

DIVULGACIÓN SIMULTÁNEA

DOCUMENTO DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

BRASIL

PROGRAMA DE SANEAMIENTO BÁSICO DE LA CUENCA ESTRADA NOVA II (BR-L1369)

ANÁLISIS ECONÓMICO

Este documento fue preparado por el equipo de proyecto compuesto por: Kleber Machado (INE/WSA), Jefe de Equipo; Yvon Mellinger (WSA/CBR), Jefe de Equipo Alterno; Fernando Bretas y Yolanda Galaz (INE/WSA); (VPS/ESG), (LEG/SGO); Claudia Nery y Fernanda Caribé do Vale (WSA/CBR); José Luis Vásquez y Carlos Lago (FMP/CBR); con base en insumos elaborados por los Consultores Diomira Pinto Faria, Raul Ramos y Luiz Claudio Faria, contratados por la Municipalidad de Belém para apoyar la preparación del Programa.

El presente documento se divulga al público de forma simultánea a su distribución al Directorio Ejecutivo del Banco. El Directorio Ejecutivo podrá aprobar o no el documento o aprobarlo con modificaciones. Si posteriormente fuera objeto de actualizaciones, el documento actualizado se pondrá a disposición del público de acuerdo con la Política de Acceso a Información del Banco.

SUMÁRIO

1	<i>Resumo Executivo</i>	- 1 -
2	<i>Introdução</i>	- 9 -
3	<i>PresSupostos da Análise</i>	- 12 -
3.1	Pressupostos gerais	- 12 -
3.2	Pressupostos específicos e justificativos para o calculo do valor dos benefícios - 13 -	
3.2.1	Obras de Redes de Esgoto Sanitário.....	- 13 -
3.2.2	Sistema de Abastecimento de Agua	- 14 -
3.2.3	Obras de Drenagem e Sistema Viário.....	- 15 -
3.2.4	Habitação e Reassentamento	- 16 -
3.2.5	Obras de Reabilitação da Bacia do Una	- 16 -
4	<i>Esgotos Sanitários</i>	17
4.1	Síntese do Plano de Obras	17
4.2	Benefícios Unitários para rede coletora de esgotos	17
4.3	Estudo de Alternativa de Mínimo Custo para ETE	19
4.4	Benefícios Econômicos Totais – SES	20
4.5	Custos	21
4.5.1	Investimentos.....	21
4.5.2	Operação e Manutenção	23
4.6	Modelagem para Análise Benefício-Custo	25
5	<i>Sistema de Abastecimento de Água</i>	27
5.1	Abrangência do Projeto	27

5.2	Período de Avaliação e Taxa de Desconto do Fluxo de Caixa	27
5.3	Elasticidades.....	28
5.4	Capacidade de Oferta de Água.....	28
5.5	População Beneficiada	29
5.6	Demanda de Água por Grupos de Usuários.....	30
5.7	Tarifas de Água.....	31
5.8	Custos de Investimentos	31
5.9	Custos de Exploração	32
5.10	Resultados da Avaliação Econômica	33
5.11	Análises de Sensibilidade	33
5.12	Conclusões	35
6	<i>Drenagem e Sistema Viário.....</i>	37
6.1	Síntese do Plano de Obras – Sistema Viário	37
6.2	Síntese do Plano de Obras – Drenagem.....	37
6.3	Benefícios Econômicos para o Sistema Viário	38
6.4	Benefícios Econômicos para Obras de Drenagem	39
6.5	Custos.....	40
6.5.1	Investimentos.....	40
6.5.2	Operação e Manutenção	41
6.6	Modelagem para Análise Benefício-Custo	43
7	<i>Habitação e Reassentamento</i>	46
7.1	Síntese do Plano de Obras – Produção Habitacional.....	46
7.2	Estimativa de Benefícios Econômicos	46

7.3	Custos do Projeto de Reassentamento	49
7.4	Modelagem da Análise Benefício-Custo	51
8	<i>Análise de Viabilidade Econômica Consolidada</i>	53
8.1	Síntese de Indicadores	53
9	<i>Análise de Risco</i>	57
9.1	Sistema de Abastecimento de Água	58
9.2	Sistema de Esgotos Sanitários	58
9.3	Drenagem e Sistema Viário	61
9.4	Reassentamento & Habitação.....	64
9.5	Análise Consolidada	68
10	<i>Capacidade de Pagamento</i>	72
11	<i>Impacto Distributivo do Programa</i>	76
12	<i>Referências Bibliográficas</i>	79
13	<i>Anexos</i>	80
	Anexo 1: Memorial Descritivo para Análise de Mínimo Custo SES-ETE	81
	Anexo 1.1: Memória de Cálculo para Estudo de Mínimo Custo-ETE	158
	Anexo 2: Calculo da DAP	164
	Anexo 3: Saídas do Modelo SIMOP.....	207
	Anexo 4: Elasticidade-Preço da Demanda	221
	Anexo 5: Laudo de Avaliação da Sub-Bacia 1 – Estrada Nova	223
	Anexo 6: Estudo de Viabilidade do Sistema Viário	227

Na Figura 1.1 apresenta-se desenho esquemático do conjunto de obras do PROMABEN nas sub-bacias 1 e 2.

COMABEN II - PROGRAMA DA BACIA DA ESTRADA NOVA II
DATA: AGOSTO/2013



- 1 -

Para os investimentos em estações de tratamento de esgoto (ETE) foi utilizada a metodologia de custo efetividade (mínimo custo), pois não foi possível quantificar os benefícios econômicos da implantação desta obra.. A avaliação se realizou a os seguintes componentes: (i) sistemas de esgoto sanitário, (ii); sistema de água potável (iii) drenagem pluvial e sistema viário e (iv) habitação e reassentamento. OS componentes foram avaliados por separado e em conjunto. Os benefícios e custos apresentados tem data base junho 2013.

Com respeito aos benefícios econômicos, para o componente de esgotos sanitários utilizou-se o benefício unitário de R\$52,45 mensais por domicílio, relativo à disposição a pagar das famílias beneficiadas pelo projeto, estimadas pela consultora Diomira M.C.P. Faria em agosto de 2012 (Ver Anexo 2). Este benefício unitário foi atualizado para junho de 2013, através da variação do Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA-IBGE) no período¹, o que redundou em um ajuste de 5,8%, elevando o valor mensal da DAP para R\$55,49 por domicílio.

O componente de água potável envolve investimentos na melhoria e ampliação dos serviços de abastecimento à população residente na sub-bacia 1 e parte da sub-bacia 2. Os benefícios econômicos foram derivados do excedente do consumidor e estimados através da metodologia SIMOP-BID.

Para o componente de reassentamento, os benefícios têm por base a comparação entre o valor de um aluguel médio prevalecente na área de reassentamento nas condições socioeconômicas anteriores às obras e o aluguel de um imóvel semelhante em termos de área e situado nas imediações de onde foram construídas unidades habitacionais oferecidas à população deslocada (famílias reassentadas). O valor mensal estimado do benefício por unidade habitacional (UH) foi de R\$983,58 por família reassentada, que corresponde a 1,0% do valor da nova UH subtraído do valor médio do aluguel na região beneficiada pelo projeto na data base de junho/2013.

Considerando-se que as obras de drenagem e do sistema viário do PROMABEN possuem elevado grau de interferência mútua, dificultando a separação fidedigna entre custos e benefícios atribuíveis individualmente, a análise benefício/custo dos projetos dos componentes de drenagem e sistema viário foi realizada em conjunto, ou seja, comparou-se a somatória dos benefícios de drenagem e sistema viário com a respectiva somatória dos custos de ambos os componentes. O componente de drenagem (macro e micro drenagem) teve seus benefícios estimados a partir de derivações do projeto PROSAMIN III-BID/Manaus. Foram aplicados os percentuais de valorização imobiliária obtidos nos estudos realizados para o PROSAMIM III em Manaus aos valores dos imóveis situados nas áreas direta (24,9% de valorização) e indireta (12,4% de valorização) do PROMABEN referenciados ao ano de 2007², ou seja, antes do início do Programa PROMABEN I. Para o

¹ Fonte: <http://www.portalbrasil.net/ipca.htm> - Agosto 2012=905,10 e Junho 2013=957,64

² Conforme laudo de avaliação 21/2007 da consultora Arquiteta Andréa Vilaça. Ver Anexo 2 do presente relatório. O valor médio ponderado (residenciais, comerciais e mistos) dos imóveis situados na área direta foi estimado em R\$23.360,23 a partir das informações fornecidas no laudo da referida consultora.

componente Viário, foram utilizados os benefícios de tráfego estimados pelo consultor Raul Ramos, conforme relatório entregue ao BID em agosto de 2013 os quais consideram benefícios derivados de redução de consumo de combustível, ocupação da frota, tempo do passageiro e emissão de poluentes.

Como regra geral, os benefícios econômicos dos projetos foram alocados aos fluxos de caixa das análises de viabilidade um ano após os fluxos previstos nos cronogramas financeiros (CF+1) das respectivas obras e projetados até o ano VINTE, sendo o ano ZERO a data inicial dos respectivos fluxos de caixas. Neste sentido, as obras implantadas no PROMABEN I tiveram seus benefícios projetados desde o ano UM até o Ano VINTE do fluxo de benefícios, uma vez que seus custos foram alocados 100% no Ano ZERO. Para as obras do PROMABEN II, os benefícios são projetados conforme a previsão de desembolso dos respectivos cronogramas financeiros. Os componentes de água potável e esgotos sanitários obedeceram a um cronograma financeiro de três anos (20%, 40%, 40%) e os demais componentes um cronograma financeiro baseado na capacidade de endividamento da Prefeitura Municipal de Belém³, definido em cinco anos (20%, 30%, 25%, 15%, 10%).

Tendo em vista que a análise de viabilidade econômica exige que todos os custos e benefícios estejam na mesma data base, foi necessário atualizar os custos do PROMABEN I para a data base de junho/2013 para o qual se utilizou a variação do Índice Nacional de Construção Civil (INCC-IBGE) entre dezembro de 2009 (1463,6183) e junho de 2013 (1919,04547)⁴. Além deste, outro ajuste foi necessário para preparar a análise de viabilidade econômica: a inclusão dos custos de terreno para a Estação de Tratamento de Esgotos e custos complementares com ligações intradomiciliares nas obras de coleta de esgotos. Para a análise de viabilidade econômica os custos financeiros (investimentos e operação & manutenção) foram convertidos para preços econômicos

O conjunto de investimentos totais incluem ainda inversões em recuperação de passivo de obras na Bacia do Una, as quais não foram objeto de análise de viabilidade econômica, uma vez que as intervenções ainda estão no estágio inicial de levantamento das necessidades de investimentos para posterior elaboração de projetos básicos. Neste sentido, os investimentos na Bacia do Una no âmbito do contrato de empréstimo do PROMABEN II estarão condicionados à elaboração de estudos de alternativas de mínimo custo e projetos básicos por tipologia de investimentos, bem como à apresentação dos respectivos estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental, os quais deverão ser submetidos para aprovação do Banco antes de quaisquer processos de contratação ou aquisição.

Resultados. Após a conversão dos preços financeiros em preços econômicos realizou-se a análise benefício/custo dos projetos, com fluxos de caixa descontados à taxa de 12% ao ano e foram estimados os seguintes indicadores econômicos: (i) Valor Presente Líquido (VPL);

³ Conforme Relatório de Avaliação Financeira e Orçamentária da Prefeitura de Belém. Consultoria/95-13 JAR. Agosto 2013.

⁴ <http://www.portalbrasil.net/incc.htm>

(ii) Taxa Interna de Retorno (TIR) e Relação Benefício/Custo (B/C). Os resultados das análises indicaram que os projetos atendem os requisitos de viabilidade econômica aceitos pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), com todos os projetos apresentando TIR superior a 12% para o período de vida útil de 20 anos. O Quadro 1.1 apresenta o resumo dos indicadores por componente do PROMABEN e para a análise consolidada das obras do PROMABEN (Coluna V do Quadro 1.1).

Quadro 1.1
PROMABEN – Síntese da Análise de Viabilidade Econômica

ITENS	Síntese da Análise Econômica PROMABEN I + PROMABEN II - DATA BASE JUNHO 2013				
	I Sistema de Esgotos ⁽¹⁾	II Viário & Drenagem	III Reassentamento	IV Água Potável	V Consolidada Global
Domicílios beneficiados diretamente (ano 3)	11.184	26.702	1.499	14.001	53.385
Investimentos - Preço Financeiro (R\$) - Ano Zero	(62.197.603)	(325.403.082)	(77.938.169)	(15.618.395)	(481.157.250)
Investimentos a Preços Econômicos (R\$) - Valor Presente Ano Zero	(44.757.447)	(253.025.938)	(59.208.423)	(11.937.574)	(368.929.382)
Custo OAM a Preços Econômicos (R\$) - Valor Presente Ano Zero	(2.461.770)	(15.605.449)	(3.303.695)	(6.203.370)	(27.574.284)
Custo Total a Preços Econômicos (R\$) - Valor Presente Ano Zero	(47.219.217)	(268.631.387)	(62.512.117)	(18.140.944)	(396.503.666)
Benefício Total a Preços Econômicos (R\$) - Valor Presente Ano Zero	48.087.915	391.856.138	76.452.168	57.349.595	573.745.817
Valor Presente Líquido (R\$) - Preços Econômicos - Ano Zero	868.698	123.224.751	13.940.051	39.208.651	177.242.150
Taxa Interna de Retorno Econômica (TIRE)	12,29%	18,42%	15,37%	40,35%	18,34%
Relação Benefício/Custo	1,02	1,46	1,22	3,16	1,45
Custo financeiro por beneficiário (R\$/beneficiário)	(5.561,37)	(12.186,59)	(51.993,44)	(1.115,53)	(9.012,89)
Benefícios Econômicos Estimados	DAP R\$55,49/mês	Estimados somente benefícios de tráfego	Benefícios por diferença de aluguel. R\$934,28 por mês.	Excedente do Consumidor (SIMOP)	DAP, Tráfego e Diferença de Aluguel, Excedente do Consumidor

(1) Inclui toda Sub-bacia 1 (Micro Bacias 1, 2, 3 e 4) + Meio de Quadra (Q1 a Q8) + Conjunto Aloísio Chaves + Miolo do Jurunas. Não inclui ETE.

Os resultados apresentados no Quadro 1.1 permitem afirmar que todos os componentes do PROMABEN que foram objeto de análise de viabilidade econômica atendem aos critérios de elegibilidade definidos pelo BID, ou seja, TIR maior ou igual a 12%. Destes, somente o componente de esgotos sanitários apresenta viabilidade econômica no limite inferior e a principal razão para este desempenho do projeto é o baixo nível de adesão considerado. De forma consolidada, o Programa apresenta TIR igual a 18,34% e VPL de R\$177,2 milhões e o componente de drenagem e sistema viário, principalmente este último, é o responsável pelo maior aporte de benefícios econômicos ao Programa.

Os investimentos em tratamento de esgotos (ETE e seus componentes) foram avaliados através da seleção da alternativa de menor custo econômico cujos resultados são apresentados no Anexo 1 e Anexo 1.1, os quais foram produzidos pelo Consórcio Quanta-Contécnica. Foram analisadas seis alternativas de tratamento: a) MBBR SEC GAL com emissário, b) MBBR SEC IATE com emissário, c) MBBR TER IATE sem emissário, d) UASB + FLOT + SEC IATE, e) UASB com emissário SEC IATE 2 etapas e f) MBBR com emissário SEC GAL 2 etapas. A alternativa escolhida foi a alternativa MBBR com emissário SEC GAL 2 etapas que apresentou o menor CMLP/m³ tratado (R\$4,55/m³). (Ver Quadro 1.2).

Quadro 1.2
Cálculo do Custo Médio de Longo Prazo para as Alternativas

Alternativa	VPL dos Custos	CMLP (R\$/m3)
1	\$ 94,064,276.45	4.80
2	\$ 96,255,600.53	4.92
3	\$ 101,608,831.48	5.19
4	\$ 96,912,677.87	4.95
5	\$ 92,687,546.10	4.73
6	\$ 89,126,206.34	4.55

Análise de Risco. As simulações probabilísticas de risco realizadas para o componente de coleta e transporte de esgotos sanitários indicam que há uma probabilidade de 90% de que a TIR para o sistema de coleta e transporte de esgotos situe-se entre 8,07% e 15,33%. A probabilidade de que a TIR do projeto de coleta e transporte de esgotos seja igual ou superior a 12% é de apenas 43,9%, ou seja, o risco de uma TIR menor que 12% para o projeto é de 56,1%!

A análise de risco permite inferir que o valor da disposição a pagar (DAP), assim como a taxa de adesão ao sistema a partir da conclusão das obras são fundamentais para determinar a viabilidade do projeto, ambas mais relevantes do que variações nos custos de investimentos.

Para o componente de água potável, as análises de sensibilidade indicam que a variável mais suscetível a impactar os resultados do componente é a demanda de água dos usuários do sistema e uma redução de 20% na demanda admitida para o componente implica em taxa interna de retorno abaixo de 12%.

Quanto ao componente de drenagem e sistema viário, as simulações de risco indicam que há uma probabilidade de 90% de que a TIR para estes componente situe-se entre 15,14% e 18,30%. Observa-se também que, após 5.000 simulações aleatórias, a menor TIR encontrada foi de 14,08%, indicando que praticamente não há risco destes componentes apresentarem TIR inferior a 12% quando avaliados em conjunto.

Os resultados do modelo de risco sugerem que as obras de drenagem são críticas para a viabilidade econômica do componente avaliando em conjunto, pois embora os benefícios econômicos derivados do tráfego tenham gerado o mais significativo valor monetário quantificado para o PROMABEN, representando 62% de todos os benefícios monetários quantificados para o Programa, na análise de regressão da simulação de risco, esta variável é menos relevante para os indicadores TIR e VPL do que os custos de investimentos e os benefícios por valorização imobiliária na área de influência indireta do projeto de drenagem. Este aspecto talvez se explique em função da forma com que os benefícios de tráfego foram tratados na modelagem de risco. Não entanto, deve-se salientar que os benefícios de tráfego foram estimados em modelos de tráfego e tanto a análise de viabilidade econômica quanto a

simulação para análise de risco tiveram que tratá-los como um valor monetário anual sem possibilidades de interferir nas variáveis de entrada que dão origem ao valor monetário anual referido. Considerando-se que os benefícios de tráfego têm um peso extraordinário nos benefícios econômicos quantificados para o PROMABEN, sugere-se que a implantação do sistema viário seja acompanhada com o rigor técnico necessário, de modo que as intervenções previstas nas estimativas de benefício econômico se concretizem conforme o programado.

As simulações de risco para o componente de reassentamento e habitação indicam que há uma probabilidade de 90% de que a TIR para o componente situe-se entre 9,52% e 16,52%. A probabilidade de que a TIR do projeto reassentamento & habitação seja igual ou superior a 12% é de 72,0%, ou seja, o projeto apresenta 28% de chances de uma TIR menor que 12%. O componente de reassentamento e habitação do PROMABEN é o que carrega maior grau de incertezas do ponto de vista da análise de viabilidade econômica. Isto se explica pelo fato de que as análises sociais na área da sub-bacia 2 (contrapartida local) não estarem concluídas e o número de famílias a ser reassentado terem sido estimados com base em informações antigas e com baixo grau de acurácia. Os resultados apresentados para o componente indicam que a variável relacionada à proporção do valor do aluguel em relação ao valor do imóvel é a mais importante do modelo de regressão e, conseqüentemente, aquela que mais impacta os indicadores de viabilidade do projeto. Em seguida, os coeficientes do modelo indicam que as variáveis “*investimentos*” e “*número de famílias beneficiadas*”, pela ordem, também são relevantes para os indicadores de viabilidade TIR e VPL do componente.

Capacidade de Pagamento da População. A capacidade de pagamento da população pelos serviços de água e esgotos uma medida do custo arcado pelo usuário relativamente aos seus rendimentos. A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda que uma família não deveria pagar mais de 5,0% dos seus rendimentos para os serviços de água e esgoto (3,0 % para o abastecimento de água e 2,0 % para o esgotamento sanitário). A capacidade de pagamento dos beneficiários para os projetos de abastecimento de água e esgotos do PROMABEN foi estimada a partir dos dados de distribuição da renda familiar obtida na pesquisa de DAP por rede de esgotos do PROMABEN II e é apresentada no Quadro 1.8, abaixo. Como se observa, na área do projeto de água e esgotos do PROMABEN há apenas 0,36% de domicílios com capacidade de pagamento inferior ao valor estimado para as contas de água e esgotos da COSANPA e este contingente de domicílios está restrito àqueles sem rendimento e aqueles com renda domiciliar igual ou inferior a meio salário mínimo.

Quadro 1.3
Capacidade de Pagamento pelos projetos de água potável e esgotos sanitários

Classe de Renda Familiar em Salário Mínimo (SM) ¹	Nº de Domicílios Pesquisa de Campo ²	Valor da Renda Média (R\$/domicílio/mês) ³	Comprometimento da Renda	Valor Máximo de Comprometimento da Renda (R\$/família/Mês)	Conta de Água + Esgoto ⁴	Comprometimento da Renda	Frequência Cumulativa	Subsídio por classe de renda
Sem rendimento	31	0	5%	0,00	22,40	100%	0,00%	22,40
Até 1/2 SM	1	339	5%	16,95	22,40	32%	0,36%	5,45
De 1/2 a 1 SM	101	509	5%	25,43	22,40	-12%	36,69%	0,00
Mais de 1 a 2 SM	85	1.017	5%	50,85	22,40	-56%	67,27%	0,00
Mais de 2 a 5 SM	64	2.373	5%	118,65	43,15	-64%	90,29%	0,00
Mais de 5 a 10 SM	24	5.085	5%	254,25	43,15	-83%	98,92%	0,00
Mais de 10 a 20 SM	3	10.170	5%	508,50	43,15	-92%	100,00%	0,00
Mais de 20 SM	0	13.560	5%	678,00	43,15	-94%		0,00
Total	309	1.432	5%	71,61	43,15	-40%		0,00

¹ Estrutura de Renda conforme o Censo Demográfico 2010. Tabela 4.5.7.4 - Salário Mínimo de R\$510,00.

² Conforme Pesquisa de Campo realizada para estudo de Disposição a Pagar por Rede de Esgotos realizada pela Consultora Diomira M C P Faria em julho 2012.

³ Salário Mínimo atualizado para 2013: R\$ 678,00

⁴ Tarifa Social para baixa renda (até 10m3/mês) e valor médio da conta de água+esgoto estimado pelo consultor a partir dos dados do RIG COSANPA 2012 e da estrutura tarifária vigente em setembro 2013.

Foi analisada a distribuição de renda da população residente nas áreas de intervenção contemplados pelo Programa PROMABEN para verificar a parcela da população de baixa renda existente e o impacto distributivo dos benefícios dos projetos sobre este grupo de beneficiários.

Redução da Pobreza. O Programa qualifica como um projeto que promove a redução da pobreza (PTI), tal e como se descreve no relatório sob o Noveno Incremento Geral de Recursos (CGI-9) (Documento AB-2764), bajo os critérios de setor e número de beneficiários. A porcentagem de beneficiários de baixa renda na área de influencia do projeto é de 56,63%.

Utilizaram-se os critérios do Programa Bolsa Família do Governo Federal⁵ para definição do parâmetro de corte para a população de baixa renda, o qual estabelece a renda de meio salário mínimo per capita como teto máximo para este grupo social. Considerando a data base deste estudo, junho de 2013, o valor corresponde a um rendimento de R\$339,00 per capita, que multiplicado pelo tamanho médio das famílias na área do Programa⁶, resulta no rendimento familiar mensal, conforme o Quadro 1.4 abaixo:

Quadro 1.4
Rendimento Familiar para famílias de Baixa Renda

Localidade	Linha de Corte para baixa renda (R\$/família / mês)
Sub-bacia 1 – PROMABEN II	R\$339,00 * 4,63 = R\$1.569,57

Fonte: Cálculos próprios a partir de dados da pesquisa DAP. Atualizado para a data base de junho 2013.

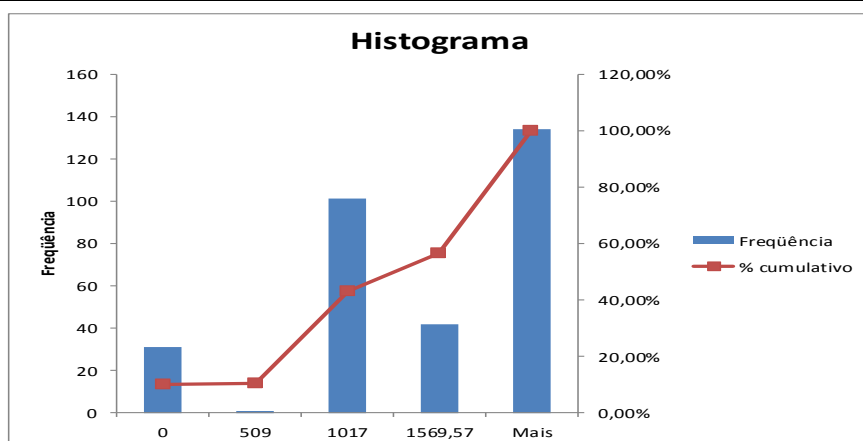
Os dados da pesquisa de disposição a pagar por rede de esgotos do PROMABEN II também serviram como referência para estimar o percentual da população que se encontra abaixo da linha de corte para baixa renda, conforme se apresenta no Quadro 1.5, abaixo.

⁵ Fonte: <http://www.fomezero.gov.br/noticias/previdencia-retira-mais-mulheres-da-linha-da-pobreza>. Acesso em: 07/06/2011

⁶ Taxa média de pessoas por família segundo a pesquisa DAP para rede de esgotos do PROMABEN II: 4,63 pessoas por domicílio.

Quadro 1.5 – PROMABEN – Domicílios de Baixa Renda

309	Frequência	% cumulativo
0	31	10,03%
509	1	10,36%
1017	101	43,04%
1569,57	42	56,63%
Mais	134	100,00%



Fonte: Pesquisa DAP Rede de Esgotos PROMABEN II. Consultora Diomira M.C.P.Faria

Como se observa, 56,63% dos domicílios na área de projeto se enquadram no critério definido como linha de corte para o grupo social de baixa renda.

Impacto Distributivo. Para a análise do impacto distributivo dos benefícios econômicos do PROMABEN identificaram-se os seguintes grupos de beneficiários diretos: o setor público (Estado e Município) e o setor privado, este último dividido em: (i) beneficiários de baixa renda e (ii) outros beneficiários (beneficiários acima da linha de baixa renda), conforme apresentado no Quadro 1.6, abaixo:

Quadro 1.6

IMPACTO DISTRIBUTIVO DO PROMABEN (R\$)				
Item	Setor Publico	Setor Privado		Preços Sociais
		População de Baixa Renda	Outros	
Benefício do SAA (Água)		32.479.544,08	24.870.050,89	57.349.594,97
Benefícios do SES (Esgotos)		27.234.256,35	20.853.659,15	48.087.915
Benefícios de Drenagem & Sistema Viário		221.924.997,21	169.931.140,72	391.856.138
Benefícios Habitação/Reassentamento		43.298.153,48	33.154.014,66	76.452.168
Investimentos	(368.929.381,64)			(368.929.381,64)
Operacao e Manutencao	(27.574.284,41)			(27.574.284,41)
Total	(396.503.666,05)	324.936.951,11	248.808.865,42	177.242.150,48
Coefficiente de Impacto Distributivo		56,63%	43,37%	

A análise demonstra que 56,63% do benefício econômico líquido gerado pelo PROMABEN seriam capturados pelos grupos de beneficiários de baixa renda. Considerando esta estimativa como representativa e aplicando o coeficiente ao valor dos benefícios econômicos totais, pode-se inferir que aproximadamente R\$324,1 milhões beneficiarão grupos de baixa renda.

2 INTRODUÇÃO

O presente Anexo contém as atividades desenvolvidas referentes à Análise de Viabilidade Econômica do Programa de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova – PROMABEN. Foram desenvolvidas as seguintes atividades: (i) procedeu-se o levantamento dos benefícios unitários por componente; (ii) o levantamento dos custos de investimentos e de operação e manutenção por componente; (iii) a conversão dos custos e benefícios financeiros para preços de eficiência; (iv) análise benefício-custo por componente, independentemente se os investimentos foram realizados no PROMABEN I ou PROMABEN II e ainda, se são projetos financiados pelo Banco ou investimentos de contrapartida local; (v) análise benefício-custo agregada para o conjunto de projetos; (vi) análise probabilística de risco por componente; (vii) análise de pobreza e capacidade de pagamento da população para os projetos de água e esgotos e; (viii) o impacto distributivo dos benefícios econômicos sobre a população de baixa renda.

Tendo em vista que a análise de viabilidade econômica exige que todos os custos e benefícios estejam na mesma data base, foi necessário atualizar os custos do PROMABEN I para a data base de junho/2013 para o qual se utilizou a variação do Índice Nacional de Construção Civil (INCC-IBGE) entre dezembro de 2009 (1463,6183) e junho de 2013 (1919,04547)⁷. Além deste, outro ajuste foi necessário para preparar a análise de viabilidade econômica: a inclusão dos custos de terreno para a Estação de Tratamento de Esgotos e custos complementares com ligações intradomiciliares nas obras de coleta de esgotos.

O conjunto de investimentos totais na data base de junho 2013 incluem ainda inversões em recuperação de passivo de obras na Bacia do Una, as quais não foram objeto de análise de viabilidade econômica, uma vez que as intervenções ainda estão no estágio inicial de levantamento das necessidades de investimentos para posterior elaboração de projetos básicos.

Neste sentido, os investimentos na Bacia do Una no âmbito do contrato de empréstimo do PROMABEN II estarão condicionados à elaboração de estudos de alternativas de mínimo custo e projetos básicos por tipologia de investimentos, bem como à apresentação dos respectivos estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental, os quais deverão ser submetidos para aprovação do BID antes de quaisquer processos de contratação ou aquisição de obras, serviços e/ou equipamentos.

Com respeito à análise de viabilidade econômica do componente de esgotos sanitários, as estimativas de benefícios econômicos para as obras de rede coletora e transporte de esgotos foram obtidas através de levantamento de dados primários realizados através de pesquisa de campo na área beneficiada pelo projeto, utilizando-se a metodologia de avaliação

⁷ <http://www.portalbrasil.net/incc.htm>

contingente, que objetiva estimar a disposição a pagar das famílias contempladas pelas obras de coleta de esgotos sanitários (rede e interceptores). Desta forma, foi possível realizar uma análise de viabilidade econômica do tipo benefício/custo somente para as obras de coleta e transporte de esgotos. Os investimentos em tratamento de esgotos (ETE e seus componentes) foram avaliados através da seleção da alternativa de menor custo econômico cujos resultados são apresentados no Anexo 1 e Anexo 1.1, produzidos pelo Consórcio Quanta-Contécnica .

O componente de água potável envolve investimentos na melhoria e ampliação dos serviços de abastecimento à população residente na sub-bacia 1 e parte da sub-bacia 2. Os benefícios econômicos foram derivados do excedente do consumidor e estimados através da metodologia SIMOP⁸.

Para o componente de reassentamento, os benefícios têm por base a comparação entre o valor de um aluguel médio prevalecente na área de reassentamento nas condições socioeconômicas anteriores às obras e o aluguel de um imóvel semelhante em termos de área e situado nas imediações de onde foram construídas unidades habitacionais oferecidas à população deslocada (famílias reassentadas).

O componente de Drenagem (macro e micro drenagem) tiveram seus benefícios estimados a partir de derivações do projeto PROSAMIN III-BID/Manaus. Foram aplicados os percentuais de valorização imobiliária obtidos nos estudos realizados para o PROSAMIN III em Manaus aos valores dos imóveis situados nas áreas direta e indireta do PROMABEN referenciados ao ano de 2007⁹, ou seja, antes do início do Programa PROMABEN I. Para o componente Viário, foram utilizados os benefícios de tráfego estimados pelo Consultor Raul Ramos, conforme relatório entregue ao BID em agosto de 2013.

Tendo em vista que as obras de drenagem e do sistema viário do PROMABEN possuem elevado grau de interferência mútua, dificultando a separação fidedigna entre custos e benefícios atribuíveis individualmente, a análise benefício/custo dos projetos dos componentes de drenagem e sistema viário foi realizada em conjunto, ou seja, comparou-se a somatória dos benefícios de drenagem e do sistema viário com a respectiva somatória dos custos dos componentes.

Este documento foi estruturado em doze capítulos, com os seguintes conteúdos: este capítulo, contendo a introdução ao estudo de viabilidade econômica; do capítulo três ao capítulo seis são apresentados os pressupostos gerais e específicos das análises, as análises

⁸ O SIMOP é um modelo computacional desenvolvido pelo BID que simula o consumo, a distribuição e a produção de água potável num sistema público a fim de calcular os benefícios econômicos que se obtém ao ampliar a capacidade de produção ao trocar fontes privadas individuais por sistemas de rede pública.

⁹ Conforme laudo de avaliação 21/2007 da Consultora Arquiteta Andréa Vilaça. Ver Anexo 4 do presente relatório.

de viabilidade econômica para os projetos na seguinte sequência: (iii) rede de coleta e transporte de esgotos sanitários; (iv) água potável; (v) drenagem e sistema viário; (vi) reassentamento e habitação, respectivamente. No capítulo oito é apresentada uma análise de viabilidade consolidada para os componentes analisados nos capítulos anteriores. No capítulo nove são apresentadas simulações de risco probabilístico para todas as análises de viabilidade e, nos capítulos 10 e 11, se apresentam, respectivamente, a análise da capacidade de pagamento da população por serviços de abastecimento de água e esgotos sanitários e o impacto distributivo dos benefícios econômicos sobre a população de baixa renda. Finalmente, no capítulo 12 é apresentada a bibliografia consultada e no capítulo 13 a relação de Anexos relevantes para a compreensão e o detalhamento dos estudos realizados.

3 PRESSUPOSTOS DA ANÁLISE

3.1 PRESSUPOSTOS GERAIS

As análises econômicas desenvolvidas utilizam as premissas gerais apresentadas no quadro a seguir:

Quadro 3.1 – Parâmetros para a análise econômica

Taxa de Desconto	12%
Taxa de Cambio (R\$/US\$)	2
Horizonte da análise	20 anos
Período de referência	Abril/12
BDI	30%
Fator de Conversão BDI ¹⁰	0,33

Fuente: Programa Prodetur Nordeste II/BID – PBLM Consultoria Empresarial Ltda

Tendo em vista que a análise de viabilidade econômica exige que todos os custos e benefícios estejam na mesma data base, foi necessário atualizar os custos do PROMABEN I para a data base de junho/2013 para o qual se utilizou a variação do Índice Nacional de Construção Civil (INCC-IBGE) entre dezembro de 2009 (1463,6183) e junho de 2013 (1919,04547)¹¹.

Além deste, outro ajuste foi necessário para preparar a análise de viabilidade econômica: a inclusão dos custos de terreno para a Estação de Tratamento de Esgotos e custos complementares com ligações intradomiciliares nas obras de coleta de esgotos.

Como regra geral, os benefícios econômicos dos projetos foram alocados aos fluxos de caixa das análises de viabilidade um ano após os fluxos previstos nos cronogramas financeiros (CF+1) das respectivas obras e projetados até o ano VINTE, sendo o ano ZERO a data inicial dos respectivos fluxos de caixas. Neste sentido, as obras implantadas no PROMABEN I tiveram seus benefícios projetados desde o ano UM até o ano VINTE do fluxo de benefícios, uma vez que seus custos foram alocados 100% no ano ZERO. Para as obras do PROMABEN II, os benefícios são projetados conforme a previsão de desembolso dos respectivos cronogramas financeiros. As obras de esgotos sanitários obedeceram a um cronograma financeiro de três anos (20%, 40%, 40%) e os demais componentes um

¹⁰ Benefícios e gastos indiretos

¹¹ <http://www.portalbrasil.net/incc.htm>

cronograma financeiro baseado na capacidade de endividamento da Prefeitura Municipal de Belém¹², definido em cinco anos (20%, 30%, 25%, 15%, 10%).

Os custos financeiros de investimentos e de operação e manutenção foram convertidos para preços econômicos de acordo com os critérios apresentados no Quadro 3.2, abaixo:

Quadro 3.2
Fatores de Conversão dos Preços Financeiros

INSUMOS	Fator de Conversão
Mão de Obra Não Qualificada	0,50
Mão de Obra Qualificada	1,00
Equipamentos Nacionais	1,00
Equipamentos Importados	1,00
Material Nacional	1,00
Material Importado	1,00
Outros	0,95

Fonte: Programa PROSAMIM III Manaus-BID

3.2 PRESSUPOSTOS ESPECÍFICOS E JUSTIFICATIVOS PARA O CALCULO DO VALOR DOS BENEFÍCIOS

3.2.1 Obras de Redes de Esgoto Sanitário

Considerando-se que os custos dos projetos de esgotamento sanitário foram atualizados para a data base de junho/2013, foi necessário realizar a atualização dos benefícios econômicos para a mesma data base, para o qual se utilizou a variação do Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA-IBGE) referente à data da pesquisa (agosto/2012) e junho de 2013¹³.

O número de ligações intradomiciliares previstos serviu como parâmetro para determinar o percentual de adesão da população residente na área de projeto, que corresponde a 13.458 domicílios para uma população de 62.787 habitantes. Desta forma, a razão entre o número de ligações intradomiciliares e o número de domicílios existentes na área de projeto definiu o percentual de adesão ao sistema de 82,1% para a análise benefício/custo do sistema de coleta e transporte de esgotos.

¹² Conforme Relatório de Avaliação Financeira e Orçamentária da Prefeitura de Belém. Consultoria/95-13 JAR. Agosto 2013.

¹³ Agosto/2012 = 905,10 e Junho/2013=957,64 (Fonte: IBGE).

Para o cálculo do valor econômico dos benefícios à população decorrentes da implantação das redes, esgoto sanitário, se pressupõe que o valor dos benefícios é igual à disposição a pagar dos usuários pela melhoria de bem estar esperada devido aos projetos.

No caso específico do estudo aqui apresentado, foi utilizado como base de informação o Estudo de Viabilidade Econômica desenvolvido durante a preparação do próprio Programa PROMABEN II, no ano de 2012. Sendo assim, nesta análise se pressupõe que as funções de DAP calculadas em 2012 ainda são válidas; isto é não houve variações nos parâmetros das variáveis explicativas da DAP. Sendo assim, procedeu-se a atualização dos benefícios unitários provenientes das funções estimadas, utilizando índices de preços, ou seja, atualizou-se monetariamente os valores de disposição a pagar encontrados, aplicando o INPC, considerando a data da pesquisa realizada, julho de 2012, e a data base do estudo, junho de 2013.

Vale ressaltar que o componente de esgoto sanitário avaliado no ano de 2012 referia-se a projetos de implantação de redes, coletores e interceptores. Entretanto, os investimentos a serem financiados pelo Programa incluem a construção de uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) e um emissário. Desta forma, foi necessário avaliar a viabilidade da implantação da ETE e o emissário. Utilizou-se a metodologia de mínimo custo.

3.2.2 Sistema de Abastecimento de Água

As premissas adotadas para a demanda de água são bastante altas (369 l/hab/dia), as quais estão baseadas no consumo atual no segundo setor operacional da sub-bacia 1, região que tem elevado índice de micromedicação (87%). Considerando-se que o consumo per capita no oitavo setor da sub-bacia 1 estimado pela Engesolo¹⁴ é de 504 l/hab/dia, a premissa adotada para a demanda na área de projeto na presente modelagem considera que a redução de 504 l/hab/dia para 369 l/hab/dia seria um efeito benéfico de investimentos em substituição de redes e micromedicação proporcionados pelo Programa, mas como é evidente, ainda se trata de uma demanda bastante elevada; Esta é a variável mais sensível do modelo de viabilidade econômica e uma redução de 20% na demanda adotada implica em colocar o projeto com TIR inferior a 12%, conforme se pode observar na análise de sensibilidade apresentada para a demanda.

A elasticidade-preço da demanda adotada (-0,86) foi estimada para a Bacia do Una há aproximadamente 25 anos (ver Anexo 3). Não obstante o trabalho realizado naquela ocasião tenha a robustez necessária exigida pela BID, o tempo decorrido entre o estudo adotado e o momento atual pode ter alterado estes parâmetros, além do fato de que se trata de outra bacia hidrográfica. Buscou-se contornar este problema com a análise paramétrica no modelo SIMOP, avaliando-se diversos parâmetros de elasticidade-preço da demanda, cujos resultados podem ser considerados satisfatórios, uma vez que variações importantes na elasticidade-preço tiveram baixo impacto nos indicadores de rentabilidade do projeto.

¹⁴ Diagnóstico da Situação Atual do Sistema de Abastecimento de Água da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA SUB-BACIA 01. ENGESOLO ENGENHARIA LTDA. Belo Horizonte, abril de 2007.

3.2.3 Obras de Drenagem e Sistema Viário

O componente de Drenagem (macro e micro drenagem) tiveram seus benefícios estimados a partir de derivações do projeto PROSAMIM III-BID/Manaus. Foram aplicados os percentuais de valorização imobiliária obtidos nos estudos realizados para o PROSAMIM III em Manaus aos valores dos imóveis situados nas áreas direta e indireta do PROMABEN referenciados ao ano de 2007 , ou seja, antes do início do Programa PROMABEN I.

Desta forma, foi estimado um valor de valorização imobiliária utilizando a técnica de *transferência de benefícios*, aonde se pressupõe que o percentual de comprometimento da renda familiar para o serviço público de coleta de esgoto sanitário determinado para o Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus - PROSAMIM III¹⁵, cujos estudos são recentes e para o mesmo componente aqui avaliado. O uso desta técnica está plenamente justificado neste caso, pois aqui se prioriza a busca por modelos estatísticos e valores de valorização imobiliária derivados de pesquisa de campo, cujo resultado estatisticamente significativo possibilite a transferência de benefícios. Para tanto, foi necessário realizar um levantamento bibliográfico de estudos existentes para a mesma tipologia de projetos, visando identificar aqueles que se apresentam adequados para transferir estimativas de valores de um local para outro, considerando o mesmo tipo de bem a ser avaliado. Os critérios considerados para seleção de estudos compatíveis são: i) Estudos originais adequados, o que significa utilizar trabalhos com métodos econométricos e estatísticos consistentes; ii) O valor da valorização imobiliária deve ser uma função das características socioeconômicas locais e atributos semelhantes; iii) As características referentes a clima, ecossistemas, etc., devem ser semelhantes nas áreas estudadas; iv) As áreas devem ter populações similares quanto às suas preferências; v) Os mercados devem ser de tamanhos similares. Para o caso do componente de drenagem do projeto PROMABEN, objeto desta análise todos esses critérios se cumprem quando comparado com o componente de drenagem do projeto PROSAMIM.

Tendo em vista que as obras de drenagem e do sistema viário do PROMABEN possuem elevado grau de interferência mútua, dificultando a separação fidedigna entre custos e benefícios atribuíveis individualmente, a análise benefício/custo dos projetos dos componentes de drenagem e sistema viário foi realizada em conjunto, ou seja, comparou-se a somatória dos benefícios de drenagem e do sistema viário com a respectiva somatória dos custos dos componentes.

No caso das obras viárias foram utilizados os benefícios de tráfego estimados em agosto de 2013. Foram considerados os benefícios diretos da intervenção que incorporam a redução de percursos, pelo oferecimento de rotas mais diretas e o aumento de velocidades desenvolvidas, pela redução dos níveis de congestionamento de tráfego na malha viária.

¹⁵ Ampla Análise de Projetos Ltda. Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus – Prosamim III – Estudo de Viabilidade Econômica das Obras de Requalificação Urbana na Bacia do Igarapé do São Raimundo – Relatório Final – junho de 2012

Dessas reduções de percurso e melhoria de condições de percurso decorrem reduções de consumo de tempos de passageiros, de tempos de ocupação de veículos comerciais, de consumo de combustíveis, de custos operacionais veiculares e de emissões de poluentes associados aos combustíveis. Dessa forma, se pressupõe que os benefícios da implantação são equivalentes a o valor econômico da: i) redução de consumo de combustíveis para automóveis, motocicletas, ônibus e caminhões; ii) redução de custos operacionais para automóveis, motocicletas, ônibus e caminhões; iii) redução de ocupação de frota comercial para ônibus e caminhões; iv) redução de tempo de passageiros para automóveis, motocicletas e ônibus e v) redução de emissão de poluentes para automóveis, motocicletas, ônibus e caminhões.

3.2.4 Habitação e Reassentamento

O componente de reassentamento do Programa e os custos respectivos são tratados como um débito contra os benefícios econômicos do projeto de investimento que causa a necessidade da remoção de famílias. Entretanto, quaisquer benefícios líquidos para os reassentados (em comparação com as circunstâncias que existiriam “sem o projeto”) devem ser acrescentados à série de benefícios do investimento principal.

Seguindo o argumento apresentado acima, considerou-se que o benefício líquido do reassentado será o diferencial de qualidade da unidade habitacional que lhe foi oferecido na nova situação após a implantação do projeto.

3.2.5 Obras de Reabilitação da Bacia do Una

4 ESGOTOS SANITÁRIOS

4.1 SÍNTESE DO PLANO DE OBRAS

Na área de abrangência da sub-bacia 1 o projeto contempla a implantação de 35.093m de rede coletora, 2.202m de interceptores, 04 estações elevatórias, 04 linhas de recalque de 2.228m, 6.189 ligações domiciliares de esgoto incluindo a construção de uma Estação de Tratamento de Esgoto que receberá as contribuições de esgoto da própria sub-bacia 1, com per capita de 150l/hab/dia e as vazões do miolo do Jurunas (3.358 ligações) do Residencial Aloysio Chaves (576 ligações) e área adjacente à Av. Bernardo Sayão (949 ligações – Área II-B – Figura 1).

O processo de tratamento é aeróbio a nível secundário, MBBR, com emissário etapalizado. A implantação será feita em duas etapas: 1ª Etapa – Ano 0: Implantação de rede coletora + interceptores + elevatórias + linhas de recalque + tratamento preliminar + flotadores + emissário + desinfecção e a 2ª Etapa – ano 11: Finalização do processo de tratamento, com implantação dos reatores MBBR.

A localização da Estação de Tratamento é ao lado da área onde será construído o sistema de comportas, contemplado no PROMABEN I, para controle do nível das marés no sistema de macrodrenagem da sub-bacia 1 da Bacia da Estrada Nova.

Também está prevista nesta sub-bacia investimentos na melhoria no sistema de abastecimento de água (Figura 1 - Referência I) contemplando 28.143m de rede e 3.915 ligações prediais hidrometradas, para os quais não foram realizadas no presente trabalho análise de viabilidade econômica.

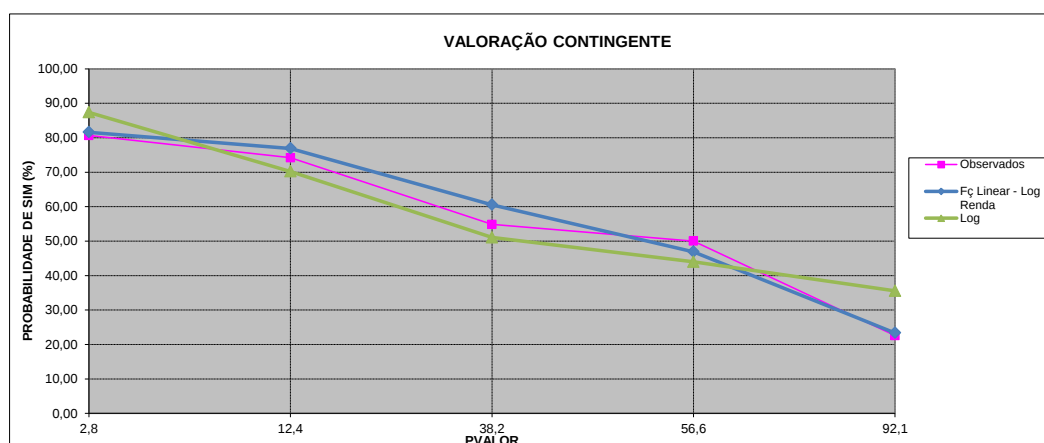
Na sub-bacia 2 o programa contempla a implantação de 10.880m de redes coletoras de esgoto e 3.358 ligações domiciliares na área denominada miolo do Jurunas, além da implantação de 6.146m de rede de abastecimento de água.

4.2 BENEFÍCIOS UNITÁRIOS PARA REDE COLETORA DE ESGOTOS

Este estudo utiliza-se dos benefícios econômicos estimados para o projeto de coleta de esgotos sanitários do PROMABEN II, realizados através da metodologia de avaliação contingente contratados pela UCP PROMABEM em agosto de 2012. Conforme o estudo apresentado, as funções de disposição a pagar (DAP) analisadas foram assim denominadas: (i) **linear-log-renda**, incluindo a variável renda transformada em logaritmo, ou seja, logarítmico da variável renda e o valor ofertado ao entrevistado (R\$/família/mês) e (ii) **log-log**, incorporando o logarítmico da variável renda e logarítmico da variável do valor ofertado aos entrevistados. Os resultados do valor de disposição a pagar para o projeto de esgotamento sanitário na data base de agosto de 2012 estão apresentados no Quadro 4.1 abaixo:

Quadro 4.1
Estimativa da Disposição a Pagar da Pesquisa Definitiva

CALCULO DA PROBABILIDADE PARA OS MODELOS			
COEFICIENTES DOS MODELOS ESCOLHIDOS			
VARIÁVEL			MÉDIA
	Linear - Log Renda	LOG	
CONST.	-3,595	-1,878	-
Ln - Renda	0,6940	0,612	7,4475
Renda			2310,23
Valor -Dap	-0,030		
Ln - Dap		-0,724	
DAP	52,45	40,51	
CAP pag	2,27%	1,75%	



Fonte: Pesquisa DAP Promaben 2012. Relatório 2 – Diomira M C P Faria – Agosto de 2012

Considerando-se que os custos dos projetos de esgotamento sanitário foram atualizados para a data base de junho/2013, foi necessário realizar a atualização dos benefícios econômicos para a mesma data base, para o qual se utilizou a variação do Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA-IBGE) referente à data da pesquisa (agosto/2012) e junho de 2013¹⁶.

A variação do IPCA no período indicado foi de 5,8%, o que implicou no ajustamento da DAP de R\$52,45 para R\$55,49 mensais por família beneficiada.

¹⁶ Agosto/2012 = 905,10 e Junho/2013=957,64 (Fonte: IBGE).

4.3 ESTUDO DE ALTERNATIVA DE MÍNIMO CUSTO PARA ETE

A concepção do projeto de esgotamento sanitário na sub-bacia 1 da bacia hidrográfica da Estrada Nova avaliou seis alternativas de projeto para a solução de tratamento de esgotos na área do Programa PROMABEN II para a seleção da alternativa de mínimo custo. Após discussões técnicas e parecer favorável da Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA), foi utilizado o per capita de 150 litros/habitante/dia para dimensionamento dos projetos de engenharia. Além disso, foram consideradas para o estudo as contribuições de esgoto da sub-bacia 1, Miolo do Jurunas, Residencial Aloysio Chaves e Área adjacente à Av. Bernardo Sayão, identificada pelo código IIB na Figura 1, apresentada anteriormente. As opções de localização da ETE foram denominadas como área da galeria de descarga (GAL) e a área do Iate Clube.

As alternativas de projetos para análise consideram dois tipos de processo de tratamento anaeróbio e aeróbio, conforme indicado a seguir:

1. Processo Aeróbio – MBBR (com emissário) a nível secundário com implantação na área da galeria de descarga;
2. Processo Aeróbio – MBBR (com emissário) a nível secundário com implantação na área do Iate Clube;
3. Processo Aeróbio – MBBR a nível terciário na área do Iate Clube;
4. Processo Anaeróbio - UASB + FLOTADORES (com emissário), a nível secundário, na área do Iate Clube. Nesta alternativa a remoção de matéria orgânica é realizada por um reator anaeróbio, seguido de tratamento complementar com sistema de flotação, para maior estabilização da matéria orgânica e polimento do efluente.
5. Processo Anaeróbio - UASB COM EMISSÁRIO (ETAPALIZADO), nível secundário incompleto na área do Iate Clube.
 - a. 1ª ETAPA – ANO 0 (zero): Implantação de rede coletora + interceptores + elevatórias + linhas de recalque + emissário + tratamento preliminar + flotador + desinfecção.
 - b. 2ª ETAPA – ANO 11 (Onze): Implantação dos Reatores UASB.
6. Processo Aeróbio – MBBR COM EMISSÁRIO (ETAPALIZADO), a nível secundário com implantação na área da Galeria de Descarga, sendo;
 - a. 1ª ETAPA – ANO 0 (zero): Implantação de rede coletora + interceptores + elevatórias + linhas de recalque + emissário + tratamento preliminar + flotador + desinfecção.
 - b. 2ª ETAPA – ANO 11 (onze): Implantação dos Reatores MBBR.

O Quadro 4.2 resume os custos de investimentos e de operação e manutenção para as alternativas de projetos. O detalhamento dos estudos de alternativas de mínimo custo com suas respectivas memórias de cálculos são apresentados no Anexo 1 – Memorial Descritivo para Seleção da Alternativa de Mínimo Custo, elaborado pelo Consórcio Quanta-Contécnica.

Quadro 4.2
Resumo das Alternativas

Valores Presentes 12% aa dos Investimentos em Implantação e Operação (R\$)				Data Ref.: 16/08/2013
				Data base: Junho/2013
ALTERNATIVAS	PROCESSOS	<i>Implantação (R\$)</i>	<i>Operação</i>	<i>TOTAL</i>
			<i>(R\$)</i>	
1	MBBR SEC GAL (COM EMISSÁRIO)	77.518.804,72	16.545.471,72	94.064.276,45
2	MBBR SEC IATE (COM EMISSÁRIO)	79.710.128,81	16.545.471,72	96.255.600,53
3	MBBR TERC IATE (SEM EMISSÁRIO)	84.153.809,49	17.455.021,99	101.608.831,48
4	UASB + FLOT - SEC IATE	79.586.315,73	17.326.362,14	96.912.677,87
5	UASB (COM EMISSÁRIO) - SEC IATE 2 ETAPAS	76.619.014,22	16.068.531,89	92.687.546,10
6	MBBR (COM EMISSÁRIO) SEC GAL 2 ETAPAS	72.855.503,16	16.270.703,18	89.126.206,34

Fonte: UCP PROMABEN - Consórcio Quanta-Contécnica

Como se observa, a alternativa 6 - MBBR COM EMISSÁRIO, tratamento secundário (SEC), com disposição na área da galeria de descarga (GAL) implantada em duas etapas (ano 0 e ano 11) se revelou como a de menor custo a valor presente, com fluxo de caixa descontado à taxa de 12% ao ano para um período de 20 anos. O detalhamento do estudo de alternativas realizado pelo Consórcio Quanta-Contécnica é apresentado no Anexo 1 deste relatório.

4.4 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS TOTAIS – SES

Os benefícios econômicos anuais para o sistema de coleta e transporte de esgotos é baseado no valor unitário do benefício econômico relacionado à disposição a pagar mensal das famílias que primeiramente é multiplicado por 12 meses e em seguida pelo número estimado de famílias anuais beneficiadas que farão a conexão (adesão) ao sistema proposto durante o período de vida útil do projeto. O Quadro 4.3 apresenta as premissas utilizadas para estimar os benefícios econômicos anuais para o sistema de esgotos proposto para o PROMABEN II.

Quadro 4.3
BENEFÍCIOS DOS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Ano	População Beneficiadas	Percentual de Adesão	Famílias Conectadas*	Benefício Unitário	Benefício Total Anual
0	62.787	-	0	-	-
1	63.456	0%	0	55,49	-
2	64.135	24,8%	3.905	55,49	2.600.480
3	64.824	82,1%	11.184	55,49	7.447.733
4	65.523	82,1%	11.311	55,49	7.532.476
5	66.234	82,1%	11.441	55,49	7.618.695
6	66.955	82,1%	11.572	55,49	7.706.305
7	67.688	82,1%	11.706	55,49	7.795.331
8	68.433	82,1%	11.842	55,49	7.885.906
9	69.189	82,1%	11.980	55,49	7.977.837
10	69.957	82,1%	12.120	55,49	8.071.370
11	70.737	82,1%	12.263	55,49	8.166.422
12	71.530	82,1%	12.408	55,49	8.263.130
13	72.335	82,1%	12.556	55,49	8.361.302
14	73.153	82,1%	12.706	55,49	8.461.187
15	73.984	82,1%	12.858	55,49	8.562.813
16	74.829	82,1%	13.013	55,49	8.666.102
17	75.687	82,1%	13.171	55,49	8.771.083
18	76.558	82,1%	13.331	55,49	8.877.789
19	77.445	82,1%	13.494	55,49	8.986.470
20	78.346	82,1%	13.660	55,49	9.096.940
VP					48.087.915

* Corresponde ao número de economias

4.5 CUSTOS

4.5.1 Investimentos

No Quadro 4.4 são apresentados os custos de investimentos para o SES proposto na sub-bacia 1 (financiamento BID) e sub-bacia 2 (contrapartida local), a preços financeiros e econômicos.

Quadro 4.4
Custos de Investimento e Cronograma de Implantação de Obras

Custos de Investimento e Cronograma											
Preços Financeiros, em R\$ 1,00											
Ano	Elevatórias/Recalque	ETE	Rede Coletora e Interceptor	Ligações Intradomiciliares	Ligações	Miolo Jurunas & Aloysio Chaves	Ações de Saneamento Q1 a Q8	Ações de Saneamento Área Adj. B.Sayão	Mobilização & Desmobilização ETE	Mobilização & Desmobilização SES	Total
0	984.848	-	3.938.442	-	-	1.799.556	1.739.363	2.179.591	-	262.455	10.904.256
1	1.969.696	-	7.876.884	-	2.949.301	3.599.113	3.478.726	4.359.183	-	524.910	24.756.813
2	1.969.696	-	7.876.884	789.693	1.965.534	3.599.113	3.478.726	4.359.183	-	524.910	24.563.740
3	-	-	-	1.471.976	-	-	-	-	-	-	1.471.976
4	-	-	-	25.734	-	-	-	-	-	-	25.734
5	-	-	-	26.182	-	-	-	-	-	-	26.182
6	-	-	-	26.605	-	-	-	-	-	-	26.605
7	-	-	-	27.035	-	-	-	-	-	-	27.035
8	-	-	-	27.505	-	-	-	-	-	-	27.505
9	-	-	-	27.917	-	-	-	-	-	-	27.917
10	-	-	-	28.403	-	-	-	-	-	-	28.403
11	-	-	-	28.865	-	-	-	-	-	-	28.865
12	-	-	-	29.367	-	-	-	-	-	-	29.367
13	-	-	-	29.812	-	-	-	-	-	-	29.812
14	-	-	-	30.332	-	-	-	-	-	-	30.332
15	-	-	-	30.861	-	-	-	-	-	-	30.861
16	-	-	-	31.366	-	-	-	-	-	-	31.366
17	-	-	-	31.880	-	-	-	-	-	-	31.880
18	-	-	-	32.404	-	-	-	-	-	-	32.404
19	-	-	-	33.003	-	-	-	-	-	-	33.003
20	-	-	-	33.547	-	-	-	-	-	-	33.547
TOTAL	4.924.240	-	19.692.211	2.762.487	4.913.836	8.997.782	8.696.814	10.897.956	-	1.312.276	62.197.603

Proporção de Insumos e Fatores de Conversão											
INSUMOS	Bevatórias/Recalque	ETE	Rede Coletora e Interceptor	Ligações Intradomiciliares	Ligações	Miolo Jurunas & Aloysio Chaves	Ações de Saneamento Q1 a Q8	Ações de Saneamento Área Adj. B.Sayão	Mobilização & Desmobilização ETE	Mobilização & Desmobilização SES	Fator de Conversão
Mão de Obra Não Qualificada	25,0%	10,0%	35,0%	36,0%	25,0%	35,0%	35,0%	35,0%	40,0%	40,0%	0,50
Mão de Obra Qualificada	15,0%	20,0%	15,0%	17,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	10,0%	10,0%	1,00
Equipamentos Nacionais	25,0%	30,0%	10,0%	0,0%	25,0%	10,0%	10,0%	10,0%	30,0%	30,0%	1,00
Equipamentos Importados	15,0%	20,0%	0,0%	0,0%	15,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,00
Material Nacional	20,0%	20,0%	40,0%	47,0%	20,0%	40,0%	40,0%	40,0%	20,0%	20,0%	1,00
Material Importado	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,00
Outros	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,95
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	-

Preços Econômicos, em R\$ 1,00											
Ano	Elevatórias/Recalque	ETE	Rede Coletora e Interceptor	Ligações Intradomiciliares	Ligações	Miolo Jurunas e Aloysio Chaves	Ações de Saneamento Q1 a Q8	Ações de Saneamento Área Adj. B.Sayão	Mobilização & Desmobilização ETE	Mobilização & Desmobilização SES	Total
0	861.742	-	3.249.215	-	-	1.484.634	1.434.974	1.798.163	-	209.964	9.038.692
1	1.723.484	-	6.498.430	-	2.579.764	2.969.268	2.869.949	3.596.326	-	419.928	20.657.148
2	1.723.484	-	6.498.430	647.549	1.719.842	2.969.268	2.869.949	3.596.326	-	419.928	20.444.775
3	-	-	-	1.207.020	-	-	-	-	-	-	1.207.020
4	-	-	-	21.102	-	-	-	-	-	-	21.102
5	-	-	-	21.470	-	-	-	-	-	-	21.470
6	-	-	-	21.816	-	-	-	-	-	-	21.816
7	-	-	-	22.168	-	-	-	-	-	-	22.168
8	-	-	-	22.554	-	-	-	-	-	-	22.554
9	-	-	-	22.892	-	-	-	-	-	-	22.892
10	-	-	-	23.291	-	-	-	-	-	-	23.291
11	-	-	-	23.669	-	-	-	-	-	-	23.669
12	-	-	-	24.081	-	-	-	-	-	-	24.081
13	-	-	-	24.446	-	-	-	-	-	-	24.446
14	-	-	-	24.872	-	-	-	-	-	-	24.872
15	-	-	-	25.306	-	-	-	-	-	-	25.306
16	-	-	-	25.720	-	-	-	-	-	-	25.720
17	-	-	-	26.142	-	-	-	-	-	-	26.142
18	-	-	-	26.571	-	-	-	-	-	-	26.571
19	-	-	-	27.063	-	-	-	-	-	-	27.063
20	-	-	-	27.508	-	-	-	-	-	-	27.508
TOTAL	4.308.710	-	16.246.074	2.265.240	4.299.606	7.423.170	7.174.872	8.990.814	-	1.049.821	51.758.307

Fonte dos custos: UCP Promaben e Consórcio Quanta-Contêntica

Os investimentos avaliados incluem o custo de 3.084 ligações intradomiciliares complementares na sub-bacia 1. Os orçamentos das obras do SES incluem os custos de 6.189 das 9.273 ligações intradomiciliares previstas na sub-bacia 1 (micro bacias 1, 2, 3 e 4), bem como das 3.358 ligações previstas no Miolo do Jurunas, 547 ligações no Conjunto Aloysio Chaves e 949 ligações na área denominada como adjacente à Av. Bernardo Sayão, o que totaliza 11.043 ligações intradomiciliares para o sistema proposto.

O número de ligações intradomiciliares previstos serviu como parâmetro para determinar o percentual de adesão da população residente na área de projeto, que corresponde a 13.458 domicílios para uma população de 62.787 habitantes, conforme se observa no Quadro 4.5. Desta forma, a razão entre o número de ligações intradomiciliares e o número de domicílios existentes na área de

projeto definiu o percentual de adesão ao sistema de 82,1% para a análise benefício/custo do sistema de coleta e transporte de esgotos.

Quadro 4.5
SES - Projeção da população beneficiada

Ano	SUB BACIA 1						SUB BACIA 2		TOTAL SB1 + SB2
	Micro Bacia 1	Micro Bacia 2	Micro Bacia 3	Micro Bacia 4	Área Adjacente	Total Sub- bacia 1	Miolo Jurunas	Aloísio Chaves	
0	9174	5630	14612	12206	4745	46367	13685	2735	62787
1	9252	5678	14736	12310	4745	46721	14000	2735	63456
2	9331	5726	14861	12415	4745	47078	14322	2735	64135
3	9410	5775	14987	12521	4745	47438	14651	2735	64824
4	9490	5824	15114	12627	4745	47800	14988	2735	65523
5	9571	5874	15242	12734	4745	48166	15333	2735	66234
6	9652	5924	15372	12842	4745	48535	15685	2735	66955
7	9734	5974	15503	12951	4745	48907	16046	2735	67688
8	9817	6025	15635	13061	4745	49283	16415	2735	68433
9	9900	6076	15768	13172	4745	49661	16793	2735	69189
10	9984	6128	15902	13284	4745	50043	17179	2735	69957
11	10069	6180	16037	13397	4745	50428	17574	2735	70737
12	10155	6233	16173	13511	4745	50817	17978	2735	71530
13	10241	6286	16310	13626	4745	51208	18392	2735	72335
14	10328	6339	16449	13742	4745	51603	18815	2735	73153
15	10416	6393	16589	13859	4745	52002	19247	2735	73984
16	10505	6447	16730	13977	4745	52404	19690	2735	74829
17	10594	6502	16872	14096	4745	52809	20143	2735	75687
18	10684	6557	17015	14216	4745	53217	20606	2735	76558
19	10775	6613	17160	14337	4745	53630	21080	2735	77445
20	10867	6669	17306	14459	4745	54046	21565	2735	78346

Fonte: Consórcio Quanta-Contécnica

4.5.2 Operação e Manutenção

No Quadro 4.6 são apresentados os custos de operação e manutenção do SES proposto para o PROMABEN II, incluindo os investimentos financiados pelo BID e aqueles da contrapartida local. Os valores são apresentados em preços financeiros e sua respectiva conversão para preços econômicos.

Quadro 4.6
Custos de Operação e Manutenção – SES

Preços Financeiros, em R\$ 1,00		
Ano	SES	Total
0	-	-
1	-	-
2	-	-
3	496.440	496.440
4	496.865	496.865
5	503.872	503.872
6	497.726	497.726
7	498.161	498.161
8	505.179	505.179
9	499.044	499.044
10	506.070	506.070
11	506.520	506.520
12	500.397	500.397
13	500.856	500.856
14	507.896	507.896
15	501.785	501.785
16	502.255	502.255
17	509.308	509.308
18	503.208	503.208
19	503.690	503.690
20	504.177	504.177
TOTAL	9.043.448	9.043.448

Proporção de Insumos e Fatores de Conversão

INSUMOS	SES	FC
Mão de Obra Não Qualificada	30,0%	0,50
Mão de Obra Qualificada	10,0%	1,00
Equipamentos Nacionais	0,0%	1,00
Equipamentos Importados	0,0%	1,00
Material Nacional	30,0%	1,00
Material Importado	0,0%	1,00
Energia Elétrica	30,0%	1,00
Produtos Químicos	0,0%	1,00
Outros	0,0%	0,95
TOTAL	100,0%	-

Preços Econômicos, em R\$ 1,00		
Ano	SES	Total
0	-	-
1	-	-
2	-	-
3	421.974	421.974
4	422.335	422.335
5	428.291	428.291
6	423.067	423.067
7	423.437	423.437
8	429.402	429.402
9	424.188	424.188
10	430.159	430.159
11	430.542	430.542
12	425.337	425.337
13	425.727	425.727
14	431.712	431.712
15	426.517	426.517
16	426.917	426.917
17	432.911	432.911
18	427.727	427.727
19	428.137	428.137
20	428.551	428.551
TOTAL	7.686.931	7.686.931

Fonte dos custos: Consórcio Quanta-Contécnica

4.6 MODELAGEM PARA ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO

Tendo sido selecionada a Alternativa 6 de projeto para o Sistema de Tratamento de Esgotos como sendo a de menor custo econômico, procedeu-se a análise de viabilidade econômica do tipo benefício/custo somente para o sistema de coleta e transporte de esgotos. Os resultados obtidos são apresentados no Quadro 4.7.

Os resultados da análise indicaram que o projeto de esgotamento sanitário propostos para o PROMABEN II são elegíveis para financiamento pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento uma vez que o VPL é positivo em R\$868,7 mil e a TIR é de 12,29%. A relação benefício/custo do projeto é de 1,02.

É possível observar que o nível de adesão das famílias é fator determinante para a rentabilidade do projeto de esgotos. Este aspecto deveria orientar a CONPESA no sentido de apresentar um plano de adesão da população com estratégias e objetivos suficientemente claros para que se obtenha o máximo de conexões no prazo mais breve possível após a conclusão das obras, sob pena de comprometimento da viabilidade econômica do projeto.

Quadro 4.7
Análise Benefício-Custo – SES PROMABEN II

Ano	B E N E F Í C I O S (R\$1,00)						Custos Econômicos (em R\$1,00)				TIRE
	População	Adesão	Pop. Beneficiada	Domicílios	DAP R\$/mês	Total	Investimento	Operação e manutenção	Custo Total	Resultado Líquido	12,29%
0	62.787	0%	-	-	55,49	-	(9.038.692)	-	(9.038.692)	(9.038.692)	(9.038.692)
1	63.456	0%	-	-	55,49	-	(20.657.148)	-	(20.657.148)	(20.657.148)	(18.443.882)
2	64.135	25%	15.914	3.905	55,49	2.600.480	(20.444.775)	-	(20.444.775)	(17.844.295)	(14.225.363)
3	64.824	82%	53.192	11.184	55,49	7.447.733	(1.207.020)	(421.974)	(1.628.994)	5.818.739	4.141.664
4	65.523	82%	53.765	11.311	55,49	7.532.476	(21.102)	(422.335)	(443.437)	7.089.039	4.505.213
5	66.234	82%	54.348	11.441	55,49	7.618.695	(21.470)	(428.291)	(449.760)	7.168.935	4.067.846
6	66.955	82%	54.940	11.572	55,49	7.706.305	(21.816)	(423.067)	(444.883)	7.261.423	3.678.863
7	67.688	82%	55.542	11.706	55,49	7.795.331	(22.168)	(423.437)	(445.606)	7.349.725	3.324.642
8	68.433	82%	56.153	11.842	55,49	7.885.906	(22.554)	(429.402)	(451.956)	7.433.949	3.002.447
9	69.189	82%	56.773	11.980	55,49	7.977.837	(22.892)	(424.188)	(447.080)	7.530.758	2.715.667
10	69.957	82%	57.403	12.120	55,49	8.071.370	(23.291)	(430.159)	(453.450)	7.617.920	2.452.767
11	70.737	82%	58.044	12.263	55,49	8.166.422	(23.669)	(430.542)	(454.211)	7.712.211	2.217.076
12	71.530	82%	58.694	12.408	55,49	8.263.130	(24.081)	(425.337)	(449.419)	7.813.711	2.005.585
13	72.335	82%	59.354	12.556	55,49	8.361.302	(24.446)	(425.727)	(450.173)	7.911.129	1.813.027
14	73.153	82%	60.026	12.706	55,49	8.461.187	(24.872)	(431.712)	(456.584)	8.004.603	1.637.900
15	73.984	82%	60.708	12.858	55,49	8.562.813	(25.306)	(426.517)	(451.823)	8.110.990	1.481.848
16	74.829	82%	61.401	13.013	55,49	8.666.102	(25.720)	(426.917)	(452.637)	8.213.465	1.339.794
17	75.687	82%	62.105	13.171	55,49	8.771.083	(26.142)	(432.911)	(459.053)	8.312.030	1.210.600
18	76.558	82%	62.820	13.331	55,49	8.877.789	(26.571)	(427.727)	(454.298)	8.423.491	1.095.387
19	77.445	82%	63.548	13.494	55,49	8.986.470	(27.063)	(428.137)	(455.200)	8.531.270	990.538
20	78.346	82%	64.287	13.660	55,49	9.096.940	(27.508)	(428.551)	(456.059)	8.640.882	895.772
Total						150.849.373	(51.758.307)	(7.686.931)	(59.445.238)	91.404.135	868.698
VPL						48.087.915	(44.757.447)	(2.461.770)	(47.219.217)	868.698	868.698

Fonte: cálculos próprios

B/C

1,02

5 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

5.1 ABRANGÊNCIA DO PROJETO

Para efeitos de viabilidade econômica, foram considerados os investimentos destinados a melhorias técnicas, operacionais e funcionais no sistema de abastecimento de água na região atendida pelo PROMABEN II (sub-bacia 1 e parte da sub-bacia 2 da bacia hidrográfica da Estrada Nova). Os problemas enfrentados pelo Setor de Operações da Rede de Abastecimento de Água da COSANPA sugerem a necessidade de substituição e reforço de redes tronco e melhoria da pressão nas redes de distribuição, além de instalação de novas conexões de água potável nas Quadras 1 a 8 da sub-bacia 1, Miolo do Jurunas e Conjunto Aloysio Chaves. Ressalta-se que o desenvolvimento dos projetos está na fase de concepção, sem o desejável nível de detalhamento para uma robusta análise de viabilidade econômica.

A modelagem realizada através do SIMOP-BID (Simulación de Obras Públicas) tomou como base as informações contidas no Diagnóstico da Situação Atual do Sistema de Abastecimento de Água da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova – Sistema de Abastecimento de Água da Sub-bacia 1 – Volume 1/4, elaborado pela empresa Engesolo Engenharia Ltda., de abril de 2007, bem como os orçamentos preparados pelo Consórcio Quanta-Contécnica, cujos valores estão referenciados a junho de 2013.

As informações produzidas pela Engesolo apoiaram-se no Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Belém, e averiguações locais, sobre o sistema de abastecimento de água da sub-bacia 1. A empresa chegou às conclusões abaixo relacionadas sobre o SAA da sub-bacia 1, as quais foram utilizadas para a modelagem da análise de viabilidade econômica no SIMOP.

- 1) A sua localização em dois setores de abastecimento (segundo setor e oitavo setor) prejudica o controle e funcionamento desses setores, com transmissão desses reflexos a essa sub-bacia 01;
- 2) A existência de um número significativo de ligações não hidrometradas no Setor 8º (cerca de 49% do total de ligações ativas desse setor), onde se localiza a maior parte da sub-bacia 01, leva os usuários dessa sub-bacia a um desperdício acentuado de água, contribuindo para o elevado consumo per capita nesse setor, da ordem de 504 litros/habitante/dia;
- 3) No Setor 2º entretanto, onde o índice de micromedição é maior (88% das ligações ativas), pode-se observar que o consumo per capita é menor, 369 litros/habitante/dia, ainda assim, elevado;

5.2 PERÍODO DE AVALIAÇÃO E TAXA DE DESCONTO DO FLUXO DE CAIXA

Considerou-se um fluxo de caixa com 20 anos na avaliação econômica do projeto, descontado à taxa de 12% ao ano, sendo os três primeiros anos

correspondentes ao período de implantação do projeto, com o cronograma de investimento estabelecido em 20%, 40% e 40%, respectivamente aos três primeiros anos.

5.3 ELASTICIDADES

Foram utilizados os parâmetros de elasticidade-preço da demanda de água calculados nos *Estudos e Avaliação Econômica do Programa de Recuperação das Baixadas de Belém – Bacia do UNA*¹⁷, financiado pelo BID, (Ver Anexo 3 deste relatório). De acordo com o documento citado, “*las funciones utilizadas en el análisis beneficio costo son las de tipo hiperbólico, con elasticidades precio de demanda de -0,53 para aquellos usuarios con solo conexiones de agua y -0,86 para usuarios con servicio de agua y alcantarillado*”. Considerando-se que a área de projeto da sub-bacia 1 contemplada com projetos de água potável também será objeto de investimentos em esgotamento sanitário, adotou-se a elasticidade-preço da demanda de -0,86 para todos os usuários na modelagem dos estudos de viabilidade econômica através do SIMOP.

5.4 CAPACIDADE DE OFERTA DE ÁGUA

Tendo em vista que não há restrições na captação de água, a capacidade restritiva do sistema de abastecimento avaliado, COM PROJETO e SEM PROJETO, é dada pelo sistema de bombeamento na estação elevatória, conforme quadro apresentado no estudo realizado pela Engesolo e reproduzido no Quadro 5.1, abaixo. Admitiu-se o funcionamento do conjunto moto-bomba (CMB) por 20 horas diárias como limite de operação para o sistema.

Quadro 5.1 – Capacidade de Oferta de Água

Características Operacionais		
Reservatório Apoiado	Volume Útil (m ³)	16.000
	Área útil (m ²)	5.333
	Cota do fundo (m)	8,80
	Cota do Na (m)	14,30
Reservatório Elevado	Volume Útil (m ³)	2.000
	Área útil (m ²)	253
	Cota do fundo (m)	35,85
	Cota do NA (m)	43,35
Estação Elevatória – CMB	Potencia (cv)	3 x 300
	Vazão nominal (m ³ /h)	3 x 1.892
	Altura Manométrica (m)	35,30
Tubulação de Chegada	Diâmetro (mm)	800
	Material	Aço
Tubulação de Recalque	Diâmetro (mm)	700

¹⁷ Conforme o Anexo VI-I, página 33 de 34, do documento de projeto da operação de financiamento BR0055

Tubulação de Distribuição	Material	Aço
	Diâmetro (mm)	900
	Material	Aço
	Vazão Distribuída	82.992

Fonte: Engesolo. Diagnóstico da situação atual do sistema de abastecimento de água da bacia hidrográfica da Estrada Nova. 2007.

5.5 POPULAÇÃO BENEFICIADA

Na modelagem utilizada nesta avaliação, a população foi dividida nos seguintes grupos de usuários:

- GRUPO I: Usuários residenciais atualmente conectados à rede pública;
- GRUPO II: Usuários públicos, comerciais e industriais conectados à rede pública;
- GRUPO III: Usuários residenciais conectados à rede pública de forma precária e/ou em outras zonas da cidade e que serão reassentados na área de projeto. Este grupo de usuários é representado majoritariamente pelos domicílios do Miolo do Jurunas, área adjacente à Av. Bernardo Sayão e Conjunto Aloysio Chaves.

No Quadro 5.2 resumem-se os grupos de usuários para o sistema de abastecimento de água do PROMABEN II.

Quadro 5.2 – Beneficiários por grupo de Consumidores

Ano	População Beneficiada					
	População Urbana Total	Nível de Atendimento	População Beneficiada	Usuários Atuais		
				GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III*
0	46.367	100,0%	46.367	42.763	3.604	-
1	46.721	100,0%	46.721	43.089	3.632	-
2	47.078	100,0%	47.078	43.419	3.659	-
3	64.824	100,0%	47.438	43.751	3.687	17.386
4	65.523	100,0%	47.800	44.084	3.716	17.723
5	66.234	100,0%	48.166	44.422	3.744	18.068
6	66.955	100,0%	48.535	44.762	3.773	18.420
7	67.688	100,0%	48.907	45.105	3.802	18.781
8	68.433	100,0%	49.283	45.452	3.831	19.150
9	69.189	100,0%	49.661	45.801	3.860	19.528
10	69.957	100,0%	50.043	46.153	3.890	19.914
11	70.737	100,0%	50.428	46.508	3.920	20.309
12	71.530	100,0%	50.817	46.867	3.950	20.713
13	72.335	100,0%	51.208	47.227	3.981	21.127
14	73.153	100,0%	51.603	47.592	4.011	21.550
15	73.984	100,0%	52.002	47.960	4.042	21.982
16	74.829	100,0%	52.404	48.331	4.073	22.425
17	75.687	100,0%	52.809	48.704	4.105	22.878
18	76.558	100,0%	53.217	49.080	4.137	23.341
19	77.445	100,0%	53.630	49.461	4.169	23.815
20	78.346	100,0%	54.046	49.845	4.201	24.300

5.6 DEMANDA DE ÁGUA POR GRUPOS DE USUÁRIOS

A estimativa de demanda de água dos Grupos de Usuários I e II foi realizada a partir dos dados de consumo per capita levantados pela Engesolo na sub-bacia 1. Tendo em vista que o projeto busca, principalmente, eliminar desperdícios dos usuários e perdas físicas nas redes de distribuição, admitiu-se que a demanda dos usuários é igual ao consumo levantado pela Engesolo no segundo setor da sub-bacia 1 cujo consumo per capita é de 369 litros/habitante/dia. Para o Grupo de Usuários III adotou-se a demanda per capita de 150 litros/habitantes/dia, uma vez que para este grupo admitiu-se que a formalização das conexões ao SAA da sub-bacia 1 implicará em uma demanda mais condizente com os padrões normais de consumo. Além disso, estes usuários somente serão conectados ao SAA da sub-bacia 1 ou sub-bacia 2 a partir da conclusão das obras, uma vez que estes são majoritariamente aqueles usuários que serão reassentados nas áreas de projeto ou que terão suas conexões formalizadas no sistema público. Eles não foram tratados como Novos Usuários na modelagem do SIMOP em virtude de premissa de que já contam com abastecimento de água do sistema público na situação sem projeto.

A taxa de crescimento da demanda foi estimada a partir dos dados disponíveis nas projeções populacionais fornecidas pelo Consórcio Quanta-Contécnica, que apresentam taxa média de crescimento geométrico de 0,77% ao ano para os grupos I e II e de 1,78% ao ano para o grupo III. A demanda total por grupos de usuários é apresentada no Quadro 5.3, a seguir.

Quadro 5.3 – Demanda por Grupo de Consumidores

Ano	Usuários			Demanda (m3/ano) e Taxa de Crescimento (%) de Água						Demanda Total de Água (em m3/ano)
	Consumo Per Capita (em l/hab/dia)			Grupos de Usuários						
				GRUPO I		GRUPO II		GRUPO III		
	GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III	Demanda	Tx Cresc	Demanda	Tx Cresc	Demanda	Tx Cresc	
0	369,00	369,00	150,00	5.759.504	-	485.435	-	-	-	6.244.939
1	369,00	369,00	150,00	5.803.476	0,76%	489.141	0,76%	-	#DIV/0!	6.292.618
2	369,00	369,00	150,00	5.847.821	0,76%	492.879	0,76%	-	#DIV/0!	6.340.700
3	369,00	369,00	150,00	5.892.539	0,76%	496.648	0,76%	951.889	#DIV/0!	7.341.077
4	369,00	369,00	150,00	5.937.505	0,76%	500.438	0,76%	970.338	1,94%	7.408.281
5	369,00	369,00	150,00	5.982.968	0,77%	504.270	0,77%	989.211	1,94%	7.476.449
6	369,00	369,00	150,00	6.028.803	0,77%	508.133	0,77%	1.008.518	1,95%	7.545.455
7	369,00	369,00	150,00	6.075.012	0,77%	512.028	0,77%	1.028.269	1,96%	7.615.308
8	369,00	369,00	150,00	6.121.717	0,77%	515.964	0,77%	1.048.474	1,96%	7.686.155
9	369,00	369,00	150,00	6.168.670	0,77%	519.922	0,77%	1.069.144	1,97%	7.757.736
10	369,00	369,00	150,00	6.216.121	0,77%	523.921	0,77%	1.090.290	1,98%	7.830.331
11	369,00	369,00	150,00	6.263.944	0,77%	527.952	0,77%	1.111.922	1,98%	7.903.817
12	369,00	369,00	150,00	6.312.263	0,77%	532.024	0,77%	1.134.051	1,99%	7.978.338
13	369,00	369,00	150,00	6.360.832	0,77%	536.118	0,77%	1.156.689	2,00%	8.053.639
14	369,00	369,00	150,00	6.409.897	0,77%	540.253	0,77%	1.179.848	2,00%	8.129.998
15	369,00	369,00	150,00	6.459.459	0,77%	544.430	0,77%	1.203.539	2,01%	8.207.429
16	369,00	369,00	150,00	6.509.394	0,77%	548.639	0,77%	1.227.776	2,01%	8.285.808
17	369,00	369,00	150,00	6.559.701	0,77%	552.879	0,77%	1.252.570	2,02%	8.365.150
18	369,00	369,00	150,00	6.610.381	0,77%	557.151	0,77%	1.277.934	2,02%	8.445.465
19	369,00	369,00	150,00	6.661.682	0,78%	561.475	0,78%	1.303.881	2,03%	8.527.037
20	369,00	369,00	150,00	6.713.356	0,78%	565.830	0,78%	1.330.425	2,04%	8.609.611
					Tx Média		Tx Média		Tx Média	
					0,77%		0,77%		1,78%	

Fonte: agrupamento a partir de informações da Engesolo e Consórcio Quanta-Contécnica.

5.7 TARIFAS DE ÁGUA

No Quadro 5.4 estão apresentadas as tarifas atuais e futuras adotadas nas simulações realizadas.

Para os Grupos **I e III** a tarifa corresponde à tarifa marginal da faixa de consumo dos usuários cadastrados na categoria residencial, conectados ao sistema de abastecimento de água no oitavo setor operacional com conexão hidrometradas, estimada a partir dos histogramas do mês de julho/2013 fornecidos pela COSANPA, resultando em uma tarifa de água e esgotos de R\$4,29/m³ para estes grupos de usuários.

Para o **Grupo II**, a tarifa corresponde à média ponderada da faixa de consumo dos usuários cadastrados nas categorias Comercial, Pública e Industrial, conectados ao sistema de abastecimento de água no oitavo setor operacional com conexão hidrometradas, estimada a partir dos histogramas de consumo do mês de julho/2013 fornecidos pela COSANPA, resultando em uma tarifa de água e esgotos de R\$8,55/m³ para este grupo de usuários.

Para efeito de avaliação, a tarifa futura adotada é a mesma estimada para a situação atual, uma vez que não há previsão de reajustes na estrutura tarifária em função da implantação do projeto.

Quadro 5.4 – COSANPA - Estrutura Tarifária Vigente

CATEGORIAS	FAIXAS DE CONSUMO (m3)	TARIFAS		
		ÁGUA (R\$/m3)	ESGOTO (R\$/m3)	TOTAL (R\$/m3)
Residencial	0 - 10	1,40	0,84	2,24
	11 - 20	2,00	1,20	3,20
	21 - 30	2,68	1,61	4,29
	31 - 40	3,02	1,81	4,83
	41 - 50	4,18	2,50	6,68
	mais de 50	5,43	3,26	8,69
Pública	0 - 10	4,18	2,50	6,68
	mais de 10	5,22	3,13	8,35
Comercial	0 - 10	4,18	2,50	6,68
	mais de 10	5,22	3,13	8,35
Industrial	0 - 10	5,22	3,13	8,35
	mais de 10	6,68	4,01	10,69

Fonte: COSANPA

5.8 CUSTOS DE INVESTIMENTOS

Os custos de investimentos do projeto de abastecimento de água do PROMABEN II estão apresentados no Quadro 5.5, a preços financeiros. No Quadro 5.6 apresenta-se a proporção

de insumos estimada para o conjunto dos investimentos previstos e o Quadro 5.7 apresenta o total de investimentos no sistema de abastecimento a preços econômicos. Em termos de cronograma de investimentos, admitiu-se que 20% serão gastos no primeiro ano, 40% no segundo e 40% no terceiro ano do fluxo de caixa financeiro do projeto.

Quadro 5.5 – Investimentos a Preços Financeiros

Item	Investimentos	Ano 0 R\$1,00	Ano 1 R\$1,00	Ano 2 R\$1,00	Ano x R\$1,00	Total R\$1,00
1	Custos Totais	3.123.679,06	6.247.358,13	6.247.358,13	-	15.618.395,31
	Total	3.123.679,06	6.247.358,13	6.247.358,13	-	15.618.395,31

Fonte: Consórcio Quanta-Contécnica

Quadro 5.6 – Proporção de Insumos por Componentes do Sistema

Quadro 3.6 – Proporção de Insumos por Componentes do Sistema									
		Definição dos pesos (%)							
Item	Investimentos	Mão de Obra		Materiais		Equipamentos		Outros	Total
		Qualificada	Não Qualificada	Nacionais	Importados	Nacionais	Importados		
1	Custos Totais	5%	25%	55%	0%	10%	0%	5%	100%

Fonte: Consórcio Quanta-Contécnica

Quadro 5.7 – Investimentos a Preços Econômicos

Determinação dos Custos Econômicos									
Investimentos	Ano 0 R\$1,00	Mão de Obra		Materiais		Equipamentos		Outros	Custo Financeiro Total
		Qualificada	Não Qualificada	Nacionais	Importados	Nacionais	Importados		
Custos Totais	3.123.679,06	156.183,95	780.919,77	1.718.023,48	-	312.367,91	-	156.183,95	3.123.679,06
Totais Financeiros	3.123.679,06	156.183,95	780.919,77	1.718.023,48	-	312.367,91	-	156.183,95	3.123.679,06
Cálculo do Valor Econômico dos Componentes do Investimento									
Ano 0									
Fator de Conversão		1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	
Valor Econômico		156.183,95	390.459,88	1.718.023,48	0,00	312.367,91	0,00	148.374,76	2.725.409,98
Cálculo do Valor Econômico dos Componentes do Investimento									
Ano 1									
Investimentos	Ano 1 R\$1,00	Mão de Obra		Materiais		Equipamentos		Outros	Custo Financeiro Total
		Qualificada	Não Qualificada	Nacionais	Importados	Nacionais	Importados		
Custos Totais	6.247.358,13	312.367,91	1.561.839,53	3.436.046,97	-	624.735,81	-	312.367,91	6.247.358,13
Totais Financeiros	6.247.358,13	312.367,91	1.561.839,53	3.436.046,97	-	624.735,81	-	312.367,91	6.247.358,13
Cálculo do Valor Econômico dos Componentes do Investimento									
Ano 1									
Fator de Conversão		1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	
Valor Econômico		312.367,91	780.919,77	3.436.046,97	0,00	624.735,81	0,00	296.749,51	5.450.819,96
Cálculo do Valor Econômico dos Componentes do Investimento									
Ano 2									
Investimentos	Ano 2 R\$1,00	Mão de Obra		Materiais		Equipamentos		Outros	Custo Financeiro Total
		Qualificada	Não Qualificada	Nacionais	Importados	Nacionais	Importados		
Custos Totais	6.247.358,13	312.367,91	1.561.839,53	3.436.046,97	-	624.735,81	-	312.367,91	6.247.358,13
Totais Financeiros	6.247.358,13	312.367,91	1.561.839,53	3.436.046,97	-	624.735,81	-	312.367,91	6.247.358,13
Cálculo do Valor Econômico dos Componentes do Investimento									
Ano 2									
Fator de Conversão		1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	
Valor Econômico		312.367,91	780.919,77	3.436.046,97	0,00	624.735,81	0,00	296.749,51	5.450.819,96
Valor Econômico Total									13.627.049,91

Fonte: Consórcio Quanta-Contécnica

5.9 CUSTOS DE EXPLORAÇÃO

Foram considerados os custos incrementais anuais decorrentes da implantação do projeto para os gastos com (i) mão-de-obra, (ii) energia elétrica, (iii) produtos químicos e (iv) materiais adquiridos pela COSANPA. Os custos de exploração foram estimados pela média anual de 2012 a partir dos dados contidos no Relatório de Informações Gerenciais da COSANPA para a cidade de Belém e totalizaram R\$0,47/m³. Em virtude da falta de informações confiáveis, os gastos de manutenção foram estimados como uma proporção dos investimentos no SAA e totalizaram R\$234.275,93 anuais na situação sem projeto (1,5% do valor do investimento) e R\$78.091,98 na situação com projeto (0,5% sobre o valor do investimento).

5.10 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Os resultados da avaliação econômica revelam que o projeto de abastecimento de água do PROMABEN II tem Valor Presente Líquido (VPL) de R\$39.2 milhões e Taxa Interna de Retorno (TIR) de 40,35%, com o fluxo de caixa de 20 anos descontado à taxa de 12% ao ano, indicando a sua viabilidade econômica. O Quadro 5.8 apresenta uma síntese dos benefícios por grupo de usuários e os custos do projeto a valor presente. No **Anexo 2** são apresentadas as “saídas” geradas pelo "Software SIMOP" para este sistema.

Quadro 5.8
Síntese dos Resultados da Avaliação Econômica

A. BENEFICIOS	MONTO
GRUPO 1	43.015.575,97
GRUPO 2	7.225.206,80
GRUPO 3	7.108.805,80
GRUPO 4	-
GRUPO 5	-
SUBTOTAL	57.349.594,97
B. COSTOS	
PERIODICOS	1.073.440,49
NO PERIODICOS	11.937.573,90
VARIABLES DE PRODUCCION	5.129.929,90
VARIABLES DE SUMINISTRO	-
SUBTOTAL	18.140.944,29
C. VALOR NETO (A-B)	39.208.650,68
TASA INTERNA DE RETORNO	40,35%

Fonte: SIMOP – Em valor presente

5.11 ANÁLISES DE SENSIBILIDADE

A fim de verificar o impacto das variáveis mais relevantes na rentabilidade do projeto, foram realizadas diversas análises paramétricas através do software SIMOP. A síntese das análises mais relevantes são apresentadas a seguir, e em detalhe, no Anexo 2.

Quadro 5.9
Análise de Sensibilidade da Demanda

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE AGUA			PASADA PARAMETRICA 1.00		
* * * RESULTADOS SEGUN LIMITES PARAMETRICOS * * *					
PASADA	TOTAL	TOTAL COSTO	VALOR	TASA DE	VARIAÇÃO
NO.	BENEFICIOS BRUTOS	DESCONTADO	PRESENTE NETO	RETORNO	
DESCONTADOS					
8	6725.64	13011718.25	-13004992.61	.000	-30%

9	8278297.15	13841091.23	-5562794.08	6.640	-20%
10	31449795.80	15991019.39	15458776.41	24.470	-10%
11	57349597.86	18140947.55	39208650.31	40.360	0%
12	85746596.21	20290875.71	65455720.50	55.240	+10%
13	116448755.50	22440803.87	94007951.63	69.210	+20%
14	149293758.75	24590732.03	124703026.72	82.370	+30%

Os resultados indicam que o projeto suporta bem uma redução de 10% da demanda, mas uma redução de 20% na demanda coloca o projeto com TIR de 5,9%.

Quadro 5.10
Análise de Sensibilidade da Elasticidade Preço da Demanda

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA			PASADA PARAMETRICA 5.00		
* * * RESULTADOS SEGUN LIMITES PARAMETRICOS * * *					
PASADA TOTAL		TOTAL COSTO	VALOR	TASA DE	ELASTICIDADE
NO.	BENEFICIOS BRUTOS	DESCONTADO	PRESENTE NETO	RETORNO	
	DESCONTADOS				
10	56838990.34	18140947.56	38698042.78	40.100	-0.91
11	57349597.86	18140947.55	39208650.31	40.360	-0.86
12	57930673.97	18140947.54	39789726.43	40.660	-0.81
13	58597840.12	18140947.53	40456892.59	40.990	-0.76
14	59371687.30	18140947.53	41230739.77	41.380	-0.71
15	60279915.38	18140947.52	42138967.86	41.830	-0.65
16	61360677.22	18140947.51	43219729.71	42.360	-0.61

Variando-se a elasticidade-preço da demanda em intervalos de 5 pontos, o que significou um ajuste de 25 pontos para cima e 5 pontos para baixo em relação à situação base, observou-se a TIR e o VPL são poucos sensíveis a estas variações.

Com respeito aos custos do projeto, sensibilizou-se simultaneamente os custos de exploração do sistema entre -10% e + 10% e os custos de investimentos entre -30% e +30%. Verifica-se que na situação mais crítica, o aumento de 30% nos custos de investimentos e de 10% nos custos de exploração ainda deixam o projeto com VPL positivo e TIR de 33,18%.

Quadro 5.11
Análise de Sensibilidade Custos de Investimentos e Custos de Exploração

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA			PASADA PARAMETRICA 3.00	
* * * RESULTADOS SEGUN LIMITES PARAMETRICOS * * *				
PASADA TOTAL		TOTAL COSTO	VALOR	TASA DE
NO.	BENEFICIOS BRUTOS	DESCONTADO	PRESENTE NETO	RETORNO
	DESCONTADOS			
6	57349597.86	14024973.15	43324624.71	51.590
7	57349597.86	14131913.60	43217684.27	51.500
8	57349597.86	14238854.04	43110743.82	51.440
9	57349597.86	15539551.88	41810045.98	47.070
10	57349597.86	16840249.71	40509348.15	43.440
11	57349597.86	18140947.55	39208650.31	40.360
12	57349597.86	19441645.39	37907952.48	37.710
13	57349597.86	20742343.22	36607254.64	35.400
14	57349597.86	22043041.06	35306556.81	33.370

15	57349597.86	22149981.50	35199616.36	33.300
16	57349597.86	22256921.95	35092675.92	33.260

Variações de +30% ou -30% nas capacidades de oferta de água no sistema (capacidade sem o projeto e capacidade incremental) mantêm o projeto dentro de limites aceitáveis de viabilidade. Na situação mais crítica, um aumento nas capacidades de oferta em +30% ainda deixa o projeto com TIR igual a 34,68%.

Quadro 5.12
Análise de Sensibilidade da Oferta

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE AGUA			PASADA PARAMETRICA 2.00		
* * * RESULTADOS SEGUN LIMITES PARAMETRICOS * * *					
PASADA TOTAL	TOTAL COSTO	VALOR	TASA DE		
NO.	BENEFICIOS BRUTOS	DESCONTADO	PRESENTE NETO	RETORNO	
	DESCONTADOS				
8	73370666.46	19130611.52	54240054.94	48.070	-30%
9	67319731.26	18806986.55	48512744.71	45.240	-20%
10	62012028.50	18473967.05	43538061.45	42.690	-10%
11	57349597.86	18140947.55	39208650.31	40.360	0%
12	53200256.18	17807928.05	35392328.13	38.200	+10%
13	49468010.36	17474908.55	31993101.81	36.230	+20%
14	46439753.18	17179884.64	29259868.53	34.710	+30%

5.12 CONCLUSÕES

O componente de água potável envolve investimentos na melhoria e ampliação dos serviços de abastecimento à população residente na sub-bacia 1 e parte da sub-bacia 2. Os benefícios econômicos foram derivados do excedente do consumidor e estimados através da metodologia SIMOP.

Embora a análise de viabilidade econômica do sistema de abastecimento de água na área de intervenção do PROMABEN II apresente resultados positivos, alguns aspectos necessitam ser destacados, entre os quais as mais importantes são alinhados abaixo.

- As premissas adotadas para a demanda de água são bastante altas (369 l/hab/dia), as quais estão baseadas no consumo atual no segundo setor operacional da sub-bacia 1, região que tem elevado índice de micromedição (87%). Considerando-se que o consumo per capita no oitavo setor da sub-bacia 1 estimado pela Engesolo é de 504 l/hab/dia, a premissa adotada para a demanda na área de projeto na presente modelagem considera que a redução de 504 l/hab/dia para 369 l/hab/dia seria um efeito benéfico de investimentos em substituição de redes e micromedição proporcionados pelo Programa, mas como é evidente, ainda se trata de uma demanda bastante elevada; Esta é a variável mais sensível do modelo de viabilidade econômica e uma redução de 20% na demanda adotada implica em colocar o projeto com TIR inferior a

12%, conforme se pode observar na análise de sensibilidade apresentada para a demanda.

- b) A elasticidade-preço da demanda adotada (-0,86) foi estimada para a Bacia do Una há aproximadamente 25 anos (ver Anexo 3). Não obstante o trabalho realizado naquela ocasião tenha a robustez necessária exigida pela BID, o tempo decorrido entre o estudo adotado e o momento atual pode ter alterado estes parâmetros, além do fato de que se trata de outra bacia hidrográfica. Buscou-se contornar este problema com a análise paramétrica no modelo SIMOP, avaliando-se diversos parâmetros de elasticidade-preço da demanda, cujos resultados podem ser considerados satisfatórios, uma vez que variações importantes na elasticidade-preço tiveram baixo impacto nos indicadores de rentabilidade do projeto.
- c) O estágio atual dos projetos de abastecimento de água é incipiente e não passam de conjecturas a respeito das necessidades de intervenção e seus respectivos orçamentos estão baseados nestas concepções. Mais uma vez, buscou-se contornar estas fragilidades através da análise paramétrica no SIMOP, mas deve-se deixar claro que estes procedimentos não substituem a necessidade de projetos executivos para as intervenções propostas.
- d) As informações cadastrais fornecidas pela COSANPA para os usuários da área de estudo têm aproximadamente 25 anos sem atualização e a maioria das premissas adotadas com relação à situação sem projeto estão baseadas nestas informações. Isto implica é considerável risco para a viabilidade econômica do projeto.
- e) Considerando-se os aspectos mencionados nos itens anteriores, sugere-se que os investimentos em abastecimento de água do PROMABEN II sejam reavaliados quando se tenha os projetos executivos concluídos e as informações cadastrais da área de projeto devidamente atualizadas. Adicionalmente, dever-se-ia exigir que a COSANPA apresente um plano executivo para combater as perdas físicas, financeiras e água não contabilizada na sub-bacia 1 antes que se proceda a contração das obras de abastecimento de água do PROMABEN II

6 DRENAGEM E SISTEMA VIÁRIO

Considerando-se que as obras de drenagem e do sistema viário do PROMABEN possuem elevado grau de interferência mútua, dificultando a separação fidedigna entre custos e benefícios atribuíveis individualmente, a análise benefício/custo dos projetos dos componentes de drenagem e sistema viário foi realizada em conjunto, ou seja, comparou-se a somatória dos benefícios de drenagem e sistema viário com a respectiva somatória dos custos de ambos os componentes.

6.1 SÍNTESE DO PLANO DE OBRAS – SISTEMA VIÁRIO

Na sub-bacia 1 o projeto contempla a implantação de 400m de uma única pista com duas faixas de veículo e acostamento em uma das laterais, em CBUQ e passeio em concreto na Rua dos Caripunas entre as Travessas de Breves e Monte Alegre (Figura 1 - Referência V).

Nas marginais dos canais da sub-bacia 2 o projeto prevê a implantação de 9.672m de vias (referência V) e recuperação de um passivo das vias já construídas de 5.871m (recuperação do pavimento) (Figura 1 - Referência X).

6.2 SÍNTESE DO PLANO DE OBRAS – DRENAGEM

Na área de intervenção da Sub-bacia 1 (Figura 1 - Referência I) o projeto prevê a implantação de sarjetas, com meio-fio, com largura de 50 cm, espessura de 10 cm, inclinação de 15%. As sarjetas serão construídas em toda extensão das vias a serem atendidas e terão declividade mínima de 0,2% (0,002 m/m); Bocas-de-lobo, ramais de ligação interligando as bocas-de-lobo aos poços de visita, em tubos de concreto DN 400 mm com declividade mínima de 1%, assentados sobre berços de areia; poços de visita e tampas em concreto, 2.085m de galerias em tubos de concreto armado, assentados sobre berços de areia. Também é prevista a implantação da rede de drenagem pluvial em determinados trechos de vias e a limpeza e/ou desobstrução de rede existente.

Na sub-bacia 2 será implantada 8.014m de rede de microdrenagem na área do miolo do Jurunas (Figura 1 - Referência IX) e implantado um sistema de macrodrenagem de 4.200m de extensão contemplando os canais da Trav. Quintino Bocaiuva e Av. Bernardo Sayão compreendido entre a Rua Eng.º Fernando Guilhon e Av. Roberto Camelier (Figura 1 - Referência VI). Será construída uma bacia de acumulação de cheias (Figura 1 - Referência XI) e no final do canal da Quintino uma obra de controle de nível da água (Figura 1 - Referência VII) que possibilitará a interrupção do fluxo de água no sentido do Rio Guamá para a Sub-bacia 2, quando os níveis das

marés do Guamá estiverem altos. Ao contrário quando as marés baixarem, as comportas serão abertas permitindo o fluxo no sentido inverso.

Adicionalmente, está prevista a recuperação de 3.888m de canais de macrodrenagem e 1.531m de rede de microdrenagem (Figura 1 - Referência X) que são parte do passivo das obras já realizadas pela PMB na sub-bacia 2.

O Programa também prevê a recuperação e revitalização das obras implantadas pelo Programa de Macrodrenagem da Bacia do Una, visando à sustentabilidade do mesmo. As principais intervenções previstas são as seguintes: (i) macrodrenagem, num total de 320.840m² de roçagem manual de canais, 323.143m³ de limpeza mecanizada de canais, substituição de 160m² de placas de concreto armado de revestimento de canais; (ii) microdrenagem, na recuperação de 7230m de tubos de concreto armado com diâmetro entre 0,40 e 1,20m, recuperação de 780 caixas de boca de lobo, 970 caixas de PV, 6.200m de canaleta em concreto com tampa (0,40m x 0,60m x 1,00m), 530 m³ de guarda corpo em concreto armado, limpeza de 2.081 poços de visita, 2.144 bocas de lobo, 134.290m de valas, 3.296 caixas coletoras, desobstrução de 134.292m de redes de drenagem por hidrojateamento; (iii) sistema viário, num total de 14.340m³ de aterro compactado, recuperação de 2.119ton de CBUQ, pavimentação de 2.370m de vias, recuperação de cabeça de pontes utilizando 558ton de CBUQ, recuperação de 2.300m de calçada e = 0,05 e 2.670 m de meio fio com linha d'água; e (iv) demais obras: (a).reconstrução do canal das Malvinas numa extensão de 421m; (b) manutenção das comportas do Jacaré e Una; (c) retirada de 832m de árvores dos canais; (d) demolição de 9.760m² de benfeitorias; e (e) construção de uma passarela metálica.

6.3 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA O SISTEMA VIÁRIO

Os benefícios econômicos para o Sistema Viário foram estimados pelo consultor Raul Ramos que realizou as modelagens conforme as seguintes premissas:

Os benefícios considerados foram os obtidos pelas comparações entre as situações base (situação atual, sem obras) e situação com projeto implantado, a partir dos dados resultantes das simulações de carregamento de demanda na rede viária, para os períodos de pico da manhã, de almoço e da tarde de um dia útil médio, com a utilização do software Synchronos.

Os benefícios econômicos considerados incluem as diferenças de recursos consumidos na operação e utilização do viário, desagregados em:

- (i) Tempo dos passageiros;
 - a. Transporte Coletivo; e
 - b. Transporte Individual (automóveis e motocicletas).
- (ii) Consumo de Combustível
 - a. Transporte Coletivo;
 - b. Transporte Individual (automóveis e motocicletas); e

- c. Veículos de Carga
- (iii) Custo Operacional Fixo (ocupação de frota)
 - a. Transporte Coletivo; e
 - b. Veículos de Carga.

Os volumes de tráfego são os referentes às horas de pico da manhã, do almoço e da tarde, obtidos a partir dos dados de contagens de tráfego realizadas em outubro de 2007. Processados os dados de carregamento viário e expandidos para os anos de simulação, resultaram, os benefícios anuais.

O detalhamento dos procedimentos adotados e os resultados obtidos pelo consultor Raul Ramos podem ser avaliados no Anexo 5. Abaixo, no Quadro 6.1, apresenta-se o valor anual dos benefícios de tráfego estimados pelo consultor por tipo de benefício.

Quadro 6.1
Sistema Viário - Benefícios Anuais

Valores em R\$ 1.000,00		Benefícios	Consumo de	Custos	Ocupação	Tempo de	Emissão de	Manutenção
Ano série	Ano Civil	totais	combustível	operacionais	de frota	passageiros	poluentes	viária
1	2019	22.112,89	1.134,15	(171,26)	4.184,25	17.178,79	119,20	(332,25)
2	2020	23.552,95	1.187,85	(176,18)	4.459,91	18.293,47	120,15	(332,25)
3	2021	26.302,05	1.258,67	(181,75)	4.967,39	20.469,48	120,50	(332,25)
4	2022	29.051,15	1.329,49	(187,32)	5.474,88	22.645,50	120,86	(332,25)
5	2023	23.826,37	1.400,31	(192,89)	5.982,36	24.821,51	121,21	(8.306,13)
6	2024	34.549,35	1.471,12	(198,46)	6.489,85	26.997,53	121,56	(332,25)
7	2025	37.298,45	1.541,94	(204,03)	6.997,34	29.173,54	121,91	(332,25)
8	2026	41.751,14	1.619,36	(211,14)	7.827,07	32.720,72	127,37	(332,25)
9	2027	46.203,83	1.696,78	(218,24)	8.656,81	36.267,89	132,83	(332,25)
10	2028	42.682,64	1.774,21	(225,35)	9.486,54	39.815,07	138,29	(8.306,13)
11	2029	55.109,20	1.851,63	(232,45)	10.316,28	43.362,24	143,75	(332,25)
12	2030	59.561,89	1.929,05	(239,56)	11.146,02	46.909,42	149,21	(332,25)
13	2031	65.149,51	2.014,24	(246,32)	12.181,69	51.377,17	154,97	(332,25)
14	2032	70.737,12	2.099,42	(253,08)	13.217,37	55.844,92	160,73	(332,25)
15	2033	68.350,85	2.184,61	(259,85)	14.253,05	60.312,68	166,49	(8.306,13)
16	2034	81.912,34	2.269,80	(266,61)	15.288,72	64.780,43	172,25	(332,25)
17	2035	87.499,96	2.354,98	(273,38)	16.324,40	69.248,18	178,02	(332,25)
18	2036	92.658,04	2.436,47	(281,76)	17.246,80	73.405,43	183,34	(332,25)
19	2037	97.816,11	2.517,95	(290,14)	18.169,20	77.562,67	188,67	(332,25)
20	2038	95.000,31	2.599,44	(298,52)	19.091,60	81.719,92	194,00	(8.306,13)

Fonte: Consultor Raul Ramos

6.4 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA OBRAS DE DRENAGEM

Os benefícios econômicos do projeto de drenagem foram estimados através da metodologia de transferência de benefícios. Utilizou-se os percentuais de valorização imobiliária estimados para o PROSAMIM III, financiado pelo BID na cidade de Manaus, que indicou valorização de 24,90% para os imóveis situados na área direta (até 200 metros do curso d'água) e valorização de 12,40% para imóveis situados na área indireta (acima de 200 metros e abaixo de 1.000 metros da área de intervenção do projeto).

Para obtenção dos benefícios totais investigou-se o valor médio dos imóveis nas respectivas áreas e sub-bacias referenciados ao ano de 2007, antes do início das obras do PROMABEN

I. A partir dos valores médios de imóveis por tipologia (residenciais, comerciais e mistos), obtidos para a área de influência direta, conforme laudo preparado pela consultora Arq. Andréa Vilaça (Anexo 4), obteve-se o valor médio ponderado de R\$23.360,23 para os imóveis situados na área de projeto, a preços de 2007, conforme se apresenta no Quadro 6.2 abaixo.

Quadro 6.2
Valor médio ponderado dos imóveis na área de influência direta do projeto (R\$)

Tipologia dos Imóveis	Quantidade	Proporção	Valor Médio	Valor Total
Unidades Comerciais	12	14,6%	21.512,66	258.151,92
Unidades Mistas	10	12,2%	31.151,29	311.512,90
Unidades Residenciais	60	73,2%	22.431,23	1.345.873,80
Total	82			1.915.538,62
Média ponderada				23.360,23

Fonte: Cálculos próprios a partir de laudo da consultora Arq. Andréa Vilaça - Preços de 2007

Obtido o valor médio dos imóveis, os percentuais de valorização imobiliária (Anexo 6) e o número de imóveis por área de influência foi calculado o benefício total das obras de drenagem, conforme apresentado no Quadro 6.3, abaixo. Salienta-se que, por falta de informação mais adequada, foram adotados os mesmos valores de imóveis para as áreas direta e indireta, o que coloca os benefícios estimados para a área indireta com valores bastantes conservadores.

Quadro 46.3
Benefícios econômicos por valorização imobiliária (R\$)

Drenagem - Áreas Direta e Indireta						
Distribuição	Sub-bacia 1		Valor Total	Distribuição	Sub-bacia 2	
	Nº Imóveis	Valor Imóvel (R\$)			Nº Imóveis	Valor Imóvel (R\$)
Área Direta				Área Direta		
Área 1 (B. Sayão)	2.566	23.360,23	59.942.342,67	Área 1 (Quintino)	5.151	23.360,23
Área 2 (Caripunas)	1.532	23.360,23	35.787.867,88			
Área 3 (Timbiras)	922	23.360,23	21.538.129,36			
Sub Total	5.020	23.360,23	117.268.339,91		5.151	23.360,23
Área Indireta				Área Indireta		
Área Indireta	3.304	23.360,23	77.189.888,32		13.226	23.360,23
Totais	8.324		194.458.228,22		18.377	429.300.237,01
Valorização						
Área Direta		24,9%	29.199.816,64			29.961.803,88
Área Indireta		12,4%	9.571.546,15			38.312.491,71
			38.771.362,79			68.274.295,60
Área Direta por imóvel			5.816,70			5.816,70
Área Indireta por imóvel			2.896,67			2.896,67
Média por imóvel			4.657,60			3.715,12
Total de Imóveis			26.702			

Fonte: Programa PROSAMIN III (Manaus) e Pesquisa de Campo SB1 (agosto/2012). Valor dos imóveis referenciados ao ano de 2007

6.5 CUSTOS

6.5.1 Investimentos

No Quadro 6.4 são apresentados os custos de investimentos para o conjunto das obras do componente de drenagem e sistema viário para o PROMABEN I e II em preços financeiros e sua respectiva conversão para preços econômicos.

Quadro 6.4

Componentes de drenagem e sistema viário

Custos de Investimento e Cronograma											
Preços Financeiros, em R\$ 1,00											
Ano	Drenagem Promaben 1	Drenagem Promaben 2	Drenagem SB 2 (CP)	Mobilização & Desmobilização Drenagem	Sistema Viário Promaben 1	Sistema Viário Promaben 2	Sistema Viário SB2 (CP)	Passivo de Obras Promaben I	Obrigações Adicionais SV	Mobilização & Desmobilização Viário	Total
0	203.415.242	2.790.815	6.920.468	-	39.737.009	275.352	1.354.700	216.541	2.792.649	2.099.642	259.602.417
1	-	4.186.223	10.380.702	-	-	413.028	2.032.050	324.811	4.188.974	3.149.463	24.675.249
2	-	3.488.519	8.650.585	-	-	344.190	1.693.375	270.676	3.490.811	2.624.552	20.562.708
3	-	2.093.112	5.190.351	-	-	206.514	1.016.025	162.405	2.094.487	1.574.731	12.337.625
4	-	1.395.408	3.460.234	-	-	137.676	677.350	108.270	1.396.325	1.049.821	8.225.083
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	203.415.242	13.954.077	34.602.340	-	39.737.009	1.376.759	6.773.499	1.082.703	13.963.245	10.498.209	325.403.082

0,00

47.887.266,82

0,00

Proporção de Insumos e Fatores de Conversão											
INSUMOS	Drenagem Promaben 1	Drenagem Promaben 2	Drenagem SB 2 (CP)	Mobilização & Desmobilização Drenagem	Sistema Viário Promaben 1	Sistema Viário Promaben 2	Sistema Viário SB2 (CP)	Passivo de Obras Promaben I	Obrigações Adicionais SV	Mobilização & Desmobilização Viário	Fator de Conversão
Mão de Obra Não Qualificada	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	0,50
Mão de Obra Qualificada	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	1,00
Equipamentos Nacionais	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	1,00
Equipamentos Importados	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1,00
Material Nacional	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	1,00
Material Importado	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1,00
Outros	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,95
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	-

Preços Econômicos, em R\$ 1,00											
Ano	Drenagem Promaben 1	Drenagem Promaben 2	Drenagem SB 2 (CP)	Mobilização & Desmobilização Drenagem	Sistema Viário Promaben 1	Sistema Viário Promaben 2	Sistema Viário SB2 (CP)	Passivo de Obras Promaben I	Obrigações Adicionais SV	Mobilização & Desmobilização Viário	Total
0	162.732.194	2.232.652	5.536.374	-	33.776.458	234.049	1.151.495	184.059	2.373.752	1.784.696	210.005.728
1	-	3.348.979	8.304.562	-	-	351.073	1.727.242	276.089	3.560.626	2.677.043	20.245.616
2	-	2.790.815	6.920.468	-	-	292.561	1.439.369	230.074	2.967.190	2.230.869	16.871.346
3	-	1.674.489	4.152.281	-	-	175.537	863.621	138.045	1.780.314	1.338.522	10.122.808
4	-	1.116.326	2.768.187	-	-	117.024	575.747	92.030	1.186.876	892.348	6.748.539
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	162.732.194	11.163.262	27.681.872	-	33.776.458	1.170.245	5.757.474	920.297	11.868.759	8.923.478	263.994.037

Fonte dos custos: UCP Promaben e Consórcio Quanta-Contêntica

6.5.2 Operação e Manutenção

No Quadro 6.5 são apresentados os custos de operação e manutenção dos componentes de drenagem e sistema viário. Os valores são apresentados em preços financeiros e sua respectiva conversão para preços econômicos.

Quadro 4.5
Componentes de drenagem e sistema viário
Custos de Operação e Manutenção

Preços Financeiros, em R\$ 1,00			
Ano	Drenagem	Sistema Viário	Total
0	-	-	-
1	341.954	329.238	671.192
2	341.954	329.238	671.192
3	341.954	329.238	671.192
4	341.954	329.238	671.192
5	341.954	329.238	671.192
6	341.954	329.238	671.192
7	341.954	329.238	671.192
8	341.954	329.238	671.192
9	341.954	329.238	671.192
10	341.954	329.238	671.192
11	341.954	329.238	671.192
12	341.954	329.238	671.192
13	341.954	329.238	671.192
14	341.954	329.238	671.192
15	341.954	329.238	671.192
16	341.954	329.238	671.192
17	341.954	329.238	671.192
18	341.954	329.238	671.192
19	341.954	329.238	671.192
20	341.954	329.238	671.192
TOTAL	6.839.074	6.584.759	13.423.833

Proporção de Insumos e Fatores de Conversão			
INSUMOS	Drenagem	Sistema Viário	FC
Mão de Obra Não Qualificada	20,0%	20,0%	0,50
Mão de Obra Qualificada	2,0%	5,0%	1,00
Equipamentos Nacionais			1,00
Equipamentos Importados			1,00
Material Nacional			1,00
Material Importado			1,00
Energia Elétrica			1,00
Produtos Químicos			1,00
Outros	78,0%	75,0%	0,95
TOTAL	100,0%	100,0%	-

Preços Econômicos, em R\$ 1,00			
Ano	Drenagem	Sistema Viário	Total
0	-	-	-
1	294.422	283.968	578.390
2	294.422	283.968	578.390
3	294.422	283.968	578.390
4	294.422	283.968	578.390
5	294.422	283.968	578.390
6	294.422	283.968	578.390
7	294.422	283.968	578.390
8	294.422	283.968	578.390
9	294.422	283.968	578.390
10	294.422	283.968	578.390
11	294.422	283.968	578.390
12	294.422	283.968	578.390
13	294.422	283.968	578.390
14	294.422	283.968	578.390
15	294.422	283.968	578.390
16	294.422	283.968	578.390
17	294.422	283.968	578.390
18	294.422	283.968	578.390
19	294.422	283.968	578.390
20	294.422	283.968	578.390
TOTAL	5.888.443	5.679.355	11.567.797

Fonte dos custos: UCP Promaben e Consórcio Quanta-Contécnica

6.6 MODELAGEM PARA ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO

Conforme mencionado anteriormente, procedeu-se a análise de viabilidade econômica do tipo benefício/custo para o conjunto de investimentos dos componentes de drenagem e sistema viário. Os resultados obtidos são apresentados no Quadro 4.7.

Os resultados da análise indicaram que os componentes avaliados de forma integrada são elegíveis para financiamento pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento uma vez que o VPL é positivo em R\$123,2 milhões e a TIR é de 18,42%. A relação benefício/custo da análise é de 1,46.

A análise econômica de forma agregada poderia ainda suscitar discussões quanto a dupla contagem de benefícios, mas no presente caso não há este risco, visto que os benefícios estimados para o sistema viário foram estimados exclusivamente em função do uso da frota de veículos e da redução do tempo de viagem dos usuários do sistema viário, sendo ambos intrinsecamente relacionados a benefícios de transportes. Por outro lado, os benefícios para a drenagem referem-se à valorização imobiliária acontecem após a entrega de ambas as obras.

Quadro 6.7

Ano	Benefícios Econômicos - Sistema Viário e Macro drenagem						Custos Econômicos (em R\$1,00)													TIRE
	Valorização Imobiliária	Consumo de Combustível	Ocupação de Frota	Tempo de Passageiro	Emissão de Poluentes	Total	Obras de Drenagem	Operação e manutenção Drenagem	Subtotal Drenagem	Viário Promaben 1	Viário Promaben 2	Viário SB2 (CP)	Passivo de Obras Promaben I	Obrigações Adicionais SV	Mobilização & Desmobilizaçã o (SV&DR)	Operação e manutenção Viário	Subtotal Viário	Custo Total Viário & Drenagem	Resultado Líquido	
																				18,42%
0	-			-	-	-	(170.501.220)	-	(170.501.220)	(33.776.458)	(234.049)	(1.151.495)	(184.059)	(2.373.752)	(1.784.696)	-	(39.504.508)	(210.005.728)	(210.005.728)	(210.005.728)
1	-	1.134.153	4.184.252	17.178.785	119.202	22.616.393	(11.653.540)	(294.422)	(11.947.962)	-	(351.073)	(1.727.242)	(276.089)	(3.560.628)	(2.677.043)	(503.506)	(9.095.582)	(21.043.544)	1.572.849	1.404.329
2	33.241.456	1.187.854	4.459.905	18.293.466	120.154	57.302.834	(9.711.283)	(294.422)	(10.005.705)	-	(292.561)	(1.439.369)	(230.074)	(2.967.190)	(2.230.869)	(508.425)	(7.668.488)	(17.674.194)	39.628.640	31.591.709
3	32.113.698	1.258.671	4.967.391	20.469.481	120.505	58.929.746	(5.826.770)	(294.422)	(6.121.192)	-	(175.537)	(863.621)	(138.045)	(1.780.314)	(1.338.522)	(513.996)	(4.810.034)	(10.931.226)	47.998.520	34.164.398
4	32.113.698	1.329.489	5.474.877	22.645.496	120.856	61.684.416	(3.884.513)	(294.422)	(4.178.935)	-	(117.024)	(575.747)	(92.030)	(1.186.876)	(892.348)	(519.566)	(3.383.591)	(7.562.527)	54.121.889	34.395.439
5	9.576.808	1.400.307	5.982.363	24.821.511	121.207	41.902.196	-	(294.422)	(294.422)	-	-	-	-	-	-	(8.499.018)	(8.499.018)	(8.793.440)	33.108.756	18.786.797
6	-	1.471.124	6.489.850	26.997.526	121.558	35.080.058	-	(294.422)	(294.422)	-	-	-	-	-	-	(530.707)	(530.707)	(825.129)	34.254.929	17.354.613
7	-	1.541.942	6.997.336	29.173.541	121.909	37.834.728	-	(294.422)	(294.422)	-	-	-	-	-	-	(536.277)	(536.277)	(830.699)	37.004.029	16.738.743
8	-	1.619.363	7.827.072	32.720.717	127.369	42.294.521	-	(294.422)	(294.422)	-	-	-	-	-	-	(543.382)	(543.382)	(837.804)	41.456.717	16.743.673
9	-	1.696.785	8.656.807	36.267.893	132.830	46.754.315	-	(294.422)	(294.422)	-	-	-	-	-	-	(550.487)	(550.487)	(844.909)	45.909.406	16.555.392
10	-	1.774.206	9.486.543	39.815.068	138.290	51.214.108	-	(294.422)	(294.422)	-	-	-	-	-	-	(8.531.473)	(8.531.473)	(8.825.895)	42.388.213	13.647.870
11	-	1.851.628	10.316.279	43.362.244	143.750	55.673.902	-	(294.422)	(294.422)	-	-	-	-	-	-	(564.697)	(564.697)	(859.119)	54.814.783	15.757.940
12	-	1.929.049	11.146.015	46.909.420	149.211	60.133.695	-	(294.422)	(294.422)	-	-	-	-	-	-	(571.802)	(571.802)	(866.224)	59.267.471	15.212.484
13	-	2.014.236	12.181.692	51.377.172	154.971	65.728.072	-	(294.422)	(294.422)	-	-	-	-	-	-	(578.566)	(578.566)	(872.988)	64.855.084	14.863.111
14	-	2.099.423	13.217.369	55.844.925	160.732	71.322.448	-	(294.422)	(294.422)	-	-	-	-	-	-	(585.329)	(585.329)	(879.752)	70.442.697	14.413.971
15	-	2.184.609	14.253.045	60.312.677	166.493	76.916.825	-	(294.422)	(294.422)	-	-	-	-	-	-	(8.565.974)	(8.565.974)	(8.860.397)	68.056.429	12.433.655
16	-	2.269.796	15.288.722	64.780.430	172.254	82.511.202	-	(294.422)	(294.422)	-	-	-	-	-	-	(598.857)	(598.857)	(893.279)	81.617.923	13.313.651
17	-	2.354.982	16.324.399	69.248.182	178.015	88.105.579	-	(294.422)	(294.422)	-	-	-	-	-	-	(605.621)	(605.621)	(900.043)	87.205.535	12.700.993
18	-	2.436.468	17.246.798	73.405.428	183.345	93.272.039	-	(294.422)	(294.422)	-	-	-	-	-	-	(614.003)	(614.003)	(908.425)	92.363.614	12.010.927
19	-	2.517.954	18.169.197	77.562.674	188.674	98.438.499	-	(294.422)	(294.422)	-	-	-	-	-	-	(622.384)	(622.384)	(916.806)	97.521.693	11.322.929
20	-	2.599.440	19.091.596	81.719.920	194.004	103.604.960	-	(294.422)	(294.422)	-	-	-	-	-	-	(8.604.647)	(8.604.647)	(8.899.069)	94.705.890	9.817.853
Total	107.045.658	36.671.481	211.761.510	892.906.555	2.935.330	1.251.320.534	(201.577.327)	(5.888.443)	(207.465.770)	(33.776.458)	(1.170.245)	(5.757.474)	(920.297)	(11.868.759)	(8.923.478)	(43.148.717)	(105.565.427)	(313.031.197)	938.289.337	123.224.751
VPL	75.200.754	11.684.601	58.621.350	245.356.932	992.501	391.856.138	(195.264.001)	(2.199.169)	(197.463.170)	(33.776.458)	(980.050)	(4.821.738)	(770.725)	(9.939.782)	(7.473.185)	(13.406.280)	(71.168.217)	(268.631.387)	123.224.751	

19,2%	80,8%	73,5%	26,5%	B/C	1,46
-------	-------	-------	-------	-----	------

Fonte: cálculos próprios

É possível observar no Quadro 6.7 que o componente de drenagem agrega 73,5% dos custos e apenas 19,2% dos benefícios econômicos estimados da análise de viabilidade, mas deve-se salientar que o grau de interferência mútua entre estes dois componentes acaba por penalizar a análise do componente de drenagem se este for avaliado de forma individualizada.

No caso do PROMABEN este fenômeno é ainda mais evidente, pois as intervenções físicas produzidas pelas obras de drenagem são relevantes e as obras do sistema viário acabam por receber uma área relativamente “limpa”, reduzindo parte dos custos associados à implantação, os quais já foram absorvidos pelas obras de macrodrenagem realizadas em etapa anterior. Este fato reforça a necessidade de elaborar a análise de viabilidade econômica para o conjunto das intervenções, uma vez que no presente caso, o projeto de drenagem de certo modo “subsidiaria” os custos do sistema viário, entregando-lhe uma “área limpa” e com os custos de infraestrutura já contabilizados na macrodrenagem.

No caso do PROMABEN, os investimentos de macrodrenagem já foram realizados majoritariamente na fase I do Programa e não cabe mais uma análise de mínimo custo econômico para estes investimentos, mas considerando a proporção que os gastos de macrodrenagem têm no Programa (78,0% da primeira fase e 37,5% de ambas as fases conforme apresentado no Quadro 1.3), serve como uma alerta para futuros projetos a necessidade de uma eficiente gestão de riscos, associada a projetos de engenharia bem desenvolvidos e à realização de estudos de alternativa de mínimo custo, de maneira que se possa minimizar sobrecustos em obras com alto grau de impacto nas metas globais de custos de projetos ou Programas.

7 HABITAÇÃO E REASSENTAMENTO

7.1 SÍNTESE DO PLANO DE OBRAS – PRODUÇÃO HABITACIONAL

Conforme informações da área social da UCP PROMABEN, segundo descrito no Projeto de Trabalho Técnico Social - PTTS do Contrato de Repasse 184.752.63 - Projeto Orla de Belém e ratificado pela SEURB o número de afetados pelas obras físicas do Projeto Orla foi de 345 famílias. Destas, 204 famílias estão em auxílio moradia e serão posteriormente reassentadas no Conj. Aloysio Chaves; 141 receberam indenizações e saíram da área. Considerando-se ainda que o PTTS/EIA-RIMA para a sub-bacia 2 estima que 740 famílias devam ser reassentadas, há uma demanda estimada de 944 novas unidades habitacionais para dentro do Programa.

Na sub-bacia 2 serão reassentados 547 famílias no Residencial Aloysio Chaves (Figura 1 - Referência VIII). Na produção habitacional estão contemplados todos os serviços de infraestrutura e superestrutura indispensáveis. Para o restante das famílias não reassentadas no Conj. Aloysio Chaves, o Programa também prevê uma produção adicional de aproximadamente 397 habitações.

7.2 ESTIMATIVA DE BENEFÍCIOS ECONÔMICOS

A retirada da população da área de intervenção do Programa tornou-se prioritária em função do risco de inundações como também pela necessidade da realização de obras, tendo em vista que, majoritariamente, as condições físicas dos imóveis situados na área apresentavam elevado grau de precariedade.

O componente de reassentamento do Programa e os custos respectivos são tratados como um débito contra os benefícios econômicos do projeto de investimento que causa a necessidade da remoção de famílias. Entretanto, quaisquer benefícios líquidos para os reassentados (em comparação com as circunstâncias que existiriam “sem o projeto”) devem ser acrescentados à série de benefícios do investimento principal.

Seguindo o argumento apresentado acima, considerou-se que o benefício líquido do reassentado será o diferencial de qualidade da unidade habitacional que lhe foi oferecido na nova situação após a implantação do projeto. Em função das condições econômicas diferenciadas da população alvo do reassentamento, diferentes alternativas de reassentamento foram adotadas, tais como:

- a) Auxílio Moradia: solução transitória de R\$450,00 mensal aplicável a imóveis avaliados em até R\$40.000,00, concedida até o momento de entrega da UH; O Auxílio moradia é custo para o Programa e integra a análise de viabilidade econômica durante um período de 24 meses.
- b) Indenização: solução aplicável a imóveis avaliados acima de R\$40.000,00; A indenização é custo para o Programa e integra a análise de viabilidade econômica.

- c) Auxílio Comércio: solução transitória de R\$450,00 mensal, aplicável a imóveis comerciais avaliados em até R\$40.000,00; O auxílio comércio é custo para o Programa e integra a análise econômica por um período de 12 meses.
- d) Pacote Moradia: solução definitiva de R\$2.700,00 aplicável a inquilinos; O pacote moradia é custo para o Programa e integra a análise de viabilidade econômica.
- e) Unidade Habitacional: construção de unidades habitacionais para as famílias que optaram por esta alternativa e, obrigatoriamente, aquelas famílias com imóveis de valor inferior a R\$40.000,00. O custo de construção da UH é custo para o Programa e o valor de mercado dela é utilizado para estimar o benefício por diferença de aluguel.

A construção de unidades habitacionais envolve a passagem da família de uma residência ocupada na área de projeto para outra situada em local indicado pela Prefeitura de Belém, mas não sujeitas aos problemas do local de origem.

No entanto é possível perceber que, do ponto de vista do interessado, envolve uma avaliação ligada ao mercado imobiliário. O preço de um imóvel, ou o seu aluguel como uma aproximação de fluxo, incorpora um conjunto de atributos desse imóvel como localização, tamanho, vizinhança, disponibilidade de serviços públicos (água, esgoto, drenagem), qualidade do ar, entre outros, de tal forma que a cada nível diferente de preço pode ser associado um determinado nível de bem estar ou de utilidade.

Nesse sentido o reassentado, ao passar de uma casa sujeita a problemas, como a ocupada em áreas sujeitas a inundação, para outra sem esses problemas estaria tendo acesso a certo benefício que seria proporcional ao preço de mercado (do imóvel ou do seu aluguel) comparada com essas mesmas variáveis relativas à habitação atual.

Dentro da análise de benefício/custo, a unidade habitacional pode ser considerada similar a um “bem de mercado” no sentido de que se trata de um bem de consumo divisível, de característica individual (ou do núcleo familiar, se for o caso), e cujo ato de consumo implica em um tipo de “sacrifício” para os demais membros da população, sendo, portanto, passível de ser avaliado em função dos demais bens disponíveis para escolha de um consumidor.

Dadas essas premissas, a metodologia proposta para a avaliação dos benefícios inerentes ao reassentamento tem por base a comparação entre o valor de um aluguel médio prevalecente na área de reassentamento nas condições anteriores com o aluguel de um imóvel semelhante em termos de área e situado nas imediações de onde foram construídas unidades habitacionais oferecidas à população deslocada (famílias reassentadas).

Utilizou-se como referência de mercado o valor de uma unidade em um Conjunto Habitacional fornecido pela Prefeitura de Belém, cujo valor é de R\$120.000,00, a preços de junho de 2012, de acordo com informações da UCP PROMABEN. Este valor serviu como referência para as famílias que foram e serão reassentadas nas unidades habitacionais. O

valor atualizado para agosto de 2012 pelo Índice Nacional da Construção Civil (INCC)¹⁸, alcança o valor de R\$129.488,82. Este valor corresponde a um aluguel equivalente de R\$1.294,89 (1% do valor do imóvel).

De acordo com as informações do cadastro socioeconômico realizado pela Unidade Coordenadora do Programa com as famílias alvo de possível reassentamento, o valor médio pago pelo aluguel mensal era de R\$250,00, a preços de junho de 2010, que atualizados pelo INCC alcança o valor de aluguel de R\$311,31 a preços de junho de 2013. A diferença, que corresponde ao benefício da melhoria da unidade habitacional aqui considerado como *proxi* do incremento de qualidade de vida desta população será então de R\$983,58 mensal, por família.

Os benefícios foram contabilizados para as famílias a serem reassentadas¹⁹, ou seja, 115 famílias no PROMABEN I; 204 famílias²⁰ contempladas no PROMABEN II e 740 famílias da sub-bacia 2 (contrapartida). O benefício econômico total é a diferença do valor de aluguel pago atualmente e o aluguel de mercado referente à nova moradia multiplicado por 12 meses e pelo número de famílias beneficiadas para cada alternativa de reassentamento, conforme mencionado anteriormente. As famílias beneficiadas por tipo de solução e divididas em PROMABEN I, PROMABEN II e sub-bacia 2 estão demonstradas no Quadro 7.1.

Quadro 7.1
Famílias a serem beneficiadas pelo componente de Habitação/Reassentamento

Ano	Famílias Promaben 1	Famílias Promaben 2	Famílias SB 2 (CP)	Benefício Unitário	Benefício Promaben 1	Benefício Promaben 2	Benefício SB 2 (CP)	Benefício Total
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	115	0	0	983,58	1.357.342,97	0,00	0,00	1.357.343
2	115	204	0	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	0,00	3.765.151
3	115	204	740	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	8.734.206,96	12.499.358
4	115	204	740	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	8.734.206,96	12.499.358
5	115	204	740	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	8.734.206,96	12.499.358
6	115	204	740	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	8.734.206,96	12.499.358
7	115	204	740	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	8.734.206,96	12.499.358
8	115	204	740	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	8.734.206,96	12.499.358
9	115	204	740	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	8.734.206,96	12.499.358
10	115	204	740	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	8.734.206,96	12.499.358
11	115	204	740	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	8.734.206,96	12.499.358
12	115	204	740	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	8.734.206,96	12.499.358
13	115	204	740	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	8.734.206,96	12.499.358
14	115	204	740	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	8.734.206,96	12.499.358
15	115	204	740	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	8.734.206,96	12.499.358
16	115	204	740	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	8.734.206,96	12.499.358
17	115	204	740	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	8.734.206,96	12.499.358
18	115	204	740	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	8.734.206,96	12.499.358
19	115	204	740	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	8.734.206,96	12.499.358
20	115	204	740	983,58	1.357.342,97	2.407.808,41	8.734.206,96	12.499.358
Total					27.146.859,47	45.748.359,70	157.215.725,29	230.110.944,46
VP					10.138.596,82	15.835.160,21	50.478.411,11	76.452.168,14

Fonte: Unidade Coordenadora do Programa – Junho 2013

¹⁸ INCC de junho de 2012=1.778,4282 e de junho de 2013=1.919,0547

¹⁹ Para as demais opções de reassentamento consideraram-se apenas os custos de investimento.

²⁰ Remanescente do Projeto Orla. O total de famílias com possibilidades de reassentamento na sub-bacia 2 é estimado em 740, conforme dados do EIA/RIMA, PPTS (722) e verificações de campo (18) realizadas pela equipe social da UCP Promaben.

7.3 CUSTOS DO PROJETO DE REASSENTAMENTO

Para efeito de análise de viabilidade econômica, aos custos de investimentos em obras foram agregados os custos associados ao Programa de Reassentamento, conforme mencionado anteriormente e apresentados de forma sintética no Quadro 7.2, abaixo. Em seguida, no Quadro 7.3, apresenta-se os custos de investimentos em reassentamento para o PROMABEN I, PROMABEN II e na Sub-bacia 2 (contrapartida) e sua respectiva conversão para preços econômicos.

Quadro 7.2
Custos Adicionais Temporários do Programa de Reassentamento

Tipo	PROMABEN I	PROMABEN II
Indenização	11.827.200	-
Aux. Moradia	766.800	2.203.200
Aux. Comércio	378.000	-
Pacote Moradia	270.000	-
Total custos	13.242.000	2.203.200

Fonte: UCP PROMABEN

Os custos de operação e manutenção dos projetos foram devidamente convertidos em valores econômicos e são apresentados no quadro de análise benefício-custo do projeto.

Quadro 7.3
Custos de Investimento em Reassentamento

Custos de Investimento e Cronograma

Preços Financeiros, em R\$ 1,00		
Ano	Habitação e Reassentamento	Total
0	29.853.147	29.853.147
1	24.042.511	24.042.511
2	24.042.511	24.042.511
3	-	-
4	-	-
5	-	-
6	-	-
7	-	-
8	-	-
9	-	-
10	-	-
11	-	-
12	-	-
13	-	-
14	-	-
15	-	-
16	-	-
17	-	-
18	-	-
19	-	-
20	-	-
TOTAL	77.938.169	77.938.169

0,00

Proporção de Insumos e Fatores de Conversão

INSUMOS	Habitação e Reassentamento	Fator de Conversão
Mão de Obra Não Qualificada	0,0%	0,50
Mão de Obra Qualificada	0,84%	1,00
Equipamentos Nacionais	0,0%	1,00
Equipamentos Importados	0,0%	1,00
Material Nacional	0,0%	1,00
Material Importado	0,0%	1,00
Outros	0,0%	0,95
TOTAL	0,84%	-

Preços Econômicos, em R\$ 1,00		
Ano	Habitação e Reassentamento	Total
0	25.076.644	25.076.644
1	20.195.709	20.195.709
2	20.195.709	20.195.709
3	-	-
4	-	-
5	-	-
6	-	-
7	-	-
8	-	-
9	-	-
10	-	-
11	-	-
12	-	-
13	-	-
14	-	-
15	-	-
16	-	-
17	-	-
18	-	-
19	-	-
20	-	-
TOTAL	65.468.062	65.468.062

Fonte dos custos: UCP Promaben e Consórcio Quanta-Contêntica

7.4 MODELAGEM DA ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO

Projetos de reassentamento possuem como característica principal elevado gasto social e difícil quantificação dos benefícios, os quais quase sempre são quantificados parcialmente ou com alto grau de incerteza, o que explica em grande parte os resultados negativos em termos de recuperação do investimento em análise do tipo benefício/custo. Não obstante as dificuldades, o resultado isolado da análise de viabilidade econômica do projeto de reassentamento do PROMABEN apresenta VPL positivo de R\$13,9 milhões e TIR igual a 15,37%, conforme se apresenta no Quadro 7.4, a seguir.

Quadro 7.4
Modelagem da análise benefício-custo para o projeto de Reassentamento

Ano	Famílias Beneficiadas	Benefício Unitário	Benefício Resassentamento	CUSTOS (em R\$1,00)							TIRE
				Investimentos Promaben 1	Investimentos Promaben 2	Investimentos Sub-Bacia 2 (CP)	Total Investimentos	Operação e manutenção	Custo Total	Resultado	15,37%
0	-	-	-	(14.978.789)	(6.855.282)	(3.242.572)	(25.076.644)	-	(25.076.644)	(25.076.644)	(25.076.644)
1	115	983,58	1.357.343	-	(13.710.565)	(6.485.145)	(20.195.709)	(257.935)	(20.453.644)	(19.096.301)	(17.050.269)
2	319	983,58	3.765.151	-	(13.710.565)	(6.485.145)	(20.195.709)	(467.324)	(20.663.033)	(16.897.882)	(13.470.888)
3	1.059	983,58	12.499.358	-	-	-	-	(467.324)	(467.324)	12.032.034	8.564.164
4	1.059	983,58	12.499.358	-	-	-	-	(467.324)	(467.324)	12.032.034	7.646.575
5	1.059	983,58	12.499.358	-	-	-	-	(467.324)	(467.324)	12.032.034	6.827.299
6	1.059	983,58	12.499.358	-	-	-	-	(467.324)	(467.324)	12.032.034	6.095.803
7	1.059	983,58	12.499.358	-	-	-	-	(467.324)	(467.324)	12.032.034	5.442.681
8	1.059	983,58	12.499.358	-	-	-	-	(467.324)	(467.324)	12.032.034	4.859.537
9	1.059	983,58	12.499.358	-	-	-	-	(467.324)	(467.324)	12.032.034	4.338.872
10	1.059	983,58	12.499.358	-	-	-	-	(467.324)	(467.324)	12.032.034	3.873.993
11	1.059	983,58	12.499.358	-	-	-	-	(467.324)	(467.324)	12.032.034	3.458.922
12	1.059	983,58	12.499.358	-	-	-	-	(467.324)	(467.324)	12.032.034	3.088.324
13	1.059	983,58	12.499.358	-	-	-	-	(467.324)	(467.324)	12.032.034	2.757.432
14	1.059	983,58	12.499.358	-	-	-	-	(467.324)	(467.324)	12.032.034	2.461.993
15	1.059	983,58	12.499.358	-	-	-	-	(467.324)	(467.324)	12.032.034	2.198.208
16	1.059	983,58	12.499.358	-	-	-	-	(467.324)	(467.324)	12.032.034	1.962.685
17	1.059	983,58	12.499.358	-	-	-	-	(467.324)	(467.324)	12.032.034	1.752.398
18	1.059	983,58	12.499.358	-	-	-	-	(467.324)	(467.324)	12.032.034	1.564.641
19	1.059	983,58	12.499.358	-	-	-	-	(467.324)	(467.324)	12.032.034	1.397.001
20	1.059	983,58	12.499.358	-	-	-	-	(467.324)	(467.324)	12.032.034	1.247.322
Total			230.110.944	(14.978.789)	(34.276.412)	(16.212.862)	(65.468.062)	(9.137.088)	(74.605.150)	155.505.794	13.940.051
VPL			76.452.168	(14.978.789)	(30.026.836)	(14.202.798)	(59.208.423)	(3.303.695)	(62.512.117)	13.940.051	13.940.051

Fonte: cálculos próprios

B/C

1,22

8 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA CONSOLIDADA

8.1 SÍNTESE DE INDICADORES

A seguir se apresenta no Quadro 8.1 a consolidação das análises para os projetos de drenagem e sistema viário, esgotamento sanitário, água potável e habitação/reassentamento.

Como se observa, a análise consolidada dos benefícios e custos destes componentes de obras apresenta resultado positivo para o VPL no valor de R\$177,4 milhões e TIR de 18,34%.

A síntese dos indicadores do PROMABEN é apresentada no Quadro 8.2, onde se apresenta um quadro geral dos benefícios e custos estimados e o custo por beneficiário para cada componente avaliado e para o Programa de forma consolidada.

Quadro 8.1

Análise de Viabilidade Econômica Consolidada - Programa PROMABEN I & II E SUB-BACIA 2 (CP)

Ano	Benefícios Econômicos					C U S T O S ECONÔMICOS (em R\$1,00)								TIRE
	Água Potável	Esgoto Sanitário	Sistema Viário e Drenagem	Reassentamento	Benefício Total	Água Potável	Esgoto Sanitário	Viário e Drenagem	Reassentamento	Total Investimentos	Operação e manutenção	Custo Total	Resultado	
0	-	-	-	-	-	(2.725.410)	(9.038.692)	(210.005.728)	(25.076.644)	(246.846.474)	(234.275)	(247.080.749)	(247.080.749)	(247.080.749)
1	-	-	22.616.393	1.357.343	23.973.736	(5.450.820)	(20.657.148)	(20.245.616)	(20.195.709)	(66.549.293)	(1.290.138)	(67.839.431)	(43.865.695)	(39.165.800)
2	-	2.600.480	57.302.834	3.765.151	63.668.466	(5.450.820)	(20.444.775)	(16.871.346)	(20.195.709)	(62.962.651)	(1.504.446)	(64.467.098)	(798.632)	(636.665)
3	7.914.438	7.447.733	58.929.746	12.499.358	86.791.275	-	(1.207.020)	(10.122.808)	-	(11.329.828)	(2.503.521)	(13.833.349)	72.957.927	51.930.011
4	8.248.086	7.532.476	61.684.416	12.499.358	89.964.336	-	(21.102)	(6.748.539)	-	(6.769.641)	(2.536.864)	(9.306.505)	80.657.831	51.259.510
5	8.586.746	7.618.695	41.902.196	12.499.358	70.606.995	-	(21.470)	-	-	(21.470)	(10.549.895)	(10.571.365)	60.035.630	34.065.829
6	8.930.478	7.706.305	35.080.058	12.499.358	64.216.200	-	(21.816)	-	-	(21.816)	(2.604.197)	(2.626.012)	61.590.187	31.203.506
7	9.279.345	7.795.331	37.834.728	12.499.358	67.408.762	-	(22.168)	-	-	(22.168)	(2.638.188)	(2.660.357)	64.748.405	29.288.890
8	9.633.407	7.885.906	42.294.521	12.499.358	72.313.192	-	(22.554)	-	-	(22.554)	(2.679.525)	(2.702.080)	69.611.113	28.114.761
9	9.992.728	7.977.837	46.754.315	12.499.358	77.224.238	-	(22.892)	-	-	(22.892)	(2.709.900)	(2.732.792)	74.491.447	26.862.362
10	10.357.370	8.071.370	51.214.108	12.499.358	82.142.207	-	(23.291)	-	-	(23.291)	(10.725.561)	(10.748.852)	71.393.355	22.986.750
11	10.727.397	8.166.422	55.673.902	12.499.358	87.067.079	-	(23.669)	-	-	(23.669)	(2.788.093)	(2.811.762)	84.255.317	24.221.390
12	11.102.874	8.263.130	60.133.695	12.499.358	91.999.057	-	(24.081)	-	-	(24.081)	(2.819.140)	(2.843.221)	89.155.836	22.884.082
13	11.483.866	8.361.302	65.728.072	12.499.358	98.072.598	-	(24.446)	-	-	(24.446)	(2.855.666)	(2.880.112)	95.192.486	21.815.661
14	11.870.439	8.461.187	71.322.448	12.499.358	104.153.433	-	(24.872)	-	-	(24.872)	(2.898.012)	(2.922.885)	101.230.548	20.713.776
15	12.262.660	8.562.813	76.916.825	12.499.358	110.241.657	-	(25.306)	-	-	(25.306)	(10.903.288)	(10.928.594)	99.313.062	18.144.125
16	12.660.596	8.666.102	82.511.202	12.499.358	116.337.258	-	(25.720)	-	-	(25.720)	(2.966.627)	(2.992.347)	113.344.911	18.489.010
17	13.064.315	8.771.083	88.105.579	12.499.358	122.440.335	-	(26.142)	-	-	(26.142)	(3.009.673)	(3.035.814)	119.404.521	17.390.593
18	13.473.887	8.877.789	93.272.039	12.499.358	128.123.073	-	(26.571)	-	-	(26.571)	(3.043.389)	(3.069.960)	125.053.113	16.261.856
19	13.889.380	8.986.470	98.438.499	12.499.358	133.813.708	-	(27.063)	-	-	(27.063)	(3.082.936)	(3.109.999)	130.703.709	15.175.586
20	14.310.866	9.096.940	103.604.960	12.499.358	139.512.124	-	(27.508)	-	-	(27.508)	(9.794.944)	(9.822.452)	129.689.672	13.444.509
Total	197.788.878	150.849.373	1.251.320.534	230.110.944	1.830.069.729	(13.627.050)	(51.758.307)	(263.994.037)	(65.468.062)	(394.847.457)	(84.138.279)	(478.985.736)	1.351.083.994	177.368.994
VP	57.349.595	48.087.915	391.856.138	76.452.168	573.745.817	(11.937.574)	(44.757.447)	(253.025.938)	(59.208.423)	(368.929.382)	(27.447.441)	(396.376.823)	177.368.994	

Fonte: cálculos próprios

B/C

1,45

Quadro 8.2
PROMABEN – SÍNTESE DE INDICADORES

ITENS	Síntese da Análise Econômica PROMABEN I + PROMABEN II - DATA BASE JUNHO 2013				
	I Sistema de Esgotos ⁽¹⁾	II Viário & Drenagem	III Reassentamento	IV Água Potável	V Consolidada Global
Domicílios beneficiados diretamente (ano 3)	11.184	26.702	1.499	14.001	53.385
Investimentos - Preço Financeiro (R\$) - Ano Zero	(62.197.603)	(325.403.082)	(77.938.169)	(15.618.395)	(481.157.250)
Investimentos a Preços Econômicos (R\$) - Valor Presente Ano Zero	(44.757.447)	(253.025.938)	(59.208.423)	(11.937.574)	(368.929.382)
Custo OAM a Preços Econômicos (R\$) - Valor Presente Ano Zero	(2.461.770)	(15.605.449)	(3.303.695)	(6.203.370)	(27.574.284)
Custo Total a Preços Econômicos (R\$) - Valor Presente Ano Zero	(47.219.217)	(268.631.387)	(62.512.117)	(18.140.944)	(396.503.666)
Benefício Total a Preços Econômicos (R\$) - Valor Presente Ano Zero	48.087.915	391.856.138	76.452.168	57.349.595	573.745.817
Valor Presente Líquido (R\$) - Preços Econômicos - Ano Zero	868.698	123.224.751	13.940.051	39.208.651	177.242.150
Taxa Interna de Retorno Econômica (TIRE)	12,29%	18,42%	15,37%	40,35%	18,34%
Relação Benefício/Custo	1,02	1,46	1,22	3,16	1,45
Custo financeiro por beneficiário (R\$/beneficiário)	(5.561,37)	(12.186,59)	(51.993,44)	(1.115,53)	(9.012,89)
Benefícios Econômicos Estimados	DAP R\$55,49/mês	Estimados somente benefícios de tráfego	Benefícios por diferença de aluguel. R\$934,28 por mês.	Excedente do Consumidor (SIMOP)	DAP, Tráfego e Diferença de Aluguel, Excedente do Consumidor

(1) Inclui toda Sub-bacia 1 (Micro Bacias 1, 2, 3 e 4) + Meio de Quadra (Q1 a Q8) + Conjunto Aloísio Chaves + Miolo do Jurunas. Não inclui ETE.

Os resultados apresentados no Quadro 8.2 permitem afirmar que todos os componentes do PROMABEN que foram objeto de análise de viabilidade econômica atendem aos critérios de elegibilidade definidos pelo BID, ou seja, TIR maior ou igual a 12%. Destes, somente o componente de esgotos sanitários apresenta viabilidade econômica no limite inferior e a principal razão para tal é o nível de adesão ao sistema, o qual depende de esforço institucional da COSANPA para que se possa melhorar a rentabilidade do projeto. De forma consolidada, o Programa apresenta TIR igual a 18,34% e VPL de R\$177,2 milhões, principalmente em função dos benefícios econômicos estimados para o sistema viário.

9 ANÁLISE DE RISCO

Na análise de investimento, quando se trabalha com a avaliação por fluxo de caixa descontado surge uma deficiência que está relacionada aos mais variados graus de incerteza que as variáveis de entrada dos modelos carregam e transferem para as variáveis de saída, como a TIR e VPL, as quais, por sua vez, são determinantes para a elegibilidade dos projetos.

Neste sentido, é preciso atentar-se para o fato de que análises feitas por projeções (entradas dos modelos) apresentam risco associado a elas, sendo este, a probabilidade do que foi projetado não acontecer, e conseqüentemente, os resultados previstos não se efetivarem.

Para minimizar as incertezas dos modelos, são realizadas análises de sensibilidade ou simulações. Embora haja semelhança semântica nos termos, há diferenças substanciais entre os métodos de análise de sensibilidade e simulações.

Diferentemente da metodologia tradicional de análise de sensibilidade, o procedimento de simulações possui cunho *probabilístico*, comparado ao modelo *determinístico* da análise de sensibilidade, onde não existe a consideração do risco nas projeções. Para realização de ambos os métodos, altera-se os parâmetros das variáveis de entrada do modelo base, que podem ser, entre outros: custos de investimentos (CAPEX), os custos de operação e exploração (OPEX) cronograma de execução ou, pelo lado dos benefícios, o valor das tarifas, número de beneficiários dos projetos, demanda pelos serviços, entre outros.

A simulação é a tentativa de replicação de um sistema real, através da construção de um modelo matemático que procura observar como as variáveis de entrada do sistema afetam suas variáveis de saídas .

Diferentemente dos métodos determinísticos usualmente utilizados nas análises de sensibilidade, os métodos probabilísticos consideram o risco em suas projeções, traçando a probabilidade de ocorrência de cada evento ou conjunto deles, calculando-se assim, os indicadores de resultados de forma probabilística.

Para a inserção do risco nas projeções, com o intuito de superar a limitação da metodologia tradicional, foi utilizado nesta análise o processo de simulação através do método Monte Carlo, o qual se pode resumir como sendo um processo que gera numerosos cenários aleatórios alterando o valor das variáveis de entrada do modelo base e verificando o comportamento das variáveis de saída (TIR e VPL) a partir destas modificações e que resultam em uma distribuição de frequência assumida para as variáveis de saída.

No presente estudo foram realizadas 5000 simulações para cada variável de entrada, obtendo-se ao final, 5000 valores diferentes para as variáveis de saída, o que possibilitou a construção de uma distribuição de frequência para as variáveis VPL e TIR.

Foram realizadas cinco simulações para a análise de risco de forma que se possam avaliar as seguintes situações distintas: (i) análise isolada dos componentes de esgoto, drenagem & viário e reassentamento, gerando três análises específicas; (ii) análise consolidada dos três componentes anteriores, gerando uma quarta análise de risco consolidada e (iii) análise global, que incorpora as ações de água potável e investimentos na Bacia do Una agregados à análise consolidada anterior, gerando a quinta e última simulação de risco.

A seguir, apresentam-se os principais resultados das análises de riscos realizadas.

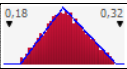
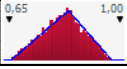
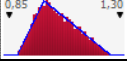
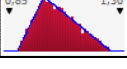
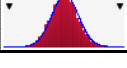
9.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Para o projeto de melhorias e ampliação do sistema de abastecimento de água do Programa foram realizadas análises de sensibilidade no próprio modelo SIMOP e os resultados foram apresentados juntamente com análise de viabilidade econômica no capítulo 5.

9.2 SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS

Para o projeto de implantação do sistema de coleta e transporte de esgotos sanitários foram identificadas quatro variáveis de entrada importantes para a determinação da TIR e do VPL do projeto, as quais foram sensibilizadas na análise de risco. O Quadro 9.1 apresenta as quatro variáveis citadas e os parâmetros de sensibilização utilizados na simulação realizada.

Quadro 9.1
Simulações para o SES – Variáveis e Parâmetros Utilizados

@RISK Input Results Performed By: Luiz Claudio Faria Date: domingo, 1 de setembro de 2013 13:57:36									
Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
Category: Adesão Ano 2									
Adesão Ano 2 / Base case	Risco Esg	B5		20%	25%	31%	22%	29%	0
Category: Adesão Ano 3									
Adesão Ano 3 / Base case	Risco Esg	B6		67%	82%	96%	72%	92%	0
Category: Custos de Investimentos									
Custos de Investimentos / Base case	Risco Esg	B2		0,90	1,05	1,25	0,94	1,18	0
Category: Custos de OAM									
Custos de OAM / Base case	Risco Esg	B3		0,90	1,05	1,25	0,94	1,19	0
Category: DAP Rede Coletora									
DAP Rede Coletora / Base case	Risco Esg	B4		32,49	55,33	76,07	46,32	64,48	0

Como se observa no Quadro 9.1 foram sensibilizadas as variáveis de custos, que incluem os investimentos e os custos de operação e manutenção, cujos parâmetros variaram entre -10% e +25%. Para a variável de Disposição a Pagar, o modelo derivou valores que ficaram entre o mínimo de R\$32,49/família/mês a R\$76,07/família/mês. Para a variável taxa de adesão ao

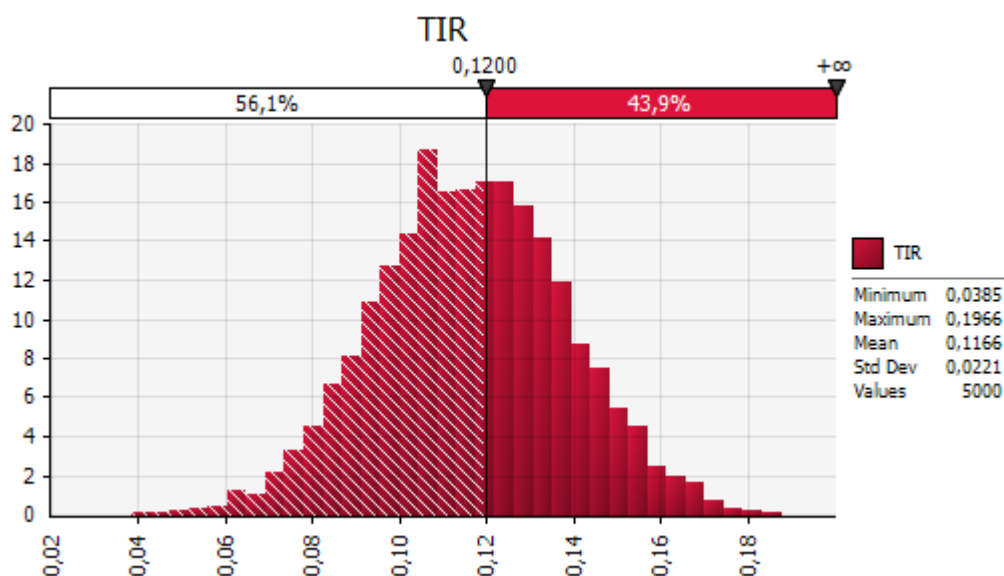
sistema de esgotos, desagregou-se a variável em dois momentos distintos: a taxa prevista para o ano 2 de projeto e a partir do ano 3 de projeto. Verifica-se que as simulações aleatórias geraram valores entre 20% e 31% para o ano 2 e entre 67% e 96% a partir do ano 3 de projeto. Os resultados das simulações são apresentados no Quadro 9.2, abaixo.

Quadro 9.2
SES - Resultados das Simulações para VPL e TIR

@RISK Output Results Performed By: Luiz Claudio Faria Date: domingo, 1 de setembro de 2013 17:57:12									
Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
VPL	Aval. Esgotamento	M36		(25.224.720)	(1.049.506)	22.715.320	(12.014.910)	10.188.360	0
TIR	Aval. Esgotamento	N4		3,85%	11,66%	19,66%	8,07%	15,33%	0

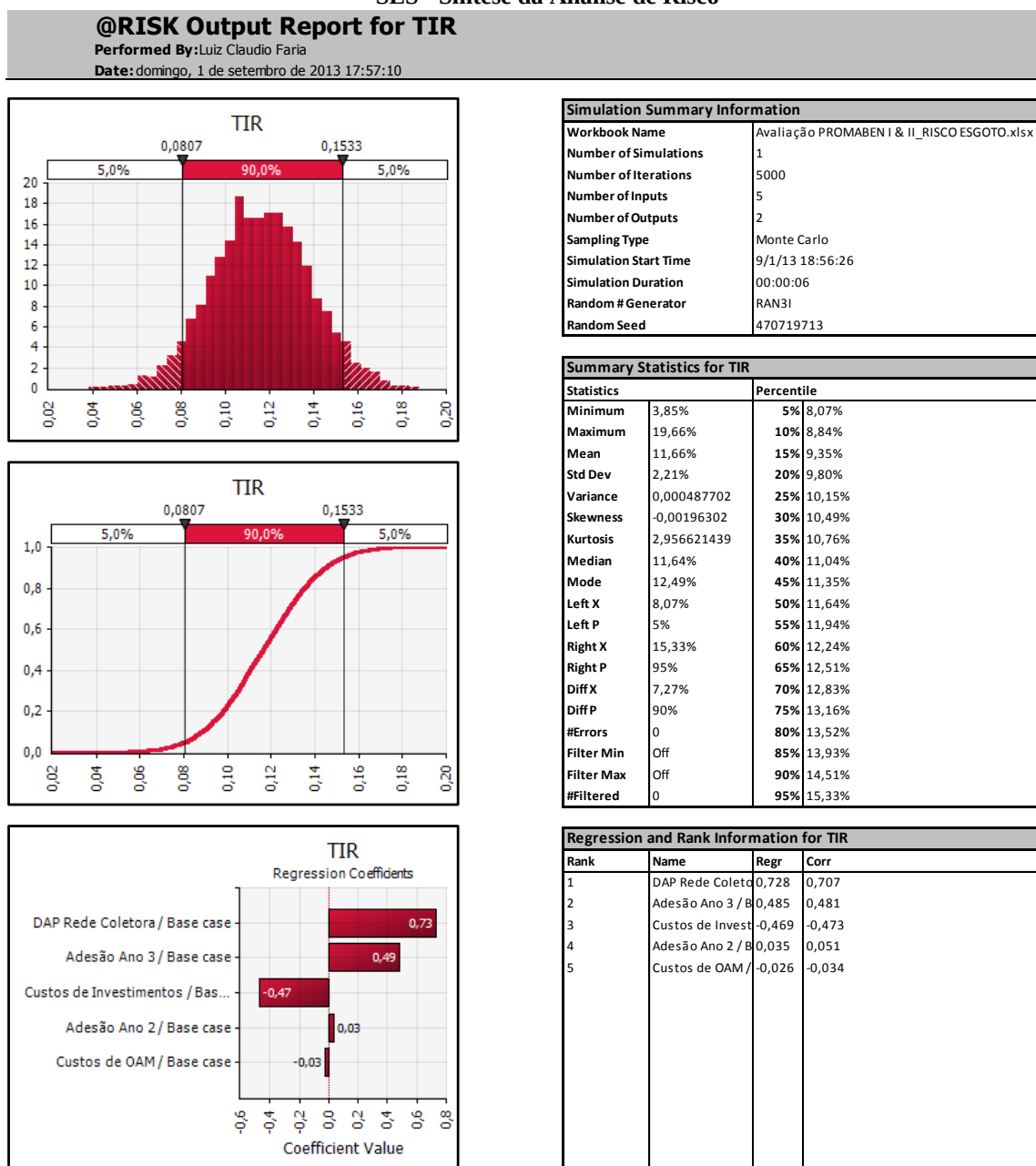
As simulações indicam que há uma probabilidade de 90% de que a TIR para o sistema de coleta e transporte de esgotos situe-se entre 8,07% e 15,33%. Tendo em vista que a TIR apresenta uma faixa de variação expressiva abaixo do nível mínimo exigido de 12%, estimou-se a probabilidade de que o projeto tenha uma TIR igual ou superior aos referidos 12%. Na Figura 9.1 apresentam-se os resultados obtidos.

Figura 9.1
Probabilidade para TIR igual ou superior a 12%



Como se observa na Figura 9.1 acima, a probabilidade de que a TIR do projeto de coleta e transporte de esgotos seja igual ou superior a 12% é de apenas 43,9%, ou seja, o risco de uma TIR menor que 12% para o projeto é de 56,1%! O Quadro 9.3 resume os resultados para a análise de risco do projeto de coleta e transporte de esgotos do PROMABEN.

Quadro 9.3
SES - Síntese da Análise de Risco



No Quadro 9.3, pode-se verificar que as variáveis que mais impactam a rentabilidade do projeto são a DAP e a taxa de adesão ao projeto do terceiro ano em diante. Note-se que as principais variáveis que impactam o modelo de regressão do SES estão relacionadas aos benefícios estimados.

A análise de risco permite inferir que o valor da DAP, assim como a taxa de adesão ao sistema a partir da conclusão das obras são fundamentais para determinar a viabilidade do projeto, ambas mais relevantes do que os custos de investimentos. Este aspecto coloca uma questão fundamental para o SES na sub-bacia 1 da Bacia da Estrada Nova: a COSANPA,

que receberá as obras após sua conclusão desempenha uma papel fundamental para garantir os retornos econômicos esperados para o projeto. O primeiro deles é quanto à adesão ao sistema. Sem que haja uma adesão maciça da população ao sistema implantado os benefícios econômicos esperados estarão definitivamente comprometidos. O segundo aspecto é com relação ao pagamento pelos serviços de coleta e tratamento de esgotos. A DAP reflete o bem-estar esperado pela população para o sistema de coleta e transporte de esgotos e sua contrapartida é o pagamento pelos serviços oferecidos, o que está refletido no estudo de disposição a pagar realizado com esta população.

Desta forma, espera-se que a COSANPA não desempenhe um papel passivo na consecução dos benefícios econômicos esperados para o sistema proposto e que cumpra uma função que garanta estas conquistas, a qual poderia ser iniciada com a elaboração imediata de um plano de adesão ao futuro sistema, que estabeleça as metodologias de convencimento de adesão da população ao sistema, bem como as metas anuais de adesão, de forma que as conexões ao sistema sejam antecipadas e se garanta um percentual de adesão que se aproxime o máximo possível de 100%.

9.3 DRENAGEM E SISTEMA VIÁRIO

Para o projeto de implantação do sistema de macro e micro drenagem e do sistema viário foram selecionadas as seguintes variáveis para sensibilização: (i) custos de investimentos e custos de operação e manutenção de ambos componentes; (ii) valor anual dos benefícios de tráfego; (iii) o percentual de valorização imobiliária das áreas de influência direta e indireta do sistema de macrodrenagem e (iv) o valor unitário médio ponderado dos imóveis na áreas de influência do projeto de drenagem. O Quadro 9.4 apresenta as variáveis citadas e os parâmetros de sensibilização utilizados na simulação realizada.

Quadro 9.4
Parâmetros para Simulações nos componentes de Drenagem e Sistema Viário

Variáveis - Viário	Parâmetro	Minimum	Most Likely	Maximum	Minimum	Most Likely	Maximum
Investimentos	1	90%	100%	125%	0,90	1,00	1,25
Custos OAM	1	90%	100%	125%	0,90	1,00	1,25
Benefícios de Tráfego	1	70%	100%	110%	70,0%	100,0%	110,0%

Variáveis - Drenagem	Parâmetro	Minimum	Most Likely	Maximum	Minimum	Most Likely	Maximum
Investimentos	1	90%	100%	125%	0,90	1,00	1,25
Custos OAM	1	90%	100%	125%	0,90	1,00	1,25
Valorização Área Direta	24,90%	80%	100%	110%	19,9%	24,9%	27,4%
Valorização Área Indireta	12,40%	80%	100%	110%	9,9%	12,4%	13,6%
Valor médio ponderado do imóvel	23.360,23	80%	100%	115%	18.688,18	23.360,23	26.864,26

A seleção de distribuições utilizadas e a modelagem das simulações são apresentadas no Quadro 9.5, abaixo.

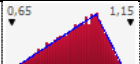
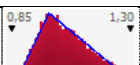
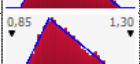
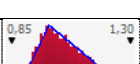
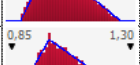
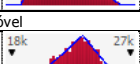
Quadro 9.5

Componentes de Drenagem e Sistema Viário -Parâmetros da Modelagem de Risco

@RISK Input Results

Performed By: Luiz Claudio Faria

Date: domingo, 1 de setembro de 2013 11:34:14

Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
Category: Benefícios de Tráfego									
Benefícios de Tráfego / Parâmetro	Risco D+V	B5		0,71	0,93	1,10	0,78	1,05	0
Category: Custos OAM									
Custos OAM / Parâmetro	Risco D+V	B4		0,90	1,05	1,25	0,94	1,18	0
Custos OAM / Parâmetro	Risco D+V	B12		0,90	1,05	1,25	0,94	1,18	0
Category: Investimentos									
Investimentos / Parâmetro	Risco D+V	B3		0,90	1,05	1,25	0,94	1,19	0
Investimentos / Parâmetro	Risco D+V	B11		0,90	1,05	1,25	0,94	1,18	0
Category: Valor médio ponderado do imóvel									
Valor médio ponderado do imóvel / Parâmetro	Risco D+V	B15		18.819,75	22.985,42	26.815,96	20.083,46	25.767,94	0
Category: Valorização Área Direta									
Valorização Área Direta / Parâmetro	Risco D+V	B13		19,9%	24,1%	27,3%	21,2%	26,5%	0
Category: Valorização Área Indireta									
Valorização Área Indireta / Parâmetro	Risco D+V	B14		9,9%	12,0%	13,6%	10,6%	13,1%	0

Os resultados das simulações são apresentados no Quadro 9.6, abaixo.

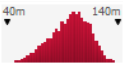
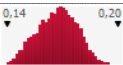
Quadro 9.6

Drenagem e Sistema Viário - Resultados das Simulações para VPL e TIR

@RISK Output Results

Performed By: Luiz Claudio Faria

Date: domingo, 1 de setembro de 2013 11:34:16

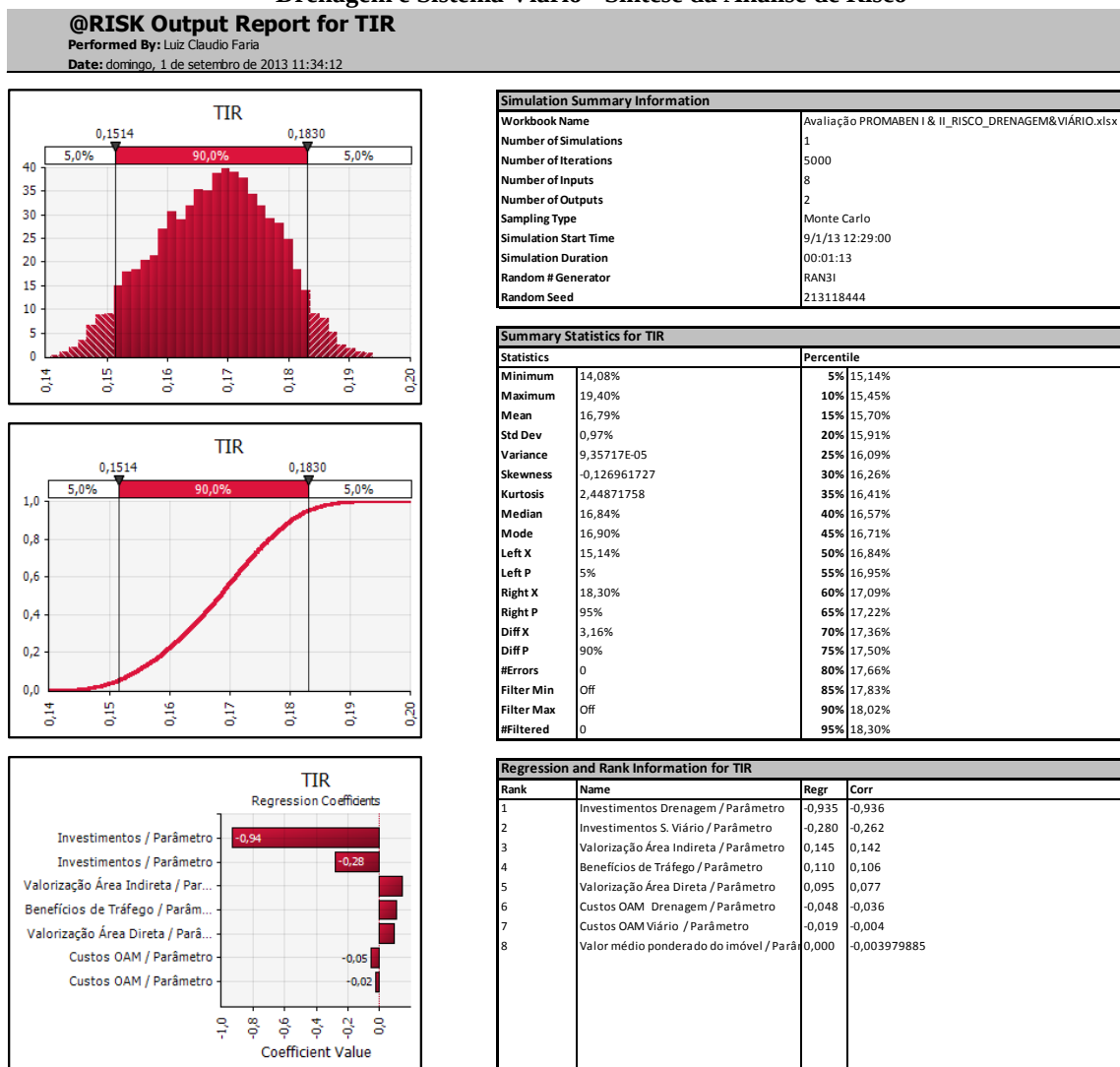
Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
VPL	Aval Viário	T36		48.756.270	97.223.820	134.870.100	69.753.090	120.317.800	0
TIR	Aval Viário	U4		14,08%	16,79%	19,40%	15,14%	18,30%	0

As simulações indicam que há uma probabilidade de 90% de que a TIR para os componentes de drenagem e sistema viário situe-se entre 15,14% e 18,30%. Observa-se também que após 5.000 simulações aleatórias, a menor TIR encontrada foi de 14,08%, indicando que praticamente não há risco destes componentes apresentarem TIR inferior a 12%.

O Quadro 9.5, resume os resultados para a análise de risco do projeto de drenagem e sistema viário do PROMABEN.

Quadro 9.5

Drenagem e Sistema Viário - Síntese da Análise de Risco



No Quadro 9.5, pode-se verificar que as variáveis que mais impactam a rentabilidade do projeto são os custos de investimentos em drenagem e no sistema viário, pela ordem. Em seguida, pelo lado dos benefícios, o percentual de valorização imobiliária na área indireta, uma vez que nesta área de influência estão localizados 77% dos imóveis que se beneficiam das obras propostas.

Os resultados do modelo de risco sugerem que as obras de drenagem são críticas para a viabilidade econômica do componente avaliando em conjunto, pois embora os benefícios econômicos derivados do tráfego tenham gerado o mais significativo valor monetário quantificado para o PROMABEN, representando 62% de todos os benefícios monetários quantificados para o Programa, na análise de regressão da simulação de risco, esta variável é menos relevante para os indicadores TIR e VPL do que os custos de investimentos e os benefícios por valorização imobiliária na área de influência indireta do projeto de drenagem.

Este aspecto talvez se explique em função da forma com que os benefícios de tráfego foram tratados na modelagem de risco.

Esclarecendo melhor, deve-se salientar que os benefícios de tráfego foram estimados em modelos externos pelo consultor Raul Ramos e tanto a análise de viabilidade econômica quanto a simulação para análise de risco tiveram que tratá-los como um valor monetário anual sem possibilidades de interferir nas variáveis de entrada que dão origem a este valor monetário anual referido.

Considerando-se que os benefícios de tráfego têm um peso extraordinário nos benefícios econômicos quantificados para o PROMABEN, sugere-se que a implantação do sistema viário seja acompanhada com o rigor técnico necessário, de modo que as intervenções previstas nas estimativas de benefício econômico se concretizem conforme o programado.

9.4 REASSENTAMENTO & HABITAÇÃO

Para o projeto de Reassentamento e Habitação foram selecionadas as seguintes variáveis para sensibilização: (i) custos de investimentos; (ii) custos de operação e manutenção; (iii) valor proporcional do aluguel em relação ao preço do imóvel oferecido à família reassentada e (iv) número de famílias reassentadas na sub-bacia 2. O Quadro 9.6 apresenta as variáveis citadas e os parâmetros de sensibilização utilizados na simulação realizada.

Quadro 9.6
Parâmetros para Simulações do componentes de Reassentamento & Habitação

Variáveis	Parâmetro	Minimum	Most Likely	Maximum	Minimum	Most Likel	Maximum
Investimentos	1	90%	100%	125%	0,90	1,00	1,25
Custos OAM	1	90%	100%	125%	0,90	1,00	1,25
Percentual de aluguel sobre o valor do imóvel	1,0%	75%	100%	110%	0,75%	1,00%	1,10%
Número de Reassentados na sub-bacia 2	740	85%	100%	110%	629	740	814

A seleção de distribuições utilizadas e a modelagem das simulações são apresentadas no Quadro 9.7, abaixo.

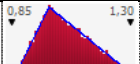
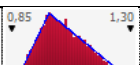
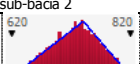
Quadro 9.7

Componente Reassentamento & Habitação -Parâmetros da Modelagem de Risco

@RISK Input Results

Performed By: Luiz Claudio Faria

Date: domingo, 1 de setembro de 2013 13:43:19

Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
Category: Custos OAM									
Custos OAM / Parâmetro	Risco Hab	B3		0,90	1,05	1,25	0,94	1,18	0
Category: Investimentos									
Investimentos / Parâmetro	Risco Hab	B2		0,90	1,05	1,25	0,94	1,18	0
Category: Número de Reassentados na sub-bacia 2									
Número de Reassentados na sub-bacia 2 / Parâmetro	Risco Hab	B5		632	727	811	660	788	0
Category: Percentual de aluguel sobre o valor do imóvel									
Percentual de aluguel sobre o valor do imóvel / Parâmetro	Risco Hab	B4		0,75%	0,95%	1,10%	0,81%	1,06%	0

Os resultados das simulações são apresentados no Quadro 9.8, abaixo.

Quadro 9.8

Reassentamento & Habitação - Resultados das Simulações para VPL e TIR

@RISK Output Results

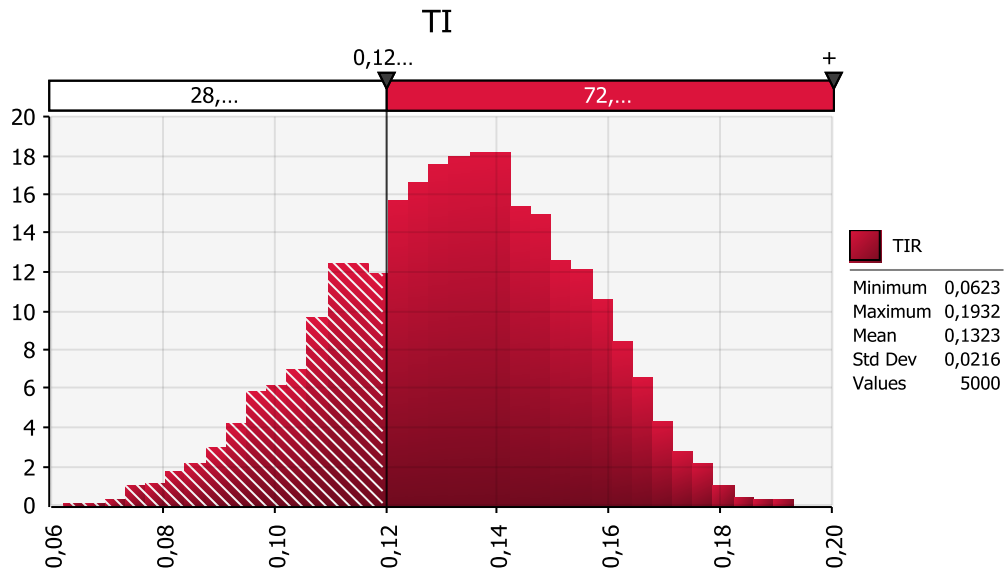
Performed By: Luiz Claudio Faria

Date: domingo, 1 de setembro de 2013 13:43:20

Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
VPL	Aval Reassentamento	Q36		(24.047.010)	4.917.557	29.978.850	(10.419.570)	18.664.920	0
TIR	Aval Reassentamento	R4		6,53%	13,18%	19,39%	9,52%	16,52%	0

As simulações indicam que há uma probabilidade de 90% de que a TIR do componente situe-se entre 9,52% e 16,52%. Tendo em vista que a TIR apresenta uma faixa de variação expressiva abaixo do nível mínimo exigido de 12%, estimou-se a probabilidade de que o projeto tenha uma TIR igual ou superior aos referidos 12%. Na Figura 9.2 apresenta-se os resultados obtidos.

Figura 9.2
Probabilidade para TIR igual ou superior a 12%



Como se observa na Figura 9.2 acima, a probabilidade de que a TIR do projeto reassentamento & habitação seja igual ou superior a 12% é de 72,0%, ou seja, o projeto apresenta 28% de chances de que a TIR seja menor que 12%.

O Quadro 9.9, resume os resultados para a análise de risco do projeto de reassentamento & habitação do PROMABEN.

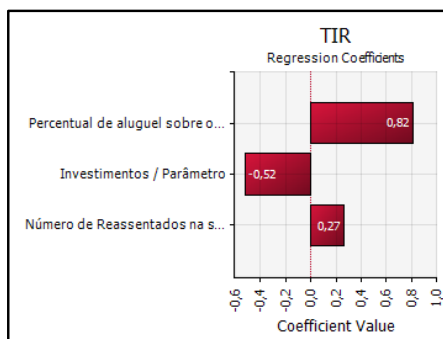
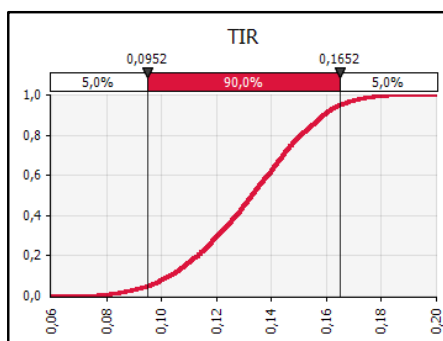
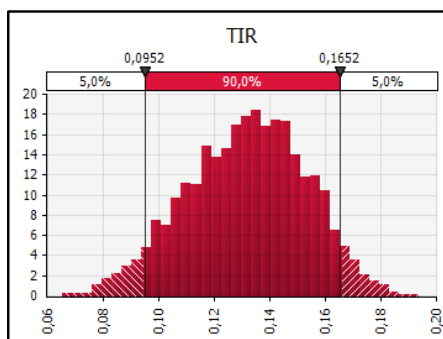
Quadro 9.9

Reassentamento & Habitação - Síntese da Análise de Risco

@RISK Output Report for TIR

Performed By: Luiz Claudio Faria

Date: domingo, 1 de setembro de 2013 13:43:17



Simulation Summary Information

Workbook Name	Avaliação PROMABEN I & II_RISCO_HABITAÇÃO.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	5000
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	9/1/13 14:40:46
Simulation Duration	00:00:58
Random # Generator	RAN3I
Random Seed	566342832

Summary Statistics for TIR

Statistics	Percentile
Minimum	5% 9,52%
Maximum	10% 10,27%
Mean	15% 10,84%
Std Dev	20% 11,32%
Variance	25% 11,71%
Skewness	30% 12,04%
Kurtosis	35% 12,38%
Median	40% 12,72%
Mode	45% 13,00%
Left X	50% 13,29%
Left P	55% 13,56%
Right X	60% 13,86%
Right P	65% 14,14%
Diff X	70% 14,42%
Diff P	75% 14,72%
#Errors	80% 15,05%
Filter Min	85% 15,49%
Filter Max	90% 15,90%
#Filtered	95% 16,52%

Regression and Rank Information for TIR

Rank	Name	Regr	Corr
1	Percentual de aluguel sobre o valor do imóvel	0,815	0,797
2	Investimentos / Parâmetro	-0,524	-0,515
3	Número de Reassentados na sub-bacia 2 / Parâmetro	0,266	0,226
4	Custos OAM / Parâmetro	0,000	-0,004892842

O componente de reassentamento e habitação do PROMABEN é o que carrega maior grau de incertezas do ponto de vista da análise de viabilidade econômica. Isto se explica pelo fato de que as análises sociais na área da sub-bacia 2 (contrapartida local) não estarem concluídas e o número de famílias a serem reassentadas terem sido estimados com base em informações antigas e com baixo grau de acurácia.

Outros elementos que agregam incerteza aos modelos estão relacionados ao valor de mercado dos imóveis que serão entregues às famílias residenciais e à proporção desse valor que corresponderia ao valor de um aluguel residencial, que é base para a estimativa dos benefícios econômicos por diferença de aluguel.

Dado que estas variáveis possuem alto grau de incerteza, as simulações para a análise de risco deste componente foram realizadas para uma faixa mais ampla de possibilidades, procurando com esta abordagem identificar um grau de risco mais apropriado para o componente.

Os resultados apresentados no Quadro 9.9 indicam que a variável relacionada à proporção do valor do aluguel em relação ao valor do imóvel é a mais importante do modelo de regressão e, conseqüentemente, aquela que mais impacta os indicadores de viabilidade do projeto. Em seguida, os coeficientes do modelo indicam que as variáveis “*investimentos*” e “*número de famílias beneficiadas*”, pela ordem, também são relevantes para os indicadores de viabilidade TIR e VPL do componente.

9.5 ANÁLISE CONSOLIDADA

Foi realizada uma simulação de risco consolidada, que agrega os componentes de esgotos sanitários, drenagem e sistema viário e reassentamento e habitação²¹. As variáveis sensibilizadas foram as mesmas utilizadas nas análises individuais de cada componente, apresentadas nas seções anteriores e resumidas no Quadro 9.10, abaixo.

²¹ O componente de água potável não foi incluído em razão das peculiaridades do modelo SIMOP, cujas sensibilidades são realizadas internamente por software específico.

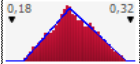
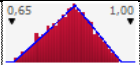
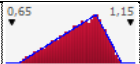
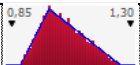
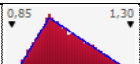
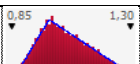
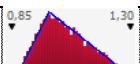
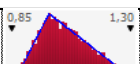
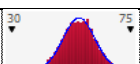
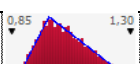
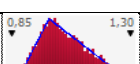
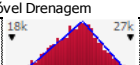
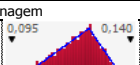
Quadro 9.10

Análise Consolidada – Variáveis Sensibilizadas e Parâmetros Utilizados

@RISK Input Results

Performed By: Luiz Claudio Faria

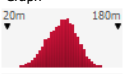
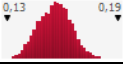
Date: domingo, 1 de setembro de 2013 14:58:23

Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
Category: Adesão Ano 2 SES									
Adesão Ano 2 SES / Base case	Risco Esg	B5		20,0%	25,3%	31,0%	21,6%	29,2%	0
Category: Adesão Ano 3 SES									
Adesão Ano 3 SES / Base case	Risco Esg	B6		67,4%	82,3%	96,0%	72,1%	91,9%	0
Category: Benefícios de Tráfego SV									
Benefícios de Tráfego SV / Parâmetro	Risco D+V	B5		0,70	0,93	1,10	0,78	1,06	0
Category: Custos de Investimentos SES									
Custos de Investimentos SES / Base case	Risco Esg	B2		0,90	1,05	1,25	0,94	1,18	0
Category: Custos de OAM SES									
Custos de OAM SES / Base case	Risco Esg	B3		0,90	1,05	1,25	0,94	1,18	0
Category: Custos OAM Drenagem									
Custos OAM Drenagem / Parâmetro	Risco D+V	B12		0,90	1,05	1,25	0,94	1,18	0
Category: Custos OAM Habitação									
Custos OAM Habitação / Parâmetro	Risco Hab	B3		0,90	1,05	1,25	0,94	1,19	0
Category: Custos OAM SV									
Custos OAM SV / Parâmetro	Risco D+V	B4		0,90	1,05	1,25	0,94	1,18	0
Category: DAP Rede Coletora SES									
DAP Rede Coletora SES / Base case	Risco Esg	B4		32,87	55,62	74,19	46,25	64,67	0
Category: Investimentos Drenagem									
Investimentos Drenagem / Parâmetro	Risco D+V	B11		0,90	1,05	1,25	0,94	1,18	0
Category: Investimentos Habitação									
Investimentos Habitação / Parâmetro	Risco Hab	B2		0,90	1,05	1,25	0,94	1,18	0
Category: Investimentos SV									
Investimentos SV / Parâmetro	Risco D+V	B3		0,90	1,05	1,25	0,94	1,19	0
Category: Número de Reassentados na sub-bacia 2 Hab									
Número de Reassentados na sub-bacia 2 Hab / Parâmetro	Risco Hab	B5		629,41	727,96	812,27	662,57	788,27	0
Category: Percentual de aluguel sobre o valor do imóvel Hab									
Percentual de aluguel sobre o valor do imóvel Hab / Parâmetro	Risco Hab	B4		0,75%	0,95%	1,10%	0,82%	1,06%	00%
Category: Valor médio ponderado do imóvel Drenagem									
Valor médio ponderado do imóvel Drenagem / Parâmetro	Risco D+V	B15		18.817,37	22.949,46	26.851,24	20.034,63	25.711,97	0
Category: Valorização Área Direta Drenagem									
Valorização Área Direta Drenagem / Parâmetro	Risco D+V	B13		19,99%	24,03%	27,36%	21,17%	26,42%	0
Category: Valorização Área Indireta Drenagem									
Valorização Área Indireta Drenagem / Parâmetro	Risco D+V	B14		9,9%	12,0%	13,6%	10,6%	13,1%	0

Os resultados das simulações para a análise consolidada são apresentados no Quadro 9.11, abaixo.

Quadro 9.11

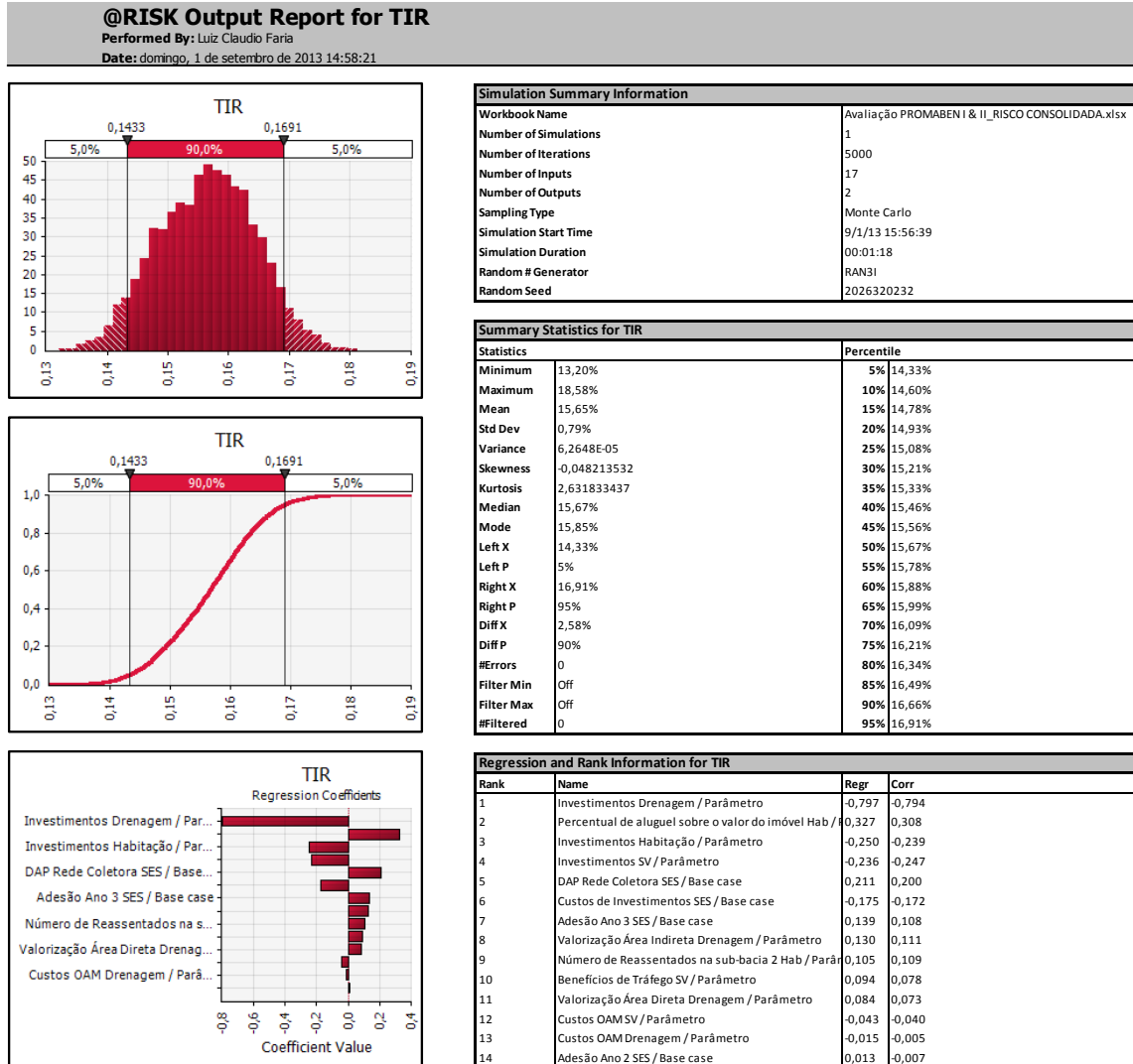
Análise Consolidada - Resultados das Simulações para VPL e TIR

@RISK Output Results Performed By: Luiz Claudio Faria Date: domingo, 1 de setembro de 2013 14:58:26									
Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
VPL	Av Consolidada	R36		36.490.720	100.926.900	168.585.600	68.479.880	130.962.100	0
TIR	Av Consolidada	S4		13,20%	15,65%	18,58%	14,33%	16,91%	0

As simulações indicam que há uma probabilidade de 90% de que a TIR para análise consolidada situe-se entre 14,33% e 16,91%. O Quadro 9.12, resume os resultados para a análise consolidada do PROMABEN.

Quadro 9.12

Análise Consolidada - Síntese da Análise de Risco



Os resultados da simulação de risco para a análise consolidada dos componentes de esgotamento sanitário, drenagem e sistema viário e reassentamento e habitação revelam, como era de se esperar, que os investimentos no componente de drenagem são os que causam o maior impacto nos indicadores TIR e VPL, conforme se verifica nos coeficientes da análise de regressão apresentada no Quadro 9.12, acima.

Em seguida, aparecem os benefícios relacionados com a proporção dos valores de aluguéis em relação ao preço dos imóveis oferecidos às famílias reassentadas e os investimentos em reassentamento & habitação e no sistema viário, respectivamente.

Observa-se também que após 5.000 simulações aleatórias, a menor TIR encontrada para a análise consolidada foi de 13,20%, indicando que praticamente não há risco destes componentes apresentarem TIR inferior a 12% quando analisados de forma consolidada.

10 CAPACIDADE DE PAGAMENTO

A capacidade a pagar é uma medida do custo arcado pelo usuário relativamente aos seus rendimentos. A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda que uma família não deveria pagar mais de 5,0% dos seus rendimentos para os serviços de água e esgoto (3,0 % para o abastecimento de água e 2,0 % para o esgotamento sanitário), embora não se saiba exatamente em quais fundamentos científicos esta afirmação se assenta.

Não obstante, a partir da estrutura de rendimentos definida no Censo Populacional realizado pelo IBGE em 2010, a capacidade de pagamento será estimada em função das taxas de esforço máximas admissíveis sugeridas pela Organização Mundial de Saúde.

De posse dos dados contidos no Relatório de Informações Gerenciais da COSANPA do ano 2012 e da estrutura tarifária vigente em setembro de 2013, estimou-se que o consumo médio de água por economia ativa no SAA de Belém é de 16,48 m³/mês. O valor do consumo médio por economia foi confrontado com a estrutura tarifária vigente (ver Quadro 4.4) na faixa de consumo 11-20 m³ da categoria residencial, donde se obteve o valor médio da conta de água+esgoto de R\$43,15 por economia ativa, por mês.

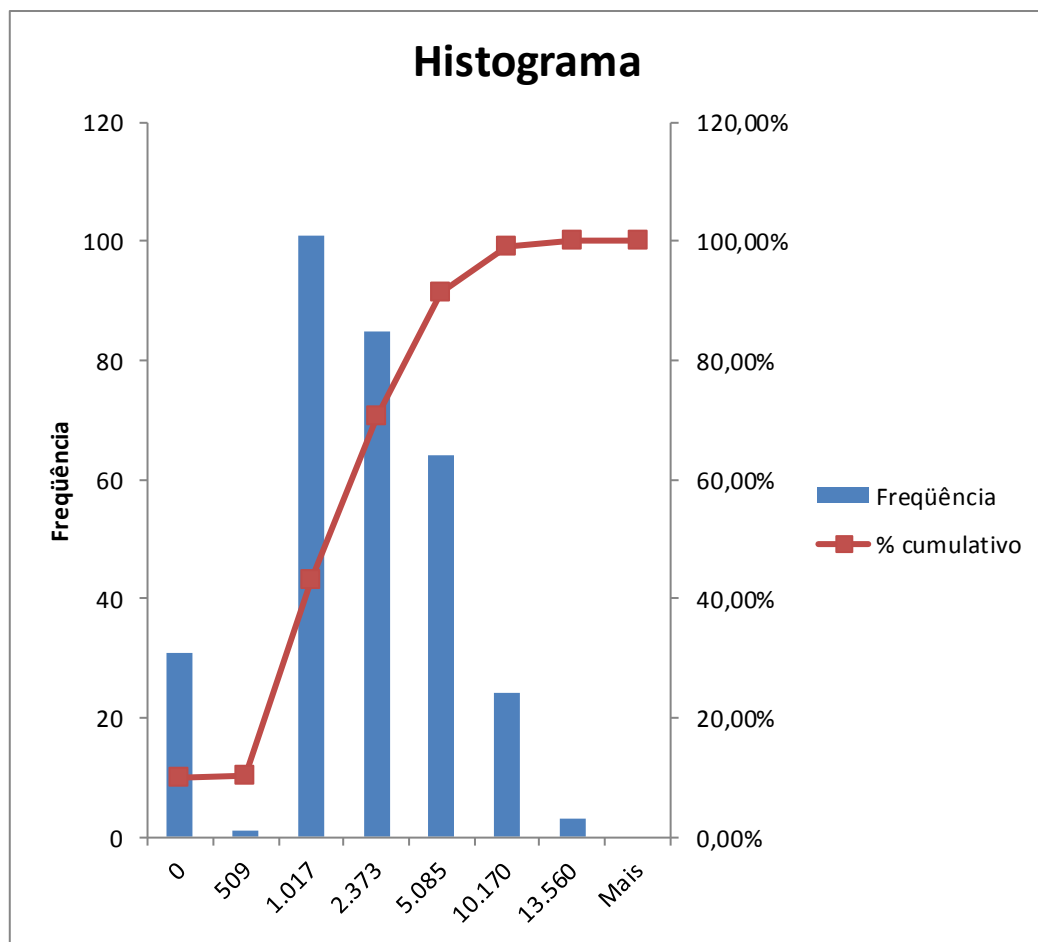
Considerando-se que a maioria (56,3%, conforme se observa no capítulo 11) da população residente na área de projeto é de baixa renda, outra abordagem é avaliar a capacidade de pagamento deste grupo de usuários com a tarifa social da COSANPA, que equivale à subcategoria R1 cujo consumo máximo é 10 m³/mês e tem o valor de R\$22,40 mensais por domicílio que se enquadre nestes critérios .

Desta forma, para os domicílios enquadrados como baixa renda (ver critérios de baixa renda no próximo capítulo), utilizou-se a tarifa social para estimar o comprometimento da renda deste grupo enquanto para os domicílios situados acima deste limiar utilizou-se a tarifa da classe de consumo médio obtida nos dados fornecidos pela COSANPA no RIG 2012.

O número de domicílios por classe de rendimento foi obtido na pesquisa de campo para o estudo de disposição a pagar por rede coletora de esgotos sanitários do PROMABEN II, realizado pela consultora Diomira M. C. P. Faria, em julho de 2012, cujo histograma por classe de rendimentos é apresentado no Quadro 10.1. Esta informação é importante para estimar o percentual de famílias com capacidade de pagamento comprometida na área do projeto.

Quadro 10.1 – Domicílios por classe de rendimentos na área de projeto

	<i>Frequência</i>	<i>% cumulativo</i>
0	31	10,03%
509	1	10,36%
1.017	101	43,04%
2.373	85	70,55%
5.085	64	91,26%
10.170	24	99,03%
13.560	3	100,00%
Mais	0	100,00%



Fonte: Pesquisa DAP Rede de Esgotos PROMABEN II. Consultora Diomira M.C.P.Faria

No Quadro 10.2 pode ser verificada a capacidade de pagamento dos beneficiários do projeto de abastecimento de água e esgotos do PROMABEN por classe de rendimento, conforme a distribuição obtida na pesquisa de DAP por rede de esgotos do PROMABEN II.

Quadro 10.2

PROMABEN - Capacidade de Pagamento – Água e Esgoto

Classe de Renda Familiar em Salário Mínimo (SM) ¹	Nº de Domicílios Pesquisa de Campo ²	Valor da Renda Média (R\$/domicílio/mês) ³	Comprometimento da Renda	Valor Máximo de Comprometimento da Renda (R\$/família/mês)	Conta de Água + Esgoto ⁴	Comprometimento da Renda	Frequência Cumulativa	Subsídio por classe de renda
Sem rendimento	31	0	5%	0,00	22,40	100%	0,00%	22,40
Até 1/2 SM	1	339	5%	16,95	22,40	32%	0,36%	5,45
De 1/2 a 1 SM	101	509	5%	25,43	22,40	-12%	36,69%	-3,03
Mais de 1 a 2 SM	85	1.017	5%	50,85	22,40	-56%	67,27%	-28,45
Mais de 2 a 5 SM	64	2.373	5%	118,65	43,15	-64%	90,29%	-75,50
Mais de 5 a 10 SM	24	5.085	5%	254,25	43,15	-83%	98,92%	-211,10
Mais de 10 a 20 SM	3	10.170	5%	508,50	43,15	-92%	100,00%	-465,35
Mais de 20 SM	0	13.560	5%	678,00	43,15	-94%		-634,85
Total	309	1.432	5%	71,61	43,15	-40%		-71,61

¹ Estrutura de Renda conforme o Censo Demográfico 2010. Tabela 4.5.7.4 - Salário Mínimo de R\$510,00.

² Conforme Pesquisa de Campo realizada para estudo de Disposição a Pagar por Rede de Esgotos realizada pela Consultora Diomira M C P Faria em julho 2012.

³ Salário Mínimo atualizado para 2013: R\$ 678,00

⁴ Tarifa Social para baixa renda (até 10m3/mês) e valor médio da conta de água+esgoto estimado pelo consultor a partir dos dados do RIG COSANPA 2012 e da estrutura tarifária vigente em setembro 2013.

Como se observa, na área do projeto de água e esgotos do PROMABEN há apenas 0,36% de domicílios com capacidade de pagamento inferior ao valor estimado para as contas de água e esgotos da COSANPA e este contingente de domicílios está restrito àqueles sem rendimento e aqueles com renda domiciliar igual ou inferior a meio salário mínimo.

Adicionalmente ao estudo de comprometimento da renda baseado nos dados de rendimentos familiares obtidos na pesquisa de campo realizada pela consultora Diomira M. C. P. Faria para o estudo de disposição a pagar pelas obras de esgotamento sanitário do PROMABEN, realizou-se uma avaliação semelhante com os dados de rendimento familiar fornecidos pelo IBGE com base no Censo Demográfico de 2010 para a cidade de Belém. Os resultados da avaliação, seguindo os mesmos critérios para definição de domicílios de baixa renda estão apresentados no Quadro 10.3, abaixo.

Quadro 10.3

PROMABEN - Capacidade de Pagamento – Água e Esgoto²²

Classe de Renda Familiar em Salário Mínimo (SM) ¹	Nº de Domicílios Pesquisa de Campo ²	Valor da Renda Média (R\$/domicílio/mês) ³	Comprometimento da Renda	Valor Máximo de Comprometimento da Renda (R\$/família/mês)	Conta de Água + Esgoto ⁴	Comprometimento da Renda	Frequência Cumulativa	Subsídio por classe de renda
Sem rendimento	27.052	0	5%	0,00	22,40	100%	0,00%	22,40
Até 1/2 SM	14.725	339	5%	16,95	22,40	32%	2,74%	5,45
De 1/2 a 1 SM	88.446	509	5%	25,43	22,40	-12%	19,18%	0,00
Mais de 1 a 2 SM	135.786	1.017	5%	50,85	22,40	-56%	44,42%	0,00
Mais de 2 a 5 SM	178.294	2.373	5%	118,65	43,15	-64%	77,56%	0,00
Mais de 5 a 10 SM	72.275	5.085	5%	254,25	43,15	-83%	91,00%	0,00
Mais de 10 a 20 SM	32.780	10.170	5%	508,50	43,15	-92%	97,09%	0,00
Mais de 20 SM	15.645	13.560	5%	678,00	43,15	-94%		0,00
Total	565.003	2.698	5%	134,88	43,15	-68%		0,00

¹ Estrutura de Renda conforme o Censo Demográfico 2010. Tabela 4.5.7.4 - Salário Mínimo de R\$510,00.

² Conforme Pesquisa de Campo realizada para estudo de Disposição a Pagar por Rede de Esgotos realizada pela Consultora Diomira M C P Faria em julho 2012.

³ Salário Mínimo atualizado para 2013: R\$ 678,00

⁴ Tarifa Social para baixa renda (até 10m3/mês) e valor médio da conta de água+esgoto estimado pelo consultor a partir dos dados do RIG COSANPA 2012 e da estrutura tarifária vigente em setembro 2013.
Fonte dos dados: IBGE Censo Demográfico 2010.

²² Com base nos dados de rendimentos domiciliares do Censo Demográfico de 2010.

Como se observa no Quadro 9.3, com o perfil de rendimentos domiciliares da cidade de Belém, haveria 2,74% de domicílios com capacidade de pagamento inferior ao valor estimado para as contas de água e esgotos da COSANPA e este contingente de domicílios é majoritariamente representado por àqueles domicílios sem rendimento, seguidos por aqueles com renda domiciliar igual ou inferior a meio salário mínimo.

A título de comparação, apresentam-se no Quadro 10.4 os percentuais de domicílios por classe de rendimentos obtidos na pesquisa de disposição a pagar e no Censo Demográfico de 2010.

Quadro 10.4
Proporção de domicílios por classes de rendimentos

Classe de Renda Familiar em Salário Mínimo (SM)¹	Proporção de Domicílios por classe - Pesquisa DAP Promaben	Proporção de Domicílios por classe - Censo IBGE Belém
Sem rendimento	10,0%	4,8%
Até 1/2 SM	0,3%	2,6%
De 1/2 a 1 SM	32,7%	15,7%
Mais de 1 a 2 SM	27,5%	24,0%
Mais de 2 a 5 SM	20,7%	31,6%
Mais de 5 a 10 SM	7,8%	12,8%
Mais de 10 a 20 SM	1,0%	5,8%
Mais de 20 SM	0,0%	2,8%

Como se observa no Quadro 10.4, a proporção de domicílios por classes de rendimentos domiciliares apresenta proporções semelhantes entre as duas fontes de dados somente na faixa de renda domiciliar que vai de “Mais de 1 a 2 salários mínimos”.

11 IMPACTO DISTRIBUTIVO DO PROGRAMA

Foi analisada a distribuição de renda da população residente nas áreas de intervenção contemplados pelo Programa PROMABEN para verificar a parcela da população de baixa renda existente e o impacto distributivo dos benefícios dos projetos.

Utilizou-se os critérios do Programa Bolsa Família do Governo Federal²³ para definição do parâmetro de corte para a população de baixa renda, o qual estabelece a renda de meio salário mínimo per capita como teto máximo para este grupo social.

Considerando a data base deste estudo, ou seja, junho de 2013, o valor corresponde a um rendimento de R\$339,00 per capita, que multiplicado pelo tamanho médio das famílias na área do Programa²⁴, resulta no rendimento familiar mensal, conforme o Quadro 11.1 abaixo:

Quadro 11.1
Rendimento Familiar para famílias de Baixa Renda

Localidade	Linha de Corte para baixa renda (R\$/família / mês)
Sub-bacia 1 – PROMABEN II	1.569,57

Fonte: Cálculos próprios a partir de dados da pesquisa DAP. Atualizado para a data base de junho 2013.

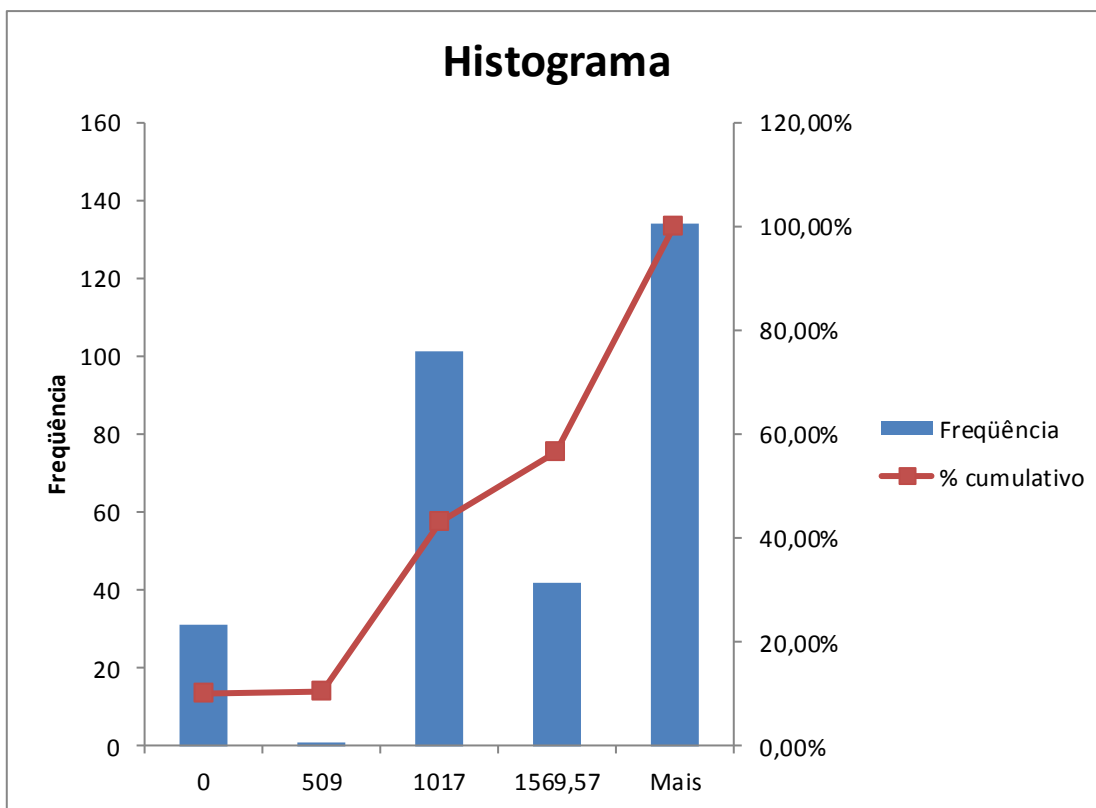
Os dados da pesquisa de disposição a pagar por rede de esgotos do PROMABEN II serviram como referência para estimar o percentual da população que se encontra abaixo da linha de corte para baixa renda, conforme se apresenta no Quadro 11.2, abaixo.

²³ Fonte: <http://www.fomezero.gov.br/noticias/previdencia-retira-mais-mulheres-da-linha-da-pobreza>. Acesso em: 07/06/2011

²⁴ Taxa média de pessoas por família segundo a pesquisa DAP para rede de esgotos do PROMABEN II: 4,63 pessoas por domicílio.

Quadro 10.2 – PROMABEN – Domicílios de Baixa Renda

309	Frequência	% cumulativo
0	31	10,03%
509	1	10,36%
1017	101	43,04%
1569,57	42	56,63%
Mais	134	100,00%



Fonte: Pesquisa DAP Rede de Esgotos PROMABEN II. Consultora Diomira M.C.P.Faria

Como se observa, 56,63% dos domicílios na área de projeto se enquadram no critério definido como linha de corte para baixa renda. Para a análise do impacto distributivo dos benefícios do PROMABEN identificaram-se os seguintes grupos de beneficiários diretos: o setor público (Estado e Município) e o setor privado, este último dividido em: (i) beneficiários de baixa renda e (ii) outros beneficiários (beneficiários acima da linha de baixa renda), conforme apresentado no Quadro 11.3, abaixo:

Quadro 11.3 – Impacto distributivo sobre beneficiários de baixa renda

IMPACTO DISTRIBUTIVO DO PROMABEN				
(R\$)				
Item	Setor Publico	Setor Privado		Preços Sociais
		População de Baixa Renda	Outros	
Benefício do SAA (Água)		31.639.339,52	24.226.694,26	55.866.033,79
Benefícios do SES (Esgotos)		27.234.256,35	20.853.659,15	48.087.915
Benefícios de Drenagem & Sistema Viário		221.924.997,21	169.931.140,72	391.856.138
Benefícios Habitação/Reassentamento		43.298.153,48	33.154.014,66	76.452.168
Investimentos	(368.929.381,64)			(368.929.381,64)
Operacao e Manutencao	(27.447.440,97)			(27.447.440,97)
Total	(396.376.822,61)	324.096.746,56	248.165.508,79	175.885.432,73
Coefficiente de Impacto Distributivo		56,63%	43,37%	

A análise demonstra que 56,63% do benefício econômico líquido gerado pelo PROMABEN seriam capturados pelos grupos de beneficiários de baixa renda. Considerando esta estimativa como representativa e aplicando o coeficiente ao valor dos benefícios econômicos totais, pode-se inferir que aproximadamente R\$324,1 milhões beneficiarão grupos de baixa renda.

12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, Antonio e Faria, Diomira. “Avaliação Contingente de Investimentos Ambientais: Um Estudo de Caso.” **Estudos Econômicos**, vol. 26, n.1, jan-abr 1996. p.85-109.
- Arimatéia, José R. 2013. Relatório de Avaliação Financeira e Orçamentária da Prefeitura de Belém. Consultoria/95-13 JAR.
- Faria, Diomira M.C.P. 2012. Programa de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova. Relatório de Viabilidade Econômica. Versão Preliminar Revisada.
- Haab, T.C. and McConnell, K.E. 1997. “Referendum Models and Negative Willingness to Pay: Alternative Solutions.” **Journal of Environmental Economics and Management**. Vol. 32, p. 251-270.
- *Nacional Oceanic and Atmospheric Administration (NOOA) - Ministério de Comercio dos Estados Unidos*. 1993. Parecer de uma comissão de experts para determinar se esta técnica podia ser considerada adequada para medir os valores de uso de bens ambientais.
- Pessoa, R. e Ramos, F. 1996. “Avaliação de Ativos Ambientais: Aplicação do Método de Avaliação Contingente” em **XVIII Encontro Brasileiro de Econometria**, SBE, 1996.
- Ramos, Raul F. 2013. “Estudo de Viabilidade Socioeconômica do Sistema Viário do Programa de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova – PROMABEN”. Relatório Final.
- Vaughan, William. Russell, Clifford. Rodrigues, Diego. Darling, Arthur. 1999. “Willingness to Pay: Referendum Contingent Valuation and Uncertain Project Benefits.” Technical Paper Series - ENV 130. Inter-American Development Bank. Washington,D.C.
- Vilaça, Andréa. 2007. Laudo de Avaliação da Sub-Bacia 01 – Estrada Nova. Relatório nr. 21/2007 SEHAB/DPPH.

13 ANEXOS

13.1 ANEXO 1: MEMORIAL DESCRITIVO PARA ANÁLISE DE MÍNIMO CUSTO SETE

MEMORIAL DESCRITIVO DO ESTUDO DAS ALTERNATIVAS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	APRESENTAÇÃO
--	---------------------

**MEMORIAL DESCRITIVO DO ESTUDO DAS ALTERNATIVAS DA ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO DE ESGOTO, PROGRAMA DE SANEAMENTO DA BACIA
HIROGRÁFICA DA ESTRADA NOVA - PROMABEN.**

SUMÁRIO

1.	CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	88
1.1	Localização e Estrutura da Bacia da Estrada Nova	88
1.2	Concepção Geral	90
2.	PROPOSTAS DE ALTERNATIVAS PARA TRATAMENTO	93
	2.1 Processo Aeróbio a Nível Secundário, Com Emissário (ALTERNATIVAS 1, 2 e 6) – MBBR + FLOTAÇÃO	93
2.1.1	Distribuição de Vazão entre os Módulos Principais de Tratamento.....	97
2.1.2	Características das Unidades Principais do Processo	98
a)	Tratamento Primário (Skid contendo Peneira e Desarenador):.....	98
b)	Sistema MBBR:	99
b.1)	Reatores MBBR-DBO:.....	99
b.2)	Reatores MBBR-NIT:	100
b.3)	Mídias:	100
b.4)	Peneiras Retenção de Mídias nos Reatores:.....	100
b.5)	Tela Anti espuma:	100
b.6)	Tela Dreno:.....	101
b.7)	Sistema Aeração:	101
b.7.1)	Reatores MBBR-DBO (ou MBBR 1) / Características Aproximadas:	101
b.7.2)	Reatores MBBR-NIT (ou MBBR 2) / Características Aproximadas:	102
b.8)	Sopradores:	104
c)	Flotadores por Ar Dissolvido:.....	104
c.1)	Tanques de Flocação:	105

c.2) Tanques de Flotação:	105
c.3) Mecanismo de Flotação:.....	105
c.4) Tanque de Recirculação de Lodo Decantado:	106
c.5) Tanque de Lodo Flotado	106
c.6) Bombas de Recirculação / Pressurização:	106
c.7) Compressores de Ar:	107
c.8) Vaso saturador de Ar:.....	107
d) Desinfecção.....	108
e) Estação Elevatória de Esgoto Tratado	108
f) Emissário subaquático	109
f.1) Generalidades	109
f.3) Sinalização para Navegação	110
2.1.3 Condicionamento do Lodo – Parâmetros de Projeto.....	110
2.1.4 Sistemas de Polímero	111
2.1.5 Estação Elevatória de Esgoto Bruto Desarenado.....	112
2.1.6 Concepção das Edificações de Apoio	113
2.1.6.1 Generalidades	113
2.1.6.2 Edificação Principal	114
2.1.6.3 Casa de Desidratação e de Polímeros	116
2.1.6.4 Arruamento e Locação das Unidades	116
2.7 DIRETRIZES OPERACIONAIS	117
2.7.1 Introdução	117
2.7.2 Tratamento Primário e Recalque dos Reatores (Bloco i_1)	117
2.7.3 Reatores (Bloco i_2).....	118

2.7.4 Floculadores e Flotadores (Bloco i₃)	118
2.7.5 Condicionamento do Lodo e Sistemas de Polímeros (Bloco i₄)	119
2.7.6 Listagem de Equipamentos, Instrumentos e Válvulas em Geral	119
2.7.7 Operação em Emergência	122
2.7.8 Equipe Básica para Operação do Sistema	123
2.2 Processo Aeróbio, Sem Emissário (Alternativa 3) – MBBR com Reator Pré-Anóxico (Denitrificador), seguido de Flotação por Ar Dissolvido	125
2.3 Processo Anaeróbio a Nível Secundário, Com Emissário (Alternativa 4 e 5) – UASB + FLOTAÇÃO.....	128
2.3.1 Dimensionamento hidráulico/biológico	132
2.3.1.1 Tratamento preliminar.....	132
2.3.2 Características por reatores anaeróbios	139
2.3.2.1 Número de unidades (módulos) e vazão utilizada no dimensionamento	139
2.3.2.2 Concentração de matéria orgânica.....	140
2.3.2.3 Volume total, altura útil e área superficial de cada reator ou módulo.....	140
2.3.2.4 Câmara de digestão	142
2.3.3 Tratamento do biogás.....	146
2.3.4 Calhas coletoras do efluente tratado/clarificado	148
2.3.5 Canal de coleta do efluente tratado em cada reator.....	150
2.3.6 Tubulação de coleta do efluente tratado em cada reator e de seu encaminhamento para flotação	150
2.3.7 Tubulação de descarga de lodo digerido e espuma	151
2.3.8 Lodo Biológico.....	152
2.3.8.1 Produção diária de lodo biológico	152
2.3.8.2 Lodo Flotado e Lodo Total para Centrifugação	153
2.3.9 Remoção físico-química de fósforo.....	154

2.3.10 Consumo de Cloreto Férrico	154
2.3.11 Cal Hidratada e Polímero	155
2.3.12 Misturador rápido de eixo vertical	155
2.3.13 Floculador hidráulico	155
2.3.14 Flotador por Ar Dissolvido	156
2.3.15. Desinfecção do efluente tratado	156
2.3.16 Emissário Subaquático	156
3. RESUMO DOS CUSTOS PARA CADA ALTERNATIVA	156
4. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	157

APRESENTAÇÃO

O Consórcio Quanta/Contécnica, visando atender a solicitação sobre o **ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA**, apresenta o Memorial Descritivo do Estudo das Alternativas da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, estando inseridos no contexto do Programa de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica da Orla da Estrada Nova - PROMABEN, Município de Belém / PA.

Desta forma, o presente Memorial Descritivo integra os referidos “Estudos e Projetos da ETE da Sub-Bacia 01 e parte da Sub-Bacia 02 (Área do Miolo do Jurunas e área do residencial Aloísio Chaves 2 - a ser implantado), constituindo-se em uma parte de seu Produto Final, assim estruturado em termos de encadernação e volume.

1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

1.1 LOCALIZAÇÃO E ESTRUTURA DA BACIA DA ESTRADA NOVA

O território do Município de Belém compreende um sistema de várias bacias hidrográficas que deságuam no Rio Guamá e na Baía do Guajará. Grande parte delas foi atingida por uma ocupação urbana desordenada que, em consequência do intenso aterramento de suas margens tem dificultado a acumulação das precipitações intensas comuns na região.

A bacia hidrográfica urbana da Estrada Nova é a 5ª maior bacia da cidade, com uma população estimada em 226.151 habitantes (IBGE, 2010). Possui cerca de 910 hectares, dos quais grande parte está sujeita a alagamentos em decorrência da influência de marés, devido à sua localização em cotas altimétricas iguais ou inferiores a 4,60 metros. Atualmente, após algumas modificações, as áreas em cotas de alagamentos são as próximas dos talwegues e de uma das principais vias da bacia: Avenida Bernardo Sayão.

A Bacia Hidrográfica da Estrada Nova está localizada entre três bacias hidrográficas e o Rio Guamá, a saber:

- Bacia do Una, ao norte, com o divisor de água (limite altimétrico) localizado na Avenida Nazaré;
- Bacia da Tamandaré, a leste, tendo como divisor a Travessa Veiga Cabral;
- Bacia do Tucunduba, a oeste, com o divisor na Avenida José Bonifácio, Barão de Igarapé Mirim e na Rua Augusto Côrrea.

O Rio Guamá localiza-se ao sul, tendo a Avenida Bernardo Sayão e seu canal, de mesmo nome, como entreposto.

O sistema de esgotamento é caracterizado pela inexistência de: um sistema público de esgotamento sanitário tipo separador absoluto, de um sistema de tratamento de esgoto e de redes coletoras e interceptoras de esgoto. Na área de estudo, as ligações de esgotos domiciliares são feitas no sistema de microdrenagem.

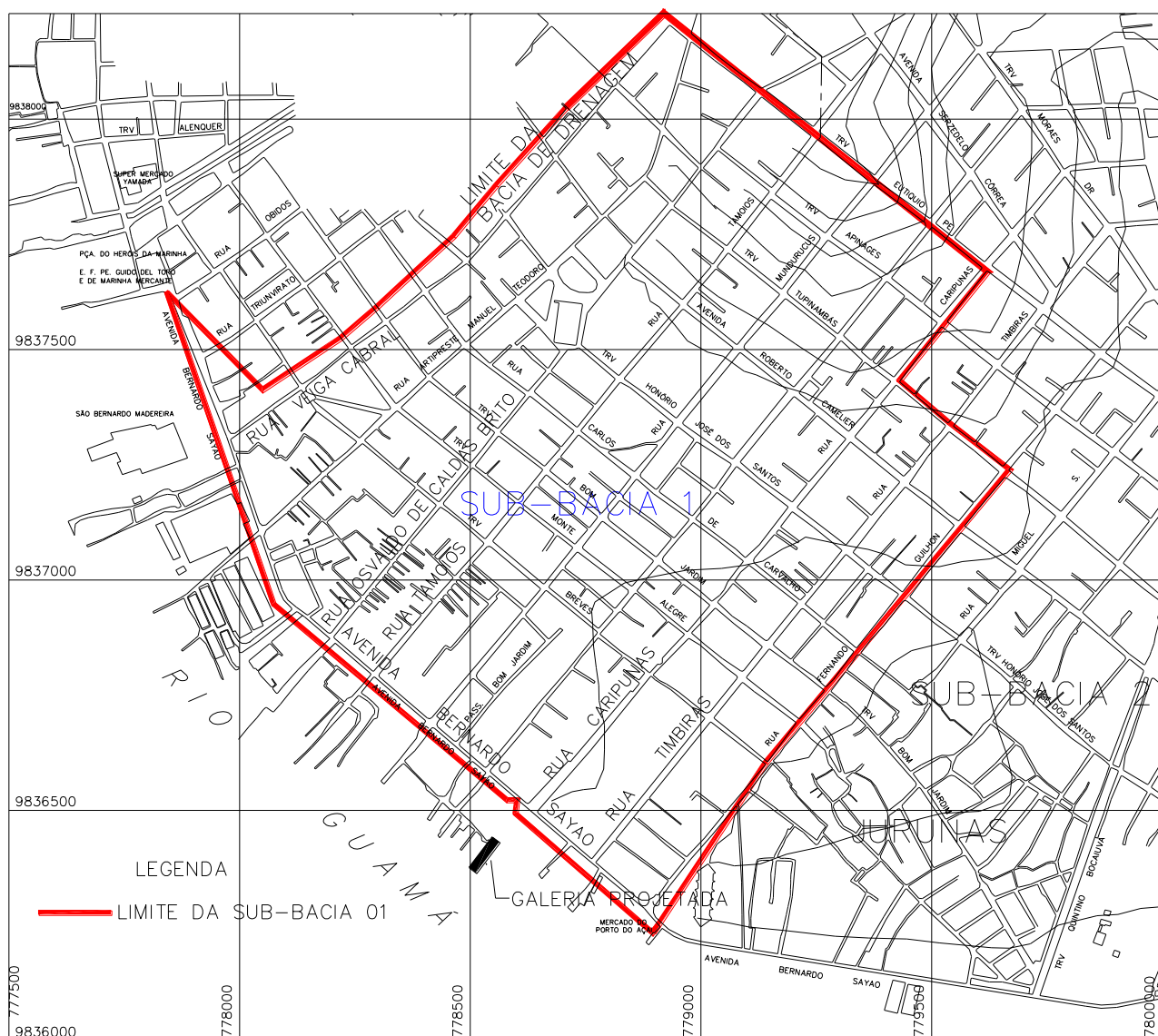


Figura 1 - Delimitação Espacial da Sub-Bacia 01.



Figura 2 – Delimitação espacial da área do miolo do Jurunas e área do residencial Aloysio Chaves.

1.2 CONCEPÇÃO GERAL

Após discussões técnicas e parecer favorável da Companhia de Saneamento do Pará – COSANPA, foi utilizado para este dimensionamento o per capita de contribuição de esgoto de **150l/hab.dia**. Além disso, para esse estudo **foram consideradas as contribuições de esgoto da sub bacia 1, miolo do Jurunas e Resid. Aloysio Chaves**, sendo que as áreas disponíveis para implantação da ETE, são a área da **galeria de descarga e a área do Iate Clube**.

Assim, para as estações de tratamento as respectivas populações e vazões de projeto são as apresentadas no quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Populações e Vazões					
Parâmetros		ÁREAS DO PROJETO			
		Sub-bacia 1	Miolo do Jurunas	Residencial Aloysio Chaves	TOTAL
Pop. Inicial		41622	13685	2880	58187
Pop. Final		49.299	21.565	2880	73.744
Ext. Rede (m)		39414	10880	854	51148
Tx. De infilt. (L/s.Km)		0,5	0,5	0,5	0,5
Vazão de infiltração (L/s)		19,71	5,44	0,43	25,57
Vazões					
Início	Qmínima (L/s)	48,61	14,94	2,43	65,99
	Qmédia(L/s)	77,51	24,45	4,43	106,40
	Qmáximadiária(L/s)	89,07	28,25	5,23	122,56
	Qmáximahorária(L/s)	123,76	39,65	7,63	171,05
Fim	Qmínima (L/s)	53,94	20,41	2,43	76,79
	Qmédia(L/s)	88,17	35,39	4,43	128,00
	Qmáximadiária(L/s)	101,87	41,38	5,23	148,48
	Qmáximahorária(L/s)	142,95	59,35	7,63	209,94

As alternativas eleitas para análise consideram dois tipos de processo de tratamento anaeróbio e aeróbio, conforme indicado a seguir:

1. Processo Aeróbio – MBBR (com emissário) a nível secundário com implantação na área da galeria de descarga;
2. Processo Aeróbio – MBBR (com emissário) a nível secundário com implantação na área do late Clube;
3. Processo Aeróbio – MBBR a nível terciário na área do late Clube;
4. Processo Anaeróbio - UASB + FLOTADORES (com emissário), a nível secundário, na área do late Clube. Nesta alternativa a remoção de matéria orgânica é realizada por um Reator anaeróbio, seguido de tratamento complementar com sistema de flotação, para maior estabilização da matéria orgânica e polimento do efluente.

5. Processo Anaeróbio - UASB **(ETAPALIZADO)** (com emissário), nível secundário incompleto na área do Iate Clube.
1ª ETAPA – ANO 0: Implantação de rede coletora + interceptores + elevatórias + linhas de recalque + emissário + tratamento preliminar + flotador + desinfecção.
2ª ETAPA – ANO 11: Implantação dos Reatores UASB.
6. Processo Aeróbio – MBBR **(ETAPALIZADO)** (com emissário) a nível secundário com implantação na área da Galeria de Descarga;
1ª ETAPA – ANO 0: Implantação de rede coletora + interceptores + elevatórias + linhas de recalque + emissário + tratamento preliminar + flotador + desinfecção.
2ª ETAPA – ANO 11: Implantação dos Reatores MBBR.

2. PROPOSTAS DE ALTERNATIVAS PARA TRATAMENTO

2.1 Processo Aeróbio a Nível Secundário, Com Emissário (ALTERNATIVAS 1, 2 e 6) – MBBR + FLOTAÇÃO

Um dos tratamentos propostos é o tratamento biológico denominado de “Sistema MBBR” (Moving Bed Biological Reactor), tecnologia esta que pode ser utilizada em todas as aplicações de tratamentos de esgoto municipais, onde o processo biológico for necessário. Esse processo de biofilmes pode ser utilizado em diferentes configurações e combinações, criando a solução ótima para cada sistema de tratamento.

A idéia básica por trás dessa tecnologia é ter uma operação contínua, um reator com biofilme sem problemas de entupimentos e sem necessidade de contralavagens, baixa perda de carga e grande área superficial específica de biofilme. Isto é obtido através do desenvolvimento do biofilme em materiais suportes que se movimentam no meio aquoso do reator. O movimento é realizado através da aeração no reator.

Nos reatores MBBR são adicionados o material suporte (mídias plásticas), estes caracterizados por possuírem grande área superficial ativa para a fixação do biofilme bacteriano e volume de vazios tais que, o volume líquido deslocado, devido a sua presença, é praticamente nulo.

Esse processo além de viabilizar a capacidade hidráulica do sistema, garantirá a eficiência de remoção de matéria orgânica carbonácea (DBO) e Nitrificação Parcial, de modo a atender a legislação vigente (Resolução nº 430, de 13 de Maio de 2011).

Os ganhos advindos da implantação dessa tecnologia são:

- ✓ Sistema compacto utilizando de forma eficiente a relação área/volume;
- ✓ Aumento da capacidade de tratamento dos reatores biológicos, devido à presença de mídias plásticas em suspensão nos reatores MBBR, onde ocorre o desenvolvimento dos microrganismos específicos para a degradação dos compostos orgânicos e nitrogenados;
- ✓ Menor complexidade operacional.

O trem de processo conforme proposto, tem início de peneiramento fino (≤ 5 mm), seguido de remoção de areia à montante do sistema MBBR. A jusante desta fase biológica haverá a dosagem de polímero antes da fase de separação de sólidos para que se atinja uma concentração de TSS ao redor dos 30 mg/L.

Esta separação de sólidos será através de Flotação por Ar Dissolvido (DAF), de modo a que o lodo em excesso possa apresentar uma concentração de sólidos superior a 2%, o que permitirá sua centrifugação sem espessamento prévio.

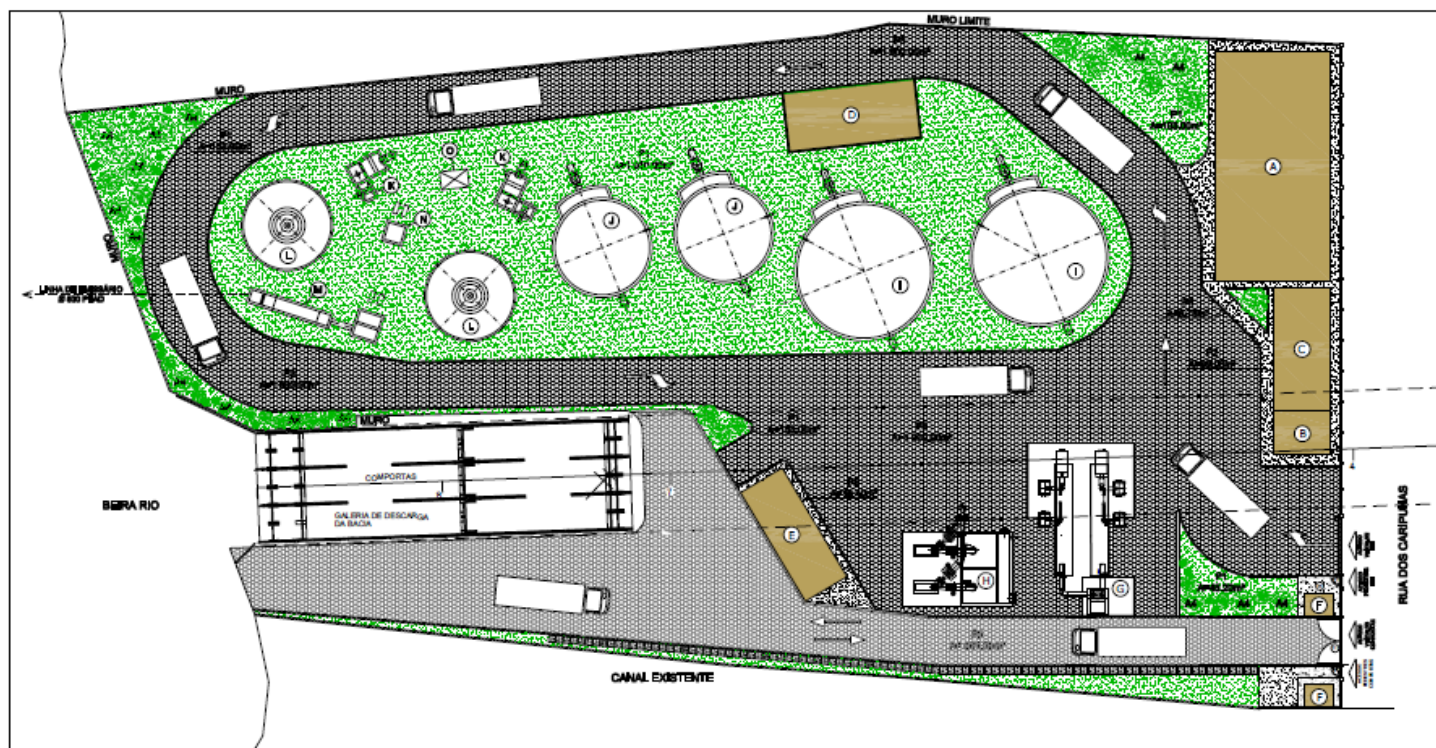
Quadro 2 - Parâmetros de Projeto			
Parâmetro	Unidade	Afluente ao “MBBR”	Efluente “DAF”
DBO	mg/L	360	40
N-NH ₄	mg/L	38	≤ 20
Nitrogênio Total	mg/L	60	
TSS	mg/L	303	40
Temperatura mínima	°C	21	
DQO	mg/L	720	
Total P	mg/L	8	
Vazão de Projeto	L/s	128	
Vazão de Pico	L/s	210	

Vale atentar que para efeito de garantias de processo, o dimensionamento dos sistemas foi realizado levando-se em conta as cargas respectivas à vazão de projeto. Para a vazão de Pico, os sistemas foram dimensionados apenas para atendê-la hidraulicamente, considerando que haverá diluição de carga nessa situação, ou seja, a carga orgânica afluente é diretamente proporcional à população atendida, tendo a vazão média como referência. As taxas utilizadas para os parâmetros acima foram, em g/habitante.dia: 54 para DBO_{5,20} e 9 para Nitrogênio.

A altitude de Belém na bacia da ETE está abaixo dos 10 msnm. O fluxo afluente virá de uma Estação Elevatória Final e será distribuído, na entrada da estação, em partes iguais para 2 unidades de tratamento primário, consistindo de peneiramento, remoção de areia e Óleos e Graxas.

O retorno do filtrado derivado da desidratação do lodo descartado pelo processo está previsto para ser recirculado na Estação Elevatória de Efluente Pós-Tratamento Preliminar.

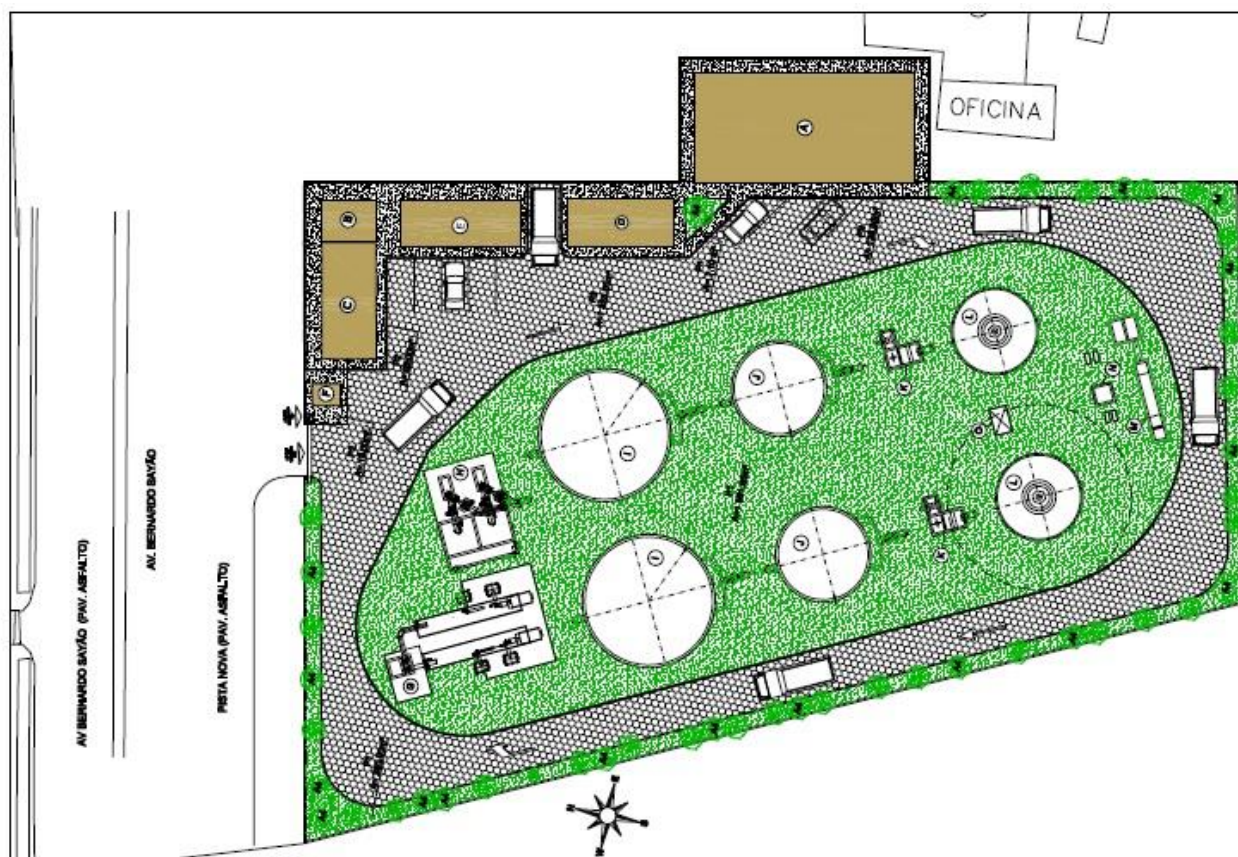
Alternativa 1: MBBR + Flotação – Secundário – com emissário - Galeria de Descarga



LEGENDA:

- | | | | |
|---------------------------|------------------------------|---|-------------------------|
| A - PRÉDIO ADMINISTRATIVO | E - PRÉDIO CENTRÍFUGAS | I - MBBR - DBO | M - ULTRA VIOLETA |
| B - GRUPO GERADOR | F - GUARITA | J - MBBR - NIT | N - CX. DE LODO FLOTADO |
| C - SUBESTAÇÃO | G - PENEIRAS / DESANERADORES | K - CX. DO FLOCULADOR E DO LODO DECANTADO | O - ELEVATÓRIA DE LODO |
| D - CASA DE SOPRADORES | H - ELEVATÓRIA | L - FLOTADORES | |

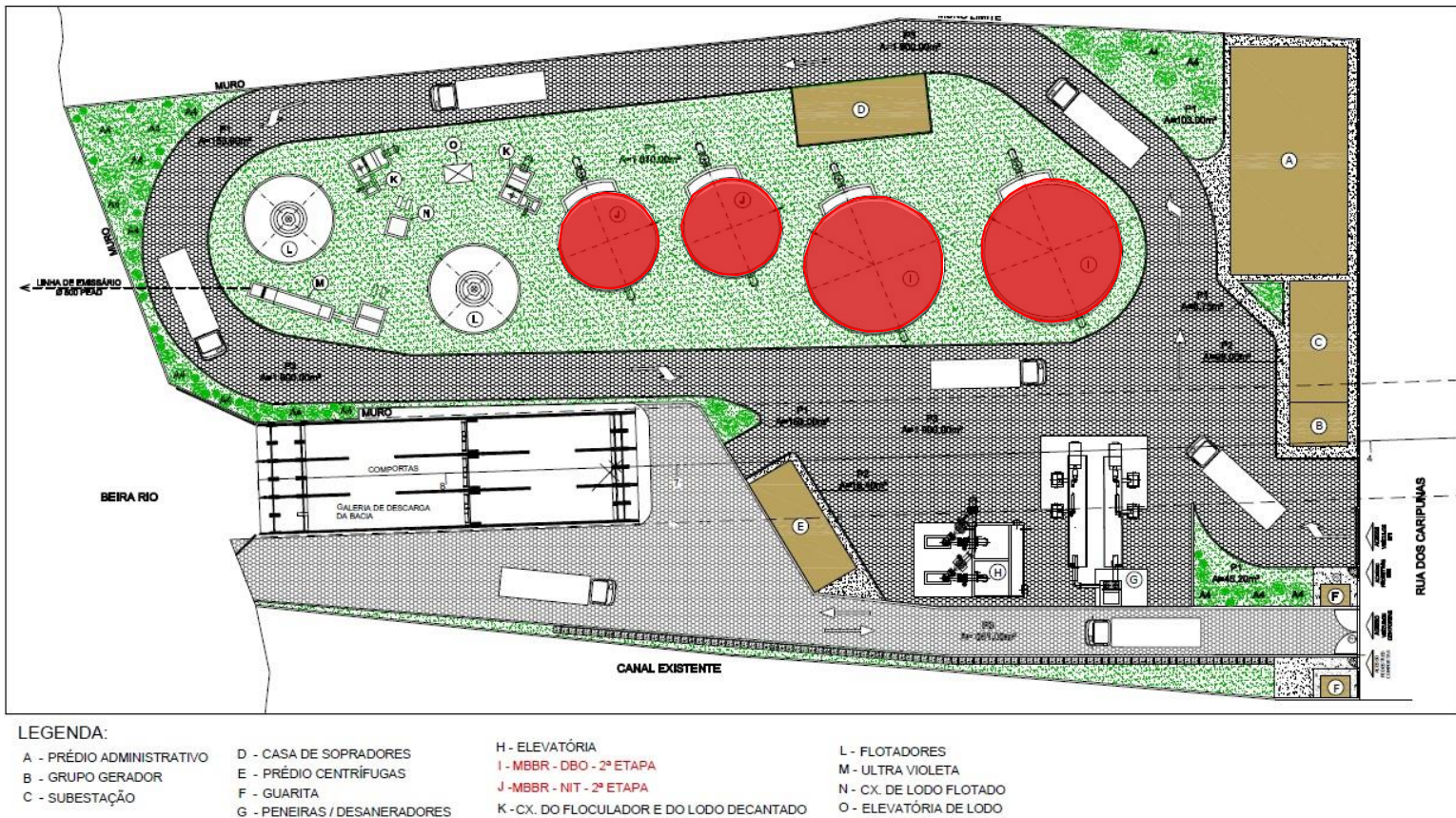
Alternativa 2: MBBR + Flotação – Secundário – Iate Clube



LEGENDA:

A - PRÉDIO ADMINISTRATIVO	E - PRÉDIO CENTRÍFUGAS	I - MBBR - DBO	M - ULTRA VIOLETA
B - GRUPO GERADOR	F - GUARITA	J - MBBR - NIT	N - CX. DE LODO FLOTADO
C - SUBESTAÇÃO	G - PENEIRAS / DESANERADORES	K - CX. DO FLOCURADOR E DO LODO DECANTADO	O - ELEVATÓRIA DE LODO
D - CASA DE SOPRADORES	H - ELEVATÓRIA	L - FLOTADORES	

Alternativa 6: MBBR + Flotação – ETAPALIZADO – Galeria de Descarga



2.1.1 DISTRIBUIÇÃO DE VAZÃO ENTRE OS MÓDULOS PRINCIPAIS DE TRATAMENTO

A estação foi dimensionada de acordo com a seguinte filosofia: um total de dois trens de processo operando em paralelo atendendo assim a vazão final de projeto. Cada trem do sistema MBBR será constituído por dois reatores em série, sendo o primeiro reator destinado ao desenvolvimento de microrganismos responsáveis pela remoção carbonácea (DBO), e o segundo reator pela Nitrificação.

Assim sendo, haverá duas Linhas de Processo, cada qual com 3 unidades em série: 1 Módulo MBBR-DBO, 1 Módulo MBBR-NIT e 1 DAF (Flotação por Ar Dissolvido).

O Quadro 3 apresenta de forma simplificada como deverá ser distribuído o fluxo de alimentação do esgoto bruto para cada um dos sistemas biológicos.

Quadro 3 – Distribuição da Vazão Afluente em Condições Normais

Vazões de Projeto	Vazão de Projeto	Vazão Máxima Horária
	(L/s)	(L/s)
Vazão Total	128	210
Vazão por sistema	64	105

Esta distribuição ocorrerá pela simetria da linha de recalque da Estação Elevatória de Esgoto efluente do Tratamento Primário, relativamente aos dois Módulos de MBBR-DBO. O fluxo afluente ao processo foi dimensionado de modo a operar com um mínimo de ligas e desligas, não com respeito à interferência ao processo biológico, mas para resultar uma menor variação na descarga de lodo flotado.

Em condições normais de operação, com todos os sistemas MBBR em operação, a ETE Belém terá capacidade para tratar uma vazão média de 128 L/s, podendo absorver uma vazão máxima horária de 210 L/s (Vazão de pico).

O efluente flotado seguirá para a unidade de desinfecção por Ultra-Violeta, que foi dimensionada para redução de 10^4 de coliformes fecais. Entende-se que a redução de Coliformes no Tratamento seja pequena, entretanto, as duas fases em série devem proporcionar ao efluente o nível de $10^3/100$ mL.

13.2 2.1.2 CARACTERÍSTICAS DAS UNIDADES PRINCIPAIS DO PROCESSO

A seguir são apresentadas as características básicas de cada uma das unidades de tratamento:

a) TRATAMENTO PRIMÁRIO (SKID CONTENDO PENEIRA E DESARENADOR):

- ✓ Skid contendo Peneira e Desarenador;
- ✓ Vazão de Projeto: 120 L/s (vazão adicional devido recalque);
- ✓ Abertura da Peneira: 3 mm;
- ✓ Grão de Areia a ser removida: 0,2 mm ($2,67 \text{ g/cm}^3$);
- ✓ Caçambas $1,0 \text{ m}^3$ por Skid: 2 unidades.

Estão previstas 2 unidades para o Tratamento Primário, de modo que a vazão nominal máxima afluente poderia ser de até 240 L/s, entretanto, o dimensionamento da ETE é para a Vazão Média, podendo suportar a vazão de recalque afluente. A Estação Elevatória

associada terá 1+1R conjuntos moto-bomba centrífugos horizontais, para 210 L/s x 7,5 m.c.a. x 40 HP/cada.

b) SISTEMA MBBR:

- Número de trens : 2;
- Reatores por trem : 2 reatores em série (Reator 1 – Remoção Carbonácea e Reator 2 – Nitrificação);
- Vazão de projeto : 128 L/s (total);
- Vazão máxima horária : 210 L/s (total).

B.1) REATORES MBBR-DBO:

- Objetivo : Remoção Carbonácea (DBO);
- Quantidade : 2 reatores (um por trem);
- Execução : reator cilíndrico em chapa de aço parafusada;
- Volume de Trabalho : 708 m³ (cada);
- Altura líquida : 6,0 m (cada);
- Altura total : 7,0 m (cada);
- Diâmetro : 12,25 m (cada);
- TRH : 184 minutos (cada);
- Volume Mídias : 40% cada reator (283 m³ cada).

Estes Reatores estarão posicionados 40 centímetros mais altos do que os Reatores MBBR-NIT, de modo a acomodar o fluxo, em termos de perfil hidráulico.

B.2) REATORES MBBR-NIT:

- Objetivo : Remoção Nitrogênio Amoniacal (Nitrificação);
- Quantidade : 2 reatores (um por trem);
- Execução : reator cilíndrico em chapa de aço parafusada;
- Volume de Trabalho : 365 m³ (cada);
- Altura líquida : 6,0 m (cada);
- Altura total : 7,0 m (cada);
- Diâmetro : 8,80 m (cada);
- TRH : 95 minutos (cada);
- Volume Mídias : 40% cada reator (146 m³ cada).

B.3) MÍDIAS:

- Material : Polietileno Extrudado;
- Área Superficial : 800 m² / m³.

B.4) PENEIRAS RETENÇÃO DE MÍDIAS NOS REATORES:

- Quantidade : 5 (cada reator);
- Dimensões : 0,4 m (diâmetro) x 2,0 m (comprimento);
- Material : preferencialmente Inox 304L ou superior.

B.5) TELA ANTI ESCUMA:

- Quantidade : 1 (cada reator);

- Dimensões : a confirmar pelo Proponente;
- Material : preferencialmente Inox 304L ou superior.

B.6) TELA DRENO:

- Quantidade : 1 (cada reator);
- Dimensões : 0,3 m x 0,3 m (a confirmar);
- Material : preferencialmente Inox 304L ou superior.

Um mesmo Sistema de Aeração servirá aos quatro Reatores Previstos.

B.7) SISTEMA AERAÇÃO:

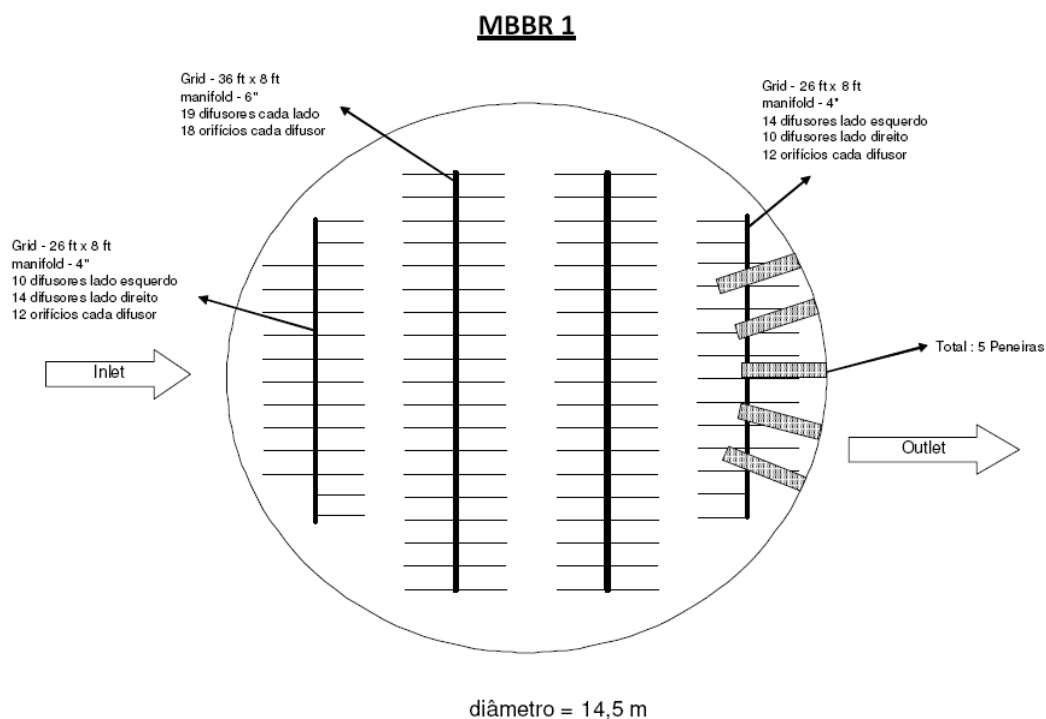
B.7.1) REATORES MBBR-DBO (OU MBBR 1) / CARACTERÍSTICAS APROXIMADAS:

➤ Grids Centrais:

- Quantidade : 2;
- Tipo : Bolhas Médias (tubo perfurado);
- Manifold : 6”;
- Dimensões : 11 m x 2,5 m (cada);
- Difusores : 19 (em cada lado do grid);
- Orifícios : 18 (cada difusor);
- Material : preferencialmente Inox 304L ou superior

➤ Grids Laterais:

- Quantidade : 2;
- Tipo : Bolhas Médias (tubo perfurado);
- Manifold : 4";
- Dimensões : 8 m x 2,5 m (cada);
- Difusores : 14(um lado do grid) e 10 (outro lado do grid);
- Orifícios : 18 (cada difusor);
- Material : preferencialmente Inox 304L ou superior.



B.7.2) REATORES MBBR-NIT (OU MBBR 2) / CARACTERÍSTICAS APROXIMADAS:

➤ Grids Centrais

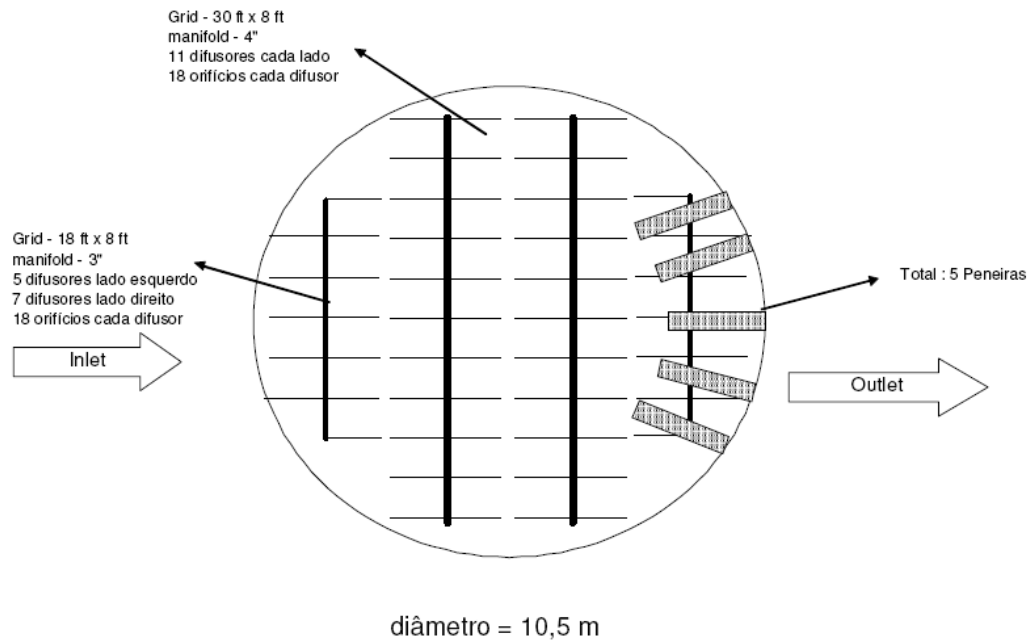
- Quantidade : 2;
- Tipo : Bolhas Médias (tubo perfurado);

- Manifold : 4”;
- Dimensões : 9,2 m x 2,5 m (cada);
- Difusores : 11 (em cada lado do grid);
- Orifícios : 18 (cada difusor);
- Material : preferencialmente Inox 304L ou superior.

➤ Grids Laterais

- Quantidade : 2;
- Tipo : Bolhas Médias (tubo perfurado);
- Manifold : 3”;
- Dimensões : 5,5 m x 2,5 m (cada);
- Difusores : 7 (um lado do grid) e 5 (outro lado do grid);
- Orifícios : 18 (cada difusor);
- Material: preferencialmente Inox 304L ou superior.

MBBR 2



B.8) SOPRADORES:

- Quantidade	: 2 +1R;
- Tipo	: Deslocamento Positivo;
- Vazão de Ar	: 4.7300 Nm ³ Ar/h (cada);
- Pressão	: 0,8 bar;
- Potência Soprador	: 180 HP

C) FLOTADORES POR AR DISSOLVIDO:

- Vazão de Projeto	: 128 L/s (total)
- Vazão Máxima Horária	: 210 L/s (total)

- Taxa Ascensional (sem reciclo) : 5 m/h (todos funcionando) e 8 m/h (um em manutenção) considerando vazão de projeto
- Vazão Máxima de Recirculação : 35 % vazão de alimentação

C.1) TANQUES DE FLOCULAÇÃO:

- Quantidade : 2;
- Tempo de Retenção : 2 minutos (Q média);
- Volume Útil (cada) : 7,68 m³;
- Lateral : 1,95 m;
- Altura Líquida : 2,00 m.

C.2) TANQUES DE FLOTAÇÃO:

- Quantidade : 2;
- Execução : Concreto (Chapa Metálica: Opcional);
- Diâmetro : 7,70 m;
- Altura Cilíndrica Útil : 4 m (a confirmar);
- Altura Cilíndrica Total : 5 m (a confirmar);
- Fundo : Inclinado com pendência 1:12.

C.3) MECANISMO DE FLOTAÇÃO:

- Quantidade : 2
- Tipo : Ponte rotativa de tração central
- Acionamento : Moto redutor

- Potência do Motor : 1,0 HP (a confirmar)
- Características do motor elétrico : A prova do tempo
- Componentes principais:
 - ✓ Ponte de acesso;
 - ✓ Coluna central e distribuidor central;
 - ✓ 4 braços raspadores de superfície;
 - ✓ 2 braços raspadores de fundo;
 - ✓ 1 scum Box;
 - ✓ Baffle e vertedor periférico.

C.4) TANQUE DE RECIRCULAÇÃO DE LODO DECANTADO:

- Quantidade : 2;
- Execução : Concreto ou Metálico;
- Tempo de retenção : 2 minutos;
- Volume Útil : 1,5 m³ (cada).

C.5) TANQUE DE LODO FLOTADO

- Quantidade : 1;
- Execução : Concreto ou Metálico;
- Tempo de retenção : 2 minutos;
- Volume Útil : 1,5 m³ (cada).

C.6) BOMBAS DE RECIRCULAÇÃO / PRESSURIZAÇÃO:

- Quantidade : 1+1R;
- Tipo : Centrífuga Horizontal

- Serviço : Pressurização despejo flotado recircul. p/ o flotador;
- Vazão : 33 L/s (cada);
- Pressão : 4,5 bar;
- Carcaça : Aço Inox 316;
- Rotor : Aço Inox 316;
- Eixo : Aço Inox 316.

C.7) COMPRESSORES DE AR:

- Quantidade : 2+1R;
- Tipo : Parafuso;
- Vazão de Ar : 7 Nm³/h;
- Pressão : 8 bar;
- Velocidade na Linha : 7 m/s (diâmetro ³/₄").

C.8) VASO SATURADOR DE AR:

- Quantidade : 2;
- Tipo : Cilíndrico vertical;
- Volume : 1,5 m³ (cada);
- Pressão de operação : 5 kg/cm²;
- Pressão de Teste : 10 kg/cm²;
- Material : Aço carbono com revestimento interno epoxy;
- Acessórios:
 - Válvula de Segurança;

- Conjunto de Purga;
- Chave Flutuante;
- Chave Seletora;
- Manômetro.

d) DESINFECÇÃO

A desinfecção será por Ultravioleta, com equipamento do tipo Auto-Limpante, de modo a manter alta a eficiência ao longo do tempo.

A unidade de desinfecção é composta por dois módulos de dois sistemas de radiação ultravioleta em paralelo, tipo “closed channel”, com lâmpadas germicidas (lâmpadas de média pressão de vapor de mercúrio).

Antes e após os sistemas UV serão construídos canais em concreto (1,50 m de largura e 5,0 m de comprimento) para regularização da vazão e do nível da massa líquida. Também foi previsto um sistema de by-pass, para a necessidade de paralisação da unidade de desinfecção.

As lâmpadas UV serão instaladas no equipamento UV, ficando imersas em contato com o esgoto.

No Projeto foi contemplada a possibilidade de ajustes dos níveis da massa líquida, sendo previstos registros nas tubulações instaladas a montante e a jusante dos equipamentos UV. Esses registros terão as seguintes funções:

- ✓ Controlar o funcionamento dos equipamentos UV, para operação alternada ou em paralelo;
- ✓ Facilitar as atividades de manutenção em cada linha de equipamento UV;
- ✓ Possibilitar o by-pass na unidade de desinfecção;
- ✓ Possibilitar paralisações e futura ampliação da capacidade da unidade de desinfecção.

e) ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO TRATADO

Não haverá necessidade de bombeamento do efluente tratado para passar pelo Emissário Subaquático.

f) EMISSÁRIO SUBAQUÁTICO

F.1) GENERALIDADES

O Emissário para o Efluente da ETE PROMABEN é concebido em PEAD – Polietileno de Alta Densidade, com diâmetro externo de 500 mm, 200 metros de extensão, tendo Blocos de Concreto posicionados ao longo do mesmo para garantir sua estabilidade.

Os 70 difusores (Φ 1,5 polegadas) estão previstos para serem posicionados lateralmente, na parte inferior da tubulação, fazendo aproximadamente 45° com a vertical; cada dois difusores devem estar em uma mesma secção transversal do tubo. A diluição mínima prevista para o curto período de vazão máxima horária, que ocorre com o nível mínimo do Rio Guamá, é estimada como sendo da ordem de 1/50; Nível Médio deste Corpo Receptor proporcionaria diluições da ordem de 1/380 e Nível Máximo diluições da ordem de 1/560.

Considerando a remoção de 90% para a $DBO_{5,20}$, ou efluente com carga de $DBO_{5,20}$ e, paralelamente, $DBO_{5,20}$ desprezível no Corpo Receptor, espera-se concentrações inferiores a 2 mg/L, todo o tempo.

A concentração de Coliformes Fecais limite (projeto) para o Efluente do tratamento é definida como sendo $10^3/100$ mL e, com as diluições esperadas, deverá ficar, após a diluição inicial, seguramente abaixo deste valor.

F.2) IMPOSIÇÕES DE PROJETO

Com a vazão máxima de projeto em início de etapa (~ 170 L/s), ter-se-á, por algum tempo velocidades de descarga da ordem de 1,0 m/s, suficiente para provocar autolimpeza do emissário.

Entretanto, o equipamento de limpeza do emissário faz parte de seu fornecimento e deverá ser utilizado pelos dois extremos da linha.

Os níveis do Rio GUAMÁ variam entre 4,600 e 1,000 msnm, estando o fundo da Calha ao longo dos 170 metros, variando entre -0,500 e -2,000 msnm, implicando em ter:

- Níveis Máximo e Mínimo na Caixa de Efluente (jusante do UV) para a Vazão Máxima de 5,600 e 2,000 msnm (1,0 metro de perda de carga);
- Trecho Inicial do Emissário quase aparente, quando o Nível do Rio for Mínimo.

A velocidade máxima do Rio GUAMÁ é estimada como sendo de 2,5 m/s, de modo que os Blocos de Ancoragem devem garantir a sua estabilidade no posicionamento de projeto. As

dimensões da secção transversal do Bloco são definidas como sendo de 120 centímetros por 120 centímetros, com espessura de 30 centímetros, que devem ser confirmadas pelo Fabricante.

O tubo de PEAD deverá ser preferencialmente contínuo (estrudado, em uma única peça), de modo a não ter emendas, tendo seu início na Caixa de Efluente Desinfetado por Ultra Violeta.

F.3) SINALIZAÇÃO PARA NAVEGAÇÃO

A sinalização proposta deverá obedecer às normas de segurança portuária local. Preferencialmente, deverá ter sinalizadores flutuando na superfície, de modo a não permitir que barcos de qualquer calado naveguem sobre o Emissário, de modo a proteger a linha principalmente de ancoragem destas embarcações.

2.1.3 CONDICIONAMENTO DO LODO – PARÂMETROS DE PROJETO

O descarte de lodo flotado, em função de que deverá ocorrer com concentrações de sólidos, não inferiores a 2%, garante que poderá ir diretamente para ser centrifugado.

Sendo o fluxo diário previsto como sendo da ordem de 140 m³/h, resulta um valor médio de quase 6 m³/h de fluxo médio de lodo. Por segurança, propõe-se adotar Centrífugas com capacidade de 7 m³/h, operando com 1+1R Bombas de Lodo (tipo mono) operando com velocidade variável, de modo que a unidade reserva de Centrífuga, opere dia sim, dia não, ou mesmo com inversão de equipamento durante turno.

A proposta de retenção deste lodo no Poço de Sucção associado às Bombas de Lodo é que o mesmo seja mantido em suspensão, pela utilização de Misturador Lateral. Em momentos de troca de Centrífuga, o lodo irá desaguar no Poço de Sucção da EE de Esgoto Desarenado (e Peneirado).

Com esta flexibilidade, haverá condições para ocorrer a troca ou inversão de Centrífugas pela Equipe (ou Equipes) de Operação.

Dimensiona-se a aplicação de polímero para a vazão máxima de 7 m³/h, na base de 1 mg/L, lembrando-se que esta unidade encontra-se na mesma edificação que as Centrífugas. O comando das duas (1+1R) Bombas de Lodo, que estarão próximas aos Flotadores, e do Sistema de Aplicação de Polímero estará no PLC ao lado das Centrífugas.

As Centrífugas estarão instaladas em piso imediatamente superior ao nível do terreno da ETE, de modo que as Caçambas estarão posicionadas logo abaixo, para serem deslocadas

para fora do Edifício, de modo a serem içadas pelo Veículo de Transporte, diretamente para o Aterro Sanitário da Prefeitura.

A água para limpeza das Centrífugas virá dos Reservatórios instalados no 2º Piso do Edifício, sobre a Sala de Polímeros. A montagem e/ou manutenção das Centrífugas contará com uma Monovia e Talha Elétrica, posicionadas de modo a levar e trazer peças do Veículo que estiver posicionado na lateral do Edifício.

O Filtrado das Centrífugas será descartado no Poço de Sucção da Estação Elevatória de Esgoto Desarenado.

2.1.4 SISTEMAS DE POLÍMERO

Para a aplicação de polímero nas duas unidades de Flotação, foram previstas bombas dosadoras do tipo diafragma simples, de polímero 100% transportados em Bombonas, em dois sistemas exclusivos para cada Flotador. A diluição a 5%, aproximadamente, ocorrerá na linha de aplicação. A bomba de reserva ficará em prateleira.

Para a aplicação de polímero nas Centrifugas, tendo em vista a pequena vazão resultante, foi previsto um Tanque de Solução a 0,2%, com capacidade útil de 1,0 metro cúbico. As duas (1+1R) bombas dosadoras, neste caso, serão do tipo peristáltico, com rotação não superior a 30 rpm.

O Memorial de Cálculo em anexo detalha estes dois sistemas. A carga e a descarga de polímero estão previstas para ocorrer pela parte frontal do Edifício, com o auxílio de carrinhos de mão; esta circulação poderá ocorrer também pela Sala das Caçambas de Lodo Centrifugado.

O quadro adiante apresenta os consumos de polímero previstos para a ETE PROMABEN. Espera-se que o efluente tenha uma concentração de sólidos da ordem de 30. A DBO_5 deverá ser não superior a 30 mg/L.

Quadro 4 - POLÍMERO PARA FLOTAÇÃO		
Parâmetro	Unidade	Valor
Vazões de Projeto p/ Flotação		
Mínima Inicial	L/s	66
Média de Final de Plano	L/s	128
Máxima Diária de Final de Plano	L/s	149
Pico de Final de Plano	L/s	210
Concentração de Sólidos – Fluxo	mg/L	360
Polímero no Fluxo	mg/L	4
Dosagens de Polímero – Fluxo Principal		
Mínima Inicial	Kg/h	0,95
Média de Final de Plano	Kg/h	2,57
Máxima Diária de Final de Plano	Kg/h	3,03
Pico de Final de Plano	Kg/h	4,41
Nº de Bombas Diafragma	ud.	2+1R

Quadro 5 - POLÍMERO PARA CENTRÍFUGAS		
Parâmetro	Unidade	Valor
Nº de Tanques	ud.	1
Volume Lodo	m ³ /h	7
Dosagem de Polímero	mg/L	1 a 2
Capacidade Útil Nominal/Tanque	L	1.000
Lado Interno	m	1,00
Altura da Lâmina de Preparo	m	1,00
Altura Total	m	1,25
Consumos: Mínimo / Máximo	g/h	7 a 15
Polímero na Solução 0,2%	g/L	2
Vazão das Bombas Dosadoras	L/h	4 a 15
Nº de Bombas Dosadoras	ud	1+1R

A bomba Diagrama PTFE referencial pela Omel, seria a NSP-0 , para ambos os casos, ou seja, aproximadamente 2,7Kg/h para a vazão média de final de plano.

2.1.5 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO DESARENADO

Este recalque está previsto com dois (1+1R) conjuntos moto-bomba centrífugos horizontais, cuja linha de recalque está posicionada de forma absolutamente simétrica em relação aos dois Reatores MBBR-DBO, para que a divisão do fluxo ocorra em partes absolutamente iguais.

A vazão nominal máxima de 210 L/s permitirá acomodar os fluxos de filtrado das Centrífugas (até 7 m³/h ou 2,2 L/s) e do Edifício de Administração, que contém os Vestiários / Sanitários e Laboratório de Análises.

Embora tenha sido previsto Gerador de Emergência para a ETE, também foi previsto um Extravasor para o Canal de Drenagem, a partir do Poço de Sucção desta elevatória.

Não foi previsto extravasamento da Caixa de Recepção e Divisão de Fluxo às Unidades do Tratamento Primário, entretanto, estas unidades estão dimensionadas para uma sobre vazão emergencial, já que a capacidade nominal das 2 unidades está prevista em 210 L/s (máximo admitido 240 L/s).

A linha de recalque foi prevista em diâmetro de 400 mm, em ferro fundido, tipo K7, pois a pressão nominal prevista é inferior a 10 mca.

O volume do poço de sucção foi calculado com rodízio automático, com 12 partidas por hora. A vazão mínima da Bacia será pelos 70 L/s, aproximadamente e a Estação Elevatória Final da Rede (EEFR) opera com 1+1R bombas.

Isto implica que a vazão mínima de recalque à ETE, já que esta elevatória opera com bombas de rotação fixa, será superior a 105 L/s. Por outro lado, o Poço de Sucção da EEFR foi calculado para um máximo de 6 partidas por hora, com enchimento deste poço em menos de 15 minutos.

Isto implica que a intermitência será algo inevitável, o que justifica a existência de Inversor de Frequência para a Elevatória de Esgoto Bruto Desarenado (EEEBD) aos Reatores da ETE.

Estimando a vazão mínima de Recalque da EEEBD em 60% de 210 L/s, tem-se a vazão mínima da ordem de 120 L/s. Esta vazão é muito próxima da vazão de 1 única bomba da EEF, o que resulta em ponto positivo para minimizar as intermitências de fluxo recalcado aos Reatores.

2.1.6 CONCEPÇÃO DAS EDIFICAÇÕES DE APOIO

2.1.6.1 GENERALIDADES

A distribuição das unidades da ETE foi concebida de modo a facilitar ao máximo a circulação de veículos. A drenagem interna do piso está direcionada para o rio Guamá.

O piso do arruamento foi fixado em 5,20 m.s.n.m. junto à Edificação Principal, 5,10 m.s.n.m. junto às Centrífugas, para ser por volta de 5,00 m.s.n.m. no final da área, ao lado do Equipamento de Desinfecção por UV.

Os Tanques de Processo (Reatores, Desinfecção por UV e Tratamento Primário) serão fornecidos de modo pelo Fabricante, especificados do tipo Pré-Fabricados, os quais terão que ter somente as respectivas “Fundações de Espera”. Os Flotadores foram concebidos em Tanques de Concreto, entretanto, em função da aquisição dos Equipamentos, o mesmo poderá ser concebido também em Chapa Metálica.

Somente a EE de Recalque de Efluente Bruto (Peneirado e) Desarenado, com as respectivas caixas de reunião de efluente e lodo, e as Edificações (Principal, das Centrífugas/Polímeros e do Gerador de Emergência; e talvez os Flotadores) são caracterizadas como unidades que devam ser implantadas da forma tradicional, ou seja, com fundação própria e associada ao respectivo Projeto de Estruturas e/ou Arquitetura. As demais serão integralmente fornecidas pelo Fabricante e necessitarão somente de conexões de tubulação, elétrica e instrumentação.

A Área da Subestação Elétrica e a Edificação da Casa do Gerador de Emergência devem ser definidas pelo Projeto Elétrico & Instrumentação.

O Arranjo Geral Preliminar incluso é fundamental para orientar o posicionamento e espaço a serem ocupados pelas unidades.

2.1.6.2 EDIFICAÇÃO PRINCIPAL

A proposta para que a Copa, Vestiários/Banheiros e Laboratório estejam no 1º Piso Superior, tem a ver pela necessidade de viabilizar hidraulicamente as descarregas de seus efluentes sanitários, por gravidade, diretamente para o Poço de Sucção da Estação Elevatória Interna.

No piso inferior existem: Portaria, Sala de Controle com Biblioteca / Arquivo e o Depósito. Como esta edificação está muito próxima dos limites da Área, entende-se que, uma opção seria afastá-la algo como 1,20 m do limite da área (face oposta ao rio GUAMÁ), para ter condições de iluminação e ventilação.

O pé direito de 4,2 metros sugere condições de ventilação impostas somente pelas janelas & partes inferiores do piso – caso seja esta a proposta do Projeto de Arquitetura. Somente na Sala de Controle haveria equipamentos de ar condicionado.

O 2º Piso Superior contém tão somente o Reservatório de Água Potável. O mesmo aproveita uma extremidade do hall de circulação para continuar, sobre a Portaria, com escadas de Acesso a tal reservatório.

As características básicas das subáreas são as seguintes:

- ✓ *Portaria / Piso Térreo:* Deve ter no máximo 2 funcionários, com duas mesas individuais com telefones e um Terminal de Computador para registro das Entradas de Funcionários, Visitas e Veículos que adentrem o espaço da ETE;
- ✓ *Sala de Controle / Piso Térreo:* Foi dimensionada mais ampla e deve ter no máximo mesa e acomodação para 2 Operadores, 1 Mesa de Reunião para 4 pessoas e o Espaço para a Biblioteca/ Arquivo;
- ✓ *Depósito / Piso Térreo:* É área reservada para guardar componentes de manutenção mais frequentes;
- ✓ *Reservatório de Água Potável:* Nível Superior;
- ✓ *Copa / Piso Térreo:* Foi dimensionada para ter Pia, Geladeira, Micro-ondas, e espaço para somente 2 pessoas terem refeição por vez, além de Armário para Café e Água;
- ✓ *Vestiário / Banheiro Feminino:* Terá Chuveiro e um Vaso Sanitário, além de Armário para cinco funcionárias;
- ✓ *Vestiário / Banheiro Masculino:* Deverá ter 1 Chuveiro, 1 Vaso Sanitário e 1 Mictório, além de Pia e Armário para 10 Funcionários;
- ✓ *Laboratório:* Terá Chuveiro de Emergência, mais os Equipamentos Listados no Esquema Anexo. O Laboratório demandará um Tanque para Recepção de Produtos contaminados, que deverá ser esvaziado periodicamente;

2.1.6.3 CASA DE DESIDRATAÇÃO E DE POLÍMEROS

Estão previstos dois Quadros de Comando associados a cada uma das duas Centrífugas. O piso inferior conterá o espaço para as Caçambas de Lodo e para os Componentes dos Sistemas de Polímeros. Estas Caçambas serão deslocadas por Carrinhos de Rodas sobre Trilhos para fora da Edificação, de modo a serem içados para os Caminhões de Transporte Convencionais.

A Talha associada à Montagem & Manutenção das Centrífugas, posicionada no 1º Piso Superior, deverá ter um dos extremos avançando para fora da Edificação, conforme indicado, de modo que as peças possam ser transportadas.

Na lateral da Edificação onde esta Talha Avança para fora da Edificação, o Fechamento da Parede deverá ser especial, de modo a poder ser aberta e fechada nos momentos da manutenção.

O extremo oposto contém os dois Sistemas de Polímeros, para abastecer as Centrífugas e os Flotadores. Os dois sistemas que servirão a cada um dos Flotadores consistirão de bombas inseridas nos Compartimentos de Estocagem de Polímeros e receberão Água para Diluição armazenada na Plataforma Superior; estes ficarão posicionados nas paredes laterais da área, pois ocuparão pouco espaço; cada “bombona” (compartimento de polímero a 100%) tem aproximadamente 70/80 centímetros de altura por 50/60 centímetros de diâmetro.

A entrada e saída destas bombonas ocorrerão pela Sala das Caçambas, que conterá “rampa” para que Carrinhos de Mão possam facilmente adentrar à Sala dos Polímeros. O sistema para as Centrífugas contará com Tanque de Diluição a 0,2% e bombas dosadoras do tipo peristáltico.

Os 2 Tanques do tipo Pré-Fabricados (polietileno ou similar), que servirão com Reservatórios de Água de Serviço, estarão apoiados em Laje com 2,5 metros de largura, que poderá ser acessada por tramo da escada, contendo 5 degraus, à direita do último lance da escada que permite o acesso ao nível superior onde estão localizadas as Centrífugas.

2.1.6.4 ARRUAMENTO E LOCAÇÃO DAS UNIDADES

A proposta aloca os dois Edifícios Principais (Administração e o das Centrífugas), como também a Subestação Elétrica com a Edificação para o Gerador de Emergência, estes alocados nas laterais.

Entre estas unidades estarão as Peneiras e os Desarenadores do Tratamento Primário e as Estação Elevatória de Esgoto Desarenado para os Reatores, completando as duas laterais, frontal e oeste, da área da ETE.

Os tanques de processo da fase líquida ocupam todo o restante do espaço, tendo em seu entorno pista de circulação de veículos, de forma a ter acesso fácil, a cada uma das unidades projetadas da ETE.

2.7 DIRETRIZES OPERACIONAIS

2.7.1 INTRODUÇÃO

Foram concebidos 4 Blocos Operacionais para o controle do processo, de modo a ter representado cada fase principal, a saber:

- ✓ Tratamento Primário e Recalque aos Reatores (i1);
- ✓ Reatores (i2);
- ✓ Floculadores & Flotadores (i3);
- ✓ Condicionamento do Lodo e Sistemas de Polímeros (i4)

Cada equipamento elétrico deverá ter sinalizado seu estado operacional (operando, desligado e com defeito) no Painel Central de Controle, havendo sempre alarme sonoro sempre que o componente esteve com defeito.

O Gerador de Emergência deverá atender capacidade para 400 HP, de modo a servir a toda a Estação de Tratamento.

Os ajustes de processo feitos pelo Operador de Campo deverão ter o apoio da comunicação via celular e/ou rádio, com o Operador do Controle Central.

A seguir seguem as dependências a ser observadas para cada componente, segundo o Fluxograma de Processo do Projeto.

2.7.2 TRATAMENTO PRIMÁRIO E RECALQUE DOS REATORES (BLOCO I₁)

Os Medidores de Nível LIC-01 A/B são redundantes e devem desligar e ligar as bombas BCE-01 A/B, sendo uma de reserva, nos níveis extremos, alto e baixo. Alarme Visual deverá ocorrer para os níveis extremos do Poço de Sucção. O Medidor de Pressão PIT-01 A/B deverá acionar alarme sonoro e visual sempre que a pressão sair da faixa especificada pelo Fabricante.

A divisão do fluxo para os Reatores é exercida pela característica simétrica da Linha de Recalque. O rodízio entre bombas deverá ser automático.

Com base no Medidor de Vazão FIT-01 deverão ser indicadas as Vazões Instantâneas e registradas as Vazões Totais Diárias.

A Vazão Instantânea deverá estar relacionada, com base em função linear a ser fornecida pelo Fabricante Responsável, com a Vazão de Ar aplicada aos Reatores.

2.7.3 REATORES (BLOCO I₂)

Cada Reator terá seu Analisador de Oxigênio junto à descarga do efluente. O fluxo de ar soprado deve ser proporcional a este nível de oxigenação e à Vazão registrada pelo FIT-01, sendo que a Vazão Máxima corresponde ao Nível Mínimo informado pelo Fabricante e a Vazão Normal de Ar deverá ser aplicada para os demais níveis.

A divisão do fluxo de ar entre os Reatores deverá ser com base no percentual determinado pelo Operador, através das Válvulas de Controle Manuais (HVC-01 A/B e HCV-02 A/B), com apoio dos valores registrados pelos Medidores de Ar (FIC-02 e FIC-03).

2.7.4 FLOCULADORES E FLOTADORES (BLOCO I₃)

Os Flotadores estão vinculados aos seguintes parâmetros:

- ✓ Vazão Afluente (FIT-01);
- ✓ Dosagem de Polímero (BDP-01 A/B – a reserva “C” é de prateleira);
- ✓ Vazão de Água de Recirculação (FIC-04 e SC-01 A/B/C).

Os Medidores de Pressão das Bombas (PIT-02 A/B), das Linhas (PIT-03 A/B) e dos Compressores (PIT-04 A/B) deverão soar alarme visual e sonoro, sempre que atingirem faixas especificadas pelo Fabricante. O Sistema de Flotação em seu estado de operação normal deverá ter os equipamentos FLOC-01 A/B e RFL-01 A/B ligados.

2.7.5 CONDICIONAMENTO DO LODO E SISTEMAS DE POLÍMEROS (BLOCO I₄)

As Centrífugas CEN-01 A/B operam como equipamentos 1+1R, sendo que a alternância entre as mesmas está prevista para ser da forma manual, pelo Operador de Campo.

Isto porque a abertura da linha de aplicação de polímero a cada unidade é manual. A bomba dosadora BDP-02 A/B (reserva em prateleira) é a que serve ao condicionamento do lodo; sua dosagem deverá ser regulada, mas sua vazão será sempre constante, assim como também a vazão da bomba dosadora de lodo flotado.

As bombas BDP-01 A/B/C (a reserva em prateleira) servem aos Flotadores, despejando na entrada dos mesmos (FLOC-01 A/B). A dosagem é pré-fixada e as vazões aplicadas serão proporcionais à vazão afluyente (FIT-01), ocorrendo de forma automática.

2.7.6 LISTAGEM DE EQUIPAMENTOS, INSTRUMENTOS E VÁLVULAS EM GERAL

Quadro 6 - Listagem de Componentes Principais			
Unidades de Montante			
Item	Código	Descrição	Quantidade
1	CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO		
1.1	HVTR-01 A/B/C	Vertedouros de Controle Manual	2
2	TRATAMENTO PRIMÁRIO		
2.1	PEN-01 A/B/C	Peneiras # 3 mm (3 HP / cada)	2
2.2	RPA-01 A/B/C	Parafusos - Raspador de Areia (2HP / cada)	2
2.3	COA-01 A/B/C	Parafusos - Coletor de Areia (2HP / cada)	2
2.4	HVG-01 A/B/C	Válvulas Gaveta - Descarga do Desarenador	2
2.5	CÇBA-01 A a F	Caçambas de Material Peneirado e Areia	4

Como já mencionado, a vazão afluyente foi considerada como sendo de 320 L/s, entretanto, as unidades de tratamento primário foram dimensionadas para 120 L/s cada.

As descargas de areia e material gradeado ocorrerão em containers distintos, de modo que sempre deverá haver 4 unidades posicionadas nos pontos de descarga das unidades de tratamento primário.

Quadro 7 - Listagem de Componentes Principais Estação Elevatória de Esgoto Bruto Desarenado			
Item	Código	Descrição	Quantidade
3.1	LIC-01 A/B	Medidores de Nível do Poço de Sucção	1+1R
3.2	BCE-01 A/B	Bombas (210L/s x 7,5 m.c.a. = 40 HP/cada)	1+1R
3.3	HVG-02 A/B	Válvulas - Sucção das Bombas	2
3.4	HVE-01 A/B	Válvulas de Esfera dos Medidores de Pressão	2
3.5	PIC-01 A/B	Medidores de Pressão	2
3.6	VR-01 A/B	Válvulas de Retenção	2
3.7	HVG-03 A/B	Válvulas - Recalque das Bombas	2
3.8	FT-01	Medidor de Vazão	1
3.9	SC-01 A/B	Inversor de Frequência	2
3.10	VENT-01	Ventosa no Recalque	1
3.11	JUNT-01 A/B	Juntas de Montagem -Sucção	2
3.12	JUNT-R 01 A/B	Juntas Rígidas - Recalque	2

O Poço de Sucção desta elevatória está previsto como sendo o único ponto de extravasão da estação de tratamento, cuja linha está prevista para lançar no Canal de Drenagem da Área.

Este componente, para ser implantado, deve ter sua aprovação junto ao Meio Ambiente. Como se sabe, a operação das Comportas do Canal de Drenagem em pauta, como prevista, tem por objetivo impedir a entrada de água do rio pelos canais de drenagem, sempre que houver maré alta influenciando o rio Guamá e for período de chuvas – de modo que sempre haverá diluição destes extravasamentos ocasionais.

Quadro 8 - Listagem de Componentes Principais Reatores MBBR			
Item	Código	Descrição	Quantidade
4.1	MBBR-DBO A/B	Reatores para DBO	2
4.2	MBBR-NITR A/B	Reatores para Nitrogênio	2
4.3	HVG-04 A a E	Válvulas de Montante	5
4.4	AT-OD-01 A/B	Analísadores de Oxigênio dos MBBR-DBO	2
4.5	AT-OD-02 A/B	Analísadores de Oxigênio dos MBBR-NITR	2
4.6	SP-01 A/B/C	Sopradores(4.730 Nm ³ /hx6mca = 180HP/ cada)	2 + 1R
4.7	SC-01 A/B/C	Variador de Velocidade	3
4.8	VA-01 A/B	Válvulas de Alívio	2
4.9	VR-02 A/B/C	Válvulas de Retenção – Sopradores	3
4.10	HVB-01 A/B/C	Válvulas Borboleta	3
4.11	HVC-01 A/B	Válvulas de Controle de Ar dos MBBR-DBO	2
4.12	HVC-02 A/B	Válvulas de Controle de Ar dos MBBR-NITR	2
4.13	FIC-02 A/B	Medidor de Vazão de Ar dos MBBR-DBO	2
4.14	FIC-03 A/B	Medidor de Vazão de Ar dos MBBR-NIT	2
4.15	TAL-01	Talha para 1 tonelada	1
4.16	HVC-01 A a D	Válvula de Controle nas Descargas	4

Quadro 9 - Listagem de Componentes Principais Sistema de Flotação			
Item	Código	Descrição	Quantidade
5.1	COMPONENTES DO FLUXO PRINCIPAL		
a	FLOC-01 A/B	Floculador (0,7HP/cada) NOTA A	2
b	RFL-01 A/B	Raspador de Lodo do Flotador (3,5 HP cada)	2
5.2	ÁGUA PRESSURIZADA		
a	LIC-02 A/B	Medidores de Nível / Caixa de Efluente Flotado	1+1R
b	HVB-02	Válvula de Alimentação / Sistema Pressurização	1
c	HVB-03 A/B	Válvulas de Sucção	2
d	BCE-02 A/B	Bomba de Pressurização (33L/sx45 mca=35HP)	1 +1R
e	SC-02 A/B	Variadores de Velocidade	2
f	HVE-02 A/B	Válvulas Esfera	2
g	PIC-02 A/B	DataLogger de Pressão	2
h	VRE-03 A/B	Válvula de Retenção	2
i	FIC-04	Medidor de Vazão	1
j	HVE-03 A/B	Válvulas de Esfera	2
k	PIC-03 A/B	Medidor de Pressão	2
l	HVG-05 A/B	Registro Gaveta	2
5.3	AR COMPRIMIDO		
a	CP-01 A/B	Compressores Ar 7Nm ³ /hx45mca=2HP/cada)	1 + 1R
b	SC-03 A/B	Variadores de Velocidade	2
c	HVE-04 A/B	Válvulas Esfera	2
d	PT-04 A/B	Medidor de Pressão	2
e	VRE-04 A/B	Válvulas de Retenção	2
f	VA-02 A/B	Válvulas de Alívio	2
g	HVB-04 A/B	Válvulas Borboleta	2
5.4	VASO DE PRESSÃO		
a	VP-01 A/B	Vaso de Mistura	2
b	HVC-03 A/B	Válvulas de Controle	2
c	HVC-04 A/B	Válvulas de Controle	2
d	HVE-05 A/B	Válvulas Esfera	2
e	PIC-05 A/B	Medidor de Pressão	2
f	HVB-06 A/B	Válvulas Borboleta	2

NOTA A: A mistura rápida ocorrerá na linha de alimentação do floculador.

Pelo fato da operação do Sistema de Flotação ser contínua, não se desejar armazenamento de lodo para evitar sua decomposição descontrolada e a conseqüente emissão de odor, o Sistema de Condicionamento de Lodo fica obrigado a dar respostas rápidas para o lodo flotado já fora dos Tanques de Flotação.

O volume útil de lodo flotado no Tanque que alimenta as bombas para as Centrífugas foi adotado como sendo de 27 metros cúbicos (3m x 3m x 3m), tendo altura total de 3,5 metros e servirá para permitir a troca de Centrífugas.

Quadro 10 - Listagem de Componentes Principais Sistemas: Desinfecção, Polímero e Condicionamento de Lodo			
Item	Código	Descrição	Quantidade
6	DESINFECÇÃO FIINAL		
6.1	SDUV	Unidade de Desinfecção Ultravioleta	1
7	SISTEMAS DE POLÍMEROS		
7.1	BDP-01 A/B/C	Bombas Dosadoras – Flotadores (0,35HP/cada)	2+1R
7.2	MPP-01	Misturador Primário de Polímero (0,35 HP)	1
7.3	MVP-01	Misturador Vertical de Polímero (0,7HP)	1
7.4	BDP-02 A/B	Bombas Dosadoras/Centrífugas (0,35 HP/cada)	1+1R
7.5	HVG-05 A/B/C	Válvula de Gaveta	
7.6	VA-03 A/B	Válvula de Alívio	3
7.7	HGV-09 C	Registro da Linha de Água	
8	SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE LODO		
8.1	TLF-001	Tanque de Lodo Flotado (1,5 HP)	1
8.2	LIC-03 A/B	Medidores de Nível / Tanque de Lodo Flotado	1+1R
8.3	MIST-01	Misturador do Tanque de Lodo Flotado (0,35 HP)	1
8.4	BL-01 A/B	Bomba de Lodo (1HP = 7 m ³ /h x 6 m.c.a.) Flotado	1+1R
8.5	BL-01 C a F	Bombas de Lodo (7m ³ /h x 6 mca) Decantado	2 x (1+1R)
8.6	HVG-06 A a F	Válvulas Gaveta na Sucção	2
8.7	VA-03 A/B/C	Válvula de Alívio	1
8.8	HVG-07 A a F	Válvulas Gaveta	6
8.9	CEN-01 A/B	Centrífuga (20HP /cada, para 7 m ³ /h)	1+1R
8.10	HVG-08 A/B/C/D	Válvulas Gaveta	3
8.11	HGV-08 D	Válvula de Retorno de Lodo para o Poço da EE	1
8.12	HVG-09 A/B	Válvulas Gaveta – Linha de Água	2
8.13	TAL-01	Talha Elétrica 1 tonelada (2 HP)	1

A preparação de solução de Polímero para as Centrífugas deverá ocorrer no período de inversão destas (quando a unidade em espera passa a operar).

Este polímero poderá vir em pó, mas também poderá ser utilizado o material das Bombonas, que contém o polímero concentrado.

A definição de qual polímero utilizar para o Sistema de Flotação e para o Condicionamento do Lodo será responsabilidade do Fornecedor dos Equipamentos de Processo, e deverá ocorrer no período de Comissionamento. A justificativa deste procedimento deve-se ao fato de não haver análises representativas dos esgotos que a serem tratados.

2.7.7 OPERAÇÃO EM EMERGÊNCIA

Segundo as potências estimadas anteriormente, de forma simultânea haverá a necessidade mínima para os seguintes equipamentos:

- Tratamento Primário: 2 x 7 ~ 14 HP;
- Elevatória de Esgoto Desarenado ~ 40 HP;
- Sopradores: 180 HP (1 unidade para os Reatores);
- Flotadores / Floculadores: 10 HP;
- Flotadores / Sistema de Pressurização ~ 35 + 5 = 40 HP;
- Condicionamento de Lodo ~ 25 HP;
- Polímeros e UV ~ 2 HP.

Ou seja, deverá haver energia para suprir 300 HP, aproximadamente. Para toda a ETE seria algo, com folga, da ordem de 400 HP, em especial para comportar o Soprador Adicional.

13.3 2.7.8 EQUIPE BÁSICA PARA OPERAÇÃO DO SISTEMA

Quadro 11 - Equipe Básica Sugerida para Operação da ETE PROMABEN				
Unidade	Responsável	Operador	Operador Auxiliar	Segurança
Peneiras	1	1 + 1	1 (Nota c)	1+4T
Desarenadores				
EE Principal				
Reatores				
Flotadores				
Centrífugas				
Polímeros				
Desinfecção UV				
Controle				
Laboratório				
Copa				
Limpeza				
Totais	1	12	7	5

Nota b: Cobrem folgas semanais e férias dos Operadores, exceto Controle e Laboratório;
 Nota b: Cobrem folga semanal e férias dos colegas do Controle; Nota c: Cobrem folgas semanais e férias dos colegas da(s) mesma(s) Unidade(s).

Para entendimento do Quadro 11, apresenta-se a seguir sua composição para cada um dos 4 Blocos ou 4 Colunas, cada uma com sua Categoria Profissional.

Bloco A / Responsável pela Operação da ETE

Este profissional deverá ser um Químico ou um Engenheiro Sanitarista, preferencialmente. Seu trabalho deve ocorrer em Sintonia com os Técnicos do Sistema de Controle, de modo que, em sua ausência (semanal ou férias) serão estes técnicos os responsáveis para acionar as atividades de operação e manutenção de rotina e emergenciais.

Bloco B / Equipe de Operadores

Para as atividades do Laboratório estão previstas dois profissionais, sendo um Técnico e um Auxiliar, sendo que os mesmos têm atividades previstas somente para o período diurno principal. Vale lembrar que esta ETE contém registro monitorado de Níveis e de Oxigênio Dissolvido, que são os únicos parâmetros que necessitam de registro contínuo.

Os Operadores do Controle são os únicos que necessitam estar presentes na ETE todos os 3 turnos diários, ao longo de todo o tempo. Por esta razão estão previstos adicionalmente 3 Operadores de Turno, de modo que possa haver possibilidade de serem cobertas as folgas semanais e as férias de cada um deles. Vale ressaltar que desde a década de 90, existem várias estações de tratamento que mantêm seus “Operadores de Controle”, presentes na unidade, somente no turno principal e de sobreaviso, na área, para serem contatados / chamados somente em emergência, direta e automaticamente pelo Sistema.

Os demais grupos (Unidades Iniciais, *Reatores*, Flotadores e Centrífugas) de operação são formados por 2 funcionários cada (exceto para o Laboratório), que estarão operando ao longo de 12 horas, das 07:00 horas das manhãs até as 19:00 horas, nos finais das tardes. Dessa forma estará ocorrendo o seguinte:

- ✓ Haverá sempre um período do dia que os dois estarão em contato, e poderão trocar as informações e ocorrências havidas;
- ✓ As folgas semanais e as férias serão cobertas entre cada 2 Operadores que estão indicados na Categoria / Unidade;
- ✓ Em período de férias destes profissionais, os turnos ficarão reduzidos ao período normal de trabalho (8:00 às 17:00 horas, com uma hora para refeição).

Bloco C / Equipe de Operadores Auxiliares

Seguem o mesmo princípio dos Operadores das Unidades Principais, descritas no parágrafo acima, onde cada 2 de uma mesma Unidade estarão ao longo do período de 12 horas (entre 7:00 e 19:00 horas), cobrindo folgas semanais e férias.

Bloco D / Segurança

Foram indicados “1 + 4T” Seguranças, entretanto, fora do período de férias deverão estar presentes somente “1 + 3T”, sendo que um dos Seguranças de Turno poderá estar prestando serviço (em dois dos dias da semana) em outra estação de tratamento ou unidade operacional.

2.2 PROCESSO AERÓBIO, SEM EMISSÁRIO (ALTERNATIVA 3) – MBBR COM REATOR PRÉ-ANÓXICO (DENITRIFICADOR), SEGUIDO DE FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO

Para esta opção de tratamento, haverá adicionalmente as seguintes unidades e respectivas características:

- ✓ Câmara Anóxica de Montante (Pré-Denitrificação): Com a mesma Lâmina dos MBBR (DBO e NIT) de 6,0 metros e tempo de detenção de 25% do tempo para cada reator em série. A densidade de potência para mistura será de 20 W/metro cúbico, resultando para cada Módulo de 64 L/s:
 - Q: 64 L/s => Volume da Câmara: 184,3 m³ => Φ 6,25 m (6 CV);
- ✓ Nível de Aeração: Será duplicado o Nível de Aeração relativamente à Alternativa Anterior;
- ✓ Recirculação do efluente do MBBR-NIT: Será correspondente a 3 vezes a vazão média, adotando-se 5 mca de perda, resulta:
 - Q: 3 x 128 L/s => 2+1R Bombas para 192 L/s x 5 mca cada => Potência Unitária: 20 CV;

- ✓ Adição de Cloreto Férrico: Será adicionado na linha de alimentação do floculador, com tempo de coagulação de 2 minutos e floculação de 6 minutos; para efeito de simplificação considerar-se-á a Câmara de Floculação com 8 minutos; Com isto, estes tanques de Floculação, associados a cada uma das 2 Linhas de Processo terão as seguintes dimensões:

- Coagulação: $Q: 64 \text{ L/s} \Rightarrow 7,7 \text{ m}^3 \Rightarrow$ Lâmina de 2,5 m, quadrado com lateral = 1,75 m;
- Floculação: $Q: 64 \text{ L/s} \Rightarrow 23 \text{ m}^3 \Rightarrow$ Lâmina de 2,5 m, quadrado com lateral = 3,0 m.

- ✓ Filtração Mecânica: Com área de filtração de 64 m^2 para 66 L/s e de 90 m^2 , utilizando micropeneira tipo DiscFilter da Hydrotech, ou similar aprovado.

Para o cálculo do volume de lodo químico resultante da aplicação de Cloreto Férrico, considerou-se a concentração de fósforo total afluyente aos reatores anaeróbios, 6 mg/L , como sendo a concentração do elemento direcionada para o tratamento químico. O coagulante $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ($270,5 \text{ g/Mol}$) reagirá com o fósforo, formando FePO_4 (151 g/Mol), deixando um residual de pelo menos $0,3 \text{ mg/L}$ de fósforo solúvel, reagindo, portanto, com $5,7 \text{ mg P/L}$. O excesso de coagulante reagirá formando Fe(OH)_3 (107 g/Mol). Tem-se, como resultado dos cálculos estequiométricos:

- ✓ Dosagem do Cloreto Férrico Comercial (com 90 % de pureza) de 97 mg/L , que representa $87,3 \text{ mg/L}$ de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, ou $(87,3 \times 10^{-3})/(270,5) = 0,323 \times 10^{-3} \text{ Mol/L}$ (Consumo Máximo de Cloreto Férrico de $97 \text{ mg/L} \times 124 \text{ L/s} \times 86,4 = \sim 1.072 \text{ Kg/dia}$; para o Consumo Médio será adotado o equivalente à dosagem de 60 mg/L ou 664 Kg/dia para os 2 Módulos);
- ✓ Concentração de P de $5,7 \text{ mg/L}$ para reagir com o coagulante, que representa $(5,7 \times 10^{-3})/(31) = 0,186 \times 10^{-3} \text{ Mol/L}$;
- ✓ Formar-se-á $0,186 \text{ Mol}$ de FePO_4/L , ou $0,186 \times 151 = 28,1 \text{ mg SS/L}$, relativos ao FePO_4 formado;
- ✓ Excesso de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ para formação de $\text{Fe(OH)}_3 = (0,323 - 0,186) \times 10^{-3} \text{ Mol/L}$ ou $0,137 \times 10^{-3} \text{ Mol/L}$ de Fe(OH)_3 produzido, ou $0,137 \times 107 = 14,66 \text{ mg SS/L}$, relativos ao Fe(OH)_3 formado;
- ✓ Total de lodo químico formado = $28,1 \text{ mg SS/L} + 14,66 \text{ mg SS/L} = 42,76 \text{ mg/L}$
- ✓ Massa de lodo químico formado = $0,04276 \text{ kg/m}^3 \times Q \text{ m}^3/\text{s} \times 86.400 \text{ s/d} =$

- $Q: 64 \text{ L/s} \Rightarrow 237 \text{ kg/d}$;

- ✓ Para $\gamma = 1.020 \text{ kg/m}^3$ e $C = 2 \%$, obtém-se:

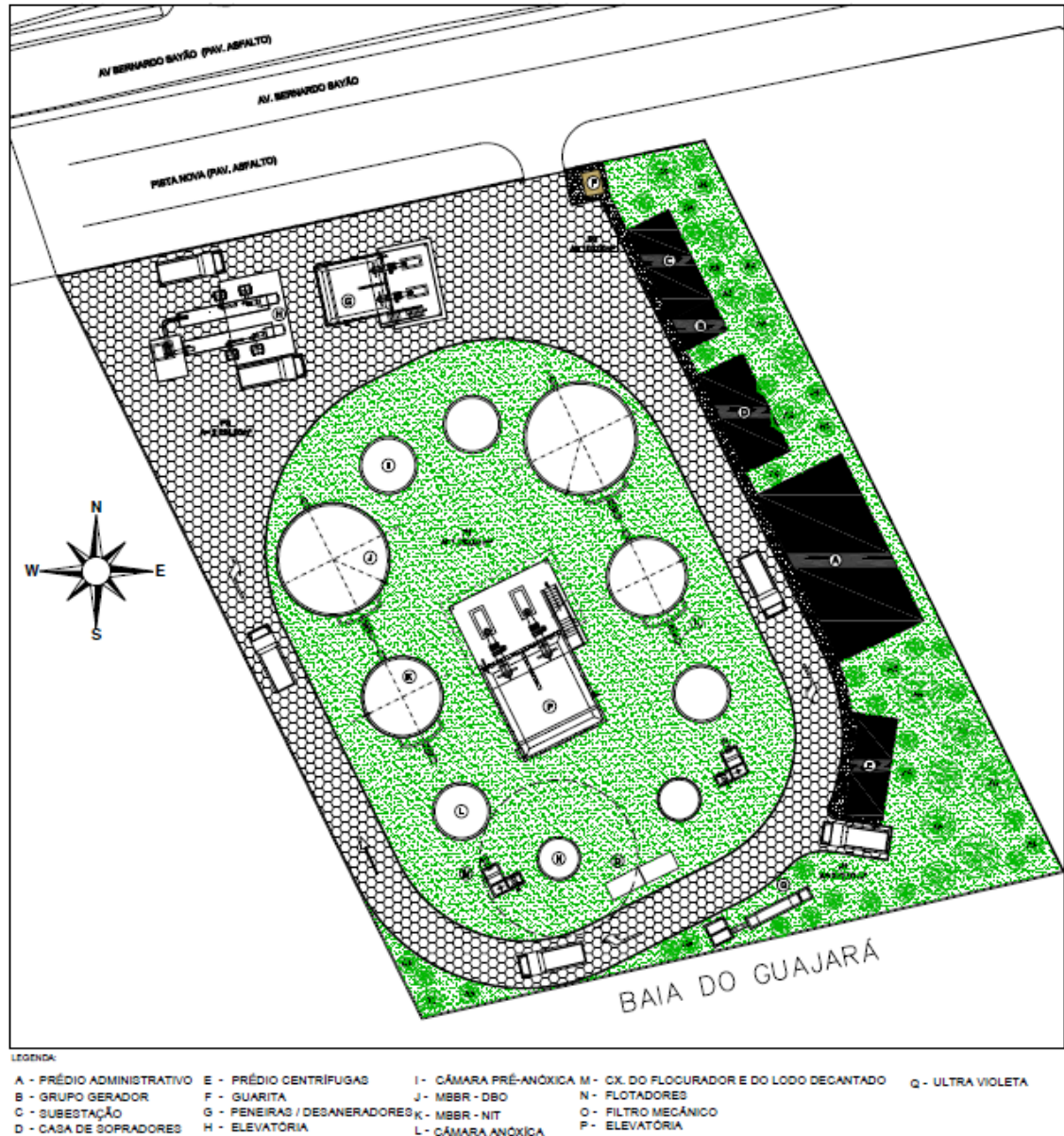
- $Q: 60 \text{ L/s} \Rightarrow$ Volume de Lodo Químico: $11,6 \text{ m}^3/\text{d}$;

Para efeito comparativo, nesta alternativa será considerada a formação da mesma quantidade de lodo que a Alternativa MBBR com Emissário. A preparação de solução de Cloreto Férrico utilizará dois dos três tanques definidos para a Alternativa seguinte (Alternativa 4), que tem um consumo 50% maior.

Para efeito de complementação das demais unidades é proposto o seguinte:

- Como anunciado, utilizam-se as mesmas unidades propostas pela Alternativa 1 e 2;
- Adicionalmente, em função do Cloreto Férrico que é necessário para completar o processo, adotam-se as mesmas unidades definidas anteriormente, que também serão adotadas para a Alternativa 4, descrita adiante.

Alternativa 3: MBBR + Flotação – sem emissário – late Clube



2.3 Processo Anaeróbio a Nível Secundário, COM EMISSÁRIO (ALTERNATIVA 4 E 5) – UASB + FLOTAÇÃO

A ETE PROMABEN na versão UASB seguido de Flotação por Ar Dissolvido, de forma alternativa ao MBBR também seguido de Flotação por Ar Dissolvido, contém as seguintes características relativas:

- Considera-se a aplicação de Cal, Cloreto Férrico adicionalmente ao Polímero para a Floculação na fase de Flotação;
- A dosagem média de Cal Hidratada será considerada como sendo de 40 mg/L (19,2 Kg/h) e de Cloreto Férrico de 100 mg/L (48 Kg/h), adicionalmente à mesma dosagem média de polímero de 2,7 Kg/dia, esta adotada / considerada para a Alternativa “MBBR”; Os consumos são detalhados com base nos itens adiante;
- Para o condicionamento com produto químico do efluente anaeróbio, adota-se uma Câmara Adicional para Floculação, com tempo de 10 minutos, precedido de um Tanque de Mistura Rápida para 1 minuto (Referência: Miguel Mansur Aisse, Décio Jurgensen e Pedro Além para este processo em Artigo PUC, Curitiba para a ETE Cambuí e Piloto na Cidade de Ponta Grossa, 1994);
- A Flotação por Ar Dissolvido será considerada idêntica à apresentada para a Alternativa “MBBR”;
- Em função do Perfil Hidráulico considerado com a Opção de Peneiras e Decantadores Retangulares (em concreto) para esta Alternativa, a ETE do Efluente do Tratamento Primário terá a mesma especificação da elevatória proposta para a Alternativa MBBR, porém tendo o Poço de Sucção abaixo do nível do terreno;
- Os Flotadores, a Desinfecção e o Emissário Subaquático terão nesta opção o perfil hidráulico idêntico ao da Alternativa “MBBR”.

Esta alternativa de processo de tratamento originalmente previsto para a ETE PROMABEN advém da oportunidade de avaliar as vantagens de se ter uma segunda ETE similar à ETE UNA, recentemente aprovada pela COSANPA e Meio Ambiente, segundo projeto do “Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento – GPHS / Setor Profissional do Campus Guamá da UFPA”.

As diretrizes que nortearam a concepção do projeto para esta alternativa foram similares à ETE Alternativa “MBBR”, exceto pela remoção de Nitrogênio Amoniacal, segundo a Referência apresentada no Item Anterior (Miguel Mansur Aisse e outros):

- pH entre 6,0 e 9,0;
- Temperatura < 40° C;
- $\text{DBO}_{5,20} < 40 \text{ mg/L}$;
- $\text{DQO} < 150 \text{ mg/L}$;
- Sólidos sedimentáveis < 1,0 mL/L, 1 hora em cone Imhoff;
- Sólidos suspensos < 40 mg/L;
- Fósforo total 75 % de eficiência ou 2 mg/L P;

- Nitrogênio amoniacal: Não esperada;

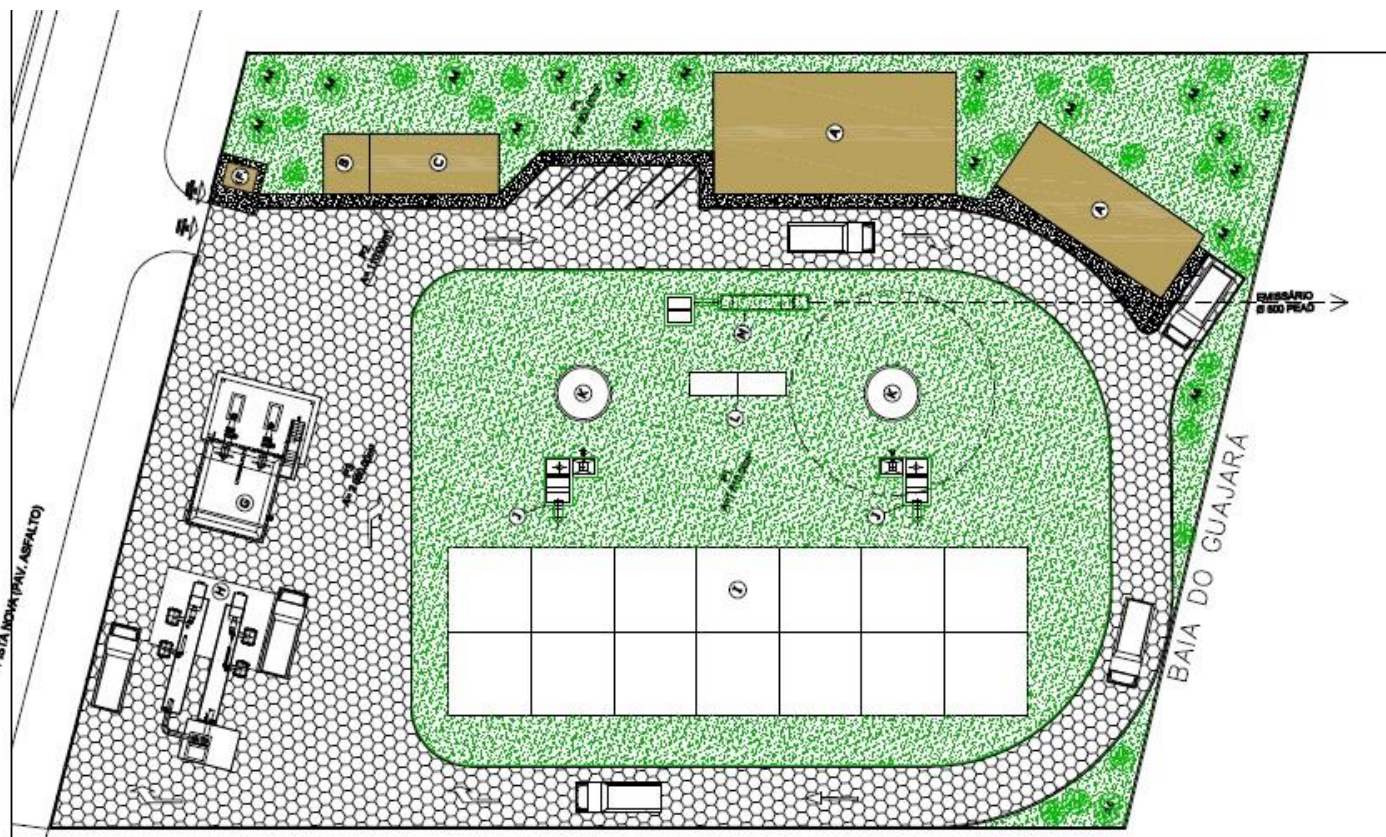
- Coliformes termotolerantes, 99 % de eficiência ou 10^3 NMP/100 mL.

O efluente do UASB passará pelas unidades de flotação por Ar Dissolvido e Desinfecção por Ultravioleta, antes de ser lançado por Emissário Subaquático, dimensionado para uma diluição mínima de 1:100.

A questão da não remoção de Nitrogênio, mencionada acima, dependerá da Diluição no Lançamento no Rio Guamá. Ou seja, esta alternativa é apresentada para efeito comparativo, a ser apreciado pela COSANPA e Meio Ambiente, já que a mesma não cumpre o CONAMA 430 / 2011, a exemplo da Alternativa “MBBR”.

Entende-se assim que a aprovação desta alternativa, embora objetiva-se aqui a apresentação de uma Análise Econômico – Financeira, a exemplo da Opção “MBBR”, sua aprovação ou viabilidade Técnica dependerá dos Órgãos acima mencionados.

Alternativa 4: UASB + Flotação – Secundário- com emissário – late Clube



LEGENDA:

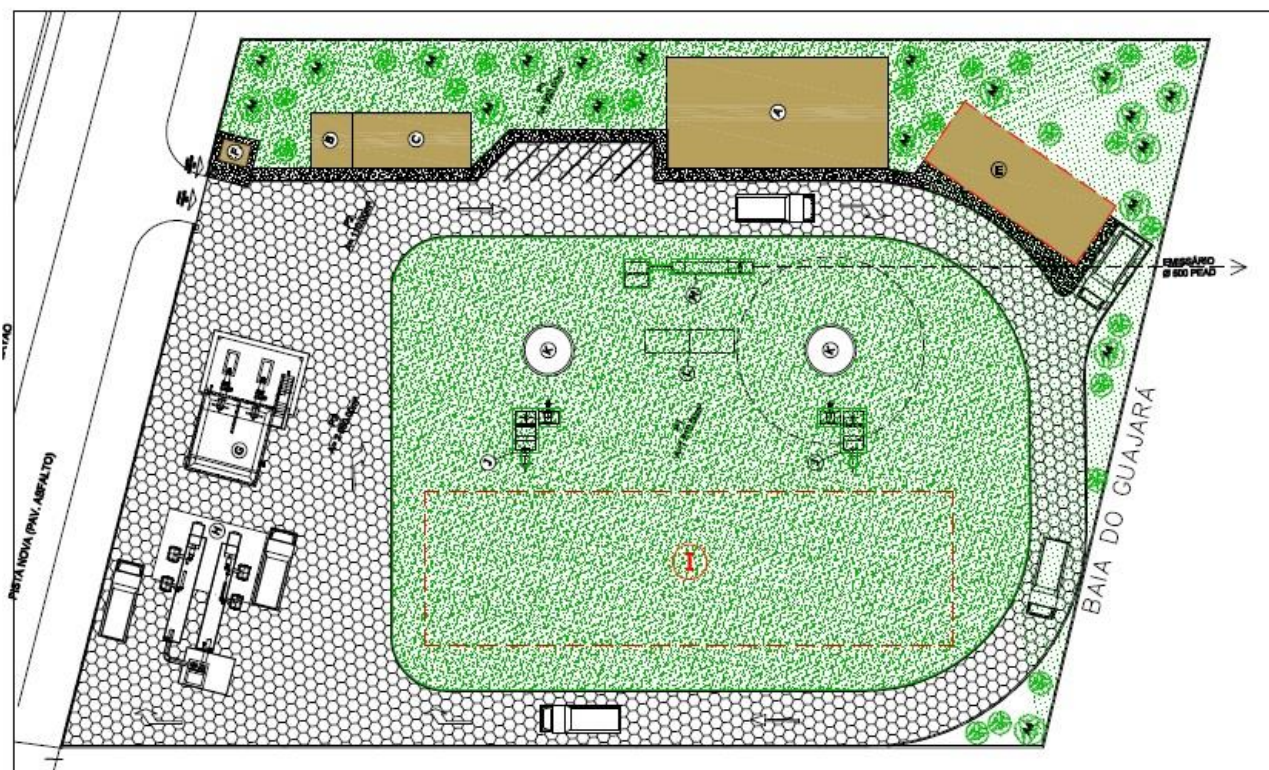
A - PRÉDIO ADMINISTRATIVO
B - GRUPO GERADOR
C - SUBESTAÇÃO
D - CASA DE SOPRADORES

E - PRÉDIO CENTRÍFUGAS
F - GUARITA
G - PENEIRAS / DESANERADORES
H - ELEVATÓRIA

I - REATOR UASB
J - CX. DO FLOCURADOR E DO LODO DECANTADO
K - CÂMARA ANÓXICA
L - FILTRO MECÂNICO

M - ULTRA VIOLETA

Alternativa 5: UASB (Etapalização) – Secundário- com emissário – late Clube



LEGENDA:

A - PRÉDIO ADMINISTRATIVO	E - PRÉDIO CENTRÍFUGAS (2ª ETAPA)	I - REATOR UASB (2ª ETAPA)	M - ULTRA VIOLETA
B - GRUPO GERADOR	F - GUARITA	J - CX. DO FLOCURADOR E DO LODO DECANTADO	
C - SUBESTAÇÃO	G - PENEIRAS / DESANERADORES	K - CÂMARA ANÓXICA	
	H - ELEVATÓRIA	L - FILTRO MECÂNICO	

2.3.1 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO/BIOLÓGICO

2.3.1.1 Tratamento preliminar

a) Grade manual

O gradeamento destinado à remoção dos sólidos grosseiros carregados pelos esgotos será composto por grade manual de barras inclinadas (60°), com 2,5 cm de espaçamento entre barras. Serão duas grades, de acordo com os detalhes do projeto, uma para cada canal da caixa de areia, ocupando a largura total de 0,90 m de cada canal. A limpeza das grades será manual, com a utilização de rastelo.

- Características das grades:

abertura "a" = 2,5 cm;

espessura “t” = 1,0 cm.

- Eficiência da grade:

$$E = 2,5 / (2,5 + 1,0) = 0,714$$

- Lâmina de líquido a montante da garganta do Parshall de $W = 1,5' = 45,7$ cm (de acordo com o dimensionamento da caixa de areia, em item subsequente):

para $Q_{\text{média}} = 128$ L/s, Lâmina de 26 cm;

para $Q_{\text{máxima}} = 210$ L/s, Lâmina de 35 cm.

- velocidade no canal da grade para $Q_{\text{máx}}$ (situação mais crítica):

$$H_o = 0,35 \text{ m}$$

$$b = 0,90 \text{ m (adotado)}$$

$$A = 0,325 \text{ m}^2$$

$$V_o = Q_{\text{máx}} / A = 0,210 / 0,325 = 0,65 \text{ m/s}$$

- Velocidade na grade limpa para $Q_{\text{máx}}$ (situação mais crítica):

$$H_o = 0,35 \text{ m}$$

$$b = 0,90 \text{ m}$$

$$A = 0,325 \text{ m}^2$$

$$A_U = A \times E = 0,325 \times 0,714 = 0,232 \text{ m}^2$$

$$V = Q_{\text{máx}} / A_U = 0,210 / 0,232 = 0,90 \text{ m/s}$$

- Perdas de carga na grade limpa para $Q_{\text{máxima}}$ (situação mais crítica):

$$h = \frac{V^2 - V_o^2}{2g} \times \frac{1}{0,7} = \frac{(0,90)^2 - (0,65)^2}{2g} \times \frac{1}{0,7} = 0,028 \text{ m}$$

- Perda de carga na grade suja (50 % obstruída), para $Q_{\text{máx}}$ (situação mais crítica):

$$h = \frac{(1,80)^2 - (0,65)^2}{2g} \times \frac{1}{0,7} = 0,205 \text{ m} \Rightarrow \text{Adotado } h = 0,20 \text{ m}$$

2g 0,7

b) Caixa de areia e dispositivos de medição de vazão/acumulação e remoção de areia

Serão dois canais de caixa de areia, um operativo e um de reserva.

- *Medidor Parshall selecionado:*

Para controle da velocidade de escoamento do líquido nos canais da caixa de areia, frente a vazão máxima afluyente, selecionou-se uma calha ou medidor Parshall com garganta $W = 1,5'' = 45,7 \text{ cm}$, que permite a medição de vazão entre 4,25 e 696,2 L/s.

- *Lâminas de água imediatamente a montante da garganta do medidor:*

Para um Parshall com $W = 1,5''$, tem-se $K = 1,054$ e $n = 1,538$. As lâminas resultam:

$$Q = KH^n ; H = (Q / K)^{1/n}$$

$$\text{Para } Q_{\text{mínimo}} = 78 \text{ L/s} \Rightarrow H = 18,5 \text{ m};$$

$$\text{Para } Q_{\text{média}} = 128 \text{ L/s} \Rightarrow H = 0,26 \text{ m};$$

$$\text{Para } Q_{\text{máxima}} = 210 \text{ L/s} \Rightarrow H = 0,35 \text{ m}.$$

- *Ressalto Z:*

$$Q_{\text{mínimo}} = H_{\text{mínimo}} - Z$$

$$Q_{\text{máximo}} = H_{\text{máximo}} - Z$$

$$0,0775 = 0,185 - Z \Rightarrow Z = 0,0884 \text{ m} \text{ Adotou-se } Z = 0,09 \text{ m (padronização)}$$

$$0,2100 \quad 0,350 - Z$$

- *Altura H_o das lâminas na caixa de areia:*

$$\text{Para } Q(77,5 \text{ L/s}) = H - Z = 0,185 - 0,09 = 0,095 \text{ m};$$

$$\text{Para } Q(128 \text{ L/s}) = 0,29 - 0,09 = 0,20 \text{ m};$$

$$\text{Para } Q(209 \text{ L/s}) = 0,35 - 0,09 = 0,26 \text{ m}.$$

- *Largura da seção transversal dos canais, para a situação mais crítica (considerou-se um canal operativo e um de reserva, ou de "by pass"). Nos cálculos seguintes, "b" é a largura de cada canal.*

$$A = H_0 \times b = 0,26 \times b$$

$$Q = A \times V \therefore A = Q / V$$

$$0,26 \times b = Q / V \therefore b = Q / (0,26 V)$$

para $Q = 210 \text{ L/s}$, $V = 0,30 \text{ m/s}$ (arbitrado):

$$b = \frac{0,210}{0,26 \times 0,30} = 2,70 \Rightarrow \text{Adotado } b/2 = 1,35 \text{ m} \Rightarrow 2 \text{ CANAIS}$$

$$0,26 \times 0,30$$

Corrigindo-se a velocidade, tem-se:

$$V = \frac{0,210/2}{0,26 \times 1,35} = 0,290 \text{ m/s} \Rightarrow \text{OK!!!}$$

$$0,26 \times 1,35$$

- Verificação das velocidades:

Verificação das velocidades na caixa de areia				
Vazão (L/s)	H (m)	$H_0 = H - Z$ (m)	$A = H_0 \times b$ (m ²)	$V = Q/A$ (m/s)
$Q = 78$	0,185	0,095	0,2565	0,304
$Q = 128$	0,29	0,20	0,540	0,333
$Q = 209$	0,35	0,26	0,702	0,299

Obs.: Como $0,20 \leq V \leq 0,40 \text{ m/s}$ (OK!!!)

- Comprimento útil dos canais da caixa de areia:

$$L = 22,5 \times H_0 = 22,5 \times 0,26 = 5,85 \text{ m} \Rightarrow \text{Adotado } L = 6,0 \text{ m}$$

- Área da superfície da caixa de areia:

$$A_S = L \times b = 6,0 \times 2,70 = 16,2 \text{ m}^2$$

- Verificação da taxa de aplicação superficial:

$$\tau_{(107,7 \text{ L/s})} = \frac{0,078 \times 86.400 \text{ m}^3/\text{d}}{16,2 \text{ m}^2} = 416 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$$

$$16,2 \text{ m}^2$$

$$\tau_{(139,4 \text{ L/s})} = \frac{0,128 \times 86.400 \text{ m}^3/\text{d}}{16,2 \text{ m}^2} = 683 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$$

$$16,2 \text{ m}^2$$

$$\tau_{(190 \text{ L/s})} = \frac{0,210 \times 86.400 \text{ m}^3/\text{d}}{16,2 \text{ m}^2} = 1.120 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$$

Por ocasião da limpeza do canal operativo, a vazão que lhe corresponde será temporariamente encaminhada ao canal de desvio ou “by pass”. O desvio dos esgotos será realizado pelo acionamento dos “stop-logs” previstos para tal fim.

Os canais da caixa de areia foram projetados de forma a possibilitar a convergência da areia para o centro físico de cada canal. Deste ponto, a areia será retirada pelo acionamento manual de registros de DN 150, um para canal, e descarregada diretamente no veículo coletor para encaminhamento ao aterro sanitário municipal.

De acordo com a bibliografia (Design of Small Grit Channels, de G.V.R. Marais, 1971), a quantidade de material retido na caixa de areia pode ser calculada da seguinte forma:

$$q = \frac{Q_{\text{méd}} \times 75}{1.000} = \frac{128 \times 86,4 \times 75}{1.000} = 830 \text{ L/d} = 0,830 \text{ m}^3/\text{d}$$

Supondo uma limpeza a cada 7 dias, a profundidade útil (mínima) dos depósitos inferiores de cada canal de caixa de areia deve ser:

$$p = \frac{q \times t}{A} = \frac{0,83 \times 7}{16,2} = 0,359 \text{ m} \Rightarrow \text{Adotado c/ folga} = 0,45 \text{ m}$$

- Dispositivo de medição de vazão:

A medição de vazão será realizada através de régua milimetrada colocada verticalmente do lado interno de cada canal de caixa de areia, para montante da seção de controle (garganta do Parshall). A régua terá sua parte inferior coincidente com a base da seção de controle, o que permitirá ao operador, mediante a verificação da altura da lâmina que esteja ocorrendo, avaliar a vazão afluyente ao tratamento.

c) Alimentação dos reatores anaeróbios de fluxo ascendente

Conforme definido anteriormente, a ETE será composta por dois módulos de vazão, constituídos, cada um, em sua fase líquida, por um reator anaeróbio de fluxo ascendente (reator UASB), um flotador por ar dissolvido; A desinfecção será por Ultravioleta. Os lodos gerados nos reatores anaeróbios, floculadores e decantadores serão desidratados mecanicamente.

A alimentação de cada reator anaeróbio dar-se-á pela conexão da extremidade de jusante da caixa de areia com as coroas de distribuição projetadas na parte superior de cada reator, através de tubulações de ferro fundido.

O dimensionamento da tubulação será realizado a partir das equações de Darcy-Weisbach e Colebrook-White, e da adotada para perdas singulares, já reportadas.

- Vazão máxima efluente da caixa de areia:

$$Q = 210 \text{ L/s}$$

- Vazão máxima afluyente a cada reator anaeróbio:

$$Q_{\text{reator}} = \frac{210 \text{ L/s}}{2} = 105 \text{ L/s}$$

O tempo de detenção nos Reatores será adotado em 9 horas, em função da temperatura mínima do afluyente poder atingir 19° C. Para cada um dos módulos com lâmina média de 5,3 metros, resulta em área superficial por módulo de:

- Área Superficial Interna: $128 \text{ L/s} \times 9 \text{ horas} / 5,3 \text{ m} / 2 = 24,0 \text{ m por } 16,0 \text{ m}$ (ver adiante a justificativa).

d) Coroas de alimentação dos reatores/compartimentos e tubos de distribuição

O líquido já destituído dos sólidos grosseiros e dos sólidos minerais removidos na caixa de areia é conduzido por tubulação (de acordo com os cálculos constantes do tópico anterior) e descarregado em quatro coroas de alimentação, projetadas na parte superior de cada reator.

Cada coroa alimentadora consiste de uma placa de fibra de vidro, com 1,6 m de diâmetro, na qual foram recortados 30 vertedores triangulares com 90°, aos quais corresponderão 30 compartimentos, de onde partirão 30 tubos de PEAD DN 75, com espessura de parede (e) igual a 2,9 mm, que distribuirão o fluxo no fundo do reator. O diâmetro interno deste tubo é de 69,2 mm.

- Vazão nos vertedores triangulares recortados na coroa de alimentação:

A vazão máxima afluyente aos dois reatores (dois módulos de vazão) é de 210 L/s, resultando por reator (ou módulo) a vazão de 105 L/s. Tendo-se quatro coroas de alimentação por reator, cada uma com 30 vertedores, totaliza-se 120 vertedores/reator Logo:

$$Q_{\text{vert}} = \frac{105 \text{ L/s}}{120} = 0,875 \text{ L/s}$$

- Lâmina em cada vertedor:

Utilizando-se a equação de Thomson para a verificação da lâmina em cada vertedor, tem-se:

$$Q = 1,4 \times H^{5/2} \quad \text{ou} \quad H = (Q / 1,4)^{2/5}$$

Assim:

$$H = (0,000875 \text{ m}^3/\text{s} / 1,4)^{2/5} = 0,052 \text{ m}$$

- Número de compartimentos/tubos distribuidores:

O número de compartimentos é dependente do número de tubos distribuidores que direcionarão o esgoto para o fundo dos reatores. O número de tubos depende, por sua vez, da área do fundo e da área de influência adotada para cada tubo distribuidor. A decisão em torno do número de distribuidores pode ser tomada também em função do tipo de lodo e das cargas orgânicas aplicadas ao sistema. Para o caso de reatores tratando esgotos domésticos, normalmente desenvolve-se um lodo do tipo flocculento, com características de concentração média a elevada, correspondendo à cargas entre 1,0 e 3,0 Kg.DQO/m³.d, e à influência dos tubos distribuidores entre 1,5 a 4,0 m². Tendo sido adotados 30 tubos por coroa alimentadora, 120 tubos por reator, resulta a seguinte área de influência por tubo (para dimensões em planta de um reator de 24 x 17,5 m):

$$N_d = \frac{A}{A_d} = \frac{24 \text{ m} \times 17,5 \text{ m}}{3,5 \text{ m}^2} = 120 \quad (\text{ok})$$

$$A_d = 3,5 \text{ m}^2 \quad 120 \text{ tubos}$$

- Lâmina em cada compartimento receptor do líquido vertido:

O dimensionamento das tubulações encaminhadoras do esgoto para a parte inferior dos reatores, foi realizado a partir das equações já anteriormente referidas de Darcy-Weisbach e Colebrook-White (com rugosidade 0,002 mm para PEAD), e do modelo função do tipo de singularidade para o cômputo das perdas localizadas.

Para as tubulações de PEAD DN 75, diâmetro interno de 69,2 mm, adotadas para encaminhar os esgotos para a parte inferior dos reatores, obteve-se:

$$L = 9,80 \text{ m (adotada)}$$

$$Q = 0,875 \text{ L/s} = 0,000875 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$f = 0,0282$$

$$V = 0,23 \text{ m/s}$$

$$\Delta H_L = 0,010 \text{ m}$$

$$\Delta H_S = \frac{\sum k \times V^2}{2g}$$

$$\text{. entrada normal } k = 0,50$$

$$\text{. saída de tubulação..... } k = 1,00$$

$$\sum k = 1,50$$

$$\Delta H_S = 0,004 \text{ m}$$

$$\Delta H_T = 0,010 + 0,004 = 0,014 \text{ m} \quad \textbf{(desprezível)}$$

A perda de carga calculada representa a carga hidráulica necessária para o escoamento do líquido pela tubulação projetada, que operará assim como conduto forçado por gravidade, encaminhando os esgotos para a base dos reatores.

2.3.2 Características por reatores anaeróbios

Os cálculos das unidades de tratamento primário serão desenvolvidos para um módulo e adotados para os demais. O projeto das canalizações e unidades de integração entre módulos é apresentado para os dois módulos.

2.3.2.1 Número de unidades (módulos) e vazão utilizada no dimensionamento

Para o tratamento primário dos esgotos que afluem à ETE PROMABEN aos dois módulos UASB operando em paralelo. Esses reatores, com grande tempo de detenção hidráulica, apresentam excepcional possibilidade de acumulação e assim, de acomodação dos volumes variáveis que ocorrem com os esgotos durante um dia. Além disso, ao se estabelecer a relação entre a carga orgânica e esta vazão média, obtém-se concentrações de DBO_5 maiores que as que se obteria ao se relacionar a carga com a vazão máxima; assim, o

dimensionamento com base na vazão média resulta conservador, favorecendo tecnicamente a solução e critérios propostos.

Adotou-se como vazão média de dimensionamento de cada um dos dois módulos da ETE PROMABEN a correspondente a 64 L/s. Logo:

$$Q_{\text{módulo}} = 64 \text{ L/s}$$

Conforme já reportado, os cálculos das unidades de tratamento primário e secundário serão desenvolvidos para um módulo e adotados para o outro. Os projetos das canalizações e unidades de integração entre módulos serão elaborados para os dois módulos previstos.

2.3.2.2 Concentração de matéria orgânica

Como concentrações de DBO_5 e DQO, o EC fixou para o caso presente:

$$\text{DBO}_5 = 360 \text{ mg/L}$$

$$\text{DQO} = 720 \text{ mg/L}$$

2.3.2.3 Volume total, altura útil e área superficial de cada reator ou módulo

Ao nível do conhecimento atual, são quatro os principais critérios/variáveis básicos para o projeto de reatores anaeróbios com manta de lodo:

- Tempo de detenção hidráulica no reator, em h;
- Taxa de aplicação volumétrica no reator, em $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{d}$;
- Tempo de detenção hidráulica nos compartimentos de decantação, em h;
- Taxa de aplicação superficial nos compartimentos de decantação, $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{d}$.

No caso em estudo, considerou-se como fatores mais relevantes para o projeto dos reatores, o tempo de detenção hidráulica e a taxa de aplicação superficial na câmara de decantação. Outro aspecto importante a ser considerado no dimensionamento da unidade, é a temperatura, pode atingir valores da ordem de 19°C nos meses mais frios. É sabido que tais temperaturas não são as mais adequadas para tratamento anaeróbio. Ao mesmo tempo, a bibliografia recomenda que para temperaturas entre 16° e 19°C , os tempos de detenção hidráulica mínimos devam ficar compreendidos entre 6 e 9 horas. Com vistas à obtenção da máxima eficiência possível, julgou-se adequado fixar um tempo de detenção hidráulica igual a 9 h, objetivando à compensação de eventuais perdas de eficiência impostas por baixas temperaturas.

- Volume total e altura útil de cada reator:

Sendo o tempo de detenção hidráulica igual a 9 h, tem-se para volume:

$$V = 0,064 \text{ m}^3/\text{s} \times 86.400 \text{ s} \times 9/24 = 2.074 \text{ m}^3$$

A altura útil foi fixada em 5,3 m.

- Área superficial de cada reator:

Para a altura útil igual a 5,3 m, necessita-se uma área superficial de:

$$A = 2.074 \text{ m}^3 / 5.3 \text{ m} = 391 \text{ m}^2$$

- Dimensionais em planta:

Adotou-se largura e comprimento úteis de 24 m e 16 m, respectivamente. Para estes dimensionais, resultam área, volume e tempo de detenção hidráulica corrigidos de:

$$A = 24 \text{ m} \times 16 \text{ m} = 384 \text{ m}^2$$

$$V = 384 \text{ m}^2 \times 5,3 \text{ m} = 2.035 \text{ m}^3$$

$$t = \frac{2.035 \text{ m}^3}{0,064 \text{ m}^3/\text{s} \times 86.400 \text{ s}} = 8,83 \text{ h}$$

$$0,064 \text{ m}^3/\text{s} \times 86.400 \text{ s}$$

2.2.3.4 Câmara de decantação

Adotaram-se separadores trifásicos a serem instalados na parte superior dos reatores, objetivando a permanência do lodo anaeróbio na parte inferior destes, estabelecendo-se assim idades de lodo elevadas, e a separação do gás contido na mistura líquida, com condições as melhores possíveis para sedimentação nos compartimentos de decantação. Os separadores terão campânulas superiores (que serão os compartimentos de decantação) afixados nas câmaras de acumulação de gás, apoiando-se em campânulas inferiores de concreto, que dotadas de furos em pontos estratégicos, facilitarão a retirada do gás das câmaras digestoras.

- Características dos separadores trifásicos:

Adotaram-se para as paredes laterais das campânulas superiores a inclinação de 52° graus, altura útil aproximada de 1,30 m e largura da base de 2,30 m. Para as campânulas inferiores,

em concreto, a inclinação das paredes será de 53° graus, altura útil de 0,35 m e larguras da base de 0,525 (útil) e 0,90 m (total).

- Comprimento e largura da área de decantação:

Será de 24 x 16 m, conforme explicitado anteriormente.

- área de decantação:

$$A = 24 \times 16 = 384 \text{ m}^2$$

- Volume de decantação:

É composto pelos volumes dos troncos de pirâmides das campânulas superiores:

$$V_d = \frac{[(2,3 + 0,65) \times 1,3 \times 17,5] \times 8}{2} = 268 \text{ m}^3$$

- Tempo de detenção hidráulica:

$$t = \frac{V_d}{Q} = \frac{268 \text{ m}^3}{0,064 \times 3.600 \text{ m}^3/\text{h}} = 1,24 \text{ h} \quad (\text{OK!})$$

- Taxa de aplicação superficial:

$$\tau_s = \frac{0,064 \times 3.600 \text{ m}^3/\text{h}}{384 \text{ m}^2} = 0,60 \text{ m/h} \quad (\text{OK!})$$

13.3.1 2.3.2.4 Câmara de digestão

Considerou-se como volume das câmaras de digestão àquele determinado pela diferença entre o volume total do reator e o volume determinado para decantação.

Como o processo é anaeróbio, o dimensionamento será desenvolvido com base na carga de DQO afluente ao tratamento.

- Carga total de DQO afluente ao tratamento:

$$\text{Carga total de DBO} = 3.982 \text{ kg DBO/d (360 mg/L, 128 L/s)}$$

$$\text{Carga total de DQO} = 7.964 \text{ kg DQO/d}$$

- Largura da câmara de digestão:

$$B = 24 \text{ m}$$

- Comprimento da câmara de digestão:

$$L = 16,0 \text{ m}$$

- Volume de cada reator:

$$V = 2.035 \text{ m}^3$$

- Volume da câmara de digestão:

O volume útil da câmara de digestão é o volume total calculado menos o volume ocupado para decantação. Resulta, assim:

$$V_{\text{digestor}} = V_{\text{total}} - V_{\text{decantação}} = 2.035 \text{ m}^3 - 268 \text{ m}^3 = 1.767 \text{ m}^3$$

- Verificação da carga orgânica volumétrica aplicada:

A carga orgânica volumétrica aplicada ao reator será:

$$\text{COV} = \frac{(7.964 / 2) \text{ kg.DQO/d}}{1.767 \text{ m}^3} = 2,25 \text{ kg.DQO/m}^3.\text{d}$$

Para esgotos domésticos, de baixa concentração, como é o caso em pauta, recomendam-se taxas inferiores a 2,5 - 3,0 kg.DQO/m³.d. Logo, o dimensionamento está correto.

- Verificação da carga hidráulica volumétrica aplicada:

A carga hidráulica volumétrica aplicada a cada reator é:

$$\text{CHV} = \frac{0,064 \times 86.400 \text{ m}^3/\text{d}}{1.767 \text{ m}^3} = 3,13 \text{ m}^3/\text{m}^3.\text{d} \quad (< 5,0 \text{ m}^3/\text{m}^3.\text{d}) \quad (\text{OK!})$$

- avaliação da produção de metano:

A produção teórica de metano na câmara digestora pode ser estimada a partir das equações:

$$\text{DQO}_{\text{CH}_4} = Q_{\text{REATOR}} \times [(S_o - S) - Y_{\text{obs}} \times S_o]$$

Nesta equação, S_o e S são as DQOs afluente e efluente dos reatores anaeróbios.

De acordo com a bibliografia, as eficiências na remoção de carga orgânica por reatores anaeróbios de fluxo ascendente, como é o caso em pauta, podem ser avaliadas pelas expressões:

$$E_{DBO} = 100 \times (1 - 0,70 \times t_{di}^{-0,50})$$

$$E_{DQO} = 100 \times (1 - 0,68 \times t_{di}^{-0,35})$$

onde

E_{DBO} = eficiência dos digestores anaeróbios na remoção de DBO (%);

E_{DQO} = eficiência dos digestores anaeróbios na remoção de DQO (%);

$t_{digestão}$ = tempo de detenção hidráulica na câmaras de digestão (h);

0,70 , 0,50 , 0,68 e 0,35 = constantes empíricas.

Considerando-se conservadoramente que o tempo de detenção no reator refere-se somente ao tempo de detenção na câmara digestora, tem-se:

$$t_{digestão} = \frac{1.767 \text{ m}^3}{0,064 \times 3.600 \text{ m}^3/\text{h}} = 7,67 \text{ h}$$

Obtém-se, assim:

$$E_{DBO} = 100 \times (1 - 0,70 \times 7,67^{-0,50}) = 75 \%$$

$$E_{DQO} = 100 \times (1 - 0,68 \times 7,67^{-0,35}) = 67 \%$$

As eficiências calculadas o foram com base em constantes empíricas, determinadas para temperaturas que oscilavam entre 16 e 19° C. Para a situação de observações recentes de UASBs, entretanto, a eficiência típica tem variado entre 50 e 60%, tanto para DBO quanto para DQO, sendo típica por volta de 60% tendo lodo descartado pelos 2,2% de concentração (máximo de 2,6%) de sólidos totais. Assim, visando o perfeito funcionamento da ETE PROMABEN, considerando as condições climáticas locais, e a garantia de padrões de emissão satisfatórios, fixaram-se conservadoramente eficiências alguns pontos percentuais inferiores às verificadas para a vazão de dimensionamento. Serão elas:

$$E_{DBO} = 60 \%$$

$$E_{DQO} = 60 \%$$

Resultam as seguintes concentrações de matéria orgânica efluente do reator anaeróbio:

$$S_{DBO} = 360 \text{ mg/L} - (360 \text{ mg/L} \times 0,60) = 144 \text{ mg/L}$$

$$S_{DQO} = 720 \text{ mg/L} - (720 \text{ mg/L} \times 0,60) = 288 \text{ mg/L}$$

Assumiu-se os 60 % de eficiência para remoção de DQO, conforme considerações anteriores. Y_{obs} refere-se à produção global de sólidos no sistema, que incorpora tanto a acumulação de sólidos não biodegradáveis no lodo, quanto o crescimento e o decaimento de microrganismos. Essa variável, de acordo com a experiência brasileira, está compreendida entre 0,11 e 0,23 kg.DQOlodo/kg.DQOapl. Adotar-se-á, neste trabalho, $Y_{obs} = 0,21$ kg.DQOlodo/kg.DQOapl. Obtém-se, assim, para cada reator:

$$DQO_{CH_4} = 0,064 \times 86.400 \text{ m}^3/\text{d} \times [(0,288) \text{ kg.DQO/m}^3 - 0,21 \text{ kg.DQOlodo/kg.DQOapl} \times 0,720 \text{ kg.DQO/m}^3]$$

$$DQO_{CH_4} = 756 \text{ kg.DQO/d}$$

A conversão da massa de metano em produção volumétrica pode ser feita através das equações:

$$Q_{CH_4} = \frac{DQO_{CH_4}}{K(t)}$$

$$K(t)$$

onde

Q_{CH_4} = produção volumétrica de metano (m^3/d);

$K(t)$ = fator de correção para a temperatura operacional do digestor (kg.DQO/m^3).

$$K(t) = \frac{P \times K}{R \times (273 + t)}$$

$$R \times (273 + t)$$

onde

P = pressão atmosférica (1 atm);

K = DQO correspondente a um mol de CH_4 (64 g DQO/mol);

R = constante dos gases (0,08206 atm.L/mol. $^{\circ}\text{K}$);

t = temperatura operacional no mês mais frio.

Para uma temperatura do esgoto no mês mais frio da ordem de 19°C , resulta:

$$K(t) = \frac{(1 \text{ atm} \times 64 \text{ g DQO/mol})}{R \times (273 + t)} = 2,76 \text{ kg DQO/m}^3$$

$$0,08206 \text{ atm.L/mol.}^{\circ}\text{K} \times (273 + 19^{\circ} \text{ C})$$

$$Q_{\text{CH}_4} = \frac{1.011 \text{ kg.DQO/d}}{2,76 \text{ kg DQO/m}^3} = 366 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$2,76 \text{ kg DQO/m}^3$$

Tratando-se de esgotos domésticos, como é o caso em estudo, os teores de metano no biogás são geralmente da ordem de 70 a 80 %. Adotando-se 75 %, resultou:

$$Q_{\text{biogás}} = Q_{\text{CH}_4} \times 0,75 = \frac{366 \text{ m}^3/\text{d}}{0,75} = 488 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$0,75 \quad 0,75$$

- coletores de gás/acumuladores:

O gás coletado pelas tubulações projetadas nas campânulas inferiores será direcionado, para a parte superior do reator, onde foram previstos oito compartimentos coletores de gás. Esses compartimentos terão o comprimento de aproximadamente 16 m (descontando-se a largura do canal coletor de líquido clarificado) e largura de 0,3 m cada uma. Portanto, ter-se-á a seguinte área total acumuladora de gases:

$$A_g = 8 \times (16 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) = 38,4 \text{ m}^2$$

A taxa de liberação de gás no reator será:

$$\tau_g = Q_{\text{biogás}} / A_g = (488 \text{ m}^3/\text{d}) / 38,4 \text{ m}^2 = 0,53 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$$

24

A configuração do separador trifásico permite pressupor-se a formação de uma adequada interface líquido-gás nos coletores de gases, suficiente para permitir a fácil liberação do gás “retido” no lodo, embora o resultado obtido seja inferior aos valores desejáveis, em torno de $1,0 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$.

2.3.3 Tratamento do biogás

O biogás proveniente da degradação do material orgânico será encaminhado para um biofiltro de carvão ativado, que atenderá aos dois reatores ou módulos. Tem-se, assim:

- Vazão de gás afluyente à unidade de biofiltração:

$$Q_{\text{biogás}} = 488 \text{ m}^3/\text{d} \times 2 \text{ módulos} = 976 \text{ m}^3/\text{d} = 41 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Tubulação de encaminhamento do biogás para o biofiltro:

O biogás será encaminhado à unidade filtrante de carvão ativado, através de tubulação de PVC CL-15 com diâmetro nominal de 75 mm.

- Altura do biofiltro/composição dos leitos de sustentação e filtrante:

O biofiltro terá 2,0 m de altura total, assim distribuído (sentido ascensional):

- . fundo falso de 0,50m;
- . Laje pré-moldada de concreto com espessura de 10 cm, e um mínimo de 100 furos de 1”;
- . 55 cm de leito de sustentação, com a seguinte composição:
- . 20 cm de cascalho com diâmetro entre 25,4 e 50,8 mm;
- . 10 cm de cascalho com diâmetro entre 12,7 e 25,4 mm;
- . 8 cm de cascalho com diâmetro entre 6,7 e 12,7 mm;
- . 10 cm de areia com diâmetro médio de 7 mm;
- . 7 cm de areia com diâmetro médio de 3 mm.
- . 55 cm de carvão ativado com diâmetro entre 2,5 e 3,0 mm;
- . 30 cm de “free-board” entre a superfície de carvão ativado e a laje cobertura do biofiltro.

Esta camada conectar-se-á com a atmosfera através de tubo condutor de ferro galvanizado com diâmetro de 1”, comprimento aproximado de 1,60 m, na extremidade do qual previu-se um queimador (flare), para o tratamento complementar biogás.

- Área da unidade de biofiltração:

Considerando-se que o filtro terá 1,5 m de diâmetro, a sua área de filtração será de:

$$A_f = \frac{\pi \times (1,5)^2}{4} = 1,77 \text{ m}^2$$

- Taxa de aplicação volumétrica:

A vazão de biogás é de 41 m³/h. Considerando-se que o horizonte de carvão ativado é de 0,55 m, para uma área de 1,77 m² do biofiltro, resulta um volume de filtração de:

$$V_f = 0,55 \times 1,77 = 0,97 \text{ m}^3$$

Para taxa de aplicação volumétrica resulta, então:

$$\tau_v = \frac{41 \text{ m}^3/\text{h}}{0,97 \text{ m}^3} = 42 \text{ m}^3/\text{m}^3.\text{h}$$

Normalmente, unidades desta natureza são dimensionadas para taxas de aplicação entre 20 e 300 m³/m³.h. É presumível que para as condições estabelecidas neste estudo, obtenha-se

bom desempenho no biofiltro projetado. É importante alertar, no entanto, que deverá ser realizado controle permanente da concentração de metano no âmbito nas câmaras acumuladoras, no reator anaeróbio; isto poderá ser feito mediante o acoplamento de amostrador na tubulação de saída do gás das câmaras, coleta do gás e seu envio para análise cromatográfica. Resultando concentrações que excedam 20 % do gás em volume, à tubulação que interliga as câmaras ao biofiltro deverá ser acoplada bomba de sucção que facilite a passagem do biogás pela unidade filtrante, vencendo as perdas de carga naturais impostas pelo material constituinte dos leitos suporte/filtrante.

- Renovação do material filtrante:

A cada período de 12 meses deverá ser interrompida a queima dos gases e observada a existência de algum efeito estético (odor) nas cercanias do biofiltro. Comprovada a existência de gases malcheirosos como o gás sulfídrico (H_2S), materializar-se-á a necessidade da substituição do leito filtrante, com a retirada do material já sem capacidade adsorviva; em caso contrário, a renovação do leito deverá ser postergada, até que a emanção dos gases manifeste o efeito indesejado referido.

2.3.4 Calhas coletoras do efluente tratado/clarificado

Os esgotos tratados em nível primário, clarificados, serão coletados por calhas vertedoras longitudinais projetadas para tal fim, e encaminhados para o canal de descarga do efluente tratado em cada reator.

As calhas serão executadas em fibra de vidro e terão o comprimento de 17 m, largura de 0,20 m e altura variável, em função da declividade de fundo, fixada em 0,5 %, sempre no sentido longitudinal do reator, orientando o líquido para a saída deste. As calhas serão fixadas lateralmente nas paredes das câmaras acumuladoras de gás (externamente a estas), e serão dotadas em seu lado externo, de vertedores triangulares, adequados para a coleta equânime do líquido clarificado.

A verificação hidráulica das calhas foi realizada com a utilização das equações da Continuidade e de Manning, com “n” de Manning igual a 0,010 para fibra de vidro:

$$Q = A \times V \quad \text{e} \quad V = \frac{R_H^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$

- Largura das calhas:

$$B_{\text{calha}} = 0,20 \text{ m (adotada)}$$

- Verificação hidráulica:

A vazão efluente de cada reator é a vazão média regularizada já referida, dado o grande tempo de detenção hidráulica na unidade. Tem-se, assim:

$$Q_{\text{reator}} = 64 \text{ L/s}$$

Sendo 16 o número de calhas coletoras, a vazão por calha é:

$$Q_{\text{calha}} = \frac{64 \text{ L/s}}{16} = 4 \text{ L/s}$$

Resultam como características hidráulicas de cada calha:

$$H_{\text{calha}} = 0,032 \text{ m (junto ao canal de saída do reator)}$$

$$\text{Área molhada (A)} \sim 0,0064 \text{ m}^2$$

$$\text{Perímetro molhado (P)} \sim 0,264 \text{ m}$$

$$\text{Raio hidráulico (R}_H\text{)} \sim 0,024 \text{ m}$$

$$\text{Velocidade (V)} \sim 0,59 \text{ m/s}$$

Considerando-se que a altura das calhas em seu início seja de 0,20 m, incluindo-se os 0,10 m de altura dos vertedores triangulares, ter-se-ia na extremidade de jusante destas, já no canal de coleta do efluente tratado, uma altura de 0,232 m; por facilidade construtiva, fixou-se esta altura em 0,286 m.

- Vazão nos vertedores triangulares laterais das calhas:

Estabelecendo-se quatro vertedores triangulares para cada 1,0 m linear de calha, conforme detalhes do projeto, resultam 68 vertedores (4 vertedores/m x 17 m) em cada calha coletora. Logo, para 16 calhas tem-se:

$$Q_{\text{vert}} = \frac{4,0 \text{ L/s}}{16} = 0,0037 \text{ L/s} = 0,0000037 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$16 \times 68$$

- Lâmina em cada vertedor:

Utilizando-se a equação de Thompson já referida para a verificação da lâmina em cada vertedor, tem-se:

$$H = (0,0000037 \text{ m}^3/\text{s} / 1,4)^{2/5} = 0,0059 \text{ m}$$

2.3.5 Canal de coleta do efluente tratado em cada reator

O líquido tratado em nível primário é coletado pelas calhas referidas no tópico anterior, e encaminhado para o canal projetado na extremidade de jusante do reator. O canal terá 24 m de comprimento, largura de 0,30 m e altura máxima de 0,90 m, na metade de seu comprimento (ponto mais alto). Neste ponto, será dotado de tubulação vertical que se encarregará de encaminhar o efluente para a unidade subsequente de tratamento secundário, no caso o filtro biológico aerado submerso. Das extremidades para o ponto de descarga, estabeleceu-se uma declividade de 0,5 %, com vistas a facilitar o escoamento no sentido do tubo de descarga.

2.3.6 Tubulação de coleta do efluente tratado em cada reator e de seu encaminhamento para flotação

Na metade do canal de descarga de líquido tratado em nível primário em cada reator anaeróbio, previu-se tubulação de ferro fundido, que conduzirá o efluente para tratamento secundário em cada um dos dois filtros biológicos projetados.

Os cálculos foram desenvolvidos a partir das equações já anteriormente referidas de Darcy-Weisbach e Colebrook-White (com rugosidade de 0,1 mm para F°F°), e do tipo de singularidade existente ao longo da tubulação para o cômputo das perdas localizadas.

- Vazão média total efluente dos reatores:

$$Q_{\text{reatores}} = 128 \text{ L/s}$$

- Vazão média regularizada efluente de cada reator (ou módulo de vazão):

$$Q = 64 \text{ L/s}$$

- Diâmetro e comprimento da tubulação:

Adotado DN 250, DI = 0,263 m, L = 40 m (conservadoramente).

Para a tubulação de F°F° DI 263 adotada, obtém-se:

$$Q = 64 \text{ L/s} = 0,064 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$f = 0,0177$$

$$V \sim 1,10 \text{ m/s}$$

$$\Delta H_L \sim 0,17 \text{ m}$$

$$\Delta H_S = \frac{\sum k \times V^2}{2g}$$

$$\text{. entrada normal } k = 0,50$$

$$\text{. cotovelo } 90^\circ (4) \text{ } k = 3,60$$

$$\text{. te de passagem direta } k = 0,60$$

$$\text{. saída de lado canalização } \underline{k = 1,00}$$

$$\sum k = 5,70$$

$$\Delta H_S \sim 0,35 \text{ m}$$

$$\Delta H_T \sim 0,17 + 0,35 = 0,52 \text{ m}$$

A cota do canal de saída do líquido tratado dos reatores é 12,89 m. As tubulações de alimentação dos filtros têm o seu eixo, imediatamente a montante destes, na cota 11,835 m. Considerando-se a perda de carga de 0,52 m, e uma folga de 1,0 metro entre o canal de saída do líquido tratado e as tubulações afluentes, conforme calculado, verifica-se ainda uma folga de 0,48 m, o que define descarga livre a partir do canal de coleta de líquido tratado nos reatores.

2.3.7 Tubulação de descarga de lodo digerido e espuma

A descarga do lodo digerido nos reatores anaeróbios, para encaminhamento à desidratação mecânica, será realizada através de tubulações de F°.F°, de acordo com o arranjo estabelecido nos detalhes do projeto. As retiradas de lodo serão controladas por registros que permitirão o isolamento de cada setor virtual do reator, por ocasião das descargas, e reúnem-se em uma única tubulação de igual diâmetro projetada ao lado deste, para encaminhamento à centrífuga. As retiradas de lodo foram previstas em dois níveis diferentes, objetivando-se por ocasião das descargas sistematizadas, não perder o lodo de fundo, mais reativo. Constatada a perda da reatividade, pela perda da eficiência da unidade, a descarga poderá ser

realizada pela tubulação mais baixa. A espuma será removida por inundação, vertendo em calha lateral, pelo alívio da pressão interna da câmara.

Com a folga hidráulica disponível da ordem de 4,0 m, suficiente para a efetivação das descargas de lodo, conforme comprova a metodologia de cálculo de vazão em tubos curtos:

$$Q = C_d \times S \sqrt{2gH}$$

onde

Q = é a vazão de lodo (a 2,2 %, praticamente líquido);

C_d = coeficiente de descarga, adimensional, adotado igual a 0,61;

S = área da tubulação de 150 mm, em m²;

H = altura de água disponível para a descarga, em m.

Logo, para 4,0 m disponíveis de carga hidráulica, é possível realizar uma descarga de:

$$Q = 0,61 \times 0,01767 \times (2 \times 9,81 \times 4,0)^{1/2} \sim 0,096 \text{ m}^3/\text{s} \sim 96 \text{ L/s}$$

O resultado obtido mostra que seria possível retirar quantidades significativas de lodo em poucos minutos, com descargas rápidas.

Esta operação de descarga, relativamente complexa para realização manual, será gerenciada por “válvula de controle” projetada junto à cada conjunto de leito de secagem, coadjuvada por registro de gaveta previsto na entrada de cada canal alimentador.

2.3.8 Lodo Biológico

2.3.8.1 Produção diária de lodo biológico

A estimativa da produção de lodo em reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manto de lodo (como o caso em questão) pode ser realizada com a utilização do seguinte modelo:

$$P_{\text{lodo}} = Y_{\text{obs}} \times \text{DQO}_{\text{apl}}$$

onde

P_{lodo} = produção de sólidos no sistema (kg.SST/d);

Y_{obs} = coeficiente de sólidos no sistema (kg.SST/kg.DQO_{apl});

DQO_{apl} = carga de DQO aplicada no digestor (kg.DQO/d).

Os valores de Y_{obs} reportados para o tratamento de esgotos domésticos são da ordem de 0,10 a 0,20 kg.SST/Kg.DQO_{apl}. No presente estudo, adotar-se-á $Y_{obs} = 0,18$ kg.SST/Kg.DQO_{apl}, próximo ao limite superior da faixa sugerida (portanto, conservadoramente). Conforme já definido anteriormente, a carga de DQO média afluente aos dois reatores é 7.964 kg.DQO/d. Assim, resulta:

$$P_{lodo, anaer} = 0,15 \text{ kg.SST/Kg.DQO}_{apl} \times 7.964 \text{ kg.DQO/d} = 1.195 \text{ kg.SST/d}$$

Com este resultado estimou-se a produção volumétrica de lodo biológico com a utilização da seguinte equação:

$$V_{lodo} = \frac{P_{lodo}}{\gamma \times C}$$

Onde:

V_{lodo} = produção volumétrica de lodo (m³/d);

γ = peso específico do lodo, usualmente entre 1.020 e 1.040 kg/m³;

C = concentração do lodo, usualmente entre 2 e 2,6%.

Fixando-se $\gamma = 1.020 \text{ kg/m}^3$ e $C = 2,2 \%$, obtém-se:

$$V_{Lodo Anaer\u00f3bio} = \frac{1.195 \text{ kg.SST/d}}{1.020 \text{ kg/m}^3 \times 0,022} = 53 \text{ m}^3/\text{d}$$

2.3.8.2 Lodo Flotado e Lodo Total para Centrifugação

O Lodo Flotado receberá, como mencionado anteriormente, Cal e Cloreto Férrico, adicionalmente ao Polímero, este na mesma base prevista para a Alternativa “MBBR”.

Como base admite-se que o lodo a ser coletado corresponda a 50% dos 40% efluentes do UASB, ou seja, de 20% x 360 mg/L x 128 L/s x 86.400 s/d = 796 Kg/d em final de plano. Considerando os consumos de Cloreto Férrico, Cal e Polímero abaixo, resultam aproximadamente 1.433 + 48x24 + 19,6x24 + 5,1x24 ~ 2.540 Kg/dia.

Na concentração de 3%, na densidade de 1.100 kg/m^3 , esta massa representa aproximadamente $77 \text{ m}^3/\text{dia}$.

Somando-se este volume com o lodo do Reator Anaeróbio, resultam $130 \text{ m}^3/\text{dia}$. Este volume é compatível com a Centrifuga de $7 \text{ m}^3/\text{h}$ especificada para a Alternativa “MBBR”.

2.3.9 Remoção físico-química de fósforo

Os cálculos das unidades de remoção físico-química de fósforo serão desenvolvidos para um módulo e adotados para os demais. O projeto das canalizações e unidades de integração entre módulos será elaborado para os dois módulos previstos.

O sistema será composto por unidades de mistura rápida de eixo vertical e floculadores hidráulicos tipo Alabama, seguidos de decantadores retangulares. Como agente coagulante, será utilizado o produto químico $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, conhecido comercialmente como cloreto férrico.

2.3.10 Consumo de Cloreto Férrico

A concentração de fósforo disponível para reação química é de 8 mg/L (considerando-se $P = 7 \text{ mg/L}$ no afluente bruto e igual ou menor que 2 mg/L no efluente final), resultando para a vazão média regularizada de 64 L/s , $33,2 \text{ kg}$ por módulo de vazão.

Utilizando-se uma dosagem de 3 kg de metal trivalente por kg de fósforo a ser removido quimicamente, obtendo-se:

- Necessidade de $\text{Fe}_3^+ = 3,0 \times 33,2 \text{ kg/d} = 99,6 \text{ kg/d} = 19,2 \text{ mgFe}_3^+/\text{L}$.

Para atender a $17,94 \text{ mg Fe}_3^+/\text{L}$, a dosagem de cloreto férrico comercial ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ com 90 % de pureza) adotada preliminarmente será de $103,9 \text{ mg/L}$.

O consumo médio de coagulante resulta, para um módulo de 64 L/s :

Consumo de cloreto férrico = $0,1039 \text{ kg/m}^3 \times 0,064 \text{ m}^3/\text{s} \times 86.400 \text{ s/d} = 575 \text{ kg/d}$, ou 24 kg/h .

Para os dois módulos projetados será necessária a seguinte produção:

$$D_{2\text{mód}} = 2 \text{ módulos} \times 575 \text{ kg/d} = 1.150 \text{ kg/d} = 48 \text{ kg/h} (\sim 3 \text{ m}^3/\text{dia})$$

- Equipamento de Dosagem do Cloreto Férrico 38%:

O sistema de abastecimento e dosagem de cloreto férrico em solução será composto por dois Tanques de Preparo com capacidade para aproximadamente 3 dias cada, ou 9.000 litros, sendo de 4.500 Litros cada. Um tanque pulmão fixo com alarme de nível baixo, bombas de aplicação de solução e quadro elétrico.

Cada um destes tanques terá 10 m³ de volume total, com 8 m³ de volume útil (2m x 2m x 2m), tendo misturador de 5 CV. A bacia de contenção deverá ter revestimento em fibra de vidro..

O tanque pulmão de 500 L deverá receber, do tanque principal, a solução de cloreto férrico, 35 a 38 %, por gravidade.

Duas bombas + 1R dosadoras de cloreto férrico em solução, na concentração de aplicação, serão instaladas em um *skid*, uma bomba para cada módulo.

A dosagem de Cloreto Férrico será com base na referência “PUC do Paraná, intitulado Avaliação do Sistema Reator RALF e Flotação por Ar Dissolvido, no Tratamento de Esgoto Sanitário, por Miguel Mansur Aisse, Décio Jurgensen e Pedro Além Sobrinho, relativo à ETE Cambuí, ETE Piloto da Cidade de Ponta Grossa e Equipamento de Jar Testes da SANEPAR”. Esta dosagem foi fixada em 90 mg/L (50% maior do que a Alternativa MBBR sem Emissário).

2.3.11 Cal Hidratada e Polímero

A Cal Hidratada (Ca(OH)₂), será preparada em tanque semelhante ao de Cloreto Férrico. O Polímero da mesma forma que para a Alternativa “MBBR”.

2.3.12 Misturador rápido de eixo vertical

Propõe-se instalar 2 tanques para 30 segundos de detenção cada, considerando a vazão média, ou seja, com volume de 2 m³. O Misturador terá 14 HP de potência para garantir Gradiente de 600 s⁻¹, aproximadamente.

2.3.13 Floculador hidráulico

Tendo-se quatro tanques em linha para floculação, cada uma delas (Vazão Média de 64 L/s), para 10 minutos, resulta o volume unitário de 9,6 m³ para cada um destes tanques, tendo potência individual do Floculador estimada em 7 CV cada (valor médio, resultando . As dimensões de cada tanque serão as seguintes:

- Lado: 2,0 m (Medida Interna de área quadrada);
- Altura Útil: 2,40 m;
- Altura Total: 3,0 m.

2.3.14 Flotador por Ar Dissolvido

Terá a mesma característica das unidades apresentadas para a Alternativa “MBBR”.

2.3.15. Desinfecção do efluente tratado

Terá a mesma característica do Sistema apresentado para a Alternativa “MBBR”.

2.3.16 Emissário Subaquático

Terá a mesma característica do Sistema apresentado para a Alternativa “MBBR”.

3. RESUMO DOS CUSTOS PARA CADA ALTERNATIVA

Valores Presentes 12% aa dos Investimentos em Implantação e Operação (R\$)				Data Ref.: 16/08/2013
				Data base: Junho/2013
ALTERNATIVAS	PROCESSOS	<u>Implantação (R\$)</u>	<u>Operação (R\$)</u>	<u>TOTAL</u>
1	MBBR SEC GAL (COM EMISSÁRIO)	77.518.804,72	16.545.471,72	94.064.276,45
2	MBBR SEC IATE (COM EMISSÁRIO)	79.710.128,81	16.545.471,72	96.255.600,53
3	MBBR TERC IATE (SEM EMISSÁRIO)	84.153.809,49	17.455.021,99	101.608.831,48
4	UASB + FLOT - SEC IATE	79.586.315,73	17.326.362,14	96.912.677,87
5	UASB (COM EMISSÁRIO) - SEC IATE 2 ETAPAS	76.619.014,22	16.068.531,89	92.687.546,10
6	MBBR (COM EMISSÁRIO) SEC GAL 2 ETAPAS	72.855.503,16	16.270.703,18	89.126.206,34

4. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Propõe-se, para a disposição do lodo, que o mesmo seja disposto no aterro sanitário da prefeitura. Entretanto, caso o mesmo seja inertizado com Cal virgem será elevado a Classe A, podendo ser utilizado como composto para jardins e/ou culturas não consumidas cruas, para aterros rodoviários e/ou similares.

Tomando-se os valores presentes como base, dentro do cenário de investimentos totais, tem-se que:

1. A alternativa MBBR COM EMISSÁRIO - ETAPALIZADO na área da Galeria de Descarga apresenta menor investimento global;
2. As alternativas MBBR com emissário apresentam investimentos menores do que a alternativa MBBR sem emissário;

Por outro lado, na direção de buscar a melhor opção que apresente custo mínimo de investimento, lastreado na diluição que o rio Guamá possa proporcionar – entende-se que em uma primeira etapa operariam as unidades do tratamento preliminar, flotação e da desinfecção (UV), ou seja, os reatores biológicos ficariam para a etapa seguinte.

- a. Ao invés de ter diluições projetadas somente entre 1/130 (mínima) e 1/720 (máxima) para a razão média, caso o nível de adesão seja inferior ao projetado, propõe-se utilizar um emissário com difusor 3 vezes maior, ou seja, que garanta diluições não inferiores a 1/1000. Tal emissário seria de 450 metros, ou seja, com difusor de 300. Para não alterar perda de carga, utilizar-se-ia o diâmetro de 600mm, ao invés de 500mm, lembrando-se que o volume de água sobre o difusor aumenta linearmente com a profundidade da lâmina;
- b. Para que fosse possível ter redução de 10^4 nas alternativas anteriores, a concentração dos sólidos nos efluentes ao ultravioleta foi fixada como sendo da ordem de até 40mg/L de modo a reduzir os coliformes afluentes de 10^7 para 10^3 /100ml no efluente (neste caso, o reator biológico existe desde a primeira etapa).
- c. Sabe-se que o caso a concentração de sólidos fique por volta de 100mg/L o ultravioleta poderá garantir reduções próximas a ordem de 10^1 até 10^2 . Esta redução somada aos 10^3 do emissário subaquático com 450 m proporcionaria, mesmo para as vazões de final de plano, um efluente já diluído com 10^3 /100mL, ou menor (nesta opção, o emissário tem difusor aumentado).

Em outras palavras, propõe-se deslocar o investimento das unidades centrais do tratamento (UASB e MBBR) para o ano 11 do período de análise.

Esta simulação, conforme quadro anterior proporcionaria uma redução no valor presente total para alternativa 6, algo da ordem de R\$ 89.126.206,34.

13.4 ANEXO 1.1: MEMÓRIA DE CÁLCULO PARA ESTUDO DE MÍNIMO CUSTO-ETE

ALTERNATIVA 1 -(SUBBACIA 1, MIOLO E ALOYSIO CHAVES) - PROCESSO MBBR COM EMISSÁRIO																								
Ano		Investimento											O&M											
ano	n	Rede (R\$)	Rede meio de quadra(R\$)	Elevatórias (R\$)	Recalque (R\$)	Ligações (R\$)	Ligações meio de quadra(R\$)	Módulo sanitário(R\$)	Aterro de meio de quadra(R\$)	Terreno (R\$)	Remoção (R\$)	Miolo do Jurunas e Aloysio chaves	ETE (R\$)	EMISSÁRIO (R\$)	Subtotal (R\$)	Rede coletora (R\$)	Ligações (R\$)	Elevatória/Linha de Recalque (R\$)	Miolo do Jurunas	ETE (R\$)	EMISSÁRIO (R\$)	Subtotal (R\$)	TOTAL	
2012	0	3.938.442,21	1.084.989,99	542.680,61	442.167,48	0,00	0,00	0,00	0,00	2.394.542,68	0,00	1.799.556,40	6.970.309,04	0,00	17.172.688,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17.172.688,41	
2013	1	7.876.884,43	2.169.979,98	1.085.361,22	884.334,95	2.948.301,35	1.047.938,41	368.648,70	1.156.651,28	0,00	0,00	3.599.112,80	13.940.618,08	3.741.558,98	38.819.390,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38.819.390,18	
2014	2	7.876.884,43	2.169.979,98	1.085.361,22	884.334,95	1.965.534,24	698.625,60					3.599.112,80	13.940.618,08		32.220.451,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32.220.451,30	
2015	3														0,00	184.579,06	129.719,37	88.576,05	83.565,41	2.307.905,02	0,00	2.804.344,91	2.804.344,91	
2016	4														0,00	184.687,10	129.791,40	88.820,89	83.565,41	2.314.614,41	40.000,00	2.851.479,22	2.851.479,22	
2017	5														0,00	198.742,98	132.495,32	89.067,83	83.565,41	2.321.427,67	0,00	2.825.299,22	2.825.299,22	
2018	6														0,00	184.905,95	129.937,30	89.316,87	83.565,41	2.328.346,76	0,00	2.826.072,29	2.826.072,29	
2019	7														0,00	195.016,78	130.011,18	89.568,03	83.565,41	2.335.373,68	40.000,00	2.873.535,08	2.873.535,08	
2020	8														0,00	199.075,46	132.716,97	89.821,33	83.565,41	2.342.510,49	0,00	2.847.689,66	2.847.689,66	
2021	9														0,00	195.241,26	130.160,84	90.076,79	83.565,41	2.349.759,25	0,00	2.848.803,55	2.848.803,55	
2022	10														0,00	199.301,85	132.867,90	90.334,43	83.565,41	2.357.122,12	40.000,00	2.903.191,70	2.903.191,70	
2023	11														0,00	199.416,49	132.944,32	90.594,26	83.565,41	2.364.601,25	0,00	2.871.121,74	2.871.121,74	
2024	12														0,00	195.585,18	130.390,12	90.856,31	83.565,41	2.372.198,89	0,00	2.872.595,91	2.872.595,91	
2025	13														0,00	195.701,78	130.467,85	91.120,59	83.565,41	2.379.917,28	40.000,00	2.920.772,92	2.920.772,92	
2026	14														0,00	199.766,28	133.177,52	91.387,13	83.565,41	2.387.758,77	0,00	2.895.655,11	2.895.655,11	
2027	15														0,00	195.937,95	130.625,30	91.655,93	83.565,41	2.395.725,71	0,00	2.897.510,30	2.897.510,30	
2028	16														0,00	196.057,54	130.705,03	91.927,03	83.565,41	2.403.820,52	40.000,00	2.946.075,54	2.946.075,54	
2029	17														0,00	200.125,08	133.416,72	92.200,44	83.565,41	2.412.045,67	0,00	2.921.353,32	2.921.353,32	
2030	18														0,00	196.299,79	130.866,53	92.476,17	83.565,41	2.420.403,70	0,00	2.923.611,60	2.923.611,60	
2031	19														0,00	196.422,46	130.948,31	92.754,26	83.565,41	2.428.897,16	40.000,00	2.972.587,60	2.972.587,60	
2032	20														0,00	196.546,18	131.030,78	93.034,72	83.565,41	2.437.528,37	0,00	2.941.705,46	2.941.705,46	
TOTAL																								
VPL		17.250.778,78	4.752.866,08	2.376.996,44	1.936.738,66	4.199.323,78	1.492.599,35	329.150,63	1.032.724,35	2.394.542,68	0,00	7.882.240,66	30.530.664,86	3.340.677,66	77.518.804,72	1.136.825,70	757.217,14	520.200,24	482.957,32	13.572.541,60	76.729,73	16.545.471,72	94.064.276,45	
RESUMO DAS ALTERNATIVAS - PROCESSO MBBR COM EMISSÁRIO																								
ALTERNATIVA		Pop. Atendida (hab) no ano 1				Custo Investimento (R\$) VP				Custo Operação (R\$) VP				Custo Total (R\$) VP										
ALTERNATIVA 1		73.744				77.518.804,72				16.545.471,72				94.064.276,45										

ALTERNATIVA 2 - (SUBBACIA 1, MIOLO E ALOYSIO CHAVES) - PROCESSO MBBR COM EMISSÁRIO

Ano		Investimento											O&M										
ano	n	Rede (R\$)	Rede meio de quadra(R\$)	Elevatórias (R\$)	Recalque (R\$)	Ligações (R\$)	Ligações meio de quadra(R\$)	Módulo sanitário(R\$)	Aterro de meio de quadra(R\$)	Terreno (R\$)	Remoção (R\$)	Miolo do Jurunas e Aloysio chaves	ETE (R\$)	EMISSÁRIO (R\$)	Subtotal (R\$)	Rede coletora (R\$)	Ligações (R\$)	Elevatória/Linha de Recalque (R\$)	Miolo do Jurunas	ETE (R\$)	EMISSÁRIO (R\$)	Subtotal (R\$)	TOTAL
2012	0	3.938.442,21	1.084.989,99	542.680,61	993.192,23	0,00	0,00	0,00	0,00	2.188.302,75	0,00	1.799.556,40	6.966.660,58	0,00	17.513.824,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17.513.824,77
2013	1	7.876.884,43	2.169.979,98	1.085.361,22	1.986.384,45	2.948.301,35	1.047.938,41	368.648,70	1.156.651,28	0,00	0,00	3.599.112,80	13.933.321,17	3.741.558,98	39.914.142,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39.914.142,78
2014	2	7.876.884,43	2.169.979,98	1.085.361,22	1.986.384,45	1.965.534,24	698.625,60					3.599.112,80	13.933.321,17		33.315.203,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33.315.203,89
2015	3														0,00	194.579,06	129.719,37	88.576,05	83.565,41	2.307.905,02	0,00	2.804.344,91	2.804.344,91
2016	4														0,00	194.687,10	129.791,40	88.820,89	83.565,41	2.314.614,41	40.000,00	2.851.479,22	2.851.479,22
2017	5														0,00	198.742,98	132.495,32	89.067,83	83.565,41	2.321.427,67	0,00	2.825.299,22	2.825.299,22
2018	6														0,00	194.905,95	129.937,30	89.316,87	83.565,41	2.328.346,76	0,00	2.826.072,29	2.826.072,29
2019	7														0,00	195.016,78	130.011,18	89.568,03	83.565,41	2.335.373,68	40.000,00	2.873.535,08	2.873.535,08
2020	8														0,00	199.075,46	132.716,97	89.821,33	83.565,41	2.342.510,49	0,00	2.847.689,66	2.847.689,66
2021	9														0,00	195.241,26	130.160,84	90.076,79	83.565,41	2.349.759,25	0,00	2.848.803,55	2.848.803,55
2022	10														0,00	199.301,85	132.867,90	90.334,43	83.565,41	2.357.122,12	40.000,00	2.903.191,70	2.903.191,70
2023	11														0,00	199.416,49	132.944,32	90.594,26	83.565,41	2.364.601,25	0,00	2.871.121,74	2.871.121,74
2024	12														0,00	195.585,18	130.390,12	90.856,31	83.565,41	2.372.198,89	0,00	2.872.595,91	2.872.595,91
2025	13														0,00	195.701,78	130.467,85	91.120,59	83.565,41	2.379.917,28	40.000,00	2.920.772,92	2.920.772,92
2026	14														0,00	199.766,28	133.177,52	91.387,13	83.565,41	2.387.758,77	0,00	2.895.655,11	2.895.655,11
2027	15														0,00	195.937,95	130.625,30	91.655,93	83.565,41	2.395.725,71	0,00	2.897.510,30	2.897.510,30
2028	16														0,00	196.057,54	130.705,03	91.927,03	83.565,41	2.403.820,52	40.000,00	2.946.075,54	2.946.075,54
2029	17														0,00	200.125,08	133.416,72	92.200,44	83.565,41	2.412.045,67	0,00	2.921.353,32	2.921.353,32
2030	18														0,00	196.299,79	130.866,53	92.476,17	83.565,41	2.420.403,70	0,00	2.923.611,60	2.923.611,60
2031	19														0,00	196.422,46	130.948,31	92.754,26	83.565,41	2.428.897,16	40.000,00	2.972.587,60	2.972.587,60
2032	20														0,00	196.546,18	131.030,78	93.034,72	83.565,41	2.437.528,37	0,00	2.941.705,46	2.941.705,46
TOTAL																							
VPL		17.250.778,78	4.752.366,88	2.376.996,44	4.350.283,30	4.199.323,78	1.492.599,35	329.150,63	1.032.724,35	2.188.302,75	0,00	7.882.240,66	30.514.684,24	3.340.677,66	79.710.128,81	1.135.825,70	757.217,14	520.200,34	482.957,32	13.572.541,60	76.729,73	16.545.471,72	96.255.600,53
RESUMO DAS ALTERNATIVAS - PROCESSO MBBR COM EMISSÁRIO																							
ALTERNATIVA		Pop. Atendida (hab) no ano 1				Custo Investimento (R\$) VP				Custo Operação (R\$) VP					Custo Total (R\$) VP								
ALTERNATIVA 2		73.744				79.710.128,81				16.545.471,72					96.255.600,53								

ALTERNATIVA 3 (SUBBACIA 1+MIOLO JURUBAS+A CHAVES) - PROCESSO MBBR SEM EMISSÁRIO (IATE)																Data Base:		jun/13					
Ano		Investimento												O&M						TOTAL			
ano	n	Rede (R\$)	Rede meio de quadra(R\$)	Elevatórias (R\$)	Recalque (R\$)	Ligações (R\$)	Ligações meio de quadra(R\$)	Módulo sanitário(R\$)	Aterro de meio de quadra(R\$)	Terreno (R\$)	Remoção (R\$)	Miolo do Jurunas e Aloysio chaves	ETE (R\$)	EMISSÁRIO (R\$)	Subtotal (R\$)	Rede coletora (R\$)	Ligações (R\$)	Elevatória/Linha de Recalque (R\$)	Miolo do Jurunas	ETE (R\$)	EMISSÁRIO (R\$)	Subtotal (R\$)	TOTAL
2012	0	3.938.442,21	1.084.989,99	542.680,61	993.192,23	0,00	0,00	0,00	0,00	2.943.442,10	0,00	1.799.556,40	8.517.057,59	0,00	19.819.361,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19.819.361,13
2013	1	7.876.884,43	2.169.979,98	1.085.361,22	1.986.384,45	2.948.301,35	1.047.938,41	366.648,70	1.156.651,28	0,00	0,00	3.599.112,80	17.034.115,18	266.920,52	39.540.298,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39.540.298,32
2014	2	7.876.884,43	2.169.979,98	1.085.361,22	1.986.384,45	1.965.534,24	698.625,60					3.599.112,80	17.034.115,18		36.415.997,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36.415.997,90
2015	3														0,00	194.579,06	129.719,37	89.010,52	83.565,41	2.474.064,28	0,00	2.970.938,64	2.970.938,64
2016	4														0,00	194.687,10	129.791,40	89.255,37	83.565,41	2.481.445,67	0,00	2.978.745,16	2.978.745,16
2017	5														0,00	198.742,98	132.495,32	89.502,30	83.565,41	2.488.941,74	0,00	2.993.247,76	2.993.247,76
2018	6														0,00	194.905,95	129.937,30	89.751,34	83.565,41	2.496.554,04	0,00	2.994.714,05	2.994.714,05
2019	7														0,00	195.016,78	130.011,18	90.002,51	83.565,41	2.504.284,99	0,00	3.002.880,86	3.002.880,86
2020	8														0,00	199.075,46	132.716,97	90.255,81	83.565,41	2.512.136,81	0,00	3.017.750,47	3.017.750,47
2021	9														0,00	195.241,26	130.160,84	90.511,27	83.565,41	2.520.111,82	0,00	3.019.590,59	3.019.590,59
2022	10														0,00	199.301,85	132.867,90	90.768,91	83.565,41	2.528.212,36	0,00	3.034.716,42	3.034.716,42
2023	11														0,00	199.416,49	132.944,32	91.028,74	83.565,41	2.536.440,82	0,00	3.043.395,78	3.043.395,78
2024	12														0,00	195.585,18	130.390,12	91.290,79	83.565,41	2.544.799,65	0,00	3.045.631,15	3.045.631,15
2025	13														0,00	195.701,78	130.467,85	91.555,07	83.565,41	2.553.291,34	0,00	3.054.581,45	3.054.581,45
2026	14														0,00	199.766,28	133.177,52	91.821,60	83.565,41	2.561.918,46	0,00	3.070.249,28	3.070.249,28
2027	15														0,00	195.937,95	130.625,30	92.090,41	83.565,41	2.570.683,59	0,00	3.072.902,66	3.072.902,66
2028	16														0,00	196.057,54	130.705,03	92.361,50	83.565,41	2.579.589,41	0,00	3.082.278,90	3.082.278,90
2029	17														0,00	200.125,08	133.416,72	92.634,91	83.565,41	2.588.638,63	0,00	3.098.380,75	3.098.380,75
2030	18														0,00	196.299,79	130.866,53	92.910,65	83.565,41	2.597.834,03	0,00	3.101.476,41	3.101.476,41
2031	19														0,00	196.422,46	130.948,31	93.188,74	83.565,41	2.607.178,44	0,00	3.111.303,36	3.111.303,36
2032	20														0,00	196.546,18	131.030,78	93.469,19	83.565,41	2.616.674,40	0,00	3.121.285,96	3.121.285,96
TOTAL																							
VPL		17.250.778,78	4.752.366,88	2.376.996,44	4.350.283,30	4.199.323,78	1.492.599,35	329.150,63	1.032.724,35	2.943.442,10	0,00	7.882.240,66	37.305.581,34	238.321,89	84.153.809,49	1.135.825,70	757.217,14	522.711,25	482.957,32	14.556.310,58	0,00	17.455.021,99	101.608.831,48
RESUMO DAS ALTERNATIVAS - PROCESSO MBBR COM EMISSÁRIO																							
ALTERNATIVA		Pop. Atendida (hab) no ano 1				Custo Investimento (R\$) VP				Custo Operação (R\$) VP						Custo Total (R\$) VP							
ALTERNATIVA 3		73.744				84.153.809,49				17.455.021,99						101.608.831,48							

ALTERNATIVA 4 (SUB-BACIA 1+MIOLO JURUBAS+A CHAVES) - PROCESSO UASB COM EMISSÁRIO (IATE CLUBE)																Data Base:		jun/13						
Ano		Investimento												O&M							TOTAL			
ano	n	Rede (R\$)	Rede meio de quadra(R\$)	Elevatórias (R\$)	Recalque (R\$)	Ligações (R\$)	Ligações meio de quadra(R\$)	Módulo sanitário(R\$)	Aterro de meio de quadra(R\$)	Terreno (R\$)	Remoção (R\$)	Miolo do Jurunas e Aloysio chaves	ETE (R\$)	EMISSÁRIO (R\$)	Subtotal (R\$)	Rede coletora (R\$)	Ligações (R\$)	Elevatória/Linha de Recalque (R\$)	Miolo do Jurunas	ETE (R\$)	EMISSÁRIO (R\$)	Subtotal (R\$)	TOTAL	
2012	0	3.938.442,21	1.084.989,99	542.680,61	993.192,23	0,00	0,00	0,00	0,00	2.748.973,25	0,00	1.799.556,40	6.810.389,44	0,00	17.918.224,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17.918.224,13
2013	1	7.876.884,43	2.169.979,98	1.085.361,22	1.986.384,45	2.948.301,35	1.047.938,41	368.648,70	1.156.651,28	0,00	0,00	3.599.112,80	13.620.778,87	3.741.559,98	39.601.600,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39.601.600,47
2014	2	7.876.884,43	2.169.979,98	1.085.361,22	1.986.384,45	1.965.534,24	698.625,60					3.599.112,80	13.620.778,87		33.002.661,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33.002.661,59
2015	3														0,00	194.579,06	129.719,37	89.010,52	83.565,41	2.431.895,47	0,00	2.928.769,83	2.928.769,83	
2016	4														0,00	194.687,10	129.791,40	89.255,37	83.565,41	2.440.374,62	40.000,00	2.977.673,91	2.977.673,91	
2017	5														0,00	198.742,98	132.495,32	89.502,30	83.565,41	2.448.985,05	0,00	2.953.291,07	2.953.291,07	
2018	6														0,00	194.905,95	129.937,30	89.751,34	83.565,41	2.457.729,22	0,00	2.955.889,23	2.955.889,23	
2019	7														0,00	195.016,78	130.011,18	90.002,51	83.565,41	2.466.609,67	40.000,00	3.005.205,55	3.005.205,55	
2020	8														0,00	199.075,46	132.716,97	90.255,81	83.565,41	2.475.628,99	0,00	2.981.242,64	2.981.242,64	
2021	9														0,00	195.241,26	130.160,84	90.511,27	83.565,41	2.484.789,79	0,00	2.984.268,57	2.984.268,57	
2022	10														0,00	199.301,85	132.867,90	90.768,91	83.565,41	2.494.094,80	40.000,00	3.040.598,86	3.040.598,86	
2023	11														0,00	199.416,49	132.944,32	91.028,74	83.565,41	2.503.546,74	0,00	3.010.501,70	3.010.501,70	
2024	12														0,00	195.585,18	130.390,12	91.290,79	83.565,41	2.513.148,44	0,00	3.013.979,94	3.013.979,94	
2025	13														0,00	195.701,78	130.467,85	91.555,07	83.565,41	2.522.902,76	40.000,00	3.064.192,87	3.064.192,87	
2026	14														0,00	199.766,28	133.177,52	91.821,60	83.565,41	2.532.812,63	0,00	3.041.143,45	3.041.143,45	
2027	15														0,00	195.937,95	130.625,30	92.090,41	83.565,41	2.542.881,05	0,00	3.045.100,12	3.045.100,12	
2028	16														0,00	196.057,54	130.705,03	92.361,50	83.565,41	2.553.111,07	40.000,00	3.095.800,56	3.095.800,56	
2029	17														0,00	200.125,08	133.416,72	92.634,81	83.565,41	2.563.505,81	0,00	3.073.247,93	3.073.247,93	
2030	18														0,00	196.299,79	130.866,53	92.910,65	83.565,41	2.574.068,47	0,00	3.077.710,85	3.077.710,85	
2031	19														0,00	196.422,46	130.949,31	93.188,74	83.565,41	2.584.802,29	40.000,00	3.128.927,21	3.128.927,21	
2032	20														0,00	196.546,18	131.030,78	93.469,19	83.565,41	2.595.710,55	0,00	3.100.322,11	3.100.322,11	
TOTAL															0,00									
VPL		17.250.778,78	4.752.366,88	2.376.996,44	4.350.283,30	4.199.323,78	1.492.599,35	329.150,63	1.032.724,35	2.748.973,25	0,00	7.882.240,66	29.830.200,67	3.340.677,66	79.586.315,73	1.135.825,70	757.217,14	522.711,25	482.957,32	14.350.921,01	76.729,73	17.326.362,14	96.912.677,87	
RESUMO DAS ALTERNATIVAS - PROCESSO MBBR COM EMISSÁRIO																								
ALTERNATIVA		Pop. Atendida (hab) no ano 1				Custo Investimento (R\$) VP				Custo Operação (R\$) VP				Custo Total (R\$) VP										
ALTERNATIVA 4		73.744				79.586.315,73				17.326.362,14				96.912.677,87										

ALTERNATIVA 6 (SUB-BACIA 1+MIOLO JURUBAS+A CHAVES) - PROCESSO MBBR COM EMISSÁRIO (GAL DESCARGA)															1680	Data Base:		jun/13					
Ano		Investimento										O&M											
ano	n	Rede (R\$)	Rede meio de quadra(R\$)	Elevatórias (R\$)	Recalque (R\$)	Ligações (R\$)	Ligações meio de quadra(R\$)	Módulo sanitário(R\$)	Aterro de meio de quadra(R\$)	Terreno ETE (R\$)	Remoção (R\$)	Miolo do Jurunas e Aloysio chaves	ETE (R\$)	EMISSÁRIO (R\$)	Subtotal (R\$)	Rede coletora (R\$)	Ligações (R\$)	Elevatória/Linha de Recalque (R\$)	Miolo do Jurunas	ETE (R\$)	EMISSÁRIO (R\$)	Subtotal (R\$)	TOTAL
2012	0	3.938.442,21	1.084.989,99	542.680,61	442.167,48	0,00	0,00	0,00	0,00	2.394.542,68	0,00	1.799.556,40	5.385.618,97	0,00	15.587.998,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15.587.998,34
2013	1	7.876.884,43	2.169.979,98	1.085.361,22	884.334,95	2.948.301,35	1.047.938,43	368.648,70	1.156.651,28	0,00	0,00	3.599.112,80	10.771.237,95	3.741.558,98	35.650.010,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35.650.010,04
2014	2	7.876.884,43	2.169.979,98	1.085.361,22	884.334,95	1.965.534,24	698.625,60					3.599.112,80	10.771.237,95		29.051.071,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29.051.071,17
2015	3														0,00	194.579,06	129.719,37	88.576,05	83.565,41	2.238.572,15	0,00	2.735.012,04	2.735.012,04
2016	4														0,00	194.687,10	129.791,40	88.820,89	83.565,41	2.245.264,82	40.000,00	2.782.129,63	2.782.129,63
2017	5														0,00	198.742,98	132.495,32	89.067,83	83.565,41	2.252.061,10	0,00	2.755.932,65	2.755.932,65
2018	6														0,00	194.905,95	129.937,30	89.316,87	83.565,41	2.258.962,95	0,00	2.756.688,48	2.756.688,48
2019	7														0,00	195.016,78	130.011,18	89.568,03	83.565,41	2.265.972,36	40.000,00	2.804.133,76	2.804.133,76
2020	8														0,00	199.075,46	132.716,97	89.821,33	83.565,41	2.273.091,38	0,00	2.778.270,55	2.778.270,55
2021	9														0,00	195.241,26	130.160,84	90.076,79	83.565,41	2.280.322,08	0,00	2.779.366,37	2.779.366,37
2022	10														0,00	199.301,85	132.867,90	90.334,43	83.565,41	2.287.666,59	40.000,00	2.833.736,18	2.833.736,18
2023	11												7.923.450,34		7.923.450,34	199.416,49	132.944,32	90.594,26	83.565,41	2.364.601,25	0,00	2.871.121,74	10.794.572,07
2024	12														0,00	195.585,18	130.390,12	90.856,31	83.565,41	2.372.198,89	0,00	2.872.595,91	2.872.595,91
2025	13														0,00	195.701,78	130.467,85	91.120,59	83.565,41	2.379.917,28	40.000,00	2.920.772,92	2.920.772,92
2026	14														0,00	199.766,28	133.177,52	91.387,13	83.565,41	2.387.758,77	0,00	2.895.655,11	2.895.655,11
2027	15														0,00	195.937,95	130.625,30	91.655,93	83.565,41	2.395.725,71	0,00	2.897.510,30	2.897.510,30
2028	16														0,00	196.057,54	130.705,03	91.927,03	83.565,41	2.403.820,52	40.000,00	2.946.075,54	2.946.075,54
2029	17														0,00	200.125,08	133.416,72	92.200,44	83.565,41	2.412.045,67	0,00	2.921.353,32	2.921.353,32
2030	18														0,00	196.299,79	130.866,53	92.476,17	83.565,41	2.420.403,70	0,00	2.923.611,60	2.923.611,60
2031	19														0,00	196.422,46	130.948,31	92.754,26	83.565,41	2.428.897,16	40.000,00	2.972.587,60	2.972.587,60
2032	20														0,00	196.546,18	131.030,78	93.034,72	83.565,41	2.437.528,37	0,00	2.941.705,46	2.941.705,46
TOTAL																							
VPL		17.250.776,78	4.752.366,88	2.376.996,44	1.936.738,66	4.199.323,78	1.492.599,35	329.150,03	1.032.724,35	2.394.542,68	0,00	7.882.240,66	29.229.316,10	3.340.677,66	72.885.503,18	1.135.825,70	757.217,14	520.200,24	482.957,32	13.297.773,06	76.729,73	16.270.703,18	89.126.206,34
		19.692.211,07	5.424.949,96	2.713.403,04	2.210.637,38	4.913.835,59	1.748.564,01	368.648,70	1.156.651,28	2.394.542,68	0,00	8.897.782,00	34.851.545,21	3.741.558,98	88.212.529,89								
RESUMO DAS ALTERNATIVAS - PROCESSO MBBR COM EMISSÁRIO																							
ALTERNATIVA		Pop. Atendida (hab) no ano 1				Custo Investimento (R\$) VP				Custo Operação (R\$) VP				Custo Total (R\$) VP									
ALTERNATIVA 6		73.744				72.855.503,16				16.270.703,18				89.126.206,34									

13.5 ANEXO 2: CALCULO DA DAP

Programa de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova
PROMABEN

Relatório

Estimativa de Benefícios

Diomira Maria Cicci Pinto Faria

ÍNDICE

<i>I. Introdução</i>	<i>167</i>
<i>II. Informações sobre a Pesquisa de Campo</i>	<i>169</i>
II.1) Grupos Focais	169
II.2) Pesquisa Piloto	170
II.3) Pesquisa Definitiva	174
<i>III. Cuidados Adotados na Pesquisa de Valoração Contingente</i>	<i>176</i>
<i>IV. Estimativa Preliminar da DAP</i>	<i>179</i>
<i>V. Estimativa Benefício Reassentamento</i>	<i>181</i>
<i>VI. Bibliografia</i>	<i>188</i>
<i>VII. Anexos</i>	<i>189</i>
VII.1) Anexo 1.1: Mapa da Pesquisa de Campo	189
VII.2) Anexo 1.2: Questionário de Disposição a Pagar	191

INTRODUÇÃO

O presente relatório contém as atividades desenvolvidas referentes à preparação do estudo de viabilidade econômica do Programa de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova - PROMABEN. Nesta fase dos estudos foram desenvolvidas as seguintes atividades: i) procedeu-se a coordenação geral da pesquisa de campo realizada com uma amostra de domicílios da sub-bacia 01 da Estrada Nova, visando a quantificação do benefício unitário do componente de esgotamento sanitário e a coleta de dados para a revisão do benefício do componente de drenagem urbana; 2) de posse dos dados da pesquisa realizou-se uma estimativa preliminar do benefício do projeto de esgotamento sanitário; 3) foram estimados os benefícios decorrentes do reassentamento populacional devido ao Programa, especificamente quanto as unidades habitacionais.

A metodologia utilizada para a estimativa de benefícios econômicos do componente de esgoto sanitário foi a de valoração contingente, que objetiva estimar a disposição a pagar das famílias contempladas pelas obras de esgotamento sanitário. Para tal tarefa uma pesquisa de campo foi realizada no período de 07 a 25 de agosto de 2012.

Este documento está assim estruturado: o capítulo II contém informações referentes a pesquisa de campo realizada; o capítulo III apresenta os cuidados adotados durante a condução da pesquisa; o capítulo IV e V mostram, respectivamente, a estimativa do benefício para projetos de esgotamento sanitário e para as ações de reassentamento. Finalmente, o mapa do local de realização da pesquisa de campo e o questionário utilizado são encontrados nos anexos do documento.

■ INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA DE CAMPO

No período de 01 a 10 de agosto de 2012, foram realizadas as atividades de planejamento da pesquisa, que consistiu no levantamento de dados e reconhecimento da área a ser pesquisada.

Durante este período foi realizado um trabalho no tocante a: (i) busca de informações cartográficas; (ii) delimitação preliminar da área de influência do projeto; (iii) produção de ilustrações a serem incorporadas na pesquisa, revelando as propostas para os futuros projetos; (iv) recrutamento, seleção e treinamento de pesquisadores e (v) preparação dos questionários para a pesquisa piloto. O treinamento dos pesquisadores foi realizado no dia 08 de agosto.

Este período de preparação de informações foi importante para o planejamento das etapas posteriores, que envolveram: reuniões focais, a pesquisa piloto e a pesquisa definitiva. A seguir, será detalhada cada etapa de trabalho realizada.

II.1) GRUPOS FOCALIS

Os grupos focais constituem-se em reuniões com pessoas residentes nas áreas beneficiadas pelos projetos. O procedimento consiste em reunir 10 até 20 futuros beneficiários de um projeto e um moderador, onde se discute as ações a serem realizadas e identifica-se preliminarmente a disposição a pagar voluntária destas pessoas pelo projeto apresentado.

Foram realizadas duas reuniões no período noturno, sendo uma no dia 09 de agosto e outra no dia 10 de agosto. A duração das reuniões foi de 30 a 60 minutos, respectivamente.

Para a realização dos grupos focais foi elaborado um roteiro composto de vários tópicos, apresentado na respectiva sequência: (i) apresentações iniciais e o objetivo da reunião; (ii) indicação dos pontos positivos e negativos do bairro onde mora, para verificar se o tema referente à falta de esgotamento sanitário surgia espontaneamente; (iii) apresentação do projeto; (iv) discussão dos benefícios, dos custos de investimento e operação e manutenção resultantes do projeto para os participantes; (v) averiguar a disposição a pagar; (vi) discussão sobre o custo de conexão a rede de esgoto sanitário a ser implantada; (vii) distribuição de um pequeno questionário para levantamento de informações socioeconômicas dos participantes das reuniões e (viii) agradecimento e encerramento.

Com relação aos valores de disposição a pagar pelo projeto de esgotamento sanitário apresentado pelos participantes das duas reuniões focais, houve uma variação entre R\$ 2,00 a R\$20,00 família/mês. No que diz respeito a conexão à rede pública de esgoto sanitário a ser implantada, 95% aceitaria pagar pela conexão se fosse dividida em parcelas de até 12 vezes.

II.2) PESQUISA PILOTO

A pesquisa piloto foi realizada nos dias 11,13 e 14 de agosto de 2012, tendo sido aplicada por 10 pesquisadores sob a orientação de um coordenador de

campo²⁵. A área geográfica da pesquisa foi devidamente delimitada, as quadras foram devidamente numeradas no mapa da área de projeto e, através de sorteio utilizando a opção de números aleatórios do *software Excel*, foram selecionadas 12 quadras para a realização de 90 entrevistas, sendo 8 entrevistas por quadra. O mapa das quadras selecionadas para a pesquisa piloto está marcada em verde e encontra-se no anexo 1.

Foram realizadas 90 entrevistas piloto na área de influência direta dos projetos. Ressalta-se que não foi entrevistada a população residente em palafitas sobre os igarapés/canais ou residente em áreas de risco, uma vez que estas famílias serão objeto de possível reassentamento pelo Programa.

A partir da análise das respostas dos participantes das reuniões de grupo focal, foram testados três valores de disposição a pagar, quais sejam: R\$ 5,20; R\$ 21,00 e R\$ 43,00 família/mês. Além disso, foram testados dois tipos de questionários, onde a única diferença entre eles estava na forma de elaborar a pergunta de disposição a pagar, que oferece duas opções ao entrevistado: pagar ou não pelo projeto. No primeiro, denominado de questionário A, a pergunta de disposição a pagar apresentava as duas opções ao entrevistado, sendo que a opção de não pagar o valor ofertado era apresentado como primeira opção e pagar o valor ofertado como segunda opção. Já o questionário denominado B, apresentava exatamente o contrário, a pergunta de disposição a pagar

²⁵ A coordenação de campo ficou sob a responsabilidade de Renata Cristina da Cunha Rolla.

apresentava a opção de pagar o valor ofertado como primeira opção e não pagar o valor ofertado como segunda opção. No anexo se encontra a versão final do formulário que auxilia no entendimento deste tema.

Após a realização da pesquisa piloto foi detectada a necessidade de ajuste no questionário e também remanejamento de algumas quadras sorteadas, uma vez que se tratava de espaço comercial e/ou de lazer. O questionário ajustado para a pesquisa definitiva encontra-se no anexo 2. O treinamento dos pesquisadores foi reforçado nos pontos com maiores deficiências observados na pesquisa piloto.

No que se refere aos valores ofertados de disposição a pagar, o quadro abaixo apresenta as respostas obtidas na pesquisa piloto.

Quadro 1 – Respostas Sim e Não para valores de Disposição a Pagar – Pesquisa Piloto

Valor DAP * Sim ou Não Crosstabulation

Count		Sim ou Não		Total
		0	1	
Valor	5,20	10	20	30
DAP	21,00	8	22	30
	43,00	17	13	30
Total		35	55	90

Fonte: Pesquisa piloto realizada em agosto de 2012

A partir da análise dos resultados da pesquisa piloto foi possível determinar a série de valores a serem testados na pesquisa definitiva, visando conhecer o valor real da disposição a pagar das famílias pelo projeto de esgoto sanitário (R\$/família/mês), sendo estes: R\$ 2,80; R\$ 12,40; R\$ 38,20; R\$ 56, 20 e R\$ 92,10.

Com o objetivo de verificar qual tipo de questionário seria utilizado na pesquisa definitiva, ou seja, questionário tipo “A” ou tipo “B”, conforme apresentado anteriormente no item da pesquisa piloto, procedeu-se a uma análise econométrica, cuja base de dados foram os resultados da pesquisa piloto, incorporando uma variável denominada TIPO, que indicaria o impacto da forma de elaborar a pergunta da disposição a pagar no entrevistado, ou seja, indicaria se a sequencia das opções apresentadas ao entrevistado alterava a resposta obtida.

As análises realizadas mostraram que esta variável não foi significativa estatisticamente, indicando que a resposta da disposição a pagar não se alterou com a mudança da sequencia das opções apresentadas. Entretanto, analisando as respostas “sim” por tipo de questionário, observou-se que no valor de R\$ 5,20 houve uma maior diferença de respostas, a favor, para o TIPO A, sendo os outros valores semelhantes entre os tipos A e B. Sendo assim, optou-se em apenas aplicar o questionário TIPO A na pesquisa definitiva.

II.3) PESQUISA DEFINITIVA

A pesquisa definitiva foi realizada no período de 18 a 25 de agosto de 2012. O horário estabelecido para a aplicação das entrevistas foi das 17:00 às 20:00 horas, exceto para os sábados e domingos quando o horário estipulado foi de 08:00 às 13:00 horas.

A área de influência para a pesquisa definitiva manteve-se inalterada em relação à pesquisa piloto. Desta forma, extraíram-se as quadras utilizadas na pesquisa piloto e através de sorteio utilizando a opção de números aleatórios do *software Excel*, selecionaram-se 40 quadras para a etapa da pesquisa definitiva, realizando aproximadamente 8 entrevistas por quadra. Foram realizadas 310 entrevistas, conforme definido no plano estatístico amostral. O mapa com as quadras sorteadas para a pesquisa definitiva estão marcadas em rosa no anexo 1.

Durante a realização das primeiras 150 entrevistas, procedeu-se ao monitoramento diário das respostas das perguntas relativas a disposição a pagar (DAP) pelo projeto, renda familiar e valor da conta de água, com o objetivo de ajustar os valores de disposição a pagar, caso necessário, as outras 160 entrevistas. Verificou-se que as respostas estavam coerentes com o esperado e optou-se por não alterar os valores ofertados na segunda metade da pesquisa definitiva.

Após a realização desta primeira parte da pesquisa definitiva, foram selecionadas 50 entrevistas para levantamento do valor de mercado dos imóveis. O critério para seleção das 50 entrevistas foi a o maior número de respostas completas sobre o imóvel pesquisado. As informações dos valores de mercado dos imóveis desta amostra foi realizado pela Gerenciadora do Programa.

O quadro abaixo apresenta as respostas Sim e Não para os valores de disposição a pagar oferecidos aos entrevistados, durante a pesquisa definitiva.

Quadro 2 – Respostas Sim e Não para valores de Disposição a Pagar – Pesquisa Definitiva

Valor DAP * Sim ou Não Crosstabulation

Count		Sim ou Não		Total
		0	1	
Valor	2,80	12	50	62
DAP	12,40	16	46	62
	38,20	28	34	62
	56,60	31	31	62
	92,10	48	14	62
Total		135	175	310

Fonte: Pesquisa Definitiva realizada em agosto de 2012. Convenção (0 = Não; 1 = Sim)

CUIDADOS ADOTADOS NA PESQUISA DE VALORAÇÃO CONTINGENTE

Conforme pôde ser observado acima, para que o método de valoração contingente resultasse em dados confiáveis para tomada de decisões, a metodologia empregada ao longo da realização da pesquisa seguiu as recomendações propostas por instituições e estudiosos do tema²⁶, entre elas:

²⁶ Ver: (1) *Nacional Oceanic and Atmospheric Administration (NOOA) do Ministério de Comercio dos Estados Unidos* (1993), parecer de uma comissão de *experts* para determinar se esta técnica podia ser considerada adequada para medir os valores de uso de bens ambientais; (2) Pessoa, R. e Ramos, F.: “Avaliação de Ativos Ambientais: Aplicação do Método de Avaliação Contingente” em XVIII Encontro Brasileiro de Econometria, SBE, 1996.

- a) Cuidadoso desenho e teste prévio do formulário;
- b) Treinamento dos pesquisadores;
- c) Utilização de entrevistas pessoais em vez de telefônicas ou cartas;
- d) Pergunta ao entrevistado pela disposição a pagar para um ganho de bem estar;
- e) Para evitar vieses dos pesquisadores e comportamentos estratégicos dos entrevistados, utilizou-se o método *Ad-Referendum*, o qual propõe um valor predeterminado ao entrevistado, que tem a opção de aceitar ou rejeitar o referido valor. Neste método, se estabelece uma série de valores que são distribuídos aleatoriamente à população beneficiada, sendo ofertado um único valor por entrevista realizada.

Além disto, procurou-se eliminar ou reduzir os seguintes vieses:

- a) **Do modo de pagamento:** este tipo de viés aparece quando a resposta dada pelo entrevistado vem condicionada a um mecanismo proposto de pagamento. Nesta pesquisa, foram determinados instrumentos conhecidos de cobrança, quais sejam, conta de água, instrumento conhecido, confiável e aprovado pela população;
- b) **Do ponto de partida:** este viés ocorre quando o método de eleição introduz, direta ou indiretamente, um valor inicial que influencia posteriormente no valor declarado pelo entrevistado, uma vez que este, em condições de incerteza, considera tal valor como razoável. Nesta pesquisa, além de utilizar o método do *Ad-Referendum* na pergunta de disposição a pagar, os pesquisadores foram treinados quanto à forma de realizar a pergunta da DAP e esperar pela resposta;

- c) **Da informação apresentada:** embora seja impossível obter uma avaliação totalmente livre deste viés, nesta pesquisa procurou reduzi-la adotando-se os seguintes procedimentos: (i) nivelando as informações dos pesquisadores; (ii) treinando os pesquisadores para que eles lessem todo formulário, padronizando a explicação do projeto e as informações fornecidas; (iii) questionário estruturado e apresentação de ajudas visuais para melhor entendimento do projeto.
- d) **Do entrevistado:** este tipo de viés ocorre quando o entrevistado não revela sua verdadeira disposição a pagar visando agradar ao pesquisador. A maior ou menor presença deste erro dependerá do formato da pergunta da disposição a pagar. Nesta pesquisa, uma vez adotado o método *Ad-Referendum* e treinado os pesquisadores quanto à forma de abordar a pergunta da disposição a pagar, o risco deste viés aparecer é pequeno;
- e) **Da ordem de apresentação do bem ou serviço:** este viés surge quando se quantifica ao mesmo tempo vários bens ou serviços, sendo que a sequência ou ordem das perguntas induz o entrevistado a pensar que aqueles que estão em primeiro lugar são mais importantes. Nesta pesquisa, o entrevistado responde a uma única pergunta de disposição a pagar, para apenas um serviço, o de esgotamento sanitário.

■ ESTIMATIVA PRELIMINAR DA DAP

A partir do monitoramento de algumas variáveis durante a pesquisa definitiva, foi possível estimar preliminarmente dois modelos para determinar o valor da disposição a pagar. Para esta análise, utilizaram-se as variáveis mais significativas monitoradas, quais sejam: renda familiar mensal, valor da DAP ofertado ao entrevistado (R\$/família/mês) como variáveis independentes e as respostas sim e não aos valores ofertados como variável dependente.

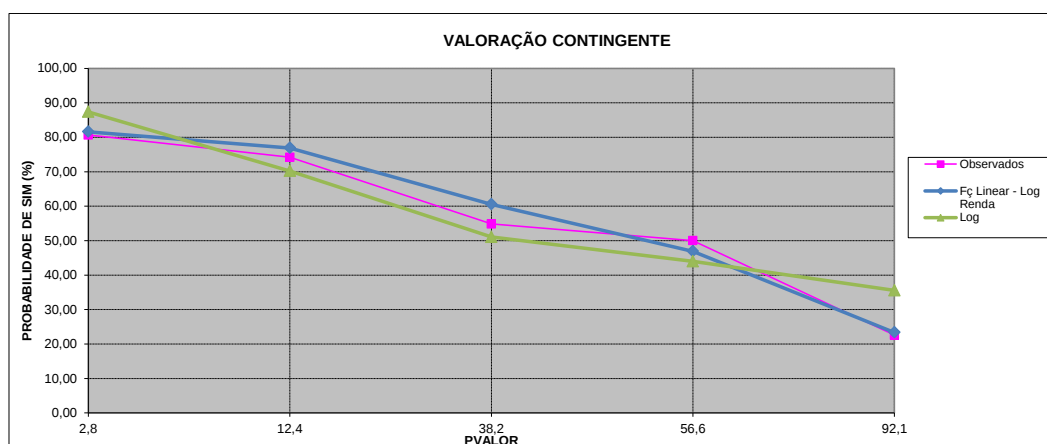
As funções analisadas foram assim denominadas: (i) **linear-log-renda**, incluindo a variável renda transformada em logaritmo, ou seja, logarítmico da variável renda e o valor ofertado ao entrevistado (R\$/ família/ mês) e (ii) **log-log**, incorporando o logarítmico da variável renda e logarítmico da variável do valor ofertado aos entrevistados. Os resultados preliminares do valor de disposição a pagar para o projeto de esgotamento sanitário estão apresentados no quadro abaixo:

Quadro 3 – Estimativa Preliminar de Disposição a Pagar da Pesquisa Definitiva

CALCULO DA PROBABILIDADE PARA OS MODELOS ESCOLHIDOS

COEFICIENTES DOS MODELOS ESCOLHIDOS

VARIÁVEL			MÉDIA
	Linear - Log Renda	LOG	
CONST.	-3,595	-1,878	-
Ln - Renda	0,6940	0,612	7,4475
Renda			2310,23
Valor -Dap	-0,030		
Ln - Dap		-0,724	
DAP	52,45	40,51	
CAP pag	2,27%	1,75%	



O valor preliminar da disposição a pagar resultante da pesquisa de campo deverá estar entre um intervalo de R\$ 40,00 a R\$ 52,00 mensal por família. O valor obtido é bem superior ao obtido na pesquisa de campo realizada no ano de 2007, estando os dois valores na mesma data-base. Ressalta-se que o valor da disposição a pagar pelo projeto de esgotamento sanitário será estimado definitivamente após digitação de todas as variáveis do questionário no banco de dados e análise estatística das variáveis que melhor explicam a aceitação ao projeto.

ESTIMATIVA BENEFÍCIO REASSENTAMENTO

A retirada da população da área de intervenção do Programa tornou-se prioritária em função do risco de inundações como também pela necessidade da realização de obras, tendo em vista que, majoritariamente, as condições físicas dos imóveis situados na área apresentavam elevado grau de precariedade.

O componente de reassentamento do Programa e os custos respectivos são tratados como um débito contra os benefícios econômicos do projeto de investimento que causa a necessidade da remoção de famílias. Entretanto, quaisquer benefícios líquidos para os reassentados (em comparação com as circunstâncias que existiriam “sem o projeto”) devem ser acrescentados à série de benefícios do investimento principal.

Seguindo o argumento apresentado acima, considerou-se que o benefício líquido do reassentado será o diferencial de qualidade da unidade habitacional que lhe foi oferecido na nova situação após a implantação do projeto.

Em função das condições econômicas diferenciadas da população alvo do reassentamento, diferentes alternativas de reassentamento foram adotadas, tais como:

- 1) Auxílio Moradia: solução transitória de R\$450,00 mensal aplicável a imóveis avaliados em até R\$ 40.000,00, concedida até o momento de entrega da UH;
- 2) Indenização: solução aplicável a imóveis avaliados acima de R\$ 40.000,00;
- 3) Auxílio Comércio: solução transitória de R\$450,00 mensal, aplicável a imóveis comerciais avaliados em até R\$ 40.000,00;
- 4) Pacote Moradia: solução definitiva de R\$2.700,00 aplicável a inquilinos;
- 5) Unidade Habitacional: construção de unidades habitacionais para as famílias que optaram por esta alternativa.

A construção de unidades habitacionais envolve a passagem da família de uma residência ocupada na área de projeto para outra situada em local indicado pela Prefeitura de Belém, mas não sujeitas aos problemas do local de origem.

No entanto é possível perceber que, do ponto de vista do interessado, envolve uma avaliação ligada ao mercado imobiliário. O preço de um imóvel, ou o seu aluguel como uma aproximação de fluxo, incorpora um conjunto de atributos desse imóvel como localização, tamanho, vizinhança, disponibilidade de serviços públicos (água, esgoto, drenagem), qualidade do ar, etc., de tal forma que a cada nível diferente de preço pode ser associado um determinado nível de bem estar ou de utilidade.

Nesse sentido o reassentado, ao passar de uma casa sujeita a problemas, como a ocupada em áreas sujeitas a inundação, para outra sem esses problemas estaria tendo acesso a certo benefício que seria proporcional ao preço de mercado (do imóvel ou do seu aluguel) comparada com essas mesmas variáveis relativas à habitação atual.

Dentro da análise de benefício custo, a unidade habitacional pode ser considerada similar a um “bem de mercado” no sentido de que se trata de um bem de consumo divisível, de característica individual (ou do núcleo familiar, se for o caso), e cujo ato de consumo implica em um tipo de “sacrifício” para os demais membros da população, sendo, portanto, passível de ser avaliado em função dos demais bens disponíveis para escolha de um consumidor.

Dadas essas premissas, a metodologia proposta para a avaliação dos benefícios inerentes ao reassentamento tem por base a comparação entre o valor de um aluguel médio prevalecente na área de reassentamento nas condições anteriores com o aluguel de um imóvel semelhante em termos de área e situado nas imediações de onde foram construídas unidades habitacionais oferecidas à população deslocada (famílias reassentadas).

Utilizou-se como referência de mercado o valor de uma unidade no Conjunto Habitacional fornecido pela Prefeitura de Belém, que possui um valor de R\$120.000,00, a preços de junho de 2012²⁷. Este valor serviu como referência para as famílias que foram e serão reassentadas nas unidades habitacionais. O valor atualizado para agosto de 2012 pelo Índice Geral de Preços–Disponibilidade Interna (IGP-DI)²⁸, alcança um valor atual de aluguel de R\$122.664,58. Este valor corresponde a um aluguel equivalente de R\$1.226,65 (1% do valor do imóvel).

De acordo com as informações do cadastro socioeconômico realizado pela Unidade Coordenadora do Programa com as famílias alvo de possível reassentamento, o valor médio pago pelo aluguel mensal era de R\$ 250,00, a preços de junho de 2010. Atualizando este valor pelo mesmo índice (IGP-DI)²⁹, obteve-se um valor atual de aluguel de R\$ 292,37. A diferença, que corresponde ao benefício da melhoria da unidade habitacional aqui considerado como *proxi* do incremento de qualidade de vida desta população será então de R\$ 934,28 mensal, por família.

As famílias beneficiadas por tipo de solução e divididas em PROMABEN 1 e PROMABEN 2 estão demonstradas no quadro a continuação.

²⁷ Informação fornecida pelos técnicos da área social da Unidade Coordenadora do Programa – UCP.

²⁸ IGP-DI de junho de 2012: 27,09940501e de agosto de 2012: 27,70114303

²⁹ IGP-DI de junho de 2010: 23,68701671 e de agosto de 2012: 27,70114303

**Quadro 4 - Famílias a serem beneficiadas pelo componente de
Habitação/Reassentamento**

Programa	Auxílio Moradia	Indenização	Auxílio Comércio	Unidade Habitacional	Pacote Moradia
PROMABEN 1	142	128	70	115	100
PROMABEN 2	20	10	0	27	20
Total	162	138	70	142	120

Fonte: Unidade Coordenadora do Programa – Ago/2012

Os benefícios foram contabilizados para as famílias a serem reassentadas, ou seja, 115 famílias no PROMABEN 1 e 27 famílias contempladas no PROMABEN 2³⁰. O benefício econômico total é a diferença do valor de aluguel pago atualmente e o aluguel de mercado referente à nova moradia multiplicado por 12 meses e pelo número de famílias beneficiadas para cada alternativa de reassentamento, conforme apresentado anteriormente. Os resultados encontram-se nos quadros abaixo.

³⁰ Para as demais opções de reassentamento consideraram-se apenas os custos de investimento.

Quadro 5

Benefício Econômico do Reassentamento - UH

PROMABEN 1

Ano	Pessoas Beneficiadas	Benefício Unitário (R\$/fam/mês)	Benefício Total (R\$)
0	-		-
1	115	934,28	1.289.306
2	115	934,28	1.289.306
3	115	934,28	1.289.306
4	115	934,28	1.289.306
5	115	934,28	1.289.306
6	115	934,28	1.289.306
7	115	934,28	1.289.306
8	115	934,28	1.289.306
9	115	934,28	1.289.306
10	115	934,28	1.289.306
11	115	934,28	1.289.306
12	115	934,28	1.289.306
13	115	934,28	1.289.306
14	115	934,28	1.289.306
15	115	934,28	1.289.306
16	115	934,28	1.289.306
17	115	934,28	1.289.306
18	115	934,28	1.289.306
19	115	934,28	1.289.306
20	115	934,28	1.289.306
21	115	934,28	1.289.306
22	115	934,28	1.289.306
23	115	934,28	1.289.306
24	115	934,28	1.289.306
25	115	934,28	1.289.306
26	115	934,28	1.289.306
27	115	934,28	1.289.306
28	115	934,28	1.289.306
29	115	934,28	1.289.306
VPL			10.342.560

Fonte: cálculos próprios. UH = unidade habitacional.

Quadro 6

Benefício Econômico do Reassentamento - UH

PROMABEN 2

Ano	Pessoas Beneficiadas	Beneficio Unitário (R\$/fam/mês)	Beneficio Total (R\$)
0	-		-
1	27	934,28	302.707
2	27	934,28	302.707
3	27	934,28	302.707
4	27	934,28	302.707
5	27	934,28	302.707
6	27	934,28	302.707
7	27	934,28	302.707
8	27	934,28	302.707
9	27	934,28	302.707
10	27	934,28	302.707
11	27	934,28	302.707
12	27	934,28	302.707
13	27	934,28	302.707
14	27	934,28	302.707
15	27	934,28	302.707
16	27	934,28	302.707
17	27	934,28	302.707
18	27	934,28	302.707
19	27	934,28	302.707
20	27	934,28	302.707
21	27	934,28	302.707
22	27	934,28	302.707
23	27	934,28	302.707
24	27	934,28	302.707
25	27	934,28	302.707
26	27	934,28	302.707
27	27	934,28	302.707
28	27	934,28	302.707
29	27	934,28	302.707
VPL			2.428.253

Fonte: cálculos próprios. UH = unidade habitacional.

Ressalta-se que os benefícios estimados serão distribuídos entre os componentes do Programa (esgotamento sanitário, drenagem, sistema viário e abastecimento de água) e alocados de acordo com o cronograma de obras de cada componente.

BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, Antonio e Faria, Diomira. “Avaliação Contingente de Investimentos Ambientais: Um Estudo de Caso.” **Estudos Econômicos**, vol. 26, n.1, jan-abr 1996. p.85-109.
- Haab, T.C. and McConnell, K.E. 1997. “Referendum Models and Negative Willingness to Pay: Alternative Solutions.” **Journal of Environmental Economics and Management**. Vol. 32, p. 251-270.
- *Nacional Oceanic and Atmospheric Administration (NOOA) - Ministério de Comercio dos Estados Unidos*. 1993. Parecer de uma comissão de experts para determinar se esta técnica podia ser considerada adequada para medir os valores de uso de bens ambientais.
- Pessoa, R. e Ramos, F. 1996. “Avaliação de Ativos Ambientais: Aplicação do Método de Avaliação Contingente” em **XVIII Encontro Brasileiro de Econometria**, SBE, 1996.
- Vaughan, William, Russell, Clifford, Rodrigues, Diego, Darling, Arthur. 1999. “Willingness to Pay: Referendum Contingent Valuation and Uncertain Project Benefits.” Technical Paper Series - ENV 130. Inter-American Development Bank. Washington, D.C

ANEXOS

VII.1) ANEXO 1.1: MAPA DA PESQUISA DE CAMPO

VII.2) ANEXO 1.2: QUESTIONÁRIO DE DISPOSIÇÃO A PAGAR

PESQUISA SISTEMA DE ESGOTOS – BELÉM

Agosto 2012

Dia: ____ / ____ / 2012	Questionário		Quadra
Turno: (1) manhã; (2) tarde; (3) noite	Nº		
Hora de Início: ____:____			

Bom dia/ Boa tarde.

A) Estou fazendo uma pesquisa e preciso saber se você recebe a conta de água da COSANPA?

(0) Não → Vá para outro domicílio

(1) Sim

B) O chefe da família está em casa?

(0) Não → Vá para outro domicílio

(1) Sim

1) Você é um dos Chefes da Família?

(0) Não (*Pergunte pelo chefe, a entrevista deve ser feita com o chefe do domicílio*)

(1) Sim - *continuar*

Meu nome é _____, sou pesquisador(a) do PROMABEN e estou fazendo uma pesquisa para saber a opinião das pessoas sobre o saneamento do bairro. Você Este questionário demora 15 minutos. Podemos começar?

2) Qual é a sua idade?

_____anos (Se for menor de 18 anos ou maior de 70 anos, agradeça e procure outra casa)

3) Sexo

(1) Feminino (2) Masculino

4) Estado Civil:

(1) casado(a) ou tem união estável (juntado)

(2) divorciado(a) ou separado(a)

(3) solteiro(a)

(4) viúvo(a)

5) Até que ano você estudou?

(0) Sem instrução

(1) Primeiro grau incompleto

(2) Primeiro grau completo

(3) Segundo grau incompleto

(4) Segundo grau completo

(5) Superior incompleto

(6) Superior Completo

6) Você trabalha em quê?

7) Neste terreno tem mais de uma casa, além da sua?

Sim. Quantas? _____

(0) Não

8) Esta casa é própria ou alugada?

(1) Própria, **ir para a questão P10**

(2) Cedida/emprestada/invasão, **ir para a P10**

(3) Alugada, **continuar**

9) Qual o valor do aluguel mensal?

9.1. Valor: R\$ [_____]

9.2. Quando reajustou a última vez?: _____ / _____
(mês/ano)

Ir para a P13

10) Se você pagasse aluguel por esta casa, quanto você acha que seria?

Valor: R\$ [_____]

11) Se você quisesse e pudesse vender esta casa, por quanto venderia? (*Pedir estimativa do valor*)

R\$ [_____]

12) Você pretende vender esta casa nos próximos meses?

- (0) Não
- (1) Sim
- (2) Não se aplica (Casa cedida/emprestada)

13) Há quanto anos você vive nesta casa?

_____ (se for menos de 1 ano, coloque 0)

14) Na sua opinião, quais são os principais problemas do seu bairro?

(Cite 3 problemas em ordem de importância: do mais importante para o menos importante)

14.1 _____

14.2 _____

14.3 _____

15) Na sua opinião, quais são os principais problemas da sua casa?

(Cite 3 problemas em ordem de importância: do mais importante para o menos importante)

15.1 _____

15.2 _____

15.3 _____

16) Você diria que no seu bairro os esgotos:

- (1) Incomodam muito
- (2) Às vezes incomodam
- (3) Não incomodam

17) Nos últimos três meses alguém da sua família teve alguma destas doenças?

Doenças	Sim (1) Não (0)	Idade dos doentes
Diarréia		
Amebíase (ameba)		
Cólera		
Verminose		
Hepatite		
Dengue		
Micose de pele		

18) Nesta casa tem banheiro?

(1) Sim

(0) Não → **Vá para pergunta 21**

19) O banheiro fica dentro ou fora da casa?

Dentro da casa. Quantos tem? _____

Fora da casa. Quantos tem? _____

20) O banheiro que você usa na sua casa:

(1) Tem vaso sanitário com descarga de água e chuveiro

(2) Tem vaso sanitário com descarga de água

(3) Tem vaso sanitário sem descarga de água

(4) Tem um buraco escavado no solo

(5) Outro _____

21) Existe alguma fossa no terreno desta casa?

(1) Sim (0) Não – **Vá para P22**

21.1 Quantas fossas existem (funcionando ou não)?

21.2 Quantas funcionam? _____

Vá para P24

22) Para onde vão as águas utilizadas na cozinha, para lavar a roupa e tomar banho?

(1) Diretamente para a rua ou vala em frente à casa

(2) Diretamente para o igarapé ou canal mais próximo

(3) Para o quintal ou fundo da casa

(4) Outro _____

23) Para onde são enviados os esgotos da privada?

(1) Diretamente para a rua ou vala em frente à casa

(2) Diretamente para o igarapé ou canal mais próximo

(3) Para o quintal ou fundo da casa

(4) Outro _____

Vá para P27

24) Quais destes problemas a fossa já lhe causou?

Problema	(0)Não	(1)Sim
24.1) Vazamento		
24.2) Mau cheiro		
24.3) Presença de insetos		
24.4) Outro		

25) Você já teve que reformar sua fossa alguma vez?

(0) Não → **Vá para P27**

(1) Sim

26) Você se lembra quanto tempo faz e quanto custou para reformar a fossa?

26.1) _____ ANOS (Se for menos de 1 ano, coloque 0)

26.2) R\$ _____

27) Qual sua opinião sobre implantar uma rede de esgoto nesta rua? REDE DE ESGOTO É ISTO AQUI, OLHE ESTE DESENHO (*mostrar o desenho*).

Acha necessário? (1) Sim (0) Não

Porque?

28) Existe algum igarapé ou canal que passa perto da sua casa?

(0) Não **VÁ PARA P32**

(1) Sim. Qual o nome? _____

29) Qual a distância da sua casa a este igarapé ou canal?

[_____] quadras ou [_____] metros

30) Confirmação da Distância pelo Supervisor
(Pesquisador não preencher)

[_____] metros ou [_____] Km

31) Como é a situação da água deste igarapé ou canal?

(1) Suja com lixo

(2) Suja com esgoto

(3) Suja com lixo, esgoto e etc.

(4) Limpa, mas não pode nadar

(5) Limpa, pode nadar

32) Você nota a presença de valas com esgoto na rua em frente a sua casa?

(0) Não

(1) Sim

33) Você recebe a conta/fatura de água da COSANPA todo mês?

(1) Sim (0) Não **Vá para → O PROJETO**

33.1 Quanto pagou no último mês? R\$ _____

O PROJETO

Agora vou explicar o projeto para melhorar o saneamento deste bairro. É necessário construir nesta rua e no bairro uma Rede de Esgoto.

– PAUSA –

Uma rede de esgoto são tubos que recolhem os esgotos das casas e levam para fora do bairro (MOSTRAR FIGURA E APONTAR A REDE).

Os BENEFÍCIOS de ter uma rede de esgoto no bairro e nesta rua são: **LER PAUSADAMENTE**

- Não precisar mais de ter fossa;
- Evitar a construção de mais fossas no terreno da casa;
- Evitar a presença de valas de esgoto nas ruas;
- Afastar todos os esgotos do terreno e da rua onde mora;
- Reduzir a presença de insetos, ratos e outros animais que transmitem doenças;
- Evitar o contato com os esgotos e assim evitar doenças na família e nos animais domésticos;
- Melhorar a qualidade de vida da população e do seu bairro.

34) Alguma dúvida até aqui?

(0) Não

(1) Sim. *(Repetir a leitura do texto anterior e mostrar a figura).*

Da mesma forma que há BENEFÍCIOS quando se implanta uma rede de esgotos, existem também os custos para **realizar as obras e manter a rede funcionando bem**. Estes CUSTOS são para:

- Construir e implantar a rede de esgoto nesta rua e
- Manter a rede de esgoto funcionando bem.

Vou explicar. Depois de construída, é necessário manter as redes de esgoto, para que elas funcionem bem.

Os investimentos para construir as obras serão pagos pelo governo. – PAUSA – Mas há um custo pelo serviço de manter as redes de esgoto funcionando, levando os esgotos para longe das casas deste bairro.

Os custos de funcionamento e manutenção se referem a custos de equipamentos para manutenção, limpeza das redes e pessoal para trabalhar.

Isto terá um custo para as famílias do bairro. – PAUSA. Será necessário pagar um valor mensal, chamado de taxa de esgoto, todo mês. PAUSA --- Esta taxa será cobrada juntamente com a conta de água. PAUSA

A cobrança começará somente **DEPOIS** das obras prontas e o sistema estiver funcionando bem.

Agora, queremos saber sua opinião sobre a implantação do serviço de rede de esgoto nesta rua. Você deverá responder em nome de sua família. Vou fazer uma pergunta e quero saber sua opinião.

Pesquisador: Leia devagar e com clareza. Mostre a ilustração ao entrevistado ao fazer a pergunta e deixe que ele pense e escolha a resposta.

35) O QUE VOCÊ PREFERE?

(0) **NÃO PAGAR R\$** _____ TODO MÊS e NÃO TER o serviço de rede de esgotos nesta rua. **(SE NÃO CONCORDAR EM PAGAR O VALOR PROPOSTO, VÁ PARA 37)**

OU

(1) **PAGAR R\$** _____ TODO MÊS, JUNTAMENTE COM A CONTA DE ÁGUA para ter o serviço de rede de esgotos nesta rua.

36) Por que você aceitou pagar para ter a rede de esgotos nesta rua? (Marcar a principal)

(1) Para acabar com as valas de esgoto nas ruas

- (2) Para não precisar mais ter fossas no terreno
- (3) Para a melhoria das condições de saúde
- (4) Pela melhoria do bairro
- (5) Para ter um saneamento adequado na casa
- (6) Outro: _____

→ Vá para a P38

37).Por quais motivos você não está disposto a pagar?

- (1) Valor do pagamento mensal é alto
- (2) Já tem fossa que funciona bem
- (3) Estou satisfeito com o meu sistema de esgoto
- (4) Tem o seu esgoto lançado na galeria de água da chuva que soluciona o problema
- (5) A obra não é do seu interesse
- (6) A obra é do seu interesse, mas não aceita pagar
- (7) Outro: _____

→ Vá para a P42

38) Após a construção da rede de esgotos na sua rua você terá que fazer a ligação de sua casa até a rede (ligar sua casa ao encanamento da rua). Esta ligação tem que ser paga pelos moradores de cada casa,

para que o esgoto seja coletado e lançado na rede. O valor da ligação de sua casa na rede de esgotos é de R\$ 296,86. Este valor será pago **SOMENTE UMA VEZ**. Sabendo deste custo, você pretende ligar sua casa na rede de esgotos?

- (1) Sim – **Vá para P42**
- (0) Não

(2) Depende da forma de pagamento

(3) Somente se falar com o responsável pelo Programa

39) Se a ligação de sua casa na rede de esgoto fosse feita pela COSANPA e o pagamento PARCELADO, você faria a ligação?

- (1) Sim (0) Não (**Vá para P41**)

40) Em quantas parcelas você gostaria que fosse dividida o valor da ligação?

_____ vezes (**Vá para P42**)

41) Porque você não faria a ligação de sua casa na Rede de esgotos da COSANPA?

- (1) Valor da taxa é muito alto
- (2) Não quer fazer obras na casa
- (3) Não se interessa pelo serviço
- (4) Não tem problemas com o sistema de esgoto
- (5) Outros: _____

42) Quantos cômodos tem nesta casa ? (**cômodo separado por parede de tijolo ou madeira**)

_____ cômodos

43) Quantos quartos tem nesta casa ? (quarto separado por parede de tijolo ou madeira)

_____ quartos

44) Nesta casa tem garagem?

(0) Não

(1) Sim, para 1 carro.

(2) Sim, para 2 carros.

(3) Sim, para 3 ou mais carros.

45) A casa tem caixa d'água (reservatório de água)?

(1) Sim

(0) Não

46) Tem energia elétrica no domicílio?

(1) Sim

(0) Não – **Vá para P48**

47) Tipo de ligação?

(1) Celpa

(2) Clandestino

48) Qual a área construída da casa\apto? (m²)

Frente: _____ m²

Fundo: : _____ m²

Total: : _____ m²

(Se o entrevistado não souber pedir a guia do IPTU)

Se for apartamento ir para a questão nº 50

49) Qual a área do lote?

Frente: _____ m²

Fundo: : _____ m²

Total: : _____ m²

(se não souber pedir a guia do IPTU)

50) Qual a idade do imóvel (anos)? _____

51) Qual a distância da sua casa ao centro da cidade (Shopping Pátio Belém) ? _____
(colocar a unidade, se em quadras, metros, ou km)

51.1) Confirmação da Distância pelo Supervisor
(Pesquisador não preencher)

[] metros ou [] Km

52) Quantas pessoas moram nesta casa, incluindo você? _____

52.1 Quantas são menores de 15 anos? _____

52.2 Quantos são menores de 2 anos? _____

53) Das pessoas que moram nesta casa, quantas trabalham? _____

54) Qual é a renda dos moradores desta casa? (salário, aposentadoria, pensão, aluguéis, etc.)

PESSOA	GRAU DE PARENTESCO COM O CHEFE DE FAMÍLIA	RENDA (R\$)	RENDA (Cód)
54.1	Chefe da família		
54.2	Cônjuge		
54.3	Filho > 15 anos		
54.4	Outros parentes		
TOTAL	-		

55) No ano passado, a sua casa ou a sua rua foi alagada? (Pode ser na frente, nos fundos (quintal) ou dentro da casa)

(1) Sim (0) Não – **Vá para P60**

56) A principal causa do alagamento foi:

(1) A chuva forte

(2) A enxurrada

(3) A casa fica abaixo da linha da rua

(4) Outro: _____

57) O alagamento ocorre:

(1) Toda vez que chove

(2) Quando chove forte

(3) Raramente

(4) Outro: _____

58) Nos últimos 12 meses, você teve que gastar dinheiro para consertar algum dano causado pelo alagamento, ou com médicos e remédios para tratar doenças que apareceram após as inundações?

(1) Sim (0) Não – **Vá para P60**

59) Quando isso ocorreu e quanto você gastou com: (Colocar mês e ano do gasto)

Danos materiais

59.1 Valor: R\$ _____

59.2 Quando: Data (mês/ano) ____/____

Danos a Saúde (hospital, farmácia,etc)

59.3 Valor: R\$ _____

59.4 Quando: Data (mês/ano) ____/____

60) Quando chove forte, você tem que desviar do seu caminho normal para chegar ou sair de casa por causa de alagamentos na sua rua ou no seu bairro?

(1) Sim, no bairro

(2) Sim, na rua

(3) Sim, no bairro e na rua

(0) Não

ESTAMOS TERMINANDO. TENHO QUE VERIFICAR SE HÁ ALGUMA PERGUNTA CUJA RESPOSTA FICOU EM BRANCO. Pesquisador: revisar o questionário, se estiver tudo preenchido, continuar. Caso contrário, completar as respostas em branco.

PODE ME DAR SEU TELEFONE PARA QUE MEU SUPERVISOR POSSA FAZER A CONFERENCIA DESTA PESQUISA?

Telefone: _____

OBRIGADA PELA PESQUISA!

Pesquisador: por observação responda as demais perguntas.

61) Qual o tipo da moradia?

(1) Palafita

(2) Casa terra firme

(3) Imóvel de 2 andares (Comércio e Moradia)

(4) Imóvel de 2 andares (Moradia e Moradia)

(5) imóvel de 3 andares (Moradia, Moradia e Moradia)

(6) Nos fundos (de outro imóvel)

(7) Apartamento até 3 andares

(8) Apartamento com mais de 3 andares

(9) Outro. Qual? _____

62) Qual o tipo de pavimento da rua?

(1) Terra

(2) Paralelepípedo/pedras/calçamento

(3) Asfalto

(4) Outro. Qual? _____

63) Qual o estado geral de conservação da casa?

(1) ruim/péssimo

(2) regular

(3) bom

(4) ótimo

64) Qual o tipo da via?

(1) beco

(2) rua

(3) avenida

(4) Outro: _____

65) Tem palafitas ao lado da casa?

(0) Não

(1) Sim

66) Há algum lote vago ao lado da casa?

(1) ao lado da casa

(2) em frente a casa

(3) nos fundos da casa

(0) não

67) Quantos imóveis teve que abordar para conseguir um que receba conta de água da COSANPA?

_____ imóveis

PESQUISADOR

ANOTE O ENDEREÇO DA ENTREVISTA

Endereço (Rua/Av.):
nº:
Bairro:

13.5.1.1 Pesquisador: anote a hora de término: ____:____

Declaro serem verdadeiras todas as informações contidas neste questionário conforme as normas exigidas.

13.5.1.2 ASSINATURA DO
PESQUISADOR

Valor do Imóvel pela Avaliação da Gerenciadora

R\$ _____



13.6 ANEXO 3: SAÍDAS DO MODELO SIMOP

1 RESUMEN DE MACRO-INSTRUCCIONES PARA ESTA PASADA

```

RUNAME  0.  SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
RUNJOB  1.  PROGRAMA PROMABEN II - BID - COSANPA
TIMING  21. archivo: proma6.ent  versao: SETEMBRO 1
DATAIN  0.
G      3.00  21.00  4.00  .12
G      1.00
G      1.00  21.00  5904459.00  5904459.00
G      1.00
G      1.00  21.00  5904459.00  5904459.00
D      -.86  -.86  -.86
D      4.29  8.55  4.29
D 5759904.00 485435.00 951889.00
D      3.00  3.00  3.00
D      .00
D      1.
D 1.0000 21.0000 .0077 .0077
D      1.  2.
D 1.0000 21.0000 .0077 .0077
D      1.  3.
D 1.0000 21.0000 .0077 .0077
T      1.  1.
T 1.0000 21.0000 4.2900 4.2900
T      1.  2.
T 1.0000 21.0000 8.5500 8.5500
T      1.  3.
T 1.0000 21.0000 4.2900 4.2900
P      2.  0.
P 2.00 234275.00 1.00 3.00 1.00
P 2.00 78092.00 4.00 20.00 1.00
N      1.00
N      1.  3.
N      1. 2725410.
N      2. 5450820.
N      3. 5450820.
V      .48
V      .00  .00  .00
C      1.00  1.00  1.00  .00  .00
ENDATA  0.

```

1

OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PROYECTADAS

CONSUMO POR GRUPOS						OFERTA TOTAL				NORMA DE DISTR.NO. 1
ANO	1	2	3	4	5	TOTAL	SIN	CON	SIN NVOS	CON NVOS
4	5939369.	500560.	981548.		0.	0.	7421476.	5904459.	11808918.	X
5	5985102.	504414.	989105.		0.	0.	7478622.	5904459.	11808918.	X
6	6031187.	508298.	996722.		0.	0.	7536207.	5904459.	11808918.	X
7	6077627.	512212.	1004396.		0.	0.	7594236.	5904459.	11808918.	X
8	6124425.	516156.	1012130.		0.	0.	7652711.	5904459.	11808918.	X
9	6171583.	520131.	1019924.		0.	0.	7711637.	5904459.	11808918.	X
10	6219104.	524136.	1027777.		0.	0.	7771017.	5904459.	11808918.	X
11	6266991.	528171.	1035691.		0.	0.	7830854.	5904459.	11808918.	X
12	6315247.	532238.	1043666.		0.	0.	7891151.	5904459.	11808918.	X
13	6363875.	536337.	1051702.		0.	0.	7951913.	5904459.	11808918.	X
14	6412876.	540466.	1059800.		0.	0.	8013143.	5904459.	11808918.	X
15	6462256.	544628.	1067960.		0.	0.	8074844.	5904459.	11808918.	X
16	6512015.	548822.	1076184.		0.	0.	8137020.	5904459.	11808918.	X
17	6562157.	553048.	1084470.		0.	0.	8199675.	5904459.	11808918.	X
18	6612686.	557306.	1092821.		0.	0.	8262813.	5904459.	11808918.	X
19	6663604.	561597.	1101236.		0.	0.	8326437.	5904459.	11808918.	X
20	6714913.	565922.	1109715.		0.	0.	8390550.	5904459.	11808918.	X
21	6766618.	570279.	1118260.		0.	0.	8455157.	5904459.	11808918.	X
1	RESUMEN DE BENEFICIOS PARA EL GRUPO DE CONSUMIDORES NO. 1 (GRUPO EXISTENTE ANTERIORMENTE)									

PRECIO			CONSUMO			BENEFICIOS ECONOMICOS BRUTOS				
AÑO ELAST.	MAX	PROY.	CON	SIN	PROY.	CON	SIN	NETO	CONSUMO NETO	AHORRO DE RECURSOS TOTAL
4	-.86	*****	4.29	4.29	5.60	5939369.	5939369.	4725308.	1214061.	5936296.
5	-.86	*****	4.29	4.29	5.65	5985102.	5985102.	4725308.	1259794.	6186551.
6	-.86	*****	4.29	4.29	5.70	6031187.	6031187.	4725308.	1305879.	6440566.
7	-.86	*****	4.29	4.29	5.75	6077627.	6077627.	4725308.	1352319.	6698386.
8	-.86	*****	4.29	4.29	5.80	6124425.	6124425.	4725308.	1399117.	6960056.
9	-.86	*****	4.29	4.29	5.85	6171583.	6171583.	4725308.	1446275.	7225624.
10	-.86	*****	4.29	4.29	5.90	6219104.	6219104.	4725308.	1493796.	7495135.
11	-.86	*****	4.29	4.29	5.96	6266991.	6266991.	4725308.	1541684.	7768638.
12	-.86	*****	4.29	4.29	6.01	6315247.	6315247.	4725308.	1589939.	8046181.
13	-.86	*****	4.29	4.29	6.06	6363875.	6363875.	4725308.	1638567.	8327810.
14	-.86	*****	4.29	4.29	6.12	6412876.	6412876.	4725308.	1687569.	8613577.
15	-.86	*****	4.29	4.29	6.17	6462256.	6462256.	4725308.	1736948.	8903530.
16	-.86	*****	4.29	4.29	6.23	6512015.	6512015.	4725308.	1786707.	9197718.
17	-.86	*****	4.29	4.29	6.28	6562157.	6562157.	4725308.	1836850.	9496194.
18	-.86	*****	4.29	4.29	6.34	6612686.	6612686.	4725308.	1887378.	9799007.
19	-.86	*****	4.29	4.29	6.40	6663604.	6663604.	4725308.	1938296.	10106210.

20	-86	*****	4.29	4.29	6.46	6714913.	6714913.	4725308.	1989606.	10417855.	0.	10417855.
21	-86	*****	4.29	4.29	6.51	6766618.	6766618.	4725308.	2041311.	10733994.	0.	10733994.
1	RESUMEN DE BENEFICIOS PARA EL GRUPO DE CONSUMIDORES NO. 2 (GRUPO EXISTENTE ANTERIORMENTE)											

PRECIO			CONSUMO			BENEFICIOS ECONOMICOS BRUTOS						
AÑO	ELAST.	MAX	PROY.	CON	SIN	PROY.	CON	SIN	NETO	CONSUMO	NETO	AHORRO DE RECURSOS TOTAL
4	-86	*****	8.55	8.55	11.15	500560.	500560.	398241.	102319.	997103.	0.	997103.
5	-86	*****	8.55	8.55	11.25	504414.	504414.	398241.	106173.	1039138.	0.	1039138.
6	-86	*****	8.55	8.55	11.36	508298.	508298.	398241.	110057.	1081804.	0.	1081804.
7	-86	*****	8.55	8.55	11.46	512212.	512212.	398241.	113971.	1125110.	0.	1125110.
8	-86	*****	8.55	8.55	11.56	516156.	516156.	398241.	117915.	1169062.	0.	1169062.
9	-86	*****	8.55	8.55	11.66	520131.	520131.	398241.	121890.	1213668.	0.	1213668.
10	-86	*****	8.55	8.55	11.77	524136.	524136.	398241.	125895.	1258937.	0.	1258937.
11	-86	*****	8.55	8.55	11.87	528171.	528171.	398241.	129930.	1304877.	0.	1304877.
12	-86	*****	8.55	8.55	11.98	532238.	532238.	398241.	133997.	1351495.	0.	1351495.
13	-86	*****	8.55	8.55	12.09	536337.	536337.	398241.	138096.	1398800.	0.	1398800.
14	-86	*****	8.55	8.55	12.19	540466.	540466.	398241.	142225.	1446799.	0.	1446799.
15	-86	*****	8.55	8.55	12.30	544628.	544628.	398241.	146387.	1495502.	0.	1495502.
16	-86	*****	8.55	8.55	12.41	548822.	548822.	398241.	150581.	1544916.	0.	1544916.
17	-86	*****	8.55	8.55	12.53	553048.	553048.	398241.	154807.	1595050.	0.	1595050.
18	-86	*****	8.55	8.55	12.64	557306.	557306.	398241.	159065.	1645912.	0.	1645912.
19	-86	*****	8.55	8.55	12.75	561597.	561597.	398241.	163356.	1697513.	0.	1697513.
20	-86	*****	8.55	8.55	12.87	565922.	565922.	398241.	167681.	1749859.	0.	1749859.
21	-86	*****	8.55	8.55	12.98	570279.	570279.	398241.	172038.	1802960.	0.	1802960.

1 RESUMEN DE BENEFICIOS PARA EL GRUPO DE CONSUMIDORES NO. 3 (GRUPO EXISTENTE ANTERIORMENTE)

PRECIO			CONSUMO			BENEFICIOS ECONOMICOS BRUTOS						
AÑO	ELAST.	MAX	PROY.	CON	SIN	PROY.	CON	SIN	NETO	CONSUMO	NETO	AHORRO DE RECURSOS TOTAL
4	-86	*****	4.29	4.29	5.60	981548.	981548.	780910.	200637.	981040.	0.	981040.
5	-86	*****	4.29	4.29	5.65	989105.	989105.	780910.	208195.	1022397.	0.	1022397.
6	-86	*****	4.29	4.29	5.70	996722.	996722.	780910.	215811.	1064376.	0.	1064376.
7	-86	*****	4.29	4.29	5.75	1004396.	1004396.	780910.	223486.	1106984.	0.	1106984.
8	-86	*****	4.29	4.29	5.80	1012130.	1012130.	780910.	231220.	1150228.	0.	1150228.
9	-86	*****	4.29	4.29	5.85	1019924.	1019924.	780910.	239013.	1194116.	0.	1194116.
10	-86	*****	4.29	4.29	5.90	1027777.	1027777.	780910.	246867.	1238656.	0.	1238656.
11	-86	*****	4.29	4.29	5.96	1035691.	1035691.	780910.	254781.	1283855.	0.	1283855.
12	-86	*****	4.29	4.29	6.01	1043666.	1043666.	780910.	262755.	1329722.	0.	1329722.
13	-86	*****	4.29	4.29	6.06	1051702.	1051702.	780910.	270792.	1376264.	0.	1376264.
14	-86	*****	4.29	4.29	6.12	1059800.	1059800.	780910.	278890.	1423491.	0.	1423491.
15	-86	*****	4.29	4.29	6.17	1067960.	1067960.	780910.	287050.	1471409.	0.	1471409.
16	-86	*****	4.29	4.29	6.23	1076184.	1076184.	780910.	295273.	1520027.	0.	1520027.
17	-86	*****	4.29	4.29	6.28	1084470.	1084470.	780910.	303560.	1569353.	0.	1569353.

18	-.86	*****	4.29	4.29	6.34	1092821.	1092821.	780910.	311911.	1619396.	0.	1619396.
19	-.86	*****	4.29	4.29	6.40	1101236.	1101236.	780910.	320325.	1670165.	0.	1670165.
20	-.86	*****	4.29	4.29	6.46	1109715.	1109715.	780910.	328805.	1721668.	0.	1721668.
21	-.86	*****	4.29	4.29	6.51	1118260.	1118260.	780910.	337350.	1773913.	0.	1773913.

1 BENEFICIOS Y COSTOS TOTALES

BENEFICIOS ECONOMICOS BRUTOS							COSTOS ECONOMICOS BRUTOS					BENEFICIOS	
	PERIODICOS					NO	VARIABLES DE		ECONOMICOS				
ANO	1	2	3	4	5	TOTAL	PERIODICOS	PRODUCCION	SUMINISTRO	TOTAL	NETOS		
1	0	0	0	0	0	0	234275	2725410	0	0	2959685	-2959685	
2	0	0	0	0	0	0	234275	5450820	0	0	5685095	-5685095	
3	0	0	0	0	0	0	234275	5450820	0	0	5685095	-5685095	
4	5936295	997103	981039		0	0	7914438	78092	0	727713	0	805805	7108633
5	6186550	1039138	1022397		0	0	8248086	78092	0	755125	0	833217	7414868
6	6440565	1081804	1064376		0	0	8586746	78092	0	782749	0	860841	7725904
7	6698385	1125109	1106983		0	0	8930478	78092	0	810585	0	888677	8041800
8	6960056	1169061	1150227		0	0	9279345	78092	0	838636	0	916728	8362616
9	7225623	1213668	1194115		0	0	9633407	78092	0	866903	0	944995	8688412
10	7495135	1258937	1238655		0	0	9992728	78092	0	895387	0	973479	9019248
11	7768638	1304876	1283854		0	0	10357370	78092	0	924091	0	1002183	9355186
12	8046180	1351494	1329721		0	0	10727397	78092	0	953016	0	1031108	9696289
13	8327810	1398799	1376264		0	0	11102874	78092	0	982163	0	1060255	10042618
14	8613576	1446799	1423490		0	0	11483866	78092	0	1011535	0	1089627	10394238
15	8903529	1495501	1471408		0	0	11870439	78092	0	1041133	0	1119225	10751213
16	9197718	1544915	1520026		0	0	12262660	78092	0	1070959	0	1149051	11113608
17	9496193	1595049	1569352		0	0	12660596	78092	0	1101015	0	1179107	11481489
18	9799007	1645912	1619396		0	0	13064315	78092	0	1131302	0	1209394	11854921
19	10106209	1697512	1670165		0	0	13473887	78092	0	1161822	0	1239914	12233972
20	10417854	1749858	1721667		0	0	13889380	78092	0	1192577	0	1270669	12618711
21	10733993	1802959	1773913		0	0	14310866	0	0	1223569	0	1223569	13087296

1 VALOR PRESENTE DE LOS BENEFICIOS Y LOS COSTOS (TASA DE DESCUENTO= .1200)

A. BENEFICIOS	MONTO
GRUPO 1	43015579.47
GRUPO 2	7225209.48
GRUPO 3	7108808.92
GRUPO 4	.00
GRUPO 5	.00
SUBTOTAL	57349597.86

B. COSTOS	
PERIODICOS	1073440.49
NO PERIODICOS	11937573.90

VARIABLES DE PRODUCCION 5129933.16
 VARIABLES DE SUMINISTRO .00

SUBTOTAL 18140947.55

C. VALOR NETO (A-B) 39208650.31
 OTASA INTERNA DE RETORNO = 40.36

1 ANALISIS DE INICIACION OPTIMA

INICIACION INICIACION VALOR ----CAMBIO PORCENTUAL----
 CONSTRUCCION PRODUCCION PRESENTE CON RELACION ACCUMULATIVO
 NETO AL ANTERIOR

* 1	4	39208650.31	.0	.0
2	5	36735075.20	-6.3	-6.3
3	6	34364638.46	-6.5	-12.4
4	7	32101113.28	-6.6	-18.1
5	8	29946519.50	-6.7	-23.6
6	9	27901433.46	-6.8	-28.8
7	10	25965253.61	-6.9	-33.8
8	11	24136427.81	-7.0	-38.4
9	12	22412647.11	-7.1	-42.8
10	13	20791010.52	-7.2	-47.0
11	14	19268164.59	-7.3	-50.9
12	15	17840421.21	-7.4	-54.5
13	16	16503856.47	-7.5	-57.9
14	17	15254393.31	-7.6	-61.1
15	18	14087870.12	-7.6	-64.1
16	19	13000097.22	-7.7	-66.8
17	20	11986903.09	-7.8	-69.4
18	21	11044171.66	-7.9	-71.8
19	22	10167872.10	-7.9	-74.1
20	23	9354363.42	-8.0	-76.1
21	24	8600047.97	-8.1	-78.1
22	25	7901401.00	-8.1	-79.8

0 * SENALA FECHA OPTIMA DE INICIACION
 (SI SE PRESENTA DENTRO DEL PERIODO DE TIEMPO BAJO ESTUDIO)

1 RESUMEN DE MACRO-INSTRUCCIONES PARA ESTA PASADA

PARAME 1 1.

7 1 0 0 0 0	5759904.00	575990.00	3 3
7 2 0 0 0 0	485435.00	48543.00	3 3
7 3 0 0 0 0	951889.00	95189.00	3 3
ENDATA 0 0 0 0 0 0	.00	.00	0 0

1

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

PASADA PARAMETRICA 1.00

RESUMEN DE PASADAS PARA ANALIZAR LA SENSIBILIDAD

PASADA NO.	SEQ. NO.	VAR. NO.	NOMBRE DE LA VARIABLE	GRUPO DE CONSUMIDORES	CATEGORIA INGRESOS O CONSTANTE	FLUJO CAMBIO NO. PROGRESSIVO	VALOR DEL PARAMETRO
8	1	7	CANTIDAD INICIAL	1			4031934.00
8	2	7	CANTIDAD INICIAL	2			339806.00
8	3	7	CANTIDAD INICIAL	3			666322.00
9	1	7	CANTIDAD INICIAL	1			4607924.00
9	2	7	CANTIDAD INICIAL	2			388349.00
9	3	7	CANTIDAD INICIAL	3			761511.00
10	1	7	CANTIDAD INICIAL	1			5183914.00
10	2	7	CANTIDAD INICIAL	2			436892.00
10	3	7	CANTIDAD INICIAL	3			856700.00
11	1	7	CANTIDAD INICIAL	1			5759904.00
11	2	7	CANTIDAD INICIAL	2			485435.00
11	3	7	CANTIDAD INICIAL	3			951889.00
12	1	7	CANTIDAD INICIAL	1			6335894.00
12	2	7	CANTIDAD INICIAL	2			533978.00
12	3	7	CANTIDAD INICIAL	3			1047078.00
13	1	7	CANTIDAD INICIAL	1			6911884.00
13	2	7	CANTIDAD INICIAL	2			582521.00
13	3	7	CANTIDAD INICIAL	3			1142267.00
14	1	7	CANTIDAD INICIAL	1			7487874.00
14	2	7	CANTIDAD INICIAL	2			631064.00
14	3	7	CANTIDAD INICIAL	3			1237456.00

1

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

PASADA PARAMETRICA 1.00

*** RESULTADOS SEGUN LIMITES PARAMETRICOS ***

PASADA TOTAL TOTAL COSTO VALOR TASA DE
 NO. BENEFICIOS BRUTOS DESCONTADO PRESENTE NETO RETORNO
 DESCONTADOS

8	6725.64	13011718.25	-13004992.61	.000
9	8278297.15	13841091.23	-5562794.08	6.640
10	31449795.80	15991019.39	15458776.41	24.470
11	57349597.86	18140947.55	39208650.31	40.360
12	85746596.21	20290875.71	65455720.50	55.240
13	116448755.50	22440803.87	94007951.63	69.210
14	149293758.75	24590732.03	124703026.72	82.370

1 RESUMEN DE MACRO-INSTRUCCIONES PARA ESTA PASADA

PARAMETRO 1 2.

13 0 0 0 0 2	.00	.10	3 3
14 0 0 0 0 2	.00	.10	3 3
ENDATA 0 0 0 0 0 0	.00	.00	0 0

1

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

PASADA PARAMETRICA 2.00

RESUMEN DE PASADAS PARA ANALIZAR LA SENSIBILIDAD

PASADA NO.	SEQ. NO.	VAR. NO.	NOMBRE DE LA VARIABLE	GRUPO DE CONSUMIDORES	CATEGORIA INGRESOS	FLUJO CAMBIO ANO	VALOR DEL PARAMETRO
------------	----------	----------	-----------------------	-----------------------	--------------------	------------------	---------------------

8	1	13	CAP. SIN EL PROYECTO	0	CONSTANTE	-.30
8	2	14	CAPACIDAD INCREMENTAL	0	CONSTANTE	-.30
9	1	13	CAP. SIN EL PROYECTO	0	CONSTANTE	-.20
9	2	14	CAPACIDAD INCREMENTAL	0	CONSTANTE	-.20
10	1	13	CAP. SIN EL PROYECTO	0	CONSTANTE	-.10
10	2	14	CAPACIDAD INCREMENTAL	0	CONSTANTE	-.10
11	1	13	CAP. SIN EL PROYECTO	0	CONSTANTE	.00
11	2	14	CAPACIDAD INCREMENTAL	0	CONSTANTE	.00
12	1	13	CAP. SIN EL PROYECTO	0	CONSTANTE	.10
12	2	14	CAPACIDAD INCREMENTAL	0	CONSTANTE	.10
13	1	13	CAP. SIN EL PROYECTO	0	CONSTANTE	.20

13	2	14	CAPACIDAD INCREMENTAL	0	CONSTANTE	.20

14	1	13	CAP. SIN EL PROYECTO	0	CONSTANTE	.30
14	2	14	CAPACIDAD INCREMENTAL	0	CONSTANTE	.30

1

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PASADA PARAMETRICA 2.00

*** RESULTADOS SEGUN LIMITES PARAMETRICOS ***

PASADA TOTAL	TOTAL COSTO	VALOR	TASA DE
NO. BENEFICIOS BRUTOS	DESCONTADO	PRESENTE NETO	RETORNO
DESCONTADOS			

8	73370666.46	19130611.52	54240054.94	48.070
9	67319731.26	18806986.55	48512744.71	45.240
10	62012028.50	18473967.05	43538061.45	42.690
11	57349597.86	18140947.55	39208650.31	40.360
12	53200256.18	17807928.05	35392328.13	38.200
13	49468010.36	17474908.55	31993101.81	36.230
14	46439753.18	17179884.64	29259868.53	34.710

1 RESUMEN DE MACRO-INSTRUCCIONES PARA ESTA PASADA

PARAME 1 3.

18 0 0 0 1 2	.00	.10 3 3
4 0 0 0 0 0	.48	.01 5 5
ENDATA 0 0 0 0 0 0	.00	.00 0 0

1

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PASADA PARAMETRICA 3.00

RESUMEN DE PASADAS PARA ANALIZAR LA SENSIBILIDAD

PASADA	SEQ.	VAR.	NOMBRE DE LA	GRUPO DE	CATEGORIA	FLUJO CAMBIO	VALOR DEL
NO.	NO.	NO.	VARIABLE	CONSUMIDORES	INGRESOS	ANO	PROGRESSIVO
			NO.	O CONSTANTE			PARAMETRO

6	1	18	COSTOS NO PERIODICOS	1	CONSTANTE	-.30
6	2	4	COSTO VARIABLE DE PRODUCCION			.430

7	1	18	COSTOS NO PERIODICOS	1	CONSTANTE	-.30
7	2	4	COSTO VARIABLE DE PRODUCCION			.440

8	1	18	COSTOS NO PERIODICOS	1	CONSTANTE	-.30
8	2	4	COSTO VARIABLE DE PRODUCCION			.450

9	1	18	COSTOS NO PERIODICOS	1	CONSTANTE	-.20
9	2	4	COSTO VARIABLE DE PRODUCCION			.460

10	1	18	COSTOS NO PERIODICOS	1	CONSTANTE	-.10
10	2	4	COSTO VARIABLE DE PRODUCCION			.470

11	1	18	COSTOS NO PERIODICOS	1	CONSTANTE	.00
11	2	4	COSTO VARIABLE DE PRODUCCION			.480

12	1	18	COSTOS NO PERIODICOS	1	CONSTANTE	.10
12	2	4	COSTO VARIABLE DE PRODUCCION			.490

13	1	18	COSTOS NO PERIODICOS	1	CONSTANTE	.20
13	2	4	COSTO VARIABLE DE PRODUCCION			.500

14	1	18	COSTOS NO PERIODICOS	1	CONSTANTE	.30
14	2	4	COSTO VARIABLE DE PRODUCCION			.510

15	1	18	COSTOS NO PERIODICOS	1	CONSTANTE	.30
15	2	4	COSTO VARIABLE DE PRODUCCION			.520

16	1	18	COSTOS NO PERIODICOS	1	CONSTANTE	.30
16	2	4	COSTO VARIABLE DE PRODUCCION			.530

1						

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	PASADA PARAMETRICA 3.00
-----------------------------------	-------------------------

*** RESULTADOS SEGUN LIMITES PARAMETRICOS ***

PASADA TOTAL	TOTAL COSTO	VALOR	TASA DE
NO. BENEFICIOS BRUTOS	DESCONTADO	PRESENTE NETO	RETORNO
DESCONTADOS			

6	57349597.86	14024973.15	43324624.71	51.590
7	57349597.86	14131913.60	43217684.27	51.500
8	57349597.86	14238854.04	43110743.82	51.440
9	57349597.86	15539551.88	41810045.98	47.070
10	57349597.86	16840249.71	40509348.15	43.440

11	57349597.86	18140947.55	39208650.31	40.360
12	57349597.86	19441645.39	37907952.48	37.710
13	57349597.86	20742343.22	36607254.64	35.400
14	57349597.86	22043041.06	35306556.81	33.370
15	57349597.86	22149981.50	35199616.36	33.300
16	57349597.86	22256921.95	35092675.92	33.260

1 RESUMEN DE MACRO-INSTRUCCIONES PARA ESTA PASADA

PARAME 1 4.

11 1 0 0 0 2	4.29	.10 3 3
11 2 0 0 0 2	8.55	.10 3 3
11 3 0 0 0 2	4.29	.10 3 3

ENDATA 0 0 0 0 0 0 .00 .00 0 0

1

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

PASADA PARAMETRICA 4.00

RESUMEN DE PASADAS PARA ANALIZAR LA SENSIBILIDAD

PASADA NO.	SEQ. NO.	VAR. NO.	NOMBRE DE LA VARIABLE	GRUPO DE CONSUMIDORES	CATEGORIA INGRESOS	FLUJO CAMBIO ANO	VALOR DEL PARAMETRO
			NO.		O CONSTANTE	NO. PROGRESSIVO	

8	1	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	1	CONSTANTE	-.30
8	2	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	2	CONSTANTE	-.30
8	3	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	3	CONSTANTE	-.30
9	1	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	1	CONSTANTE	-.20
9	2	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	2	CONSTANTE	-.20
9	3	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	3	CONSTANTE	-.20
10	1	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	1	CONSTANTE	-.10
10	2	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	2	CONSTANTE	-.10
10	3	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	3	CONSTANTE	-.10
11	1	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	1	CONSTANTE	.00
11	2	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	2	CONSTANTE	.00
11	3	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	3	CONSTANTE	.00
12	1	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	1	CONSTANTE	.10
12	2	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	2	CONSTANTE	.10
12	3	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	3	CONSTANTE	.10
13	1	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	1	CONSTANTE	.20

13	2	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	2	CONSTANTE	.20
13	3	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	3	CONSTANTE	.20

14	1	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	1	CONSTANTE	.30
14	2	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	2	CONSTANTE	.30
14	3	11	PRECIO PROMEDIO DEL AGUA	3	CONSTANTE	.30

1

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PASADA PARAMETRICA 4.00

*** RESULTADOS SEGUN LIMITES PARAMETRICOS ***

PASADA TOTAL	TOTAL COSTO	VALOR	TASA DE
NO. BENEFICIOS BRUTOS	DESCONTADO	PRESENTE NETO	RETORNO
DESCONTADOS			

8	118731397.72	25858944.52	92872453.20	69.470
9	96109559.11	22689201.76	73420357.36	59.860
10	75801614.37	20179984.28	55621630.09	50.190
11	57349597.86	18140947.55	39208650.31	40.360
12	40421621.95	16449007.83	23972614.12	30.290
13	24769113.91	15020924.81	9748189.10	19.890
14	10200850.04	13798317.98	-3597467.94	8.860

1 RESUMEN DE MACRO-INSTRUCCIONES PARA ESTA PASADA

PARAME 1 5.

5 1 0 0 0 0	-.86	.05 1 5
5 2 0 0 0 0	-.86	.05 1 5
5 3 0 0 0 0	-.86	.05 1 5
ENDATA 0 0 0 0 0 0	.00	.00 0 0

1

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PASADA PARAMETRICA 5.00

RESUMEN DE PASADAS PARA ANALIZAR LA SENSIBILIDAD

PASADA	SEQ.	VAR.	NOMBRE DE LA	GRUPO DE	CATEGORIA	FLUJO	CAMBIO	VALOR DEL
NO.	NO.	NO.	VARIABLE	CONSUMIDORES	INGRESOS	ANO	NO. PROGRESSIVO	PARAMETRO
			NO.		O CONSTANTE			

10	1	5	ELASTICIDAD	1	-.91
10	2	5	ELASTICIDAD	2	-.91
10	3	5	ELASTICIDAD	3	-.91

11	1	5	ELASTICIDAD	1	-.86
11	2	5	ELASTICIDAD	2	-.86
11	3	5	ELASTICIDAD	3	-.86

12	1	5	ELASTICIDAD	1	-.81
12	2	5	ELASTICIDAD	2	-.81
12	3	5	ELASTICIDAD	3	-.81

13	1	5	ELASTICIDAD	1	-.76
13	2	5	ELASTICIDAD	2	-.76
13	3	5	ELASTICIDAD	3	-.76

14	1	5	ELASTICIDAD	1	-.71
14	2	5	ELASTICIDAD	2	-.71
14	3	5	ELASTICIDAD	3	-.71

15	1	5	ELASTICIDAD	1	-.66
15	2	5	ELASTICIDAD	2	-.66
15	3	5	ELASTICIDAD	3	-.66

16	1	5	ELASTICIDAD	1	-.61
16	2	5	ELASTICIDAD	2	-.61
16	3	5	ELASTICIDAD	3	-.61

1					

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	PASADA PARAMETRICA 5.00
-----------------------------------	-------------------------

*** RESULTADOS SEGUN LIMITES PARAMETRICOS ***

PASADA TOTAL	TOTAL COSTO	VALOR	TASA DE
NO. BENEFICIOS BRUTOS	DESCONTADO	PRESENTE NETO	RETORNO
DESCONTADOS			

10	56838990.34	18140947.56	38698042.78	40.100
11	57349597.86	18140947.55	39208650.31	40.360
12	57930673.97	18140947.54	39789726.43	40.660
13	58597840.12	18140947.53	40456892.59	40.990
14	59371687.30	18140947.53	41230739.77	41.380
15	60279915.38	18140947.52	42138967.86	41.830
16	61360677.22	18140947.51	43219729.71	42.360

1 RESUMEN DE MACRO-INSTRUCCIONES PARA ESTA PASADA

JOBEND 0.

SIMOP Terminó en 0 min. 3 seg.

1

13.7 ANEXO 4: ELASTICIDADE-PREÇO DA DEMANDA

Quadro A17
Resultados de la Regresión Hiperbólica a/

EQUATION NUMBER 1 DEPENDENT VARIABLE.. LQ = LOGARITMO DEL CONSUMO

VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER	1..	2..	3..	4..	5..
	LND2	LN	LY	LP	D1
	LOGARITMO DE D2	LOGARITMO DEL TAMAÑO FAMILIAR	LOGARITMO DEL INGRESO FAMILIAR	LOGARITMO DEL COSTO DE OPORTUNIDAD	DUMMY DE ALCANTARILLADO

MULTIPLE R	.82293
R SQUARE	.67721
STANDARD ERROR	.91010
F = 89.37267	SIGNIF F = .0000

- VARIABLES IN THE EQUATION

VARIABLE	B	SE B	BETA	T	SIG T
IND2	.330261	.123834	.398334	2.667	.0082
LN	-.121864	.123274	-.041090	-.989	.3240
LY	.399795	.070869	.286524	5.641	.0000
LP	-.859840	.101222	-.760107	-8.495	.0000
D1	-1.691958	.355070	-.527809	-4.765	.0000
(CONSTANT)	1.785329	.695537		2.567	.0109

Las funciones utilizadas en el análisis beneficio costo son las de tipo hiperbólico, con elasticidades precio de demanda de -0,53 para aquellos usuarios con solo conexiones de agua y -0.86 para usuarios con servicio de agua y alcantarillado. Esta forma funcional se escogió dadas sus mejores características tanto de los valores de estadístico tStudent como de R^2 con relación a la forma lineal. Además, ésta fue suficiente para desglosar los resultados en los dos tipos de usuarios, (con y sin alcantarillado) y la función simula correctamente los consumos promedios observados mediante la encuesta.

13.8 ANEXO 5: LAUDO DE AVALIAÇÃO DA SUB-BACIA 1 – ESTRADA NOVA

RELATÓRIO Nº21/2007 SEHAB/DPPH

Ass: AVALIAÇÃO SUB-BACIA 01 – ESTRADA NOVA

De: Andréa Vilaça/ Arquiteta
À Direção do DPP

Objetivando dar seguimento a etapas correspondentes ao Plano de Reassentamento da População afetada pelo projeto de Macrodrenagem da Bacia da Estrada Nova, a **Secretaria Municipal de Habitação – SEHAB** – desenvolveu através das informações colhidas nos levantamentos sócio-econômico e físico- territorial executadas pela empresa **ENGESOLO Ltda**, as avaliações imobiliárias dos imóveis da sub-bacia 1.

Algumas dificuldades foram encontradas durante esse processo de avaliação:

1. A não apresentação em tempo hábil dos cadastros do levantamento físico- territorial, para as avaliações imobiliárias;
2. A ausência de informações importantes no cadastro,tais como: fotos, plantas baixas,idade do imóvel,etc
3. Incompatibilidade de informações no cadastro físico-territorial ;
4. Demora na entrega dos mapas das sub-bacias, onde constam a implantação do projeto;
5. Incoerência nos cadastros das unidades residências,econômicas e mistas e
6. A não correção dos problemas encontrados no levantamento,pela empresa contratada.

Em vistas das pendências citadas, a Secretaria Municipal de Habitação por meio dos ofícios de nº **423/07;337/07;342/07 e 393/07 GAB'S-SEHAB**; buscou junto à empresa Engesolo Ltda, sanar os problemas encontrados no cadastro físico-territorial. Todavia, como não houve retorno por parte da contratada, um grande número de avaliações não foram concluídas, apenas 82 unidades das 211 entregues ,pela Arquiteta Alessandra representante da empresa **Engesolo Ltda**, foram avaliadas.Sendo 60 unidades residenciais, 10 unidades mistas e 12 unidades econômicas.

Para as unidades avaliadas, foi realizado pesquisa de mercado, consultando jornais de grande circulação, revistas especializadas na área e Sindicatos da Construção. Esse procedimento,visa estipular um valor aproximado do m² utilizado para a sub-bacia 01 (compreendida pelos bairros do Jurunas e Batista Campos).

Ficando da seguinte forma:

UR- UNIDADES RESIDÊNCIAS

- Padrão popular: R\$ 509,66/m²
- Padrão médio: R\$ 663,72/m²
- Padrão alto: R\$ 938,24 /m²

U E – UNIDADES ECONÔMICAS:

- Galpão industrial: R\$ 551,90/m²

A partir dos valores encontrados, deu-se início a etapa avaliatória dos imóveis, que consiste na elaboração de Laudo, onde é realizada a descrição do bem e seu entorno, sua localização, proprietário, adequação as diretrizes gerais as técnicas e recomendações da **NBR 14653-2** e **NBR 1271** da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, classificação e enquadramento de suas características aos padrões determinados (popular, médio e alto) em caso de unidades residências e mistas e (galpões industriais, etc.) para as unidades econômicas. Constam ainda: os cálculos avaliatórios e anexos (plantas, fotos, documentações, etc).

O modelo utilizado no referido Laudo é o Modelo de Mandelblat representado pela seguinte fórmula;

$$V_i = \frac{A \times C \times [K - d(1 - r \times K)]}{r \times K} \times 1 -$$

onde:

V = valor do imóvel, no estado;

A = área construída equivalente do imóvel;

C = custo unitário equivalente do imóvel;

K = coeficiente unitário da construção

d = fator de depreciação, obtido pelo Critério de ROSS-HEIDECKE, diretamente na tabela;

r = relação percentual entre o valor da quota de terreno e o valor do imóvel novo, obtido por pesquisa de mercado para cada bairro ou região do Município (20% e 30%), neste caso admitido como 25%.

Dentre as unidades avaliadas, podemos concluir que:

- A maioria dos imóveis avaliados estão classificados como padrão popular;
- A média dos valores encontrados, para as unidades comerciais de padrão popular varia entorno de **R\$ 21.512,66** (12 amostras);
- A média dos valores encontrados, para as unidades mistas de padrão popular varia entorno de **R\$ 31.151,29** (10 amostras);
- A média dos valores encontrados, para as unidades residenciais de padrão popular varia entorno de **R\$ 22.431,23** (60 amostras);

OBS:

As avaliações dos terrenos foram solicitadas por meio de ofício nº 336/07 GAB'S/SEHAB, para a **CODEM** -Companhia de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belém, órgão responsável por tais avaliações na Prefeitura Municipal de Belém.

Até o presente momento, não houve resposta ao ofício supracitado.

**Estudo de Viabilidade Socioeconômica do Sistema Viário do
Programa de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica da Estrada
Nova – PROMABEN**

Relatório Final

Raul Fernando Ramos

22.agosto.2013

Resumo Executivo

Pelos processamentos efetuados, o setor referente ao sistema viário dos programas Promabem I e Promabem II apresenta validade econômica de implantação, tendo resultado uma TIR de 28,9% ao ano, com uma relação benefício custo de 5,39 e um Valor Presente Líquido de R\$ 122 milhões, quando trazido à data zero, com a taxa de 12% ao ano.

Pelas simulações realizadas, a validade econômica resiste aos testes de ampliação de 20% nos custos, de redução de 10% nos benefícios, e à situação combinada de ampliação de 10% nos custos e redução de 10% nos benefícios, nunca apresentando TIR inferior a 26% ao ano.

A participação dos benefícios é apresentada no quadro a seguir, com seu correspondente valor na data zero (ano 2013), a taxa de atualização de 12% ao ano

Participação dos benefícios	Valor	Participação
Tempo usuários de automóveis	R\$ 40,82	28,02%
Tempo usuários de ônibus	R\$ 75,28	51,68%
Tempo usuários de motocicletas	R\$ 2,06	1,41%
Ocupação da Frota Ônibus	R\$ 14,85	10,20%
Ocupação da Frota Caminhão	R\$ 13,47	9,24%
Combustível automóveis	R\$ 5,33	3,66%
Combustível ônibus	R\$ 0,15	0,10%
Combustível motocicletas	R\$ 0,25	0,17%
Combustível caminhões	R\$ 0,21	0,15%
Custo operacional automóveis	- R\$ 0,63	- 0,43%
Custo operacional ônibus	- R\$ 0,11	- 0,08%
Custo operacional motocicletas	- R\$ 0,06	- 0,04%
Custo operacional caminhões	- R\$ 0,07	- 0,05%
Emissão de poluentes automóveis	R\$ 0,01	0,01%
Emissão de poluentes ônibus	R\$ 0,21	0,15%
Emissão de poluentes caminhões	R\$ 0,06	0,04%
Emissão de poluentes motocicletas	R\$ 0,01	0,01%
Manutenção viária	- R\$ 6,17	- 4,23%
Total	R\$ 122,24	100,00%

1 Avaliação Socioeconômica

Na elaboração da Avaliação Socioeconômica da intervenção, o procedimento básico a ser aplicado foi o normalmente utilizado nas avaliações encaminhadas ao BID, que é o tradicional modelo de comparação entre os benefícios advindos das intervenções e os custos necessários para as implantações dessas intervenções.

Por ser obra pública, aos investimentos efetuados serão comparados os benefícios advindos de sua implantação, manifestados à sociedade como um todo, na figura dos usuários desse sistema viário melhorado; e os custos considerados sem a parcela de impostos incidentes (custo econômico, ou preço sombra).

Além do cálculo da TIR – Taxa Interna de Retorno, indicador básico utilizado na avaliação, foram calculados os valores de VLP – Valor Líquido Presente, para a taxa de atualização de 12% ao ano, e a relação B/C (benefício sobre custo).

Foram verificadas, ainda, as sensibilidades do retorno econômico frente a variações dos custos e dos benefícios envolvidos, incorporando: (i) o acréscimo de 20% nos custos; (ii) a redução de 20% nos benefícios; e (iii) a combinação de acréscimo de 10% nos custos; a redução de 10% nos benefícios.

Os custos da intervenção se referem aos valores obtidos nos orçamentos das intervenções, especificamente ao que se refere ao sistema viário.

Os benefícios considerados foram os obtidos pelas comparações entre as situações base (situação atual, sem obras) e situação com projeto implantado, a partir dos dados resultantes das simulações de carregamento de demanda na rede viária, para os períodos de pico da manhã, de almoço e da tarde de um dia útil médio, com a utilização do software Synchron.

2 Custos e Cronograma Considerados

Os custos de implantação obtidos a partir dos orçamentos das intervenções componentes dos Programas Promabem I e Promabem II, foram equalizados para a mesma data base de preços unitários (dezembro de 2009), com a aplicação dos índices do INCC – Índice Nacional de Custo de Construção.

Os valores em custos econômicos de implantação foram obtidos pela redução de 15% dos custos de implantação provenientes dos orçamentos, correspondentes à estimativa bastante conservadora de tributação dos serviços de construção civil.

Assim, os custos estão todos referenciados a uma única data base do orçamento, que é a mesma dos custos unitários referentes aos benefícios considerados.

Os anos de ocorrência dos custos corresponderão ao previsto no cronograma físico-financeiro da intervenção, conforme apresentado a seguir.

Custos financeiros, datas bases individuais

Etapa	Promabem I	Promabem II
Data Base	dez.2009	jun.2013
Total	R\$ 23.991.544,23	R\$ 9.232.960,36
2013	R\$ 23.991.544,23	
2014		R\$ 1.846.592,07
2015		R\$ 2.769.888,11
2016		R\$ 2.308.240,09
2017		R\$ 1.384.944,05
2018		R\$ 923.296,04

Fator Financeiro -> Econômico = 0,85

Ajuste preços unitários jun.2013 -> dez.2009

Número índice de junho de 2013 = 1,919,05

Número índice de dezembro de 2009 = 1,463,62

Variação INCC = 0,7672

Custos econômicos, data base única (dez.2009)

Etapa	Promabem I	Promabem II
Data Base	dez.2009	dez.2009
Total	R\$ 20.392.812,60	R\$ 5.985.682,04
2013	R\$ 20.392.812,60	
2014		R\$ 1.197.136,41
2015		R\$ 1.795.704,61
2016		R\$ 1.496.420,51
2017		R\$ 897.852,31
2018		R\$ 598.568,20

Para efeito de simulação, foi considerado o cronograma de obras previsto, correspondendo ao período de 2013 até 2018, e o período de consideração dos benefícios de 20 anos, correspondendo ao período de 2019 a 2038 (inclusive).

3 Custos de Manutenção e Conservação

Considerou-se que os custos incrementais de conservação se referem às intervenções de sistema viário como um todo, correspondendo a 25% do custo inicial desse item, realizados a cada cinco anos, se associando aos serviços de recapeamento de pista.

Considerou-se, ainda, que os custos incrementais de manutenção, realizados anualmente, se referem, também aos custos exclusivamente de sistema viário (1% do custo inicial).

4 Benefícios Considerados

Os benefícios econômicos considerados incluem as diferenças de recursos consumidos na operação e utilização do viário, desagregados em:

- Tempo dos passageiros
 - Transporte Coletivo; e
 - Transporte Individual (automóveis e motocicletas).
- Consumo de Combustível
 - Transporte Coletivo;
 - Transporte Individual (automóveis e motocicletas); e
 - Veículos de Carga.
- Custo Operacional Fixo (ocupação de frota)
 - Transporte Coletivo; e
 - Veículos de Carga.

Os volumes de tráfego são os referentes às horas de pico da manhã, do almoço e da tarde, obtidos a partir dos dados de contagens de tráfego realizadas em outubro de 2007.

5 Expansão dos Benefícios

A expansão dos benefícios foi efetuada pela expansão das três horas de simulação de um dia útil médio, para o total do ano, conforme apresentado a seguir, referente à Movimentação básica de dia útil.

Período	Dia útil	Expansão	Expansão 2
00 01	873	7,3%	5,6%
01 02	392	3,3%	2,3%
02 03	268	2,2%	1,5%
03 04	240	2,0%	1,4%
04 05	371	3,1%	2,2%
05 06	741	6,2%	4,7%
06 07	2.625	21,9%	18,8%
07 08	2.968	24,8%	21,6%
08 09	3.950		

09 10	3.306	27,6%	24,3%
10 11	3.279	27,4%	24,0%
11 12	4.121		
12 13	2.990	25,0%	21,7%
13 14	3.037	25,4%	22,1%
14 15	2.822	23,6%	20,4%
15 16	2.682	22,4%	19,3%
16 17	2.621	21,9%	18,8%
17 18	3.907		
18 19	3.202	26,7%	23,4%
19 20	2.672	22,3%	19,2%
20 21	1.817	15,2%	12,6%
21 22	1.654	13,8%	11,3%
22 23	1.772	14,8%	12,2%
23 24	888	7,4%	5,7%
Total	53.198	3,44	2,93

Fator de Expansão 1 = referente ao percurso

Fator de Expansão 2 = referente à velocidade

Com os movimentos aos sábados da ordem de 77% dos movimentos de dia útil, e aos domingos e feriados, da ordem de 63% dos movimentos de dia útil, com a distribuição dos dias do ano conforme calendário, foi obtido o fator de expansão para consumo de tempos, de combustíveis e de emissão de poluentes, conforme apresentado na tabela a seguir.

Fator para tempo, combustível e aspectos ambientais.				
Ano	365,00	Dia	Horas	Efeito
Sábados	52,14	75,0%	2,93	114,7
Domingos	52,14	60,2%	2,93	91,9
Feriados	7,00	60,2%	2,93	12,3
D.Úteis	253,71	100,0%	2,93	743,7
Fator de expansão para o ano igual a				963

Fatores de Expansão dos Benefícios

Com os movimentos aos sábados da ordem de 77% dos movimentos de dia útil, e aos domingos e feriados, da ordem de 63% dos movimentos de dia útil, com a distribuição dos dias do ano conforme calendário, foi obtido o fator de expansão de percursos efetuados (quilometragens), conforme apresentado na tabela a seguir.

Fator para percurso				
Ano	365,00	Dia	Horas	Efeito
Sábados	52,14	75,0%	3,44	138,2
Domingos	52,14	60,2%	3,44	113,0
Feriados	7,00	60,2%	3,44	15,2

D.Úteis	253,71	100,0%	3,44	873,1
Fator de expansão para o ano igual a				1.140

Considerado o fato de os benefícios associados à velocidade se manifestarem de forma regressiva em relação aos percursos, ainda que a somatória das participações de todas as horas de um ano, em relação às três horas de pico simuladas de um dia útil, atinja o valor de 1.140 vezes, foi adotado o fator de 963 que corresponde à somatória das participações relativas elevadas a 1,1, que melhor representa a expansão de resultados com associação a esse tipo de variável.

Da mesma forma e pela mesma razão, as participações dos dias sábados e domingos, cuja participação relativa é, respectivamente, de 77,0% e 63,40, foram adotados os fatores de 75,0% e 60,2%, iguais às participações relativas elevadas a 1,1.

6 Períodos das Simulações Realizadas

Os benefícios foram obtidos por simulação para os anos 2013, 2018, 2023, 2028, 2033 e 2038, e interpolados para os anos intermediários.

7 Evolução da Demanda

As taxas de crescimento de tráfego consideradas tentam refletir as expectativas de crescimento da população, da renda, da frota, e das atividades econômicas no município. As evoluções de frota municipal entre o período de 2007 (período das contagens) e 2011 se mostraram bastante expressivas, assim como verificado de forma geral em muitas cidades do Brasil, indicando uma retomada de um processo (que se apresentou menos expressivo na década anterior), sugerindo um amortecimento dessas taxas para o futuro, dado o atendimento de demanda que se encontrava represada.

Frota	Auto	Camião	Moto
2007	153.559	19.412	33.680
2011	201.942	30.321	77.164
Taxa anual	1,070873	1,11794	1,230299
Amortecida	1,046067	1,029485	1,06909

Fonte Denatran para 2007 e 2011

Para ônibus e bicicletas, foram adotadas as taxas de crescimento da população, previstas pelo IBGE para o período 2010 a 2012, com um amortecimento a partir daí.

	Auto	Moto	Ônibus	Bicicleta	Caminhão
2008	4,607%	6,909%	2,152%	2,152%	2,948%
2009	4,561%	6,218%	2,152%	2,152%	2,919%
2010	4,515%	5,596%	2,152%	2,152%	2,890%
2011	4,470%	5,037%	2,152%	2,152%	2,861%
2012	4,425%	4,533%	2,152%	2,152%	2,832%
2013	4,381%	4,080%	2,150%	2,150%	2,804%
2014	4,337%	3,876%	2,148%	2,148%	2,776%
2015	4,294%	3,682%	2,146%	2,146%	2,748%
2016	4,251%	3,498%	2,144%	2,144%	2,721%
2017	4,208%	3,323%	2,142%	2,142%	2,693%
2018	4,166%	3,157%	2,140%	2,140%	2,667%
2019	4,125%	3,125%	2,137%	2,137%	2,640%
2020	4,083%	3,094%	2,135%	2,135%	2,613%
2021	4,042%	3,063%	2,133%	2,133%	2,587%
2022	4,002%	3,032%	2,131%	2,131%	2,561%
2023	3,962%	3,002%	2,129%	2,129%	2,536%
2024	3,922%	2,972%	2,127%	2,127%	2,511%
2025	3,883%	2,942%	2,125%	2,125%	2,485%
2026	3,844%	2,913%	2,123%	2,123%	2,461%
2027	3,806%	2,884%	2,120%	2,120%	2,436%
2028	3,768%	2,855%	2,118%	2,118%	2,412%
2029	3,730%	2,826%	2,116%	2,116%	2,387%
2030	3,693%	2,798%	2,114%	2,114%	2,364%
2031	3,656%	2,770%	2,112%	2,112%	2,340%
2032	3,619%	2,742%	2,110%	2,110%	2,317%
2033	3,583%	2,715%	2,108%	2,108%	2,293%
2034	3,547%	2,688%	2,106%	2,106%	2,270%
2035	3,512%	2,661%	2,103%	2,103%	2,248%
2036	3,477%	2,634%	2,101%	2,101%	2,225%
2037	3,442%	2,608%	2,099%	2,099%	2,203%
2038	3,408%	2,582%	2,097%	2,097%	2,181%

8 Consumo de Combustível

Com base nos momentos de transporte, velocidades médias e índices de consumo de cada classe de veículo, foram calculados os consumos de combustível, para as situações sem obra e com obra.

As referências de consumos unitários de combustível são as do

California Life-Cycle Benefit/Cost Analysis Model (CalTrans)³¹), apresentado na tabela a seguir, também utilizadas no estudo de viabilidade econômica do trecho Norte do Rodoanel de São Paulo, em estudo preparativo para financiamento pelo BID, no qual foram ampliadas para os veículos ônibus e motocicletas e expandidas/interpoladas para uma gama completa de valores de velocidade entre 1 e 120 km/h.

Velocidade	Automóvel	Caminhão	Velocidade	Automóvel	Caminhão
8,0	0,1498	0,2176	60,8	0,0434	0,1528
9,6	0,1423	0,2146	62,4	0,0428	0,1524
11,2	0,1347	0,2115	64,0	0,0421	0,1521
12,8	0,1272	0,2084	65,6	0,0419	0,1519
14,4	0,1196	0,2053	67,2	0,0416	0,1518
16,0	0,1121	0,2023	68,8	0,0413	0,1516
17,6	0,1070	0,1981	70,4	0,0410	0,1515
19,2	0,1019	0,1940	72,0	0,0407	0,1513
20,8	0,0968	0,1899	73,6	0,0407	0,1514
22,4	0,0917	0,1857	75,2	0,0407	0,1514
24,0	0,0866	0,1816	76,8	0,0407	0,1514
25,6	0,0832	0,1791	78,4	0,0407	0,1514
27,2	0,0798	0,1766	80,0	0,0407	0,1514
28,8	0,0764	0,1741	81,6	0,0409	0,1516
30,4	0,0730	0,1717	83,2	0,0412	0,1518
32,0	0,0696	0,1692	84,8	0,0415	0,1520
33,6	0,0673	0,1676	86,4	0,0418	0,1521
35,2	0,0650	0,1661	88,0	0,0421	0,1523
36,8	0,0627	0,1646	89,6	0,0427	0,1527
38,4	0,0604	0,1630	91,2	0,0433	0,1531
40,0	0,0581	0,1615	92,8	0,0439	0,1534
41,6	0,0565	0,1606	94,4	0,0445	0,1538
43,2	0,0550	0,1596	96,0	0,0451	0,1542
44,8	0,0534	0,1586	97,6	0,0461	0,1548
46,4	0,0519	0,1577	99,2	0,0471	0,1555
48,0	0,0503	0,1567	100,8	0,0480	0,1561
49,6	0,0493	0,1561	102,4	0,0490	0,1568
51,2	0,0483	0,1556	104,0	0,0500	0,1574
52,8	0,0473	0,1550	105,6	0,0507	0,1585
54,4	0,0463	0,1544	107,2	0,0514	0,1595
56,0	0,0452	0,1538	108,8	0,0521	0,1605
57,6	0,0446	0,1535	110,4	0,0528	0,1616
59,2	0,0440	0,1531	112,0	0,0535	0,1626

³¹ California Life-Cycle Benefit/Cost Analysis Model – Office Transportation Economics – Division of Transportation Planning, disponível em <http://www.dot.ca.gov>

Os custos operacionais dos veículos se referem aos valores de mercado para o mês de dezembro de 2009.

9 Consumos com Base no Tempo

Com base nas velocidades resultantes das simulações realizadas, foram calculados os tempos de ocupação dos veículos nas duas horas de pico e expandidos para o ano todo.

Para cálculo do tempo consumido pelos passageiros nas movimentações, foram adotados os índices de ocupação de 1,10 passageiros por motocicleta, 1,44 passageiros por automóvel e 35 passageiros por ônibus.

Foram considerados apenas os custos horários dos veículos comerciais (ônibus e caminhões), dado o entendimento de que, ao contrário dos veículos comerciais, para os veículos particulares de transporte de passageiros (automóveis e motocicletas) não se manifesta a ocorrência de aquisição adicional de frota por conta da adicional ocupação veicular promovida por acréscimos de tempos de viagem.

10 Custos Horários

Utilização da Frota

Tanto para ônibus como para caminhões, considerou-se a utilização mensal básica de 300 horas (provenientes da utilização média de 12 horas diárias e 25 dias por mês), e custos de mercado, resultando os custos horários de utilização da frota em percurso, conforme apresentado a seguir, já em valores econômicos.

Custo Horário

Veículo	Custo mensal	Utilização mensal	Custo Horário
Ônibus	R\$ 6.229,46	300 horas	R\$ 20,76
Caminhões	R\$ 5.416,93	300 horas	R\$ 18,06

Valor do Tempo dos Passageiros

Da Pesquisa Origem-Destino, realizada em 2007, na Região Metropolitana de São Paulo, se obteve os valores de renda média familiar e renda média per capita (não considerada a Participação Economicamente Ativa – PEA, ou seja, e a renda familiar distribuída para todos componentes da família), com valores referentes à Outubro de 2007.

A redução para base motivos considerou as participações de motivos de viagem e as valorações de 100% para motivos trabalho e saúde, 75% para motivo educação, 50% para motivos compras, e 25% para motivos lazer e outros.

A determinação do valor horário considerou 160 horas de trabalho mensais.

A atualização para o período da data base dos orçamentos considerou a evolução do salário mínimo, entre outubro de 2007 e dezembro de 2009.

A obtenção dos valores para Belém considerou os dados de renda média por municípios, conforme divulgados pelo IBGE.

O procedimento aplicado e os resultados obtidos são apresentados na tabela a seguir.

	Coletivo	Individual	Moto
Renda Familiar (outubro 2007)	R\$ 2.345,54	R\$ 4.084,29	R\$ 2.475,80
Per Capita (outubro 2007)	R\$ 687,03	R\$ 1.196,34	R\$ 725,19
Base Motivos	R\$ 574,99	R\$ 931,46	R\$ 564,63
Horária (outubro 2007)	R\$ 3,59	R\$ 5,82	R\$ 3,53
Atualizada (dezembro 2009)	R\$ 4,43	R\$ 7,17	R\$ 4,35
Belém (dezembro 2009)	R\$ 2,61	R\$ 4,24	R\$ 2,57

11 Benefícios Obtidos

Processados os dados de carregamento viário e expandidos para os anos de simulação, resultaram, os benefícios anuais, que trazidos para a data zero (2013), a taxa de 12% ao ano, atingem um valor da ordem de R\$ 122,24 milhões, para a situação base (custos e benefícios conforme identificados), conforme tabela a seguir.

Participação dos benefícios	Valor	Participação
Tempo usuários de automóveis	R\$ 40,82	28,02%
Tempo usuários de ônibus	R\$ 75,28	51,68%
Tempo usuários de motocicletas	R\$ 2,06	1,41%
Ocupação da Frota Ônibus	R\$ 14,85	10,20%
Ocupação da Frota Caminhão	R\$ 13,47	9,24%
Combustível automóveis	R\$ 5,33	3,66%
Combustível ônibus	R\$ 0,15	0,10%
Combustível motocicletas	R\$ 0,25	0,17%
Combustível caminhões	R\$ 0,21	0,15%
Custo operacional automóveis	- R\$ 0,63	- 0,43%
Custo operacional ônibus	- R\$ 0,11	- 0,08%
Custo operacional motocicletas	- R\$ 0,06	- 0,04%
Custo operacional caminhões	- R\$ 0,07	- 0,05%
Emissão de poluentes automóveis	R\$ 0,01	0,01%
Emissão de poluentes ônibus	R\$ 0,21	0,15%
Emissão de poluentes caminhões	R\$ 0,06	0,04%
Emissão de poluentes motocicletas	R\$ 0,01	0,01%
Manutenção viária	- R\$ 6,17	- 4,23%
Total	R\$ 122,24	100,00%

12 Resultados finais

O quadro a seguir apresenta, ao longo do tempo, os custos de implantação e os benefícios previstos entre 2013 e 2038.

Ano	Intervenção	Benefícios	Saldo
2013	-23.991,54		-23.991,54
2014	-1.846,59		-1.846,59
2015	-2.769,89		-2.769,89

2016	-2.308,24		-2.308,24
2017	-1.384,94		-1.384,94
2018	-923,30		-923,30
2019		22.097,31	22.097,31
2020		23.537,13	23.537,13
2021		26.286,02	26.286,02
2022		29.034,90	29.034,90
2023		23.809,91	23.809,91
2024		34.532,67	34.532,67
2025		37.281,56	37.281,56
2026		41.733,45	41.733,45
2027		46.185,34	46.185,34
2028		42.663,35	42.663,35
2029		55.089,12	55.089,12
2030		59.541,01	59.541,01
2031		65.128,27	65.128,27
2032		70.715,54	70.715,54
2033		68.328,93	68.328,93
2034		81.890,07	81.890,07
2035		87.477,34	87.477,34
2036		92.634,66	92.634,66
2037		97.791,97	97.791,97
2038		94.975,41	94.975,41

Conforme se pode observar na tabela anterior, pela análise das ocorrências de investimento (2013 a 2018) e das ocorrências de benefícios (2019 a 2038), todas em milhares de reais, conclui-se que o valor resultante da TIR – Taxa Interna de Retorno é de 28,89% ao ano.

Para a situação de sensibilidade com custos de implantação 20% maiores do que o previsto, a TIR resulta em 26,62%.

Para a situação de sensibilidade com benefícios 20% abaixo do que o previsto, a TIR resulta em 26,12%.

E para a situação de sensibilidade combinada, com custos 10% superiores e benefícios 10% abaixo do que o previsto, a TIR resulta em 26,39%.

Os resultados obtidos para as situações de sensibilidade, com valores de TIR ainda elevados, indica a solidez das intervenções, sob o ponto de vista socioeconômico.