(Q)$ curvilíneas de elasticidade-preço constante. Para estimativa de $f(Q)$ partir-se-á de uma função consumo-preço com a seguinte forma:

$$Q = k \cdot P^e \quad (\text{eq. 1}), \text{ onde}$$

Q = quantidade consumida

k = constante não-preço

P = preço unitário da água

e = elasticidade-preço da demanda de água

¹ Assim denominadas em referência ao economista inglês Alfred Marshall (1842-1924).

² Princípio microeconômico da utilidade marginal decrescente.



Com pequeno esforço algébrico, pode-se expressar P como $f(Q)$, a partir da **equação 1**, da seguinte forma:

$$P = (1/k)^{1/e} \cdot Q^{1/e} \quad (\text{eq. 2})$$

Como k e e são constantes, pode-se fazer $(1/k)^{1/e} = a$ e então ficar, simplificada, com:

$$P = a \cdot Q^{1/e} \quad (\text{eq. 3})$$

No caso dos consumidores já atendidos na situação "sem plano", cujos benefícios são dados apenas pelo aumento do consumo *per capita* proporcionado pelo PERH-BA, o valor do benefício unitário (por habitante) será, conforme ilustrado na **Figura 5.1-1**:

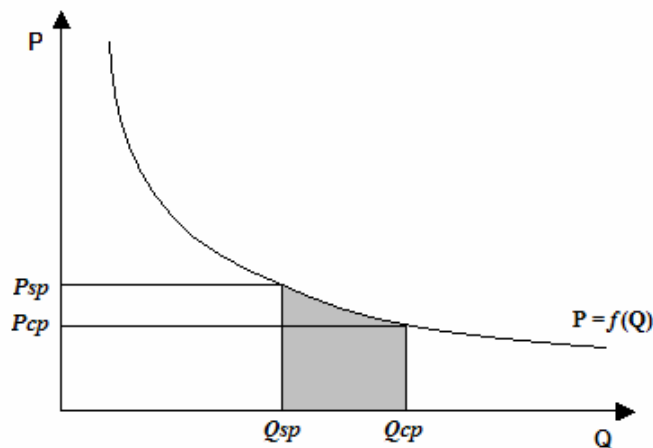
$$\int_{Q_{sp}}^{Q_{cp}} a \cdot Q^{\frac{1}{e}} d(Q) \quad (\text{eq. 4), onde}$$

Q_{sp} = consumo unitário na situação "sem PERH-BA", em m³/hab./dia

Q_{cp} = consumo unitário na situação "com PERH-BA", em m³/hab./dia



Figura 5.1.1 - Disposição a pagar total pelo consumo adicional (benefício unitário) - usuário já atendido no cenário "sem PERH-BA"



A intuição subjacente a esta formulação é a de que o total da disposição a pagar (DAP) do usuário por $Q_{cp} - Q_{sp}$ unidades adicionais de água será a soma dos produtos de cada unidade adicional por sua DAP marginal (ou benefício marginal), ou seja, por seu preço dadas as preferências expressas na curva de demanda. Este somatório, é intuitivo perceber, corresponde à área sob a curva de demanda sombreada na **Figura 5.1-1**, ou seja, à integral de $f(Q)$ entre Q_{sp} e Q_{cp} .

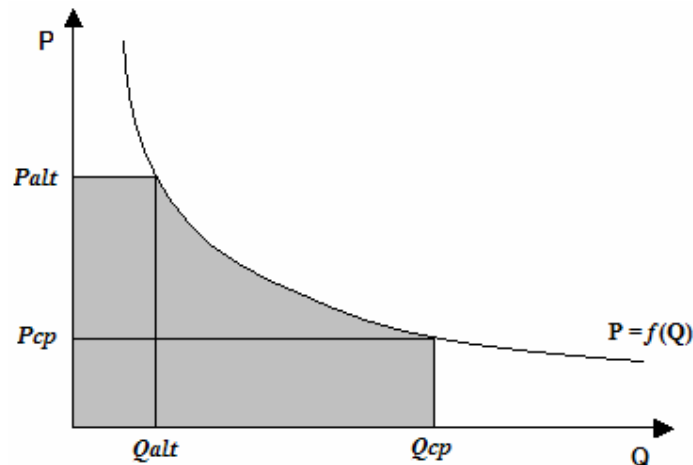
No caso dos usuários "novos", ou seja, os que não seriam atendidos pelos sistemas públicos de abastecimento na situação "sem PERH-BA", o valor dos benefícios unitários será, conforme ilustrado na **Figura 5.1-2**:

$$P_{alt} \cdot Q_{alt} + \int_{Q_{alt}}^{Q_{cp}} a \cdot Q^e d(Q) \quad (\text{eq. 5), onde}$$

P_{alt} = preço unitário da água disponível na fonte alternativa mais barata na situação "sem PERH-BA", em R\$/m³

Q_{alt} = consumo unitário a partir desta fonte alternativa, em m³/hab./dia

Figura 5.1.2 - Disposição a pagar total pelo consumo adicional (benefício unitário) - usuário "novo"



Neste caso, a DAP se refere ao consumo integral do usuário mas, para o consumo até Q_{alt} , o PERH-BA estará substituindo uma fonte com preço inferior à DAP marginal nesta faixa, situação em que o usuário optaria pela fonte alternativa. Assim, o benefício unitário é composto de duas parcelas: a) o valor alternativo $P_{alt} \times Q_{alt}$ para o consumo até Q_{alt} unidades; e b) a área sob a curva de demanda entre Q_{alt} e Q_{cp} , ou seja, a integral de $f(Q)$ neste trecho da curva. A soma destes valores corresponde exatamente à área sombreada na **Figura 5.1-2** e ao que está expresso na **equação 5**.

Para determinação de uma curva de demanda $f(Q)$ de elasticidade constante basta saber um ponto (P, Q) e a elasticidade-preço (e), resolvendo-se então a **equação 3** em **a**, já que desta tem-se:

$$a = P / (Q^{1/e}) \quad (\text{eq. 6})$$

Calculado **a**, e portanto tendo-se todos os parâmetros que definem $P = f(Q)$, que são **a** e **e**, Q_{alt} é obtido substituindo-se diretamente P por P_{alt} na equação 3. Ficam, assim, disponíveis todos os elementos necessários para avaliar os benefícios unitários do PERH-BA tanto para os usuários que já estarão sendo atendidos na situação "sem PERH-BA" quanto para os usuários ditos "novos". Dos benefícios unitários são facilmente obtidos os fluxos interanuais de benefícios totais, mediante multiplicação pelos contingentes de usuários dos dois tipos ao longo do tempo.

Como a integral de $f(Q) = a \cdot Q^{1/e}$ não tem solução analítica, pois neste caso $P = f(Q)$ tende a infinito quando Q tende a zero, utilizou-se sempre que necessário para o cálculo das áreas sob as curvas de demanda o método (ou aproximação) de Simpson (*Yamane, 1974*).

5.1.2.2.2 Benefícios do abastecimento urbano

Vale registrar, inicialmente, os seguintes procedimentos de cálculo intermediários e parâmetros adotados nas estimativas destes benefícios:

- os pontos (P , Q) necessários para as estimativas de a foram obtidos utilizando-se como Q os consumos per capita médios atuais nas RPGA, admitidos constantes até 2020 no cenário “sem PERH-BA”, e como P os preços por m^3 que resultariam da aplicação da tabela da EMBASA para consumo domiciliar em vigor a partir de julho de 2003 (ver tabela 3c do Anexo 3);
- os preços alternativos da água para os usuários “novos” foram estimados, conforme demonstrado nas tabelas 3a e 3b do Anexo 3, mediante médias ponderadas dos preços de água proveniente de fontes alternativas disponíveis nas estações secas e chuvosas (poços domésticos ou carros-pipa), levando-se em conta a extensão destes períodos por tipologia de padrão climático predominante e o número de usuários que, nas diferentes RPGA, estará residindo em regiões com estes padrões climáticos;
- a elasticidade-preço da demanda de água (e) foi fixada em $-0,55$, com base em pesquisas patrocinadas pelo Banco do Nordeste; este coeficiente é o mesmo utilizado em diversos estudos realizados para a Região Nordeste, como o PRODETUR, o Programa Bahia Azul e o Projeto da Transposição de Águas do Rio São Francisco;
- os consumos unitários futuros na situação “com PERH-BA” correspondem às metas de atendimento fixadas no cenário de desenvolvimento adotado para o plano (tomadas inicialmente por município e a seguir consolidadas por RPGA).

Com base nestes pressupostos e aplicando-se os procedimentos metodológicos descritos na seção precedente, obteve-se então as estimativas dos benefícios unitários por RPGA, apresentadas – juntamente com os principais parâmetros - no Quadro 5.1-1 por classe de usuários (“já atendidos” e “novos”) e para os diferentes horizontes de tempo considerados no planejamento do PERH-BA. Com a informação adicional dos quantitativos de usuários das duas classes - por RPGA e totais, no Quadro 5.1-2 são demonstrados os cálculos dos benefícios totais do programa de abastecimento urbano de água do PERH-BA, para o conjunto do Estado da Bahia e segundo os anos-horizonte entre 2005 e 2020.

5.1.2.2.3 Benefícios do Abastecimento Rural

Além do preço, também a renda influencia o consumo. Para um mesmo preço, o consumo tende a variar no mesmo sentido que a renda, ou seja, a aumentar se a renda crescer e vice-versa. Isto equivale a dizer que variações da renda provocam deslocamentos da curva de demanda (função consumo-preço) para a esquerda ou a direita, estabelecendo patamares inferiores ou superiores de consumo para cada preço possível. Por outro lado, da mesma forma que a resposta do consumo ao preço depende de uma elasticidade-preço, a resposta do consumo à renda depende de uma elasticidade-renda da demanda. Uma função de consumo com a inclusão da variável renda pode ter, por exemplo, a seguinte forma:

$$Q = k \cdot P^e \cdot Y^h \quad (\text{eq. 7}), \text{ onde as variáveis ainda não conhecidas são}$$

Y = renda familiar

h = elasticidade-renda da demanda

Quadro 5.1-1 - Benefícios unitários do abastecimento d'água domiciliar urbano

RPGA	Preço da água (R\$/m ³) - P					Consumo unitário "s/ PERH-BA" (m ³ /hab./dia) - Q -*	Coeficientes da curva de demanda (P = a . Q ^{1/e})		Consumo unitário "com PERH-BA" (m ³ /hab./dia)				Benefícios unitários dos usuários já atendidos "sem PERH-BA" (R\$/hab./ano)				Benefícios unitários dos usuários "novos" (R\$/hab./ano)			
	Fontes alternativas *				Embasa 2003**		a	1/e	2005	2010	2015	2020	2005	2010	2015	2020	2005	2010	2015	2020
	2005	2010	2015	2020																
I Bacias do Extremo Sul	2,55	2,55	2,55	2,55	0,790	0,102	0,0125		0,108	0,114	0,120	0,126	1,51	3,09	4,43	5,64	76,58	78,16	79,51	80,72
II Bacias dos Rios Pardo e Jequitinhonha	2,55	2,55	3,76	3,76	0,779	0,096	0,0110		0,101	0,107	0,114	0,120	1,21	2,87	4,26	5,62	71,43	73,10	94,37	95,75
III Bacias do Leste			2,55	2,55	0,743	0,097	0,0107		0,102	0,109	0,115	0,121	1,37	2,84	4,09	5,38			73,76	75,06
IV Bacia do Rio de Contas	2,55	2,55	3,48	3,72	0,780	0,097	0,0112		0,103	0,108	0,116	0,123	1,57	2,94	4,55	5,90	72,26	73,64	91,02	95,96
V Bacias do Recôncavo Sul			2,55	2,55	0,913	0,123	0,0202		0,125	0,126	0,128	0,129	0,32	0,56	0,75	0,96			80,08	80,28
VI Bacias do Recôncavo Norte e Rio Inhambupe		2,55	2,55	2,58	0,933	0,132	0,0234		0,133	0,134	0,136	0,137	0,19	0,36	0,52	0,71		84,11	84,26	85,07
VII Bacia do Rio Paraguassu	2,55	2,55	4,06	4,06	0,749	0,096	0,0106		0,103	0,110	0,116	0,122	1,81	3,27	4,57	5,78	70,99	72,45	97,34	98,65
VIII Bacia do Rio Itapicuru		3,97	3,97	4,20	0,779	0,101	0,0122		0,109	0,114	0,119	0,124	1,89	3,17	4,26	5,38		101,34	102,44	107,03
IX Bacias dos Rios Real e Vaza-Barris			2,55	3,46	0,781	0,101	0,0122	-1,818	0,106	0,111	0,116	0,122	1,26	2,58	3,74	4,93			77,76	95,06
X Bacias do Sub-médio São Francisco			4,24	4,24	0,855	0,109	0,0151		0,111	0,114	0,118	0,121	0,75	1,70	2,59	3,53			116,06	117,00
XI Bacia do Rio Salitre				4,24	0,835	0,100	0,0126		0,106	0,114	0,120	0,128	1,90	3,75	5,33	6,81				110,06
XII Lago de Sobradinho				4,24	1,013	0,127	0,0239		0,129	0,130	0,132	0,134	0,47	1,13	1,62	2,27				144,04
XIII Bacias dos Rios Verde e Jacaré				4,24	0,825	0,104	0,0134		0,108	0,112	0,116	0,121	1,11	2,31	3,38	4,50				111,58
XIV Bacias do Camaíba de Dentro, Santo Onofre e Paramirim			4,24	4,24	0,917	0,121	0,0196		0,123	0,126	0,128	0,131	0,71	1,57	2,33	3,16			131,78	132,58
XV Calha do Médio São Francisco na Bahia				4,08	1,001	0,125	0,0229		0,128	0,130	0,133	0,136	0,89	1,77	2,63	3,52				138,90
XVI Bacia do Rio Grande			2,87	3,09	0,994	0,128	0,0236		0,130	0,132	0,134	0,136	0,69	1,41	2,08	2,81			111,38	117,81
XVII Bacia do Rio Corrente		4,24	4,24	3,83	1,005	0,136	0,0266		0,142	0,143	0,144	0,145	2,10	2,52	2,91	3,35		153,07	153,45	144,41

Obs.: * ver Anexo 1, Tabelas 1a e 1b.

** ver Anexo 1, Tabela 1c.



Quadro 5.1-2 - Estimativa dos benefícios totais do abastecimento d'água domiciliar urbano

RPGA		Quantitativos (habitantes) e DAP dos usuários "sem PERH-BA" (beneficiados com aumento do atendimento)				Quantitativos (habitantes) e DAP dos usuários "novos"			
Nº	Nome	2005	2010	2015	2020	2005	2010	2015	2020
I	Bacias do Extremo Sul	395.596	453.601	507.305	558.795	9.756	44.960	95.293	100.151
II	Bacias dos Rios Pardo e Jequitinhonha	487.296	541.916	590.213	629.802	5.133	5.585	41.127	43.225
III	Bacias do Leste	538.169	592.406	643.857	684.416			32.495	34.152
IV	Bacia do Rio de Contas	624.137	688.156	746.398	794.725	7.132	7.759	20.861	34.485
V	Bacias do Recôncavo Sul	472.105	524.732	571.421	609.920			39.974	42.013
VI	Bacias do Recôncavo Norte e Rio Inhambupe	3.543.888	3.906.281	4.188.280	4.450.293		120.711	128.763	139.811
VII	Bacia do Rio Paraguassu	1.073.823	1.191.029	1.293.908	1.375.841	6.730	7.322	71.445	77.835
VIII	Bacia do Rio Itapicuru	474.936	526.850	572.235	610.669		2.478	2.644	38.096
IX	Bacias dos Rios Real e Vaza-Barris	114.890	127.778	139.303	149.096			4.679	11.136
X	Bacias do Sub-médio São Francisco	251.680	277.790	300.660	320.258			5.862	14.635
XI	Bacia do Rio Salitre	18.745	20.902	22.897	24.440				1.952
XII	Lago de Sobradinho	99.319	110.142	119.636	127.492				7.640
XIII	Bacias dos Rios Verde e Jacaré	179.421	197.015	211.404	223.983				5.412
XIV	Bacias do Carnaíba de Dentro, Santo Onofre e Paramirim	157.265	173.627	187.928	199.592			2.003	9.550
XV	Calha do Médio São Francisco na Bahia	160.760	176.590	190.886	201.791				6.664
XVI	Bacia do Rio Grande	209.279	230.970	249.974	265.643			9.843	12.983
XVII	Bacia do Rio Corrente	73.369	81.633	88.853	94.790		4.359	4.649	6.454
TOTAIS DE USUÁRIOS (habitantes)		8.874.678	9.821.418	10.625.158	11.321.546	28.751	193.174	459.638	586.194
Benefícios unitários médios (DAP, em R\$/habitante/ano)		0,87	1,68	2,43	3,16	73,28	83,32	87,34	92,91
Benefícios totais (R\$ mil)		7.743	16.499	25.797	35.747	2.107	16.095	40.147	54.462

Com base em transformações algébricas análogas às que deram origem às **equações 2 e 3**, chega-se com relativa facilidade à conclusão que:

$$P = a \cdot (Q / Y^h)^{1/e} \quad (\text{eq. 8})$$

Como e tem, por definição, sinal negativo, esta fórmula pode ser re-escrita como:

$$P = a \cdot (Y^h / Q)^{1/|e|} \quad (\text{eq. 9})$$

Portanto, tal como antes afirmado, para um mesmo Q , P será maior ou menor conforme a renda (Y) aumente ou diminua, respectivamente. Um deslocamento para a esquerda da curva de demanda em face de um decréscimo de renda e o correspondente movimento de P é ilustrado na figura do **Gráfico 5.1-3**.

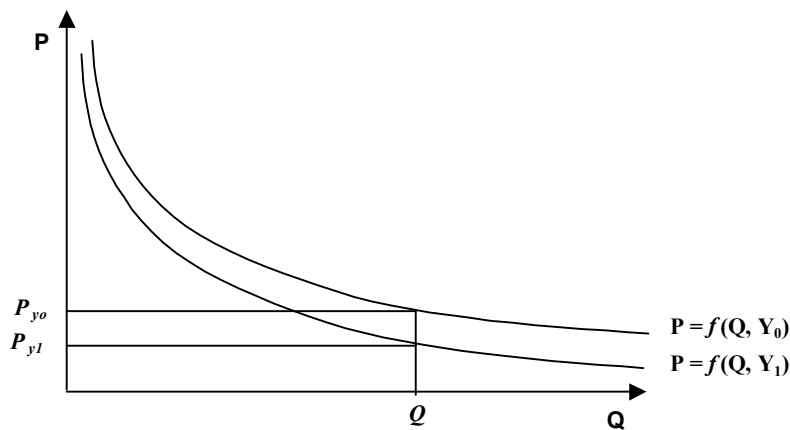


Gráfico 5.1.3 - Deslocamento da curva de demanda e ajuste do preço

É intuitivo depreender do **Gráfico 5.1-3** que, mantendo-se fixo o preço, o ajuste às novas condições de renda será feito mediante uma mudança na quantidade consumida, conforme ilustrado no **Gráfico 5.1-4**.

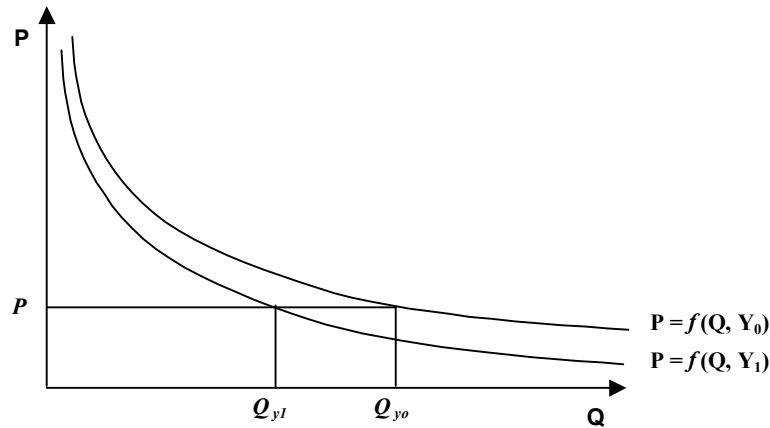


Gráfico 5.1.4 - Deslocamento da curva de demanda e ajuste no consumo

Os benefícios do PERH-BA para a população rural serão decorrentes de um aumento progressivo do seu consumo *per capita* de 80 ℓ /hab./dia para 100 ℓ /hab./dia, em média, em função das obras programadas para reforço da infra-estrutura hídrica destes habitantes. Visualmente, estes benefícios são tais como os ilustrados no **Gráfico 5.1-1**, portanto análogos aos da população urbana já atendida no cenário “com PERH-BA”. Mantendo-se a mesma elasticidade-preço, uma curva de demanda apropriada para estimativa dos benefícios unitários da população rural pode ser derivada fazendo-se o ajuste do coeficiente *a* da curva de demanda de tal maneira que, para um *P* constante qualquer, um novo Q_{y1} seja estabelecido de forma consistente com o diferencial de renda rural-urbano.

Para este ajuste, vale estabelecer inicialmente que, pela definição de elasticidade-renda:

$$Q_{y1} / Q_{y0} = (Y_1 / Y_0)^h, \text{ e portanto que}$$

$$Q_{y1} = (Y_1 / Y_0)^h \cdot Q_{y0} \quad (\text{eq. 10})$$

Finalmente, das **equações 6 e 10** depreende-se que:

$$a_{y1} = P / [(Y_1/Y_0)^h \cdot Q_{y0}]^{1/e} \quad (\text{eq. 11})$$

Os já citados estudos empreendidos pelo Banco do Nordeste recomendam a adoção de uma elasticidade-renda entre 0,21 (Nordeste semi-árido) e 0,24 (Nordeste



fora do semi-árido) para a região. Nas condições de variedade climática da Bahia e considerando a proximidade destes dois valores, trabalhou-se no presente estudo com um coeficiente h de 0,225 (média aritmética simples). No Quadro 5.1-3 são apresentados os parâmetros e cálculos intermediários, bem como os valores finais das estimativas dos benefícios do programa de reforço ao abastecimento rural do PERH-BA partindo-se de uma curva de demanda média estadual cujo parâmetro a foi estimado para e constante e um par ($P = R\$ 0,873/m^3$; $Q = 0,115 m^3/hab./dia$) formado pelas médias ponderadas do preço (pesos = consumos urbanos totais por RPGA) e do consumo (pesos = populações urbanas atendidas por RPGA) unitários urbanos atuais da água no Estado da Bahia.

Quadro 5.1.3 - Estimativa dos benefícios do abastecimento d'água domiciliar rural

Discriminação		2005	2010	2015	2020
Parâmetros da curva de demanda média urbana da Bahia	a_{yo}	0,0172			
	$1/e$	-1,818			
Renda familiar <i>per capita</i> 2000 (R\$/mês)	Urbana (Y_0)	208,3			
	Rural (Y_1)	61,9			
Elasticidade-renda da demanda		0,225			
Parâmetros da curva de demanda média rural da Bahia	a_{y1}	0,0105			
	$1/e$	-1,818			
Consumos unitários rurais ($m^3/hab./dia$)	sem PERH-BA	0,080			
	com PERH-BA	0,081	0,088	0,094	0,100
Benefícios unitários	(R\$/hab./dia)	0,0010	0,0076	0,0125	0,0169
	(R\$/hab./ano)	0,374	2,772	4,567	6,166
Populações rurais (habitantes)		4.330.911	4.220.594	4.101.719	3.978.359
Benefícios anuais totais (R\$ milhões)		1.620	11.699	18.733	24.531

5.1.2.3 Irrigação

5.1.2.3.1 Objetivos setoriais e identificação dos benefícios

Na maioria das RPGA estaduais, a expansão da área irrigada no ritmo previsível conforme as tendências recentes não enfrentará restrições de oferta hídrica, considerando as disponibilidades nos cursos d'água e as demandas dos demais setores usuários. Em algumas RPGA onde se prevê que esta restrição venha a ocorrer, obras de aumento da oferta (barragens de regularização) foram programadas para eliminá-las. Em todas as RPGA, é esperado que os programas de fomento propostos resultem em mudanças progressivas nos planos de cultivo e nos métodos de irrigação, racionalizando o

consumo de água e aumentando os rendimentos econômicos unitários mediante a exploração de culturas mais rentáveis. Assim, os benefícios econômicos do plano podem ser definidos como a soma de dois diferenciais do cenário "com PERH-BA" em relação ao cenário tendencial (ou "sem PERH-BA"): a viabilização do alcance do potencial de ampliação da área irrigada em regiões críticas; e o aumento da eficiência econômica das lavouras irrigadas conforme as vocações e potencialidades regionais.

No **Quadro 5.1-4**, observa-se que até 2020 se programa alcançar, mediante uma mudança progressiva nos padrões de cultivo nas novas áreas irrigadas, um aumento das proporções de culturas semi-perenes e perenes, com a consequente redução da participação proporcional das forrageiras irrigadas. Maiores detalhes da evolução progressiva (a cada 5 anos) prevista destas composições de culturas, segundo as RPGA, são apresentados no **Anexo 4.I, Tabelas 4.Ia, 4.Ic, 4.Ie e 4.Ig**.

Quadro 5.1.4 - Metas de desenvolvimento da agricultura irrigada no PERH-BA: planos de cultivo

(%)

Grupos	Culturas representativas	Distribuição atual (2000)	Previsão 2020	
			Sem PERH-BA	Com PERH-BA
Olerícolas	Tomate, cebola e melancia	13,8	14,4	13,8
Semi-perenes	Banana e mamão	5,1	5,0	13,9
Perenes	Coco, cacau, uva, manga e café	12,6	11,8	25,5
Grãos	Feijão e milho	32,0	32,2	31,9
Forrageiras	Cana	36,5	36,7	15,0

As previsões de superfícies totais irrigadas segundo os cenários "sem PERH-BA" e "com PERH-BA" podem ser vistas nos **Quadros 5.1-5 e 5.1-6**, adiante. Como se observa nestes quadros, 83% do acréscimo de áreas proporcionado pelo plano está localizado em duas RPGAs - Rio de Contas e Verde/Jacaré, sendo que a primeira responde, isoladamente, por 69% deste diferencial. Vê-se, portanto, que os benefícios do plano derivados do aumento da oferta hídrica para eliminação de restrições ao desenvolvimento da irrigação estarão concentrados em poucas RPGAs.

Quadro 5.1.5 - Metas de superfície de desenvolvimento da agricultura irrigada por RPGA: cenário

"sem PERH-BA"

RPGA		Área irrigada 1995 (ha)	Crescimento médio 1995-2020 (% a.a.)	Área Irrigada prevista (ha)				
Nº	Nome			2000	2005	2010	2015	2020
I	Extremo Sul	12.975	3,87%	15.500	18.516	24.044	28.348	33.490
II	Rios Pardo e Jequitinhonha	3.384	6,37%	4.043	4.829	5.769	10.492	15.833
III	Bacias Leste	2.697	3,62%	3.221	3.848	4.597	5.491	6.560
IV	Rio de Contas	25.182	0,56%	25.791	26.464	27.210	28.035	28.950
V	Recôncavo Sul	5.115	2,11%	5.678	6.302	6.996	7.766	8.620
VI	Recôncavo Norte e Inhambupe	10.760	3,46%	12.742	15.098	17.897	21.225	25.183
VII	Rio Paraguaçu	20.523	6,61%	24.469	36.774	54.384	85.622	101.596
VIII	Rio Itapicuru	3.222	6,40%	3.505	8.841	14.426	14.791	15.189
IX	Rios Vaza-Barris e Real	2.199	1,71%	2.394	2.605	2.836	3.087	3.360
X	Submédio São Francisco	34.959	4,81%	40.922	66.595	87.766	101.919	113.115
XI	Rio Salitre	6.617	2,43%	7.396	8.305	9.367	10.607	12.055
XII	Lago do Sobradinho	8.630	6,80%	10.161	12.164	19.288	31.790	44.737
XIII	Rios Verde e Jacaré	6.461	0,67%	6.677	6.901	7.134	7.376	7.629
XIV	Rios Carnaíba de Dentro, Paramirim e Santo Onofre	5.789	0,92%	6.043	6.316	6.611	6.929	7.272
XV	Calha do Médio São Francisco na Bahia	31.253	5,96%	34.218	54.850	84.428	114.943	132.886
XVI	Rio Grande	51.755	3,76%	62.245	74.860	90.033	108.281	130.227
XVII	Rio Corrente	34.247	3,84%	40.263	55.337	66.653	76.431	87.926
Total do Estado		265.767	4,37%	305.267	408.607	529.438	663.134	774.629

Quadro 5.1-6 - Metas de superfície de desenvolvimento da agricultura irrigada por RPGA: cenário "com PERH-BA"

RPGA		Área irrigada 1995 (ha)	Crescimento médio 1995-2020 (% a.a.)	Área Irrigada prevista (ha)				
Nº	Nome			2000	2005	2010	2015	2020
I	Extremo Sul	12.975	3,87%	15.500	18.516	24.044	28.348	33.490
II	Rios Pardo e Jequitinhonha	3.384	6,37%	4.043	4.829	5.769	10.492	15.833
III	Bacias Leste	2.697	3,62%	3.221	3.848	4.597	5.491	6.560
IV	Rio de Contas	25.182	3,46%	25.791	32.366	41.153	49.944	58.954
V	Recôncavo Sul	5.115	2,11%	5.678	6.302	6.996	7.766	8.620
VI	Recôncavo Norte e Inhambupe	10.760	3,58%	12.742	15.295	18.237	21.743	25.924
VII	Rio Paraguaçu	20.523	6,61%	24.469	36.774	54.384	85.622	101.596
VIII	Rio Itapicuru	3.222	6,40%	3.505	8.844	14.432	14.800	15.200
IX	Rios Vaza-Barris e Real	2.199	3,63%	2.394	4.605	4.836	5.087	5.360
X	Submédio São Francisco	34.959	4,81%	40.922	66.595	87.766	101.919	113.115
XI	Rio Salitre	6.617	3,20%	7.396	9.067	10.614	12.425	14.544
XII	Lago do Sobradinho	8.630	6,80%	10.161	12.164	19.288	31.790	44.737
XIII	Rios Verde e Jacaré	6.461	3,16%	6.677	8.819	10.304	12.038	14.064
XIV	Rios Carnaíba de Dentro, Paramirim e Santo Onofre	5.789	1,94%	6.043	7.015	7.723	8.502	9.359
XV	Calha do Médio São Francisco na Bahia	31.253	5,96%	34.218	54.852	84.431	114.947	132.892
XVI	Rio Grande	51.755	3,76%	62.245	74.860	90.033	108.281	130.227
XVII	Rio Corrente	34.247	3,84%	40.263	55.337	66.653	76.431	87.926
Total do Estado		265.767	4,60%	305.267	420.091	551.259	695.624	818.401

5.1.2.3.2 Bases metodológicas

Os benefícios do setor hidroagrícola decorrentes da implementação do PERH-BA serão mensurados como o diferencial entre a disposição a pagar (DAP) pela água necessária para irrigar certas quantidades de hectares "com plano" e "sem plano". Estas DAP serão expressas, analogamente ao procedimento descrito para os consumidores domiciliares, como áreas sob curvas de demanda marshallianas (ou ordinárias).

Porém há diferenças importantes na modelagem aqui adotada em relação à utilizada no caso dos consumidores residenciais:

- por exigências metodológicas, são utilizadas para os usuários-irrigantes funções de demanda retilíneas, ao invés das curvilíneas adotadas para os usuários domiciliares;
- as curvas de demanda relativas aos irrigantes expressam diretamente a "demanda de mercado", ou seja, o comportamento do conjunto dos usuários, diferentemente dos consumidores domiciliares, cuja relação consumo-preço básica foi representada por funções de demanda individuais;

- por fim, como as áreas e os planos de cultivo projetados mudam ao longo do tempo, alterando as superfícies exploradas e, conseqüentemente, os resultados econômicos unitários (por hectare) médios, são utilizadas para os irrigantes curvas de demanda agregada “sem plano” e “com plano” diferenciadas segundo os patamares temporais de planejamento (a cada 5 anos entre 2005 e 2020, no caso do PERH-BA).

Para determinação deste conjunto de funções de demanda ordinárias agregadas, seguiu-se em linhas gerais a metodologia proposta por Carrera Fernandez (*in* Carrera Fernandez, 1996), ou seja, a determinação desta função a partir de outra categoria de função, a de “demanda tudo ou nada”. A função de demanda “tudo ou nada” expressa - para cada patamar agregado (soma da demanda de todos os usuários) de uso da água - o preço unitário (preço de reserva) que, em média, os irrigantes estariam dispostos a pagar de modo tornar o uso e o não-uso indiferentes em termos econômicos. Desta, é obtida a função de ganhos da comunidade, que representa o ganho conjunto de todos os usuários quando é possível irrigar x hectares (ou usar x m³ de água). Já a curva de demanda ordinária é calculada como a derivada primeira da função de ganhos da comunidade, expressando portanto os acréscimos de valor (benefícios marginais) proporcionados pelo aumento do uso em uma unidade em cada patamar de uso x .

A demanda “tudo ou nada”, que também pode ser denominada “função de benefícios médios”, é inicialmente estimada, conforme se verá em maiores detalhes adiante, como a reta que passa por dois pontos (em um espaço cartesiano) dados por combinações de preços de reserva (por unidade de uso) com quantidades de uso associadas, tendo a forma clássica de uma equação de reta:

$$pr_{jn} = a + b x_{jn} \quad (\text{eq. 11}), \text{ onde}$$

pr_{jn} = preço de reserva, no cenário j e no ano n , para cada patamar de x

a = constante da reta

b = coeficiente angular, ou fator linear de mudança de p para cada variação de x

x_{jn} = quantidades de uso no cenário j e no ano n

O ganho do conjunto dos irrigantes (função de benefícios totais) quando x unidades de uso são possíveis ao preço pr , portanto, é:

$$Pr_{jn} \cdot x_{jn} = a x_{jn} + b x_{jn}^2 \quad (\text{eq. 12})$$

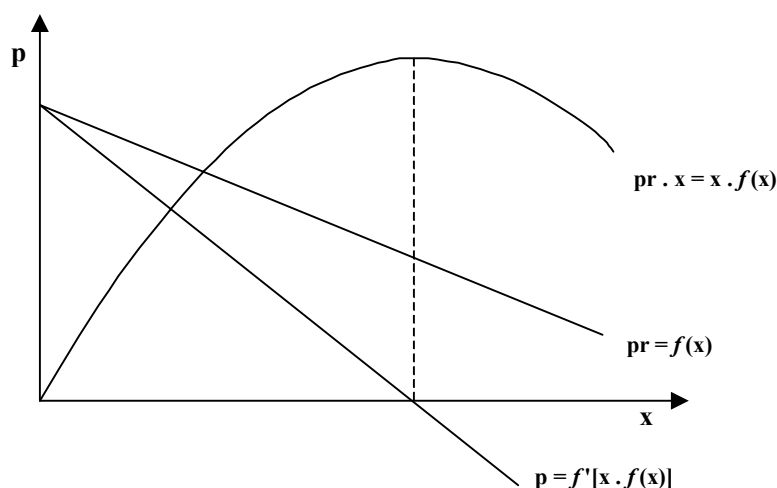
A função de demanda ordinária é então obtida diferenciando-se a **equação 12** em relação a x , o que resulta em:

$$p_{jn} = a + 2b x_{jn} \quad (\text{eq. 13}), \text{ onde a variável ainda não definida é}$$

p_{jn} = benefício marginal do uso no cenário j e no ano n para os diferentes patamares de x_{jn} .

No **Gráfico 5.1-5**, em que a relação entre estas três funções pode ser visualizada, observa-se que a função de benefícios totais tem a forma clássica de uma parábola do segundo grau ($ax + bx^2$), atingindo o valor máximo onde sua derivada primeira – a função de demanda marshalliana (ou ordinária) – é nula, já que a partir deste ponto, com benefícios marginais negativos, tem-se benefícios totais decrescentes. A curva de demanda “tudo ou nada”, por sua vez, segue trajetória acima da função de demanda ordinária, representando – a cada patamar de uso x – o benefício unitário médio de todos os usuários em atividade até este patamar.

Gráfico 5.1.5 - Funções de demanda - "tudo ou nada" e ordinária - e unção de benefícios totais dos irrigantes



Nas estimativas de benefícios aqui desenvolvidas, pretende-se “capturar” efeitos futuros de mudanças nos padrões tecnológicos e econômicos dos irrigantes, que alterarão a estrutura atual da renda das lavouras irrigadas. Na medida em que tais efeitos futuros não são expressos por sinais diretos de mercado atuais (como os diferenciais entre os preços das terras irrigadas e de sequeiro utilizados como “proxies” de diferenciais de renda proporcionados pela irrigação no já mencionado trabalho de Carrera Fernandez), trabalhou-se com funções de demanda obtidas mediante medidas indiretas de renda, baseadas em estimativas de rendimentos teóricos (porém validados pela experiência) proporcionados pela irrigação de cada unidade de área. Com maior rigor formal, pode-se dizer que o método aqui utilizado baseia-se em *preferências presumidas*, e não em *preferências reveladas* por sinais diretos dos mercados, como – mais uma vez – os “emitidos” pelos preços praticados na compra e venda de terras. Para uma associação mais simples e imediata entre benefícios e superfícies exploradas, optou-se ainda por utilizar como unidade quantitativa de uso (x) a área irrigada³, já que os cálculos de rendimentos econômicos líquidos unitários são feitos por hectare.

Os dois pontos utilizados para definir a função de benefícios médios (demanda “tudo ou nada”) são, para cada cenário, RPGA e horizonte de tempo:

³ No trabalho de Carrera Fernandez, voltado para o estudo de propostas para uma política de cobrança pelo uso dos recursos hídricos, a unidade foi a quantidade de água consumida. Como as duas unidades – quantidade de água e superfície irrigada – são diretamente conversíveis entre si mediante o uso de consumos específicos (m^3/ha), a escolha entre ambas depende apenas das conveniências do processo de cálculo.



- (pr100, x100), sendo pr100 o benefício líquido unitário médio (preço de reserva) de todos os usuários considerando a irrigação de x100 hectares, sendo x100 = 100% da área irrigada prevista; e
- (pr30, x30), em que pr30 é o benefício líquido unitário médio dos irrigantes considerando a irrigação de x30 hectares, sendo x30 = 30% da área irrigada prevista⁴, distribuídos entre as culturas mais rentáveis obedecendo à ordem de sua rentabilidade líquida (simulação do que ocorreria na hipótese de uma restrição de oferta hídrica e uma conseqüente negociação da água, o que preservaria prioritariamente as culturas com maior capacidade de pagamento).

Os benefícios líquidos unitários médios (**pr**) são o resultado econômico líquido da exploração das áreas irrigadas em uma determinada estrutura produtiva (definida por um ano-horizonte, um cenário de desenvolvimento – com plano / sem plano e uma situação de oferta hídrica – x₁₀₀ ou x₃₀). Uma compreensão mais detalhada da formação destes benefícios será oferecida através do detalhamento adiante apresentado dos procedimentos de cálculo, mas por enquanto estes valores já podem ser genericamente definidos como:

$$\text{Bunit}_{\text{med}} = \{ [\sum (M_i \cdot S_i)] / \sum S_i \} - \{ [\sum (\text{Cen}_{\text{im}} \cdot S_i)] / \sum S_i \} - \{ [\sum (\text{Cfix}_{\text{med}, m} \cdot S_m)] / S_m \} \quad (\text{eq. 14}), \quad \text{onde}$$

$\text{Bunit}_{\text{med}}$ = benefício líquido unitário (por hectare) médio da exploração do conjunto das áreas irrigadas em uma dada estrutura produtiva;

M_i = margem líquida unitária (valor da produção menos custos agrícolas diretos – mão-de-obra, insumos e mecanização) da cultura **i**;

S_i = superfície irrigada da cultura **i** em uma dada estrutura produtiva;

Cen_{im} = custo de energia da cultura **i** na RPGA **m**;

$\text{Cfix}_{\text{med}, m}$ = custo fixo unitário médio da irrigação na RPGA **m** em uma dada estrutura produtiva, composto pelos custos fixos anuais de capital, operação / manutenção e desenvolvimento técnico-institucional.

⁴ Simulações com diferentes percentuais demonstraram que estes resultariam em pontos diferentes sobre a mesma reta, não alterando portanto a estrutura das curvas de demanda.

S_m = superfície irrigada na RPGA **m** em uma dada estrutura produtiva;

Obtidos os pontos ($pr_{100, 30}$; $x_{100, 30}$) - para os cenários “com plano” e “sem plano”, por ano-horizonte, são então diretamente determinadas as funções de demanda “tudo ou nada” correspondentes e, a partir destas, as funções de demanda ordinárias conforme a seqüência metodológica antes descrita. Os benefícios incrementais serão, então, os acréscimos de benefícios totais proporcionados pela implementação do PERH-BA, medidos pela diferença entre as áreas sob as funções de demanda ordinárias (ou funções de benefícios marginais) relativas aos cenários “sem plano” e “com plano”. Este diferencial resultará da combinação dos efeitos econômicos das mudanças previstas na estrutura produtiva com o aumento da área irrigada (área sombreada do **Gráfico 5.1-6**), podendo ser assim definido em termos matemáticos:

$$B_{incr} = \int_0^{x_{cp}} f' [x_{cp} \cdot f(x_{cp})] - \int_0^{x_{sp}} f' [x_{sp} \cdot f(x_{sp})] \quad (\text{eq. 15}), \quad \text{o que é idêntico}^5 \text{ a}$$

$$B_{incr} = [x_{cp} \cdot f(x_{cp})] - [x_{sp} \cdot f(x_{sp})] \quad (\text{eq. 16}), \text{ onde}$$

B_{incr} = benefício líquido incremental do PERH-BA em um determinado ano-horizonte;

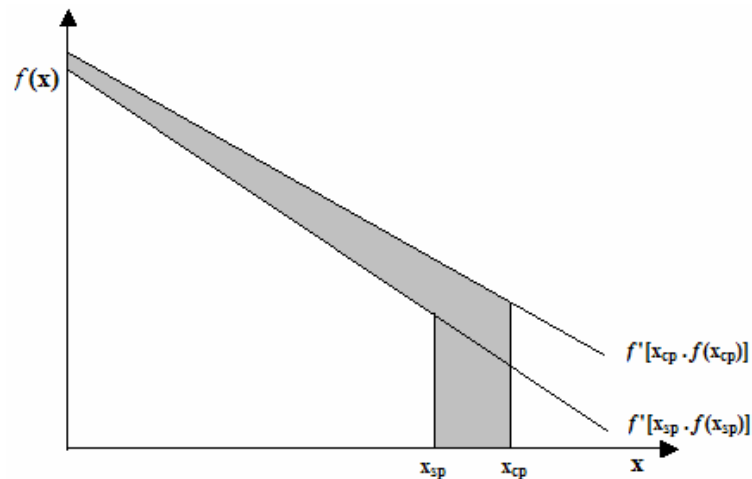
$x_{cp} \cdot f(x_{cp})$ = valor da função de benefícios líquidos totais “com plano” para x_{cp} unidades de uso (hectares irrigados); e

$x_{sp} \cdot f(x_{sp})$ = valor da função de benefícios líquidos totais “sem plano” para x_{sp} unidades de uso (hectares irrigados).

⁵ Já que a integração é o processo inverso da diferenciação.



Gráfico 5.1.6 - Curvas de demanda "com plano" / "sem plano" e benefícios incrementais do PERH-BA



5.1.2.3.3 Parâmetros, cálculos intermediários e resultados

No **Quadro 5.1-7** pode ser observada – em ordem de rentabilidade - a formação das margens líquidas anuais unitárias (por hectare) das culturas representativas adotadas para estimativa dos benefícios do PERH-BA. De modo a levar em conta a possibilidade de colheita de mais de uma safra por ano com o uso da irrigação, considerou-se uma intensidade de cultivo média de 1,5 safras-ano para as culturas temporárias. No caso das culturas perenes e semi-perenes, os valores anuais médios refletem anuidades constantes que formam séries equivalentes, em valores presentes, aos fluxos efetivamente previstos de custos e receitas - que variam no tempo durante os ciclos das culturas.

Quadro 5.1.7 - Parâmetros agroeconômicos das culturas irrigadas

(preços médios de 2003)

Culturas	Preço unitário (R\$/t)	Produtividade por safra (t/ha)	Receita por safra (R\$/ha)	Custo de produção por safra (R\$/ha)	Margem líquida por safra (R\$/ha)	Intensidade de cultivo (safra/ano)	Margem líquida anual (R\$/ha)
Tomate	320	40,00	12.800,00	3.625,14	9.174,86	1,50	13.762,29
Cebola	420	20,00	8.400,00	3.338,76	5.061,24	1,50	7.591,86
Coco*	110	58,70	6.456,74	2.223,88	4.232,86	1,00	4.232,86
Banana*	220	33,81	7.437,72	3.258,74	4.178,98	1,00	4.178,98
Mamão*	340	20,92	7.111,47	3.117,56	3.993,90	1,00	3.993,90
Melancia	140	30,00	4.200,00	1.671,63	2.528,37	1,50	3.792,56
Cacau*	6.000	0,77	4.624,51	1.610,60	3.013,90	1,00	3.013,90
Uva*	690	15,06	10.393,17	7.912,47	2.480,70	1,00	2.480,70
Manga*	470	11,10	5.216,10	2.799,50	2.416,60	1,00	2.416,60
Café*	5.700	1,15	6.546,23	4.434,39	2.111,84	1,00	2.111,84
Feijão	920	2,40	2.208,00	820,80	1.387,20	1,50	2.080,80
Milho	370	6,00	2.220,00	1.029,00	1.191,00	1,50	1.786,50
Cana*	17	124,87	2.122,72	1.219,60	903,12	1,00	903,12

Obs.: * produtividades e custos em equivalentes anuais constantes dos fluxos de valores ao longo dos ciclos das culturas.

Fonte: acervo de estudos/projetos e banco de dados do Consórcio BRLi-Magna.

Em seguida, nos **Quadros 5.1-8** e **5.1-9**, são apresentadas as distribuições por cultura das áreas irrigadas previstas - nos cenários "com plano" / "sem plano" e para os dois diferentes níveis de disponibilidade hídrica considerados (100% e 30%), obtidas mediante agregação para o Estado da Bahia como um todo das distribuições indicadas no **Anexo 4.I - tabelas 4.Ia a 4.Ih** – segundo as RPGA (e portanto consistentes com as vocações e potencialidades regionais).

Logo após, no **Quadro 5.1-10**, demonstra-se finalmente a formação dos benefícios incrementais do componente hidroagrícola do PERH-BA. Este quadro é composto de quatro blocos horizontais superpostos. Nos dois superiores é demonstrada a obtenção dos pares de pontos com base nos quais são determinadas, para cada cenário (com e sem PERH-BA) e ano-horizonte, as funções de demanda "tudo ou nada" (ou de benefícios médios): $(pr_{100}; x_{100})$ e $(pr_{30}; x_{30})$, sendo os **pr** dados pelos benefícios unitários médios (linhas **F**) e os **x** pelas superfícies irrigadas totais projetadas (linhas **B**). A respeito dos cálculos dos valores que compõem estes dois primeiros blocos, cabem os seguintes esclarecimentos:

- as margens agrícolas líquidas totais (linhas **A**) são obtidas como produtos do vetor de margens líquidas por cultura (última coluna do **Quadro 5.1-7**) pelos vetores de áreas cultivadas totais (**Anexo 4.I, tabelas 4.Ia a 4.Ih**) correspondentes a cada caso (com plano / sem plano, água disponível = 100% ou 30%, ano 2005, 2010, etc.);

Quadro 5.1-8 - Áreas irrigadas por cultura representativa, segundo a água disponível: cenário "sem PERH-BA"

(hectares)

Culturas	2005		2010		2015		2020	
	Para 100% da área	Para 30% da área	Para 100% da área	Para 30% da área	Para 100% da área	Para 30% da área	Para 100% da área	Para 30% da área
Tomate	9.923	9.923	12.939	12.939	15.958	15.958	17.645	17.645
Cebola	32.544	32.544	42.812	42.812	54.163	54.163	63.116	63.116
Coco	2.936	2.936	4.237	4.237	5.788	5.788	7.268	7.268
Banana	10.882	10.740	14.483	14.361	18.828	18.731	22.063	21.981
Mamão	9.321	9.300	11.604	11.582	13.897	13.873	16.467	16.449
Melancia	16.477	7.915	21.922	10.794	26.478	13.551	30.451	15.971
Cacau	8.896	2.691	10.115	3.120	11.255	3.606	12.505	4.145
Uva	1.813	20	2.670	436	3.853	1.521	5.226	3.065
Manga	8.515	5.000	11.565	6.422	15.598	8.122	19.637	9.750
Café	25.854	17.437	31.777	21.689	40.671	28.369	46.825	34.306
Feijão	73.525	21.058	94.197	26.987	115.589	31.314	132.773	34.189
Milho	57.652	104	76.352	121	97.446	140	116.615	161
Cana	150.269	2.914	194.764	3.332	243.611	3.805	284.039	4.341
Totais	408.607	122.582	529.438	158.831	663.134	198.940	774.629	232.389

Fontes: Anexo 2, quadros 2a a 2h.

Quadro 5.1-9 - Áreas irrigadas por cultura representativa, segundo a água disponível: cenário "com PERH-BA"

(hectares)

Culturas	2005		2010		2015		2020	
	Para 100% da área	Para 30% da área	Para 100% da área	Para 30% da área	Para 100% da área	Para 30% da área	Para 100% da área	Para 30% da área
Tomate	9.705	9.705	11.996	11.996	13.878	13.878	14.407	14.407
Cebola	34.838	34.838	47.434	47.434	61.667	61.667	74.623	74.623
Coco	5.445	5.445	10.868	10.868	18.217	18.217	26.472	26.472
Banana	20.186	19.987	38.758	38.464	64.337	62.898	93.094	87.169
Mamão	9.818	9.736	12.932	12.782	16.452	15.457	20.311	18.066
Melancia	15.594	5.757	19.495	5.299	22.046	5.695	23.748	4.473
Cacau	9.546	2.937	11.976	3.997	14.569	3.463	17.582	1.358
Uva	3.464	49	6.938	96	11.210	131	16.074	312
Manga	14.013	7.807	26.172	13.058	42.644	15.750	60.787	7.854
Café	31.073	15.083	45.087	12.723	88.955	4.981	87.467	5.646
Feijão	75.929	13.651	98.252	8.662	121.219	6.551	139.983	5.140
Milho	59.079	156	78.755		100.706		120.972	
Cana	131.400	875	142.596		141.823		122.881	
Totais	420.091	126.027	551.259	165.378	717.723	208.687	818.401	245.520

Fontes: Anexo 2, quadros 2a a 2h.

- os custos médios de energia "com PERH-BA" (linhas **D**, colunas **CP**) são médias ponderadas obtidas somando-se o produto da matriz de custos unitários de energia "sem PERH-BA" (**Anexo 4.I, tabela 4.Ii**) pela matriz de áreas por cultura atuais (ano 2000) com os produtos, conforme o caso, da matriz de custos unitários "com PERH-BA" (**Anexo 4.I, tabela 4.Ij**) pelas matrizes de áreas adicionais irrigadas no cenário "com PERH-BA" correspondentes a cada ano-horizonte (diferenças entre as matrizes de cada ano e a de 2000) ;
- os custos médios de energia "sem PERH-BA" (linhas **D**, colunas **SP**) são sempre os produtos das matrizes de áreas cultivadas totais "sem PERH-BA" pela matriz de custos unitários de energia deste mesmo cenário (**Anexo 4.I, tabela 4.Ii**);
- no cenário com plano (colunas **CP**) é sempre considerado nos custos fixos (linhas **E**) um valor de R\$ 170/ha/ano, a título de gasto privado com

o desenvolvimento tecnológico e associativo dos irrigantes, considerado necessário para viabilizar – complementarmente ao esforço institucional já incluído no custo do programa geral dirigido ao setor nas propostas do PERH-BA – a transformação produtiva projetada; este valor unitário foi estabelecido com base em um programa análogo anteriormente desenvolvido por atuais membros da equipe do consórcio, cuja estrutura de custos simplificada é apresentada no **Anexo 4.I, tabela 4.Ik**;

- ainda no cenário com plano, os demais custos fixos anuais (investimentos anualizados e operação/manutenção) que complementam os valores das linhas **E** (colunas **CP**) são obtidos com enfoque análogo ao descrito para os custos de energia no mesmo cenário, ou seja, considerando-se os custos constantes e iguais – em termos unitários - aos do cenário “sem plano” para a área irrigada atual (no ano-base de 2000) e adotando-se os custos que refletem as novas tecnologias de irrigação propostas para as superfícies adicionais cultivadas de 2000 até cada um dos patamares temporais (2005, 2010...); os valores unitários básicos utilizados podem ser observados no **Anexo 4.I, tabela 4.II**, e as médias projetadas para cada ano-horizonte - levando-se em conta a evolução progressiva das superfícies irrigadas segundo as RPGA e as decorrentes mudanças na composição média das áreas para o estado como um todo - são apresentadas no **Anexo 4.I, tabela 4.Im**;
- os custos fixos “sem plano” (linhas **E**, colunas **SP**) são projetados (**Anexo 4.I, tabela 4.In**) com base em valores unitários constantes (**Anexo 4.I, tabela 4.II**) mas variando-se a composição das superfícies irrigadas estaduais com base no desenvolvimento programado por RPGA;

Nas duas primeiras linhas do terceiro bloco (Coeficientes das funções de demanda) aparecem indicados os coeficientes **a** e **b** das funções de demanda “tudo ou nada” (benefícios médios) para o Estado da Bahia, segundo todos os cenários e horizontes temporais, calculados com base nos pares de pontos (pr ; x) cuja determinação é descrita nos dois blocos precedentes. A seguir, na terceira e na quarta linha, vê-se os coeficientes das funções de demanda ordinárias (benefícios marginais) utilizadas nas estimativas de benefícios apresentadas no quarto e último bloco para as situações “com plano”, “sem plano” e, finalmente, a “com plano menos sem plano” - que corresponde aos

benefícios líquidos incrementais associados à implantação do PERH-BA ao longo do tempo (2005, 2010, etc.). Na última linha do **Quadro 5.1-10** são apresentados os valores unitários (R\$/ha/ano) dos benefícios incrementais projetados, que crescem de R\$ 101 em 2005 até R\$ 413 em 2020.

5.1.2.4 Saneamento Ambiental

5.1.2.4.1 Benefícios, beneficiários e métodos de valoração

Os programas de saneamento ambiental do PERH-BA incluem ações nas áreas de: coleta, afastamento e tratamento de esgotos urbanos; e coleta, transporte, reciclagem e disposição final de resíduos sólidos urbanos (lixo). Os principais benefícios destes programas e seus beneficiários podem ser qualitativamente assim resumidos:

Ações	Benefícios	Beneficiários
Coleta e afastamento de esgotos urbanos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ eliminação do contato com esgotos a céu aberto em áreas residenciais e conseqüente melhoria das condições de salubridade; ▪ redução da poluição visual e olfativa; ▪ valorização dos imóveis urbanos; e ▪ incentivo ao turismo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ moradores das áreas urbanas atendidas; ▪ proprietários dos imóveis situados nas áreas urbanas atendidas; e ▪ economia e mercado de trabalho das cidades atendidas.
Coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ eliminação do lixo lançado a céu aberto em áreas residenciais e conseqüente melhoria das condições de salubridade; ▪ redução da poluição visual e olfativa; ▪ valorização dos imóveis urbanos; e ▪ incentivo ao turismo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ moradores das áreas urbanas atendidas; ▪ proprietários dos imóveis situados nas áreas urbanas atendidas; e ▪ economia e mercado de trabalho das cidades atendidas.
Tratamento de esgotos urbanos e disposição final adequada do lixo urbano coletado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ melhoria das condições de uso recreativo das águas pelas populações locais mediante a despoluição de rios e praias; ▪ diminuição da incidência de doenças decorrentes de recreação aquática de contato; ▪ eliminação de focos de doenças em "lixões"; ▪ redução potencial dos custos de tratamento da água em captações a jusante dos atuais lançamentos; ▪ incentivo ao turismo, em especial o diretamente relacionado com os recursos hídricos; ▪ melhoria das condições ambientais de suporte à fauna aquática; e ▪ favorecimento dos estoques pesqueiros. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ usuários recreativos das águas de rios e praias residentes nas cidades atendidas e nas suas proximidades; ▪ moradores das proximidades dos "lixões"; ▪ companhias estadual e municipais de abastecimento de água; ▪ economia e mercado de trabalho das cidades atendidas, principalmente as que tenham potencial turístico ligado ao uso recreativo das águas; ▪ biodiversidade aquática nas proximidades das cidades; e ▪ comunidades de pescadores.
Coleta seletiva e reciclagem de lixo urbano	<ul style="list-style-type: none"> ▪ economia de matérias-primas minerais finitas; ▪ economia de energia; ▪ diminuição do lançamento na natureza de materiais de longo tempo de decomposição; ▪ redução do lixo urbano transportado e aumento da vida útil de aterros de lixo urbano; e ▪ incentivo à participação social e à cidadania através das práticas de coleta seletiva. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ futuras gerações; ▪ usuários dos recursos naturais e econômicos poupados na produção de energia; ▪ qualidade do ambiente natural nas cidades beneficiadas; ▪ administrações municipais e; ▪ comunidades urbanas do Estado da Bahia.

Para monetarização da maior parcela possível destes benefícios, adotou-se as seguintes estratégias de valoração:

Ações / benefícios	Métodos (cf. Motta, 1998)	Observações
<ul style="list-style-type: none"> ▪ melhoria da qualidade ambiental de áreas urbanas através da coleta e do afastamento de esgotos; ▪ melhoria da qualidade ambiental de áreas urbanas através da coleta e do transporte de lixo; e ▪ despoluição de praias através do tratamento dos esgotos e da disposição final adequada do lixo coletado. 	<p>Valoração contingente (MVC) com transferência de funções mediante adaptação de resultados de outro estudo.</p>	<p>Adaptações com base nas variáveis e coeficientes dos modelos matemáticos de avaliação da disposição a pagar (DAP) construídos para o Projeto Bahia Azul a partir de pesquisas domiciliares realizadas junto aos beneficiários.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Despoluição de rios através do tratamento dos esgotos e da disposição final adequada do lixo coletado. 	<p>Método de mercado de bens substitutos - variante "custos de controle", com valoração a partir de gastos alternativos para evitar o dano ambiental.</p>	<p>Estimativa do custo médio da água em barragens alternativas capazes de tornar disponíveis nos rios as vazões de diluição reduzidas pelas ETEs⁶ e aterros sanitários previstos.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Melhoria da qualidade ambiental através da coleta seletiva e reciclagem de lixo urbano. 	<p>Método de mercado de bens substitutos - variante "custos evitados", com valoração a partir de economias de recursos para a sociedade.</p>	<p>Estimativa do valor de mercado dos materiais recuperáveis mediante reciclagem do lixo.</p>

5.1.2.4.2 Redes de esgotos, coleta de lixo e despoluição de praias

a) Bases metodológicas

Os estudos de valoração contingente realizados para o "Programa de saneamento ambiental de Salvador e cidades do entorno da Baía de Todos os Santos" (Projeto Bahia Azul) foram baseados em pesquisas voltadas para a monetarização de benefícios decorrentes do objetivo de "*melhorar a qualidade e o nível dos serviços oferecidos à população local, incentivando o bem-estar e melhorando a qualidade de vida da cidade e de seus habitantes.*" Estas pesquisas foram desenhadas tendo em vistas estimar os benefícios de três componentes do programa: esgotos sanitários, resíduos sólidos e despoluição de praias. Os benefícios e beneficiários identificados naquele

⁶ Estações de tratamento de esgotos.



trabalho cobrem parte expressiva dos visualizados para o PERH-BA (indicados na seção precedente), conforme demonstram os seguintes trechos dele extraídos:

- “... um dos principais problemas detectados pela falta de saneamento básico é a contaminação hídrica por grande parte da população, refletindo em manifestações altíssimas de doenças endêmicas diretamente relacionadas ao baixo padrão de salubridade ambiental e de saneamento básico”;
- “Esta contaminação tem sua origem nas numerosas descargas da rede de esgoto sanitário e pluvial nas praias das cidades, acarretando altos níveis de contaminação, que representam um grave risco para a saúde dos usuários das praias.”;
- “... uma praia contaminada afeta negativamente o bem-estar da população local, bem como acarreta um impacto negativo sobre as operações de turismo...”;
- “O lixo é jogado nas ruas, valas, terrenos baldios, mangues, acarretando a proliferação de insetos, causando mau cheiro e aspecto desfavorável para os bairros, além... focos de doenças para a população.”;
- “... o principal benefício da implantação do projeto de Resíduos Sólidos é a melhoria da qualidade de vida e saúde da população ... tornando as áreas mais valorizadas comercialmente e a cidade mais limpa e agradável para se viver.”

Há portanto fundamento - no que se refere à homogeneidade qualitativa entre as bases conceituais dos benefícios do PERH-BA e as questões de fundo que nortearam os processos de planejamento e execução da pesquisa de campo que produziu as informações daquele estudo - para a validação da transferência de funções na valoração contingente dos benefícios do plano mediante a utilização daqueles dados.

Um modelo LOGIT foi utilizado naquele estudo para representar as distribuições de probabilidade de aceitação dos valores de disposição a pagar (DAP) por parte dos entrevistados nas pesquisas setoriais (esgoto, lixo e despoluição de praias) específicas empreendidas. Na modelagem adotada, a decisão dos entrevistados em aceitar ou não os valores DAP sugeridos nas entrevistas foi correlacionada, mediante



regressão múltipla, com outras variáveis socioeconômicas, de modo a isolar a influência da grandeza monetária da DAP nas escolhas individuais e, conseqüentemente, na formação da distribuição de probabilidades cuja mediana é a DAP que se deseja estimar para o conjunto da população de beneficiários⁷.

Os nomes e os valores médios das variáveis selecionadas (aprovadas nos testes de significância estatística) apurados em cada pesquisa no Projeto Bahia Azul, bem como os correspondentes coeficientes nos modelos LOGIT testados (linear, semilogarítmico e logarítmico), são apresentados no **Quadro 5.1-11**, adiante.

Por segurança, optou-se pela utilização do modelo logarítmico – o que produz resultados mais conservadores - para a estimativa dos benefícios do PERH-BA. Dada a dupla não-linearidade deste modelo (na regressão logarítmica e na distribuição de probabilidade logística), para maior precisão as estimativas foram feitas sempre por unidades espaciais menores (RPGA ou município, como se verá adiante) com posterior agregação para o Estado da Bahia.

A validade quantitativa da transferência de funções é verificável, conforme detalhado no **Anexo 5 – Tabela 5a**, através da observação do peso dos termos independentes (constante, preço – DAP - e variáveis independentes) dos modelos LOGIT na determinação dos resultados e da comparação das relações DAP/renda nas estimativas do PERH-BA com as obtidas no estudo original. Nesta verificação, tal como resumido adiante, observa-se que os pesos do termo constante, do preço (DAP) e das variáveis independentes com estatísticas disponíveis para as unidades espaciais de interesse para o PERH-BA respondem por elevadas proporções da capacidade explicativa do modelo LOGIT Log.

(%)

Termos independentes	Esgotos	Lixo	Desp. Praias
Constante	29,1	48,6	4,0
Renda familiar (em R\$ 100)	11,3	1,6	24,3
Idade do entrevistado	-	32,1	-
Tamanho da família	6,7	-	-
Preço (DAP)	50,8	14,0	60,2
Total	97,9	96,3	88,5

Fonte: Anexo 3 – tabela 3a

⁷ Para maiores detalhes sobre estes conceitos do método de valoração contingente, ver Motta, 1998.



Quadro 5.1.11 - Parâmetros, variáveis e resultados dos modelos LOGIT utilizados para estimativa de benefícios no Projeto Bahia Azul

(valores em R\$ de Jan/Fev de 1995)

Pesquisas e Variáveis		Coeficientes das equações e DAP segundo os modelos			Valores médios das variáveis
		Lin	Semilog	Log	
Coleta e afastamento de esgotos	Constante	0,5413	2,2989	2,0823	
	Fossa	0,6405	0,6274	0,6848	0,22
	RendaCem	0,1345	0,1328		3,99
	TamFam	0,0615	0,0684		4,65
	Preço	-0,1269			13,06
	Ln Preço		-1,4803	-1,6075	2,26
	Ln RendaCem			0,9228	0,88
	Ln TamFam			0,3405	1,41
DAP		11,84	9,19	8,97	-
Coleta de lixo	Constante	2,6507	2,9186	5,0070	
	Idade	-0,025	-0,0237		42,55
	Pav-Rua	-0,2019	-0,2256		2,27
	RendaCem	0,0966	0,0916		1,96
	Preço	-0,1947			6,40
	Ln Preço		-0,9663	-0,9731	1,48
	Ln Idade			-0,8708	3,69
	Ln Pav-Rua			-0,5393	0,70
	Ln RendaCem			0,6023	0,28
DAP		6,76	5,10	5,09	-
Despoluição de praias	Constante	0,3099	0,3818	0,0758	
	Frequenc	0,5927	0,6027	0,6480	0,34
	RendaCem	0,0256	0,0267		6,58
	Preço	-0,1586			7,06
	Ln Preço		-0,7714	-0,7775	1,48
	Ln RendaCem			0,3575	1,30
DAP		4,30	2,69	2,67	-

Fonte: Estudos de viabilidade econômica do Projeto Bahia Azul.

Constata-se assim que, mesmo mantendo-se nos cálculos as médias observadas na amostra original de algumas variáveis independentes dos modelos⁸, é possível ter adequada precisão nas estimativas aqui realizadas com base em um subconjunto de variáveis socioeconômicas independentes relativas a outras regiões do Estado. As "proxies" utilizadas adiante para os valores regionais destas variáveis no Estado da Bahia são:

⁸ Aquelas somente quantificáveis mediante pesquisas locais diretas: incidência de problemas com fossas sépticas (Fossa); tipo de pavimentação das ruas nas áreas atendidas (Pav-Rua); e percentual de frequência às praias dos moradores das cidades litorâneas (Frequenc).

- renda => rendas médias municipais das famílias urbanas segundo o Censo Demográfico IBGE de 2000;
- idade do entrevistado => idades médias dos chefes das famílias urbanas, por município, segundo o Censo Demográfico IBGE de 2000; e
- tamanho da família => numero médio de membros das famílias urbanas, por município, segundo o Censo Demográfico IBGE de 2000.

As estimativas de disposição a pagar (DAP) foram então obtidas calculando-se os preços cuja consideração nas equações dos modelos LOGIT Logarítmicos, dados os valores regionais (ou médios das amostras originais) das demais variáveis, resultassem em uma probabilidade de 0,5 de concordância com o pagamento (igual portanto, por definição, ao preço mediano). Conceitualmente, isto significa dizer que é indiferente (no caso, equiprovável) para os beneficiários pagar este preço e receber os benefícios antevistos ou não pagar e continuar com a situação atual relativa ao bem ambiental valorado. Ou seja, este valor é uma imagem monetária válida dos benefícios trazidos pela ação de melhoria.

Sempre que necessário eliminar, nos cálculos, variações inflacionárias, promovendo a necessária equivalência de valores monetários no tempo, utilizou-se como deflator o INPC (índice nacional de preços ao consumidor) calculado pelo IBGE. Quando a renda familiar é relevante nos cálculos da DAP, seus valores futuros são estimados, em valores constantes (sem efeito inflacionário), através da aplicação das taxas projetadas de crescimento real do PIB *per capita* da Bahia nos estudos de cenarização macroeconômica da Fase 2 dos estudos, que são:

- 1,6% a.a. no período 2000 – 2005;
- 3,3% a.a. no período 2006 – 2010;
- 3,6% a.a. no período 2011 – 2015; e
- 3,8% a.a. no período 2016 – 2020.

b) Implantação de redes de esgotos sanitários urbanos

Nas estimativas de benefícios unitários (DAP) apresentadas adiante, no

Quadro 5.1-12, substituiu-se na equação do modelo:



- a média amostral original da renda familiar pelos valores apurados no Censo Demográfico 2000 para as rendas familiares urbanas médias por RPGA (ponderadas pelas populações atendidas por município e expressas a preços da época da pesquisa – Jan/Fev de 1995) e as suas projeções para os horizontes subsequentes; e
- o tamanho médio das famílias pelos tamanhos médios das famílias urbanas por RPGA (também ponderados pelas populações atendidas por município).

Os valores DAP estimados corresponderam, em média, a 2,4% da renda familiar ao longo do tempo (ver **Anexo 5 – tabela 5a**), percentagem muito semelhante à verificada na modelagem original feita para Projeto Bahia Azul, que foi de 2,2%. Por outro lado, nos primeiros estudos de viabilidade do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara, feitos em 1993 (conforme Motta, 1998), adotou-se uma DAP para redes de coleta de esgotos equivalente a 2,8% da renda familiar, por comparação com outros três estudos (para Osasco-SP, Guarapiranga-SP e Fortaleza-CE) nos quais apurou-se - mediante modelagem de dados primários - valores equivalentes, respectivamente, a 2,8%, 3,3% e 3,7% da renda familiar. Portanto, conclui-se que as estimativas de benefícios unitários do **Quadro 5.1-12** mostram-se consistentes como proporção da renda em relação ao que se apurou em estudos semelhantes realizados para outros projetos.

No **Quadro 5.1-13** são então demonstradas as ponderações dos valores unitários pelas dimensões dos universos de beneficiários (número de famílias) por RPGA e as totalizações para o Estado da Bahia como um todo dos benefícios monetários calculados para o programa de esgotos sanitários urbanos do PERH-BA.

c) Implantação de serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos (lixo)

Nas estimativas de benefícios unitários (DAP) da coleta de lixo urbano apresentadas adiante, no **Quadro 5.1-14**, manteve-se – pela pequena influência nos resultados – a média amostral original da variável renda⁹ e substituiu-se na equação do modelo apenas a idade média dos entrevistados pelas idades médias dos chefes das famílias urbanas por RPGA (ponderadas internamente às RPGA pelas populações

⁹ Cujos pesos na determinação da probabilidade de aceitação dos valores DAP no modelo LOGIT Log é de apenas 1,6%, conforme o **Anexo 5 – tabela 5a**.

atendidas por município e cuja distribuição espacial no estado como um todo é constante no tempo).

Os valores DAP (benefícios unitários) estimados no **Quadro 5.1-14** representaram, em média, 1,2% da renda familiar ao longo do tempo, proporção bastante inferior à da modelagem original (2,4%), sob influência: a) do diferencial entre a idade média dos chefes de família urbanos da Bahia em 2000 (46,3 anos) e o da amostra de beneficiários deste programa no Projeto Bahia Azul (42,6 anos), variável com alta (32,1%) e inversa (coeficiente de sinal negativo) influência na estrutura probabilística do modelo; e b) da estabilidade no tempo da DAP unitária, enquanto que se prevê crescimento para a renda familiar.

No **Quadro 5.1-15** podem ser visualizadas as totalizações para o Estado da Bahia dos benefícios monetários calculados para o programa de coleta de resíduos sólidos urbanos do PERH-BA.

d) Despoluição de praias

A implantação de ETEs e aterros sanitários de lixo acarretará, nos municípios com áreas urbanas expressivas em posição litorânea, redução da descarga de poluentes no mar e, conseqüentemente, despoluição de praias. Em face da disposição litorânea das áreas favorecidas, compreendendo partes de diferentes RPGA, as estimativas de benefícios unitários relativas a este segmento são feitas por município – com base na expressão em termos de população beneficiada equivalente das reduções de descarga proporcionadas pelo PERH-BA. No **Anexo 5 – tabela 5b**, é demonstrado o cálculo das reduções de descargas e da população equivalente associada, por município costeiro e por ano-horizonte. Na **tabela 5c** deste mesmo anexo são apresentados os demais parâmetros envolvidos nos cálculos dos benefícios, tais como as rendas médias familiares urbanas e os tamanhos médios das famílias urbanas em 2000 nos municípios beneficiados e as populações previstas de beneficiários expressas em termos de número de famílias.

Nos cálculos de DAP (benefícios unitários) cujos resultados são apresentados adiante, no **Quadro 5.1-16**, substituiu-se na equação do modelo a média amostral original da renda familiar pelos valores apurados no Censo Demográfico 2000 para as rendas familiares urbanas médias por município (expressas a preços da época da pesquisa – Jan/Fev de 1995) e por suas projeções para os horizontes subseqüentes. Os benefícios unitários indicados no **Quadro 5.1-16** representaram, em média, 0,42% da



renda familiar ao longo do tempo, proporção praticamente idêntica à da modelagem original (0,41%).

No **Quadro 5.1-17**, adiante, podem ser vistos os quantitativos previstos de beneficiários da despoluição de praias (em número de famílias) por município e totais, de 2005 a 2020, os valores dos benefícios anuais médios ponderados e as estimativas de benefícios totais consolidadas para todos os municípios baianos costeiros considerados.

Quadro 5.1.12 - Benefícios unitários da coleta e afastamento de esgotos domiciliares urbanos

RPGA		Tamanho médio das famílias urbanas* (pessoas)	Renda familiar urbana média*, a preços de Jan/Fev 1995 (R\$100/família/mês)					DAP unitárias a preços de Jan/Fev 1995 (R\$/família/mês)				DAP unitárias a preços médios de 2003 (R\$/família/mês)			
Nº	Nome		2000	2005	2010	2015	2020	2005	2010	2015	2020	2005	2010	2015	2020
I	Extremo Sul	3,68	3,92	4,23	4,97	5,92	7,13	11,58	12,10	13,27	14,67	24,89	26,02	28,54	31,56
II	Rios Pardo e Jequitinhonha	3,70	3,55	3,84	4,51	5,37	6,46	10,96	11,45	12,56	13,89	23,56	24,63	27,02	29,87
III	Bacias Leste	3,48	3,49	3,77	4,43	5,27	6,34	10,70	11,19	12,27	13,57	23,01	24,05	26,39	29,17
IV	Rio de Contas	3,61	2,47	2,67	3,14	3,74	4,50	8,85	9,26	10,15	11,23	19,04	19,90	21,83	24,14
V	Recôncavo Sul	3,60	2,64	2,85	3,35	3,99	4,80	9,18	9,60	10,53	11,64	19,74	20,64	22,64	25,03
VI	Recôncavo Norte e Inhambupe	3,48	6,35	6,86	8,06	9,60	11,55	15,10	15,79	17,32	19,14	32,47	33,94	37,24	41,17
VII	Rio Paraguaçu	3,72	3,30	3,57	4,19	4,99	6,01	10,52	11,00	12,06	13,33	22,62	23,64	25,94	28,67
VIII	Rio Itapicuru	3,64	2,22	2,40	2,82	3,36	4,04	8,33	8,71	9,56	10,57	17,92	18,73	20,55	22,72
IX	Rios Vaza-Barris e Real	3,65	1,98	2,14	2,52	3,00	3,61	7,82	8,18	8,97	9,91	16,82	17,58	19,28	21,32
X	Submédio São Francisco	3,65	3,75	4,05	4,75	5,66	6,81	11,26	11,77	12,91	14,28	24,22	25,31	27,77	30,70
XI	Rio Salitre	3,98	1,84	1,98	2,33	2,78	3,34	7,62	7,96	8,74	9,66	16,38	17,13	18,79	20,77
XII	Lago do Sobradinho	3,65	2,00	2,16	2,54	3,02	3,64	7,85	8,21	9,00	9,95	16,88	17,65	19,36	21,40
XIII	Rios Verde e Jacaré	3,72	2,55	2,76	3,24	3,86	4,65	9,08	9,49	10,41	11,50	19,51	20,40	22,38	24,74
XIV	Rios Carnaíba de Dentro, Paramirim e Santo Onofre	3,70	2,52	2,72	3,19	3,80	4,58	8,99	9,40	10,31	11,40	19,33	20,20	22,16	24,50
XV	Calha do Médio São Francisco na Bahia	3,98	2,35	2,54	2,98	3,55	4,27	8,77	9,17	10,06	11,12	18,87	19,72	21,63	23,92
XVI	Rio Grande	3,88	3,89	4,20	4,94	5,88	7,07	11,66	12,18	13,37	14,78	25,06	26,20	28,74	31,77
XVII	Rio Corrente	3,95	2,15	2,33	2,73	3,26	3,92	8,34	8,71	9,56	10,57	17,92	18,74	20,55	22,72

Fontes: IBGE - Censo Demográfico 2000 e cálculos do Consórcio BRLi-Magna.

Obs.: * médias em 2000 ponderadas pela população atendida com coleta e afastamento de esgotos nos municípios de cada RPGA.



Quadro 5.1.13 - Benefícios totais da coleta e afastamento de esgotos domiciliares urbanos

(valores a preços médios de 2003)

RPGA		População urbana adicional atendida no cenário "com PERH/BA" (famílias) e DAP			
Nº	Nome	2005	2010	2015	2020
I	Extremo Sul	18.701	40.684	65.096	91.221
II	Rios Pardo e Jequitinhonha	13.559	29.501	47.203	66.147
III	Bacias Leste	11.475	24.968	39.950	55.984
IV	Rio de Contas	16.786	36.512	58.427	81.880
V	Recôncavo Sul	14.867	32.348	51.758	72.530
VI	Recôncavo Norte e Inhambupe	129.200	281.104	449.732	630.161
VII	Rio Paraguaçu	43.855	95.420	152.677	213.951
VIII	Rio Itapicuru	21.208	46.145	73.834	103.467
IX	Rios Vaza-Barris e Real	3.566	7.758	12.413	17.395
X	Submédio São Francisco	3.462	7.533	12.054	16.891
XI	Rio Salitre	742	1.615	2.584	3.621
XII	Lago do Sobradinho	2.689	5.851	9.362	13.119
XIII	Rios Verde e Jacaré	8.137	17.705	28.329	39.698
XIV	Rios Carnaíba de Dentro, Paramirim e Santo Onofre	7.078	15.400	24.641	34.530
XV	Calha do Médio São Francisco na Bahia	6.851	14.906	23.850	33.421
XVI	Rio Grande	8.097	17.618	28.189	39.503
XVII	Rio Corrente	3.111	6.770	10.832	15.179
Totais do PERH/BA	População (famílias)	313.384	681.838	1.090.931	1.528.698
	Benefício médio (DAP, em R\$/família/ano)	310,73	324,80	356,30	393,90
	Benefícios anuais totais (R\$ mil)	97.376	221.461	388.700	602.148

Quadro 5.1.14 - Benefícios unitários da coleta de resíduos sólidos domiciliares urbanos

RPGA		Distribuição média das famílias adicionais atendidas 2000-2005 (%)	Idade média* dos respons. p/ domicílios (anos)	DAP por família pela coleta de lixo a preços de Jan/Fev 1995 (R\$/mês)	DAP por família pela coleta de lixo a preços médios de 2003 (R\$/mês)
Nº	Nome				
I	Extremo Sul	7,19	44,22	4,66	10,03
II	Rios Pardo e Jequitinhonha	6,11	47,15	4,40	9,47
III	Bacias Leste	6,80	47,17	4,40	9,47
IV	Rio de Contas	8,89	48,39	4,30	9,25
V	Recôncavo Sul	7,72	46,40	4,47	9,61
VI	Recôncavo Norte e Inhambupe	23,81	44,63	4,63	9,95
VII	Rio Paraguaçu	10,91	47,68	4,36	9,38
VIII	Rio Itapicuru	9,03	47,36	4,39	9,43
IX	Rios Vaza-Barris e Real	2,53	48,28	4,31	9,27
X	Submédio São Francisco	2,29	44,46	4,64	9,98
XI	Rio Salitre	0,45	44,27	4,66	10,02
XII	Lago do Sobradinho	0,90	46,04	4,50	9,67
XIII	Rios Verde e Jacaré	4,12	45,45	4,55	9,79
XIV	Rios Carnaíba de Dentro, Paramirim e Santo Onofre	0,99	49,47	4,22	9,07
XV	Calha do Médio São Francisco na Bahia	3,48	47,30	4,39	9,44
XVI	Rio Grande	2,83	45,09	4,58	9,86
XVII	Rio Corrente	1,95	47,92	4,34	9,33
Totais do Estado		100,00	46,33	4,48	9,63

Fontes: IBGE - Censo Demográfico 2000 - e estimativas do Consórcio BRLi-Magna.

Obs.: * médias ponderadas pela população adicional a ser atendida com coleta de lixo nos municípios de cada RPGA.

Quadro 5.1.15 - Benefícios totais da coleta de resíduos sólidos domiciliares urbanos

(valores a preços médios de 2003)

RPGA		População urbana adicional atendida no cenário "com PERH/BA" (famílias) e DAP			
Nº	Nome	2005	2010	2015	2020
I	Extremo Sul	3.650	7.939	12.707	17.804
II	Rios Pardo e Jequitinhonha	3.100	6.741	10.791	15.120
III	Bacias Leste	3.451	7.509	12.018	16.839
IV	Rio de Contas	4.513	9.812	15.709	22.008
V	Recôncavo Sul	3.918	8.531	13.648	19.124
VI	Recôncavo Norte e Inhambupe	12.087	26.296	42.078	58.962
VII	Rio Paraguaçu	5.535	12.044	19.266	27.001
VIII	Rio Itapicuru	4.582	9.968	15.949	22.351
IX	Rios Vaza-Barris e Real	1.284	2.798	4.477	6.270
X	Submédio São Francisco	1.160	2.527	4.039	5.661
XI	Rio Salitre	230	499	799	1.119
XII	Lago do Sobradinho	455	992	1.586	2.222
XIII	Rios Verde e Jacaré	2.090	4.548	7.278	10.197
XIV	Rios Carnaíba de Dentro, Paramirim e Santo Onofre	503	1.094	1.751	2.451
XV	Calha do Médio São Francisco na Bahia	1.765	3.839	6.142	8.607
XVI	Rio Grande	1.440	3.129	5.009	7.019
XVII	Rio Corrente	990	2.155	3.449	4.832
Totais do PERH-BA	População (famílias)	50.753	110.421	176.696	247.587
	Benefício médio (DAP, em R\$/família/ano)	115,54			
	Benefícios anuais totais (R\$ mil)	5.864	12.758	20.416	28.607

Quadro 5.1-16 - Benefícios unitários da despoluição de praias

RPGA	Municípios	Renda familiar urbana, a preços de Jan/Fev 1995 (R\$100/família/mês)					DAP unitárias a preços de Jan/Fev 1995 (R\$/família/mês)				DAP unitárias a preços médios de 2003 (R\$/família/mês)			
		2000	2005	2010	2015	2020	2005	2010	2015	2020	2005	2010	2015	2020
I	Alcobaça	3,97	4,29	5,04	6,00	7,22	2,76	2,86	3,08	3,34	5,93	6,15	6,62	7,17
	Caravelas	2,98	3,22	3,78	4,51	5,42	2,42	2,51	2,70	2,92	5,20	5,39	5,80	6,29
	Mucuri	4,47	4,83	5,67	6,76	8,13	2,91	3,02	3,25	3,52	6,27	6,49	6,99	7,58
	Nova Viçosa	3,39	3,66	4,30	5,12	6,16	2,57	2,66	2,86	3,10	5,52	5,72	6,16	6,67
	Porto Seguro	4,86	5,25	6,17	7,35	8,84	3,03	3,14	3,38	3,66	6,51	6,75	7,27	7,87
	Prado	4,04	4,36	5,13	6,11	7,35	2,78	2,88	3,10	3,36	5,98	6,20	6,67	7,23
	Santa Cruz Cabrália	4,06	4,39	5,15	6,14	7,39	2,79	2,89	3,11	3,37	5,99	6,21	6,69	7,25
II	Belmonte	3,31	3,57	4,20	5,00	6,01	2,54	2,63	2,83	3,07	5,45	5,65	6,09	6,60
	Canavieiras	3,01	3,25	3,82	4,55	5,48	2,43	2,52	2,71	2,94	5,22	5,41	5,83	6,32
III	Ilhéus	4,64	5,01	5,89	7,01	8,43	2,96	3,07	3,31	3,58	6,37	6,60	7,11	7,71
IV	Itacaré	2,88	3,11	3,65	4,35	5,24	2,38	2,47	2,66	2,88	5,12	5,30	5,71	6,19
V	Cairu	1,94	2,10	2,47	2,94	3,53	1,99	2,06	2,22	2,40	4,27	4,42	4,77	5,16
	Itaparica	2,86	3,09	3,63	4,32	5,20	2,37	2,46	2,65	2,87	5,10	5,29	5,69	6,17
	Jaguaripe	1,91	2,06	2,42	2,88	3,47	1,97	2,04	2,20	2,38	4,24	4,39	4,73	5,12
	Maraú	3,55	3,84	4,51	5,37	6,46	2,62	2,72	2,93	3,17	5,64	5,84	6,29	6,82
	Salinas da Margarida	2,19	2,37	2,78	3,32	3,99	2,10	2,18	2,34	2,54	4,52	4,68	5,04	5,46
	Valença	3,54	3,82	4,49	5,35	6,44	2,62	2,71	2,92	3,17	5,63	5,83	6,28	6,81
	Vera Cruz	3,24	3,50	4,11	4,90	5,89	2,51	2,60	2,80	3,04	5,40	5,60	6,03	6,53
VI	Lauro de Freitas	7,43	8,02	9,43	11,23	13,51	3,68	3,81	4,11	4,45	7,91	8,20	8,83	9,57
	Madre de Deus	3,66	3,96	4,65	5,54	6,66	2,66	2,76	2,97	3,22	5,72	5,92	6,38	6,91
	Salvador	7,33	7,92	9,30	11,08	13,33	3,66	3,79	4,08	4,42	7,86	8,15	8,78	9,51
	São Francisco do Conde	3,46	3,73	4,39	5,22	6,28	2,59	2,68	2,89	3,13	5,57	5,77	6,21	6,73
	Saubara	2,22	2,40	2,82	3,36	4,04	2,11	2,19	2,36	2,55	4,54	4,71	5,07	5,49

Quadro 5.1.17 - Benefícios totais da despoluição de praias

(valores a preços médios de 2003)

RPGA	Municípios	População edivalente* atendida no cenário "com PERH/BA" (famílias) e DAP			
		2005	2010	2015	2020
I	Alcobaça	177	353	481	906
	Caravelas	268	554	800	1.501
	Mucuri	412	837	1.160	1.382
	Nova Viçosa	555	1.092	1.404	2.652
	Porto Seguro	2.101	4.264	5.911	7.041
	Prado	320	630	1.302	1.535
	Santa Cruz Cabrália	366	743	1.028	1.227
II	Belmonte	257	505	649	1.225
	Canavieiras	667	1.312	1.687	3.186
III	Ilhéus	3.438	6.938	9.489	13.497
IV	Itacaré	268	552	796	995
V	Cairu	201	408	566	674
	Itaparica	650	1.319	1.829	2.178
	Jaguaripe	153	311	431	514
	Maraú	94	195	288	370
	Salinas da Margarida	144	293	406	484
	Valença	2.235	4.812	7.549	10.373
VI	Vera Cruz	934	1.896	2.628	3.130
	Lauro de Freitas	3.213	6.521	9.040	10.767
	Madre de Deus	400	812	1.126	1.341
	Salvador	75.808	156.412	224.937	280.672
	São Francisco do Conde	825	1.772	2.763	3.774
Saubara	362	735	1.019	1.214	
Totais do PERH/BA	População (famílias)	93.848	193.266	277.288	350.638
	Benefício médio (DAP, em R\$/família/ano)	90,51	93,80	101,03	109,08
	Benefícios anuais totais (R\$ mil)	8.494	18.128	28.015	38.248

Nos.: * Equivalente à carga de DBO "c/ plano menos s/ plano", para um coeficiente de 0,45gDBO/hab./dia.

5.1.2.4.3 Despoluição de rios

Conforme já mencionado, nas regiões interiores do estado a implantação de ETEs e aterros sanitários de lixo acarretará redução da descarga de poluentes nos rios e, conseqüentemente, não só o incentivo à recreação aquática de contato nas proximidades das cidades (onde estariam concentradas as descargas de poluentes) como a redução de doenças de veiculação hídrica, a diminuição dos gastos com o tratamento de água a jusante dos lançamentos e a melhoria das condições ambientais de suporte à fauna aquática – este último efeito tendo não só vantagens para o ecossistema como também repercussões potencialmente positivas para comunidades de pescadores de rios.



Com o objetivo de “capturar” a maior parcela possível desta complexidade de efeitos, optou-se pela estimativa do seu valor monetário a partir de um cenários de gastos alternativos para evitar o dano ambiental. O cenário escolhido foi a implantação de um conjunto hipotético de barragens capaz de tornar disponíveis nos rios vazões adicionais suficientes para diluir poluentes em quantidade equivalente ao diferencial entre as cargas poluidoras remanescentes nos rios nas situações “com PERH-BA” e “sem PERH-BA”. No Quadro 5.1-18 são mostradas as vazões de diluição previstas nas duas situações e o cálculo da economia de demandas hídricas para diluição proporcionada pelo plano.

Como imagem do custo alternativo de produção das vazões de diluição reduzidas, adotou-se o custo médio da água regularizada em um conjunto de 27 barragens projetadas para o Estado da Bahia, sendo 9 atualmente já incluídas no programa estadual de obras de infra-estrutura hídrica e 18 novas que fazem parte propostas do PERH-BA. O custo médio da água tornada disponível por estes barramentos é de R\$ 77,5 / 1.000m³, conforme demonstrado no Anexo 5 – tabela 5d.

Quadro 5.1.18 - Vazões e volumes de água para diluição de efluentes nos rios economizados pelas ações de saneamento ambiental do PERH-BA

RPGA		Vazões* de diluição "sem PERH-BA" (m ³ /s)				Vazões* de diluição "com PERH-BA" (m ³ /s)				Vazões* de diluição reduzidas pelo PERH-BA (m ³ /s)			
Nº	Nome	2005	2010	2015	2020	2005	2010	2015	2020	2005	2010	2015	2020
I	Bacias do Extremo Sul	35,6	38,7	41,3	43,4	29,8	27,6	38,2	17,2	5,8	11,2	3,1	26,2
II	Bacias dos Rios Pardo e Jequitinhonha	53,2	57,8	61,7	64,9	44,3	39,5	34,3	24,4	8,9	18,4	27,4	40,4
III	Bacias do Leste	54,5	59,3	63,2	66,4	47,5	44,7	40,7	31,8	7,0	14,6	22,5	34,7
IV	Bacia do Rio de Contas	84,9	92,3	98,5	103,5	70,5	62,5	53,7	45,2	14,4	29,8	44,8	58,3
V	Bacias do Recôncavo Sul	54,2	58,9	62,9	66,1	44,8	39,4	33,5	27,8	9,4	19,6	29,4	38,3
VI	Bacias do Recôncavo Norte e Rio Inhambupe	102,1	111,0	118,4	124,3	82,7	70,4	59,0	50,3	19,5	40,6	59,3	74,1
VII	Bacia do Rio Paraguassu	127,9	139,1	148,4	156,0	102,4	87,0	73,2	62,1	25,5	52,1	75,2	93,8
VIII	Bacia do Rio Itapicuru	59,0	64,2	68,5	72,0	47,1	39,8	33,4	28,3	12,0	24,4	35,2	43,7
IX	Bacias dos Rios Real e Vaza-Barris	17,5	19,1	20,4	21,4	14,5	12,8	10,8	9,0	3,0	6,3	9,5	12,4
X	Bacias do Sub-médio São Francisco	32,6	35,4	37,8	39,7	27,8	25,6	22,6	19,6	4,7	9,8	15,2	20,2
XI	Bacia do Rio Salitre	2,5	2,7	2,9	3,0	2,0	1,7	1,4	1,2	0,5	1,0	1,4	1,8
XII	Lago de Sobradinho	15,0	16,3	17,4	18,3	9,5	8,4	7,3	6,3	5,5	7,9	10,1	12,0
XIII	Bacias dos Rios Verde e Jacaré	18,7	20,4	21,7	22,8	14,7	12,3	10,2	8,9	4,0	8,1	11,5	14,0
XIV	Bacias dos Rios Carnaíba de Dentro, Santo Onofre e Paramirim	17,9	19,5	20,8	21,9	14,1	11,8	9,8	8,3	3,8	7,7	11,1	13,6
XV	Calha do Médio São Francisco na Bahia	17,2	18,7	20,0	21,0	13,5	11,3	9,4	8,0	3,7	7,4	10,6	12,9
XVI	Bacia do Rio Grande	23,8	25,9	27,7	29,1	19,0	16,1	13,5	11,4	4,8	9,8	14,2	17,7
XVII	Bacia do Rio Corrente	8,9	9,7	10,3	10,9	6,6	5,6	4,7	4,0	2,3	4,1	5,7	6,8
Vazões totais (m³/s)		725,6	789,2	841,8	884,6	590,9	516,2	455,6	363,7	134,7	273,0	386,1	520,9
Volumes totais (milhões de m³/ano)		953,4	1.037,0	1.106,1	1.162,4	776,4	678,3	598,7	478,0	177,0	358,7	507,4	684,4

Obs.: * Exceto os quantitativos referentes aos municípios com sedes localizadas no litoral, cujos efluentes são lançados diretamente no mar (ver "benefícios da despoluição de praias").

No **Quadro 5.1-19**, adiante, são apresentados as bases e os resultados dos cálculos dos benefícios anuais esperados da despoluição dos rios em função das ações do PERH-BA.

Quadro 5.1.19 - Benefícios da despoluição de rios

(valores a preços médios de 2003)

Anos	Volumes anuais de diluição economizados pelo PERH-BA (milhões de m ³)	Custo unitário alternativo médio de produção de água (R\$/1000 m ³)	Benefícios anuais da despoluição de rios (R\$ mil)
2005	177,0	77,5	13.725
2010	358,7		27.808
2015	507,4		39.336
2020	684,4		53.066

5.1.2.4.4 Coleta seletiva e reciclagem de lixo

As ações de coleta seletiva e reciclagem propostas no PERH-BA resultarão tanto na diminuição dos volumes de resíduos a serem convencionalmente coletados, transportados e dispostos em aterros quanto em ganhos ambientais diversos resultantes da economia de matérias-primas escassas, energia e capacidade de suporte do meio em geral para a absorção de resíduos.

Os benefícios da redução dos custos de coleta convencional, transporte e disposição final adequada do lixo (vida útil dos aterros, etc.) já estão implicitamente considerados nos custos do programa de resíduos sólidos, na medida em que os volumes de lixo direcionados para reciclagem não são levados em conta no dimensionamento do sistema proposto, e portanto nos orçamentos dos custos correspondentes.

Parte dos demais benefícios será objeto de valoração monetária, conforme se verá a seguir, mediante a estimativa do valor atribuído pelo mercado (que supostamente reflete as economias de matérias-primas e energia) aos produtos recuperáveis mediante a coleta seletiva e reciclagem. Para esta valoração, compilou-se informações sobre o

conteúdo de produtos recicláveis¹⁰ nos resíduos sólidos urbanos de algumas cidades brasileiras (duas das quais situadas na Bahia), estimou-se o valor médio destes produtos por tonelada de lixo destinada à coleta seletiva e reciclagem e posteriormente correlacionou-se os valores médios com as rendas *per capita* urbanas das cidades. Os parâmetros e cálculos destas estimativas são apresentados no **Quadro 5.1-20**, a seguir. A correlação estatística entre os valores médios do conteúdo de recicláveis por tonelada de lixo e a renda é ilustrada no **Gráfico 5.1-7**.

Quadro 5.1.20 - Vazões e volumes de água para diluição de efluentes nos rios economizados pelas ações de saneamento ambiental do PERH-BA - Valores médios dos recicláveis contidos no lixo urbano e renda *per capita*

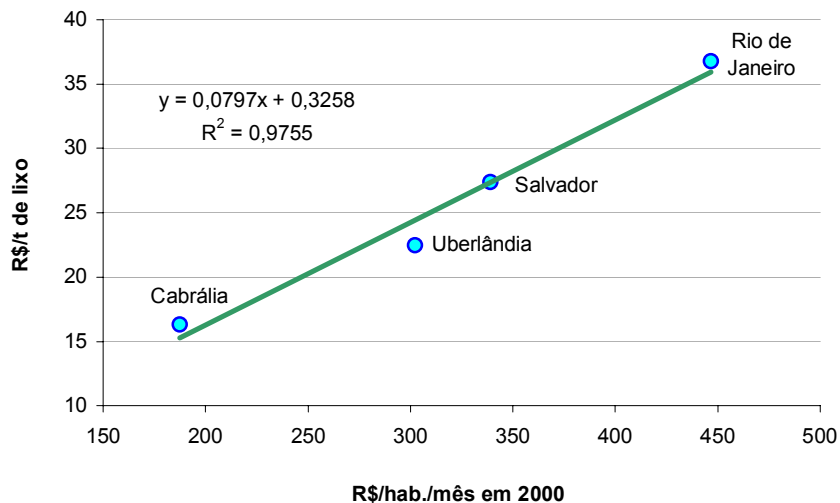
Discriminação	Preços Médios em R\$/t (4)	Aproveitamento na coleta seletiva e reciclagem (%)	Conteúdo do lixo, valor médio de mercado e renda por localidade			
			Santa Cruz Cabralia (1)	Aterro metropolitano de Salvador (2)	Uberlândia (3)	Rio de Janeiro (4)
Plásticos	150	70,0	7,2	15,0	11,0	19,8
Papel e papelão	120	50,0	4,5	10,5	7,0	18,7
Vidro	20	90,0	2,7	2,0	3,0	3,5
Metais	230	90,0	2,7	2,4	3,0	2,0
Fração total de recicláveis no lixo (%)			17,1	29,9	24,0	44,0
Valor médio do conteúdo de recicláveis (R\$/t)			16,3	27,4	22,5	36,8
Renda <i>per capita</i> urbana 2000, em R\$/hab./mês (5)			187,5	339,1	302,0	446,7

Fontes: (1) Azevedo e Silveira
 (2) Melo e Jucá.
 (3) Fehr e Castro, 1998.
 (4) Comlurb, 2001.
 (5) IBGE (Censo demográfico 2000) e PNUD/ONU (Projeto IDH).

¹⁰ Plásticos, papel/papelão, vidro e metais. Considerou-se que o composto orgânico obtido será utilizado em jardins públicos municipais e/ou doado a quem se disponha a retirá-lo das usinas de compostagem, arcando com os custos de transporte.



Gráfico 5.1.7 - Correlação linear entre o valor de mercado do conteúdo de recicláveis e a renda *per capita*



A correlação mediante regressão linear do **Gráfico 5.1-7** é, conforme se observa, consistente tanto em termos visuais como estatísticos ($R^2 = 0,98$). A partir então desta equação de regressão e da renda pessoal *per capita* média projetada para o Estado da Bahia (com base no cenário de crescimento do PIB *per capita* estadual), os valores unitários da recuperação de recicláveis e os benefícios monetários totais são estimados conforme apresentado no **Quadro 5.1-21**, a seguir.

Quadro 5.1.21 - Benefícios monetários da reciclagem de lixo

Anos	Quantidade de lixo destinada à reciclagem (t/ano)	Renda pessoal <i>per capita</i> projetada (R\$/mês, a preços de 2000)	Valor médio de mercado dos recicláveis contidos no lixo (R\$/t de lixo)	Benefícios anuais da reciclagem (R\$ mil)
2005	86.150	225,1	18,3	1.573
2010	154.971	264,4	21,4	3.317
2015	273.352	314,9	25,4	6.950
2020	475.065	378,9	30,5	14.500

5.1.2.5 Resumo dos Benefícios

Finalmente, observa-se no **Quadro 5.1-22** que os benefícios monetários totais estimados do PERH-BA variam de cerca de R\$ 181 milhões anuais em 2005 até por volta de R\$ 1,19 bilhões/ano em 2020.

Quadro 5.1.22 - Resumo dos benefícios monetários anuais do PERH-BA

(valores a preços médios de 2003)

Discriminação	2005		2010		2015		2020		
	R\$ mil	%	R\$ mil	%	R\$ mil	%	R\$ mil	%	
Abastecimento domiciliar urbano	9.849	5,5	32.594	7,5	65.943	8,6	90.208	7,7	
Abastecimento domiciliar rural	1.620	0,9	11.699	2,7	18.733	2,4	24.531	2,1	
Agricultura irrigada	42.223	23,6	109.946	25,3	208.266	27,1	337.978	28,8	
Coleta e afastamento de esgotos urbanos	97.376	54,4	221.461	51,0	388.700	50,5	602.148	51,3	
Coleta e transporte de lixo urbano	5.864	3,3	12.758	2,9	20.416	2,7	28.607	2,4	
Tratamento de esgotos e disposição final adequada de lixo	despoluição de praias	8.494	4,7	18.128	4,2	28.015	3,6	38.248	3,3
	despoluição de rios	13.725	7,7	27.808	6,4	39.336	5,1	53.066	4,5
Reciclagem de lixo urbano	1.573	0,9	3.317	0,8	6.950	0,9	14.500	1,2	
Totais	180.725	100,0	437.711	100,0	776.358	100,0	1.189.285	100,0	

5.1.3 Análise Custo-benefício

5.1.3.1 Custos Incrementais

Conforme se vê no **Quadro 5.1-23**, os investimentos incrementais (diferença entre os valores relativos aos cenários “com plano” e “sem plano”) mais elevados do PERH-BA são feitos nos programas de “gestão da demanda hídrica” (R\$ 1,76 bilhão, 47,1% do total), “gestão da oferta hídrica” (R\$ 1,29 bilhão, 30,5% do total) e “preservação ambiental” (R\$ 1,11 bilhão, 26,4% do total). Os investimentos “sem plano”, devidos exclusivamente às necessidades de expansão física da infra-estrutura de saneamento ambiental (água, esgotos e resíduos sólidos urbanos) para manter a qualidade do atendimento atual nestes serviços para toda a população adicional do Estado da Bahia até 2020 (cenário tendencial), equivalem a cerca de 21,6% dos investimentos “com plano”, e portanto os investimentos incrementais são da ordem de 78,4% dos totais “com plano”.

Acrescentando-se os custos de operação e manutenção anuais - de modo a levar em conta adequadamente o peso dos gastos relativos a programas com maiores despesas correntes do que investimentos, e tomando-se agora os montantes dos fluxos de custos totais ao longo do tempo (de 2004 a 2040) expressos em valores presentes à taxa de desconto de 12%, a distribuição dos custos totais entre os programas é apresentada no **Quadro 5.1-24**. O diferencial relativo entre os custos totais nas situações “com plano” e “sem plano” nesta configuração é muito semelhante ao apurado somente com base nos investimentos: os valores totais “sem plano” passam a representar 22,8% dos “com plano”, o que significa uma diferença muito pequena em relação à proporção anteriormente apurada (21,6%). Porém o cômputo dos custos de operação, manutenção e reinvestimento (reposição das estruturas físicas após o término da vida útil) influi significativamente na distribuição dos valores entre os programas, dando ainda mais peso proporcional aos programas de “gestão da demanda hídrica”, cuja participação no total passa a ser de 51,7%. O grupo de programas que mais cedeu espaço nesta configuração de custos foi o de “gestão da oferta hídrica”, cuja participação no total recuou para 22,4%.

Independente da ótica de valoração, a distribuição dos custos do PERH-BA realça o fato de que o plano dedicará a maior fatia de recursos a ações de melhoria dos



serviços de saneamento ambiental, principalmente coleta/tratamento de esgotos e coleta/disposição final de lixo, setores nos quais o atendimento atual requer expressivo aperfeiçoamento. A participação relativamente baixa (22,4%, da mesma ordem dos recursos dedicados à preservação ambiental) dos custos com o aumento da oferta hídrica traduz uma situação muito específica da situação dos recursos hídricos no Estado da Bahia: a disponibilidade hídrica suficiente durante ainda pelo menos duas décadas na maior parte das bacias hidrográficas.

5.1.3.2 Benefícios Líquidos e Atratividade Econômica

O fluxo de custos incrementais do PERH-BA tem sua formação esclarecida e é apresentado no capítulo 4, nas seções 4.1.4 e precedentes. A valoração dos benefícios monetários foi objeto das análises anteriores do presente capítulo. O fluxo de benefícios líquidos do plano, definido como o vetor de diferenciais anuais entre os custos e benefícios incrementais associados à implementação dos programas propostos, é apresentada a seguir, no **Quadro 5.1-25**, juntamente com os indicadores de atratividade econômica calculados com base nos fluxos de custos incrementais, benefícios incrementais e benefícios líquidos (benefícios menos custos).

Quadro 5.1.23 - Investimentos do PERH-BA

(valores em R\$ 1.000)

Programas	Investimentos com Plano	Investimentos sem Plano	Investimentos Incrementais		
			Valor	%	
Desenvolvimento institucional	9.850	-	9.850	0,2	
Desenvolvimento do sist. estadual de ger. de recursos hídricos	7.130	-	7.130	0,2	
Apoio à organização dos usuários em associações e consórcios	170	-	170	0,0	
Matriz Institucional para a cobrança pelo uso da água	2.550	-	2.550	0,1	
Planejamento, Gestão e Desenvolvimento Tecnológico	47.626	-	47.626	1,1	
Zoneamento econômico-ecológico	5.448	-	5.448	0,1	
Monitoramento e controle da qualidade da água	2.300	-	2.300	0,1	
Monitoramento hidrometeorológico	2.400	-	2.400	0,1	
Sistema de informações sobre recursos hídricos	400	-	400	0,0	
Pesq. e difusão de tecnol. de uso racional da água no semi-árido	2.678	-	2.678	0,1	
Pesq. e difusão de tecnol. de uso racional da água subterrânea	34.400	-	34.400	0,8	
Preservação Ambiental	1.112.010	-	1.112.010	26,4	
Manejo adequado de solo e águas em micro-bacias hidrog.	178.125	-	178.125	4,2	
Recuperação de áreas degradadas / degeneradas	443.400	-	443.400	10,5	
Recuperação de nascentes e matas ciliares	163.585	-	163.585	3,9	
Preservação de mananciais	326.900	-	326.900	7,8	
Gestão da Oferta Hídrica	1.286.747	-	1.286.747	30,5	
Construção de barragens e adutoras de água bruta	781.477	-	781.477	18,6	
Recuperação, operação e manutenção de reservatórios	11.000	-	11.000	0,3	
Aproveitamento racional de águas subterrâneas	130.313	-	130.313	3,1	
Recuperação e manut. poços e equip. hidromecânicos	9.600	-	9.600	0,2	
Apoio à constr. infra-estrutura hídrica nas peq. e médias comunid. rurais	354.356	-	354.356	8,4	
Gestão das Demandas Hídricas	2.915.605	1.159.858	1.755.748	41,7	
Racionalização do uso da água na irrigação	4.420	-	4.420	0,1	
Racionalização do uso da água no abastecimento urbano	1.147.008	800.685	346.323	8,2	
Melhoria no esgotamento sanitário	1.198.168	144.404	1.053.764	25,0	
Melhoria na disposição do lixo	511.809	214.768	297.041	7,1	
Reutilização de águas servidas.	54.200	-	54.200	1,3	
Comunicação Social e Educação Ambiental	-	-	-	-	
Educação sanit. e ambiental para o uso racional e proteção dos rec. hídricos	-	-	-	-	
Divulgação do PERH-BA	-	-	-	-	
TOTAL	R\$ 1.000	5.371.838	1.159.858	4.211.980	100,0
	%	100,0	21,6	78,4	-

Quadro 5.1.24 - Valores presentes¹¹ dos custos totais do PERH-BA*

(valores em R\$ 1.000)

Programas	Custos Totais com Plano	Custos Totais sem Plano	Custos Incrementais		
			Valor	%	
<u>Desenvolvimento institucional</u>	21.639	-	21.639	0,8	
Desenvolvimento do sist. estadual de ger. de recursos hídricos	12.523	-	12.523	0,5	
Apoio à organização dos usuários em associações e consórcios	3.060	-	3.060	0,1	
Matriz Institucional para a cobrança pelo uso da água	6.057	-	6.057	0,2	
<u>Planejamento, Gestão e Desenvolvimento Tecnológico</u>	36.879	-	36.879	1,4	
Zoneamento econômico-ecológico	2.731	-	2.731	0,1	
Monitoramento e controle da qualidade da água	5.931	-	5.931	0,2	
Monitoramento hidrometeorológico	6.822	-	6.822	0,3	
Sistema de informações sobre recursos hídricos	1.017	-	1.017	0,0	
Pesq. e difusão de tecnol. de uso racional da água no semi-árido	3.437	-	3.437	0,1	
Pesq. e difusão de tecnol. de uso racional da água subterrânea	16.941	-	16.941	0,6	
<u>Preservação Ambiental</u>	622.540	-	622.540	23,2	
Manejo adequado de solo e águas em micro-bacias hidrog.	79.102	-	79.102	2,9	
Recuperação de áreas degradadas / degeneradas	247.440	-	247.440	9,2	
Recuperação de nascentes e matas ciliares	98.661	-	98.661	3,7	
Preservação de mananciais	197.337	-	197.337	7,4	
<u>Gestão da Oferta Hídrica</u>	601.204	-	601.204	22,4	
Construção de barragens e adutoras de água bruta	351.173	-	351.173	13,1	
Recuperação, operação e manutenção de reservatórios	20.185	-	20.185	0,8	
Aproveitamento racional de águas subterrâneas	85.821	-	85.821	3,2	
Recuperação e manut. poços e equip. hidromecânicos	8.048	-	8.048	0,3	
Apoio à constr. infra-estrutura hídrica nas peq. e médias comunid. rurais	135.977	-	135.977	5,1	
<u>Gestão das Demandas Hídricas</u>	2.176.877	791.106	1.385.771	51,7	
Racionalização do uso da água na irrigação	111.737	-	111.737	4,2	
Racionalização do uso da água no abastecimento urbano	668.843	465.821	203.022	7,6	
Melhoria no esgotamento sanitário	862.828	87.764	775.065	28,9	
Melhoria na disposição do lixo	501.133	237.521	263.612	9,8	
Reutilização de águas servidas.	32.336	-	32.336	1,2	
<u>Comunicação Social e Educação Ambiental</u>	13.701	-	13.701	0,5	
Educação sanit. e ambiental para o uso racional e proteção dos rec. hídricos	6.484	-	6.484	0,2	
Divulgação do PERH-BA	7.217	-	7.217	0,3	
TOTAL	R\$ 1.000	3.472.840	791.106	2.681.734	100,0
	%	100,0	22,8	77,2	-

Obs.: * À taxa de juros de 12% a.a.

Valores presentes¹² dos custos totais do PERH-BA*

¹¹ A taxa de desconto de 12% a.a. tem sido freqüentemente utilizada no Brasil em estudos de viabilidade de projetos e programas de desenvolvimento envolvendo obras de infra-estrutura hídrica, como representativa do custo de oportunidade de longo prazo do capital público investido neste tipo de empreendimento.

¹² A taxa de desconto de 12% a.a. tem sido freqüentemente utilizada no Brasil em estudos de viabilidade de projetos e programas de desenvolvimento envolvendo obras de infra-estrutura hídrica, como representativa do custo de oportunidade de longo prazo do capital público investido neste tipo de empreendimento.



Quadro 5.1.25 - Formação do fluxo de benefícios líquidos do PERH-BA e indicadores de rentabilidade

(valores em R\$ 1.000)

Anos	Custos incrementais dos programas do PERH-BA				Benefícios incrementais (B)	Benefícios líquidos (B-A)
	Investimentos	Operação e manutenção	Reinvestimentos	Totais (A)		
2004	194.907	39.008	-	233.915	-	-233.915
2005	181.617	55.375	-	236.992	180.725	-56.267
2006	292.490	52.828	-	345.317	232.123	-113.195
2007	299.775	56.673	-	356.449	283.520	-72.929
2008	295.139	61.830	-	356.969	334.917	-22.052
2009	299.996	69.416	-	369.412	386.314	16.902
2010	241.748	75.645	-	317.393	437.711	120.318
2011	282.011	82.218	-	364.229	505.441	141.212
2012	264.872	90.728	-	355.600	573.170	217.570
2013	239.250	97.773	-	337.023	640.900	303.877
2014	285.203	108.518	2.000	395.721	708.629	312.909
2015	243.996	121.458	6.275	371.729	776.358	404.630
2016	237.384	136.932	6.655	380.971	858.944	477.973
2017	194.643	151.298	2.811	348.751	941.529	592.778
2018	219.031	169.468	4.436	392.935	1.024.114	631.179
2019	232.071	197.740	7.878	437.688	1.106.699	669.011
2020	207.847	256.134	8.340	472.321	1.189.285	716.964
2021	-	256.365	3.985	260.350	1.189.285	928.934
2022	-	256.365	4.916	261.281	1.189.285	928.003
2023	-	256.365	13.107	269.472	1.189.285	919.813
2024	-	256.365	9.361	265.726	1.189.285	923.558
2025	-	256.365	37.185	293.550	1.189.285	895.735
2026	-	256.365	60.068	316.433	1.189.285	872.851
2027	-	256.365	54.032	310.397	1.189.285	878.888
2028	-	256.365	55.460	311.825	1.189.285	877.460
2029	-	256.365	62.533	318.898	1.189.285	870.386
2030	-	256.365	43.823	300.188	1.189.285	889.097
2031	-	256.365	44.437	300.802	1.189.285	888.483
2032	-	256.365	43.649	300.015	1.189.285	889.270
2033	-	256.365	42.128	298.493	1.189.285	890.792
2034	-	256.365	32.892	289.257	1.189.285	900.027
2035	-	256.365	73.437	329.802	1.189.285	859.482
2036	-	256.365	81.871	338.236	1.189.285	851.049
2037	-	256.365	40.006	296.372	1.189.285	892.913
2038	-	256.365	43.930	300.296	1.189.285	888.989
2039	-	256.365	45.861	302.226	1.189.285	887.059
2040	-	256.365	37.840	294.206	1.189.285	895.079
VPL a 12%	1.779.759	858.594	43.382	2.681.734	4.317.548	1.635.813
Taxa Interna de Retorno						26,3%
Relação Benefício / Custo						1,61

Na formação do fluxo de benefícios, os montantes calculados segundo os anos-horizonte (**Quadro 5.1-22**) foram interpolados linearmente para estimativa dos valores referentes aos anos intermediários. Observa-se que os benefícios passam a superar os custos a partir do quinto ano após o início da implantação dos programas propostos.

Os indicadores de rentabilidade econômica calculados para o PERH-BA (ver parte inferior do Quadro 5.1-25) são: VPL a 12% a.a. = 1,64 bilhão; Relação Benefício/Custo (RBC) a 12% a.a. = 1,61; e Taxa Interna de Retorno (TIR) = 26,3%. Os pisos inferiores destes indicadores, admitindo-se uma "taxa de corte" (rentabilidade mínima para aprovação do plano) de 12% a.a., seriam de, respectivamente, zero, um e 12%. Portanto, os valores calculados dos indicadores para a configuração básica de custos e benefícios traduzem uma situação favorável em termos de contribuição líquida do PERH-BA para o progresso econômico e social do Estado da Bahia e do país como um todo.

5.1.4 Testes de Sensibilidade

Mediante os testes de sensibilidade detalhados no Anexo 6, verificou-se adicionalmente a reação dos indicadores de rentabilidade do PERH-BA a diferentes configurações de aumento dos custos e/ou redução nos benefícios, obtendo-se os resultados apresentados adiante, no Quadro 5.1-26.

Quadro 5.1.26 - Testes de sensibilidade da avaliação econômica do PERH-BA

Casos	Cenários de custos e benefícios		VPL	TIR	RBC
			12% a.a. (R\$ bilhões)		12% a.a.
1. Base	Custos	Base	1,64	26,3%	1,61
	Benefícios	Base			
2. Aumento máximo dos custos incrementais	Custos	+ 61,0%	0,00	12,0%	1,00
	Benefícios	Base			
3. Redução máxima dos benefícios incrementais	Custos	Base	0,00	12,0%	1,00
	Benefícios	- 37,9%			
4. Aumento dos custos e redução dos benefícios incrementais	Custos	+ 10%	0,94	19,3%	1,32
	Benefícios	- 10%			
5. Aumento dos custos e redução dos benefícios incrementais	Custos	+ 20%	0,24	13,7%	1,07
	Benefícios	- 20%			

Fontes: Quadro 5.1-25 e Anexo 6.

Antes da análise dos resultados dos testes, é importante registrar que os programas do grupo "preservação ambiental", responsáveis por 23% dos custos totais (conforme indicado no **Quadro 5.1-24**), referem-se ou a medidas preventivas (como a proteção de mananciais) ou a ações reparadoras de passivos ambientais (como a recuperação de áreas degradadas). Tais medidas, importantes sem dúvida, têm contudo a característica de produzir efeitos cuja manifestação não é indispensável para a viabilização física da geração dos benefícios monetários do plano, ou, pelo menos, é tão indispensável na situação "com plano" como na "sem plano". Desta forma, o "caso base" da avaliação econômica do projeto já parte de uma superestimativa de custos incrementais da ordem de 30% ($100 / [100-23]$), que entretanto decidiu-se não compensar de modo a dotar os custos de uma margem de segurança adicional (contra imprevistos, majorações inflacionárias, etc.). Mesmo com tais pressupostos conservadores, os resultados dos testes revelam sólida resistência dos indicadores de rentabilidade, que suportam majorações adicionais de até 61% nos custos e reduções nos benefícios de até 38%, além de movimentos críticos concomitantes envolvendo majoração dos custos e redução dos benefícios superiores a 20%.



5.1.5 Indicadores Qualitativos e Conclusões

O alcance social do PERH-BA pode ser aquilatado através das seguintes grandezas representativas da contribuição do plano para o uso mais intensivo, sustentável e racional dos recursos hídricos do Estado da Bahia:

Beneficiários	Unidades	Quantidades
População urbana e rural beneficiada com a melhoria (aumento do consumo <i>per capita</i>) do abastecimento domiciliar	Habitantes em 2020	14.720.000
População urbana beneficiada com conexão à rede pública de abastecimento de água		586.000
População urbana beneficiada com a coleta e o afastamento de esgotos domiciliares		5.508.000
População urbana beneficiada com o tratamento de esgotos domiciliares		6.470.000
População urbana beneficiada com a coleta e o transporte de lixo		899.000
População urbana beneficiada com a disposição final adequada do lixo		1.467.000
Hectares irrigados beneficiados com desenvolvimento tecnológico e aumento dos ganhos econômico-financeiros	Hectares em 2020	513.000
Hectares irrigados adicionais viabilizados pelas obras de aumento da oferta hídrica programadas		43.800

Como se vê, o aperfeiçoamento do abastecimento domiciliar de água atenderá, em diferentes intensidades, a 98% da população projetada da Bahia para 2020 (14,98 milhões de pessoas), dos quais 4% (586 mil habitantes) não teriam conexão a uma rede pública de abastecimento sem a implantação do PERH-BA. Por outro lado, o plano acrescentará mais 5,5 milhões de pessoas - ou seja, 37% da população baiana em 2020 - ao contingente populacional atendido com serviços de coleta de esgotos, provendo ainda tratamento de qualidade antes do lançamento na natureza para os efluentes líquidos domiciliares gerados por 6,5 milhões de pessoas (43% da população estadual em final de plano). A coleta de lixo incorporará ao contingente atendido 900 mil pessoas (6% da população em 2020), dando destinação adequada para os resíduos sólidos domiciliares gerados por um número ainda maior de habitantes: 1,47 milhão (cerca de 10% da população estadual 2020).

Na agricultura irrigada produtores rurais responsáveis pela irrigação de 513 mil hectares, serão capacitados e estimulados de modo que adotem novas técnicas de

cultivo, sistemas de irrigação mais eficientes práticas de gestão rural modernas e culturas mais rentáveis, mudanças que trarão o aumento da rentabilidade das atividades e seu desenvolvimento em bases mais racionais e sustentáveis. Deste total, cerca de 44 mil hectares corresponderão a áreas novas que passarão a poder ser irrigadas, abrindo novas frentes de desenvolvimento em bacias onde hoje restrições hídricas são obstáculos ao progresso econômico no meio rural.

Adicionalmente, pode-se caracterizar qualitativamente os seguintes benefícios do plano:

- ganhos de cidadania e conscientização da população mediante o processo participativo de gestão das águas implícito nas propostas institucionais apresentadas para a implantação do PERH;
- melhoria das condições ambientais mediante os programas de recuperação de áreas degradadas, proteção de mananciais, proteção de solos contra erosão e revitalização de matas ciliares;
- e a proteção dos ecossistemas marinhos através das medidas propostas de saneamento ambiental nas cidades costeiras (o método de valoração de benefícios utilizado captura apenas o valor de uso direto das praias pelo homem para recreação e/ou incentivo ao turismo).

A solidez dos indicadores de atratividade econômica calculados e a magnitude expressiva dos impactos sócio-ambientais positivos prognosticados permitem concluir que a implantação do PERH-BA contribuirá favoravelmente para o progresso da Bahia e do país, sendo portanto justificável do ponto de vista socioeconômico.