



SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	3
2. INTRODUÇÃO	4
3. SITUAÇÃO GERAL DO SISTEMA PRODUTIVO EM OPERAÇÃO E POSSIBILIDADES DE AMPLIAÇÕES	8
3.1. DISPONIBILIDADE HÍDRICA ATUAL.....	8
3.2. AVALIAÇÃO DA DEMANDA NO ANO DE 2004	10
3.3. AVALIAÇÃO DA DEMANDA NO PERÍODO DE 2005/2026 PARA AS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DA ADUTORA MONSENHOR EXPEDITO...	14
3.4. NECESSIDADES DE AMPLIAÇÕES DOS SISTEMAS PRODUTIVOS. 14	
3.4.1 <i>Descrição das Alternativas Estudadas Para a Ampliação do Sistema Produtivo.....</i>	<i>15</i>
3.4.2 <i>Considerações Sobre a Ampliação do Sistema Produtivo.....</i>	<i>17</i>
4. PARÂMETROS DE PROJETO.....	19
4.1. PARÂMETROS DE PROJETO ADOTADOS	19
4.1.1. <i>População de Projeto.....</i>	<i>19</i>
4.1.2 <i>Per Capita de Consumo e de Produção</i>	<i>29</i>
4.1.3. <i>Coefficientes do Dia e da Hora de Maior Consumo</i>	<i>29</i>
4.1.4. <i>Índice de Atendimento</i>	<i>30</i>
4.1.5. <i>Vazões de Projeto.....</i>	<i>30</i>
5. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ADUTORA MONSENHOR EXPEDITO	43
5.1. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO EXISTENTE	43
5.1.1. <i>Dados Gerais da Comunidade.....</i>	<i>43</i>
5.1.2. <i>Diagnóstico dos Sistemas Existentes de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário para os 07 municípios a serem Atendidos.....</i>	<i>51</i>
5.1.3. <i>Diagnóstico do Sistema Adutor Monsenhor Expedito, em Operação ..</i>	<i>73</i>
5.2. ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE CONCEPÇÃO PARA O ABASTECIMENTO DOS SETE MUNICÍPIOS A SEREM INSERIDOS DA ADUTORA	80
5.2.1. <i>Descrição da Concepção Para o Abastecimento de 6 Municípios.....</i>	<i>83</i>
5.2.2. <i>Descrição da Concepção Para o Abastecimento de Campo Redondo</i>	<i>93</i>
6. ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO.....	95





6.1 AVALIAÇÕES REFERENTES AO SISTEMA ADUTOR EXISTENTE A SER AMPLIADO	95
6.1.1. <i>Análises dos Trechos que Necessitam de Reavaliação</i>	102
6.2 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS ESTUDADAS PARA O SISTEMA PRODUTIVO A SER AMPLIADO	107
6.2.1 <i>Alternativa 1 - Poços Boa Cica</i>	108
6.2.2 <i>Alternativa 2 - Poços Canjoão</i>	113
6.2.3 <i>Alternativa 3 - Poços Alcaçus</i>	119
6.2.4 <i>Alternativa 4 - Riacho Boa Cica</i>	123
6.2.5 <i>Alternativa 5 - Riacho Pium</i>	127
6.2.6 <i>Avaliação da Alternativa de Mínimo Custo</i>	131
6.3 DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA DEFINIDA NA AMPLIAÇÃO DA PRODUÇÃO	140
6.3.1 <i>Dimensionamento Hidráulico dos Poços Tubulares Profundos</i>	142
6.3.2 <i>Trechos das Subadutoras</i>	143
6.3.3 <i>Dimensionamentos das Bombas</i>	144
6.3.4 <i>Centro de Reunião de Água</i>	147
6.3.5 <i>Dimensionamento Hidráulico da Adutora e Estação Elevatória</i>	147
6.4. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA OPERAÇÃO	154
6.5. ETAPAS DE CONSTRUÇÃO	159
6.6. ESTIMATIVA DE CUSTOS	160
6.6.1 <i>Estimativas de Custos de Investimentos</i>	160
6.6.2 <i>Estimativas de Custos de Operação e Manutenção</i>	170
6.6.3 <i>Estimativas de Custos de Implantação, Operação e Manutenção</i>	170
6.7. ANÁLISE AMBIENTAL DAS INTERVENÇÕES	173
6.7.1 <i>Ampliação do Sistema Produtivo</i>	173
6.7.2 <i>Ampliação do Sistema Adutor – Ramais para as 7 Cidades</i>	187
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	190





1. APRESENTAÇÃO

O presente documento traz os Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental para a Ampliação do Sistema Integrado de Abastecimento de Água denominado Monsenhor Expedito no Estado do Rio Grande do Norte, contendo informações dos Estudos de Concepção para o Referido Sistema elaborado pela CAERN.

É constituído de sete capítulos, sendo o primeiro uma apresentação dos estudos. O segundo corresponde à introdução onde se circunstancia as alternativas estudadas para a ampliação do Sistema Adutor Monsenhor Expedito.

O capítulo 3 discorre sobre a situação geral do sistema produtivo existente, sua capacidade e a demanda necessária ao longo do projeto (até 2026). Podem ser observados, ainda, estudos referentes a alternativas para a ampliação do sistema produtivo.

No capítulo 4 são apresentados os parâmetros de projetos adotados nos estudos de concepção, incluindo-se as populações de projeto, per capita de produção e de consumo, índices de atendimento, coeficientes do dia e da hora de maior consumo e vazões de projeto.

O Diagnóstico da situação existente para os serviços de água e esgotos (que inclui os dados gerais da cidade) e as alternativas técnicas de concepção do sistema são analisados no capítulo 5.

O capítulo 6 apresenta as concepções das alternativas técnicas estudadas, incluindo suas descrições, planejamento e controle de operação de suas unidades, etapas previstas para implantação, estimativas de custos de implantação, operação e manutenção ao longo de 20 anos e as análises ambientais das alternativas estudadas.

Finalizando, o capítulo 7 apresenta as principais conclusões dos estudos desenvolvidos.





2. INTRODUÇÃO

Considerando as dificuldades em encontrar soluções locais para o abastecimento com água potável, para as cidades do interior do estado do Rio Grande do Norte, especialmente aquelas situadas na região do agreste, o Governo do estado iniciou em 1995, a implantação de grandes sistemas adutores cuja extensão total alcançou aproximadamente 1.200 km, beneficiando uma população acima de 500.000 habitantes espalhada por 47 municípios e inúmeras comunidades rurais em praticamente todas as regiões do estado. Os investimentos totais segundo a Secretaria de Estado de Recursos Hídricos - SERHID, foram da ordem de R\$ 230 milhões.

O presente trabalho tem a finalidade de apresentar os estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental e Econômica da Ampliação da Adutora Monsenhor Expedito (Sistema Adutor Agreste/Tairi/Potengi), com vistas ao suprimento de novas comunidades e de mais 7 (sete) municípios situados na região Agreste do Estado do Rio Grande do Norte.

O projeto básico do sistema adutor Monsenhor Expedito foi concluído em abril/97 pela empresa TECHNE Engenheiros consultores Ltda. De acordo com o projeto citado, na 1ª etapa foram previstas as obras para beneficiar 10 das 20 cidades então propostas no sistema, ou seja, no ano horizonte do projeto 2.016, a população abastecida seria da ordem 84.635 habitantes que adicionados àqueles residentes nas outras 10 cidades consideradas na 2ª etapa (cerca de 113.576 hab, no ano 2016) totalizam 198.211 habitantes em final de plano. Além das 20 sedes municipais anteriormente citadas, também foi considerado o beneficiamento de um total de 28 comunidades distribuídas por praticamente todos os 20 municípios incluídos no projeto.

Na 1ª etapa, os estudos contemplaram as obras para o abastecimento de 15 dessas comunidades, onde a população estimada para o ano 2016 era da ordem de 11.072 habitantes. Na 2ª etapa foram previstos mais 13 comunidades (13.053 habitantes), totalizando no geral 24.125 moradores de comunidades e 198.211 moradores das cidades, que juntos representam uma população de 222.336 habitantes.

Hoje o sistema adutor, projetado TECHNE, já se encontra totalmente implantado, entretanto o mesmo foi ampliado e atende mais 3 municípios (totalizando agora 23 cidades) e um total de 48 comunidades, 37 chafarizes e 3 pontos para abastecimento de carro pipa. Os municípios atualmente atendidos e que não pertenciam ao projeto original são Santa Maria, Serrinha e Lagoa das Pedras.

Os municípios previstos para serem atendidos por meio de uma nova ampliação do sistema adutor Monsenhor Expedito são Campo Redondo, Japi, Serra de São Bento, Monte das Gameleiras, São Bento do Trairi, Coronel Ezequiel e Jaçanã, estando previstas 3 (três)





subadutoras derivadas da adutora principal. Esta configuração foi definida nos Estudos de Alternativas para o Abastecimento de Água das referidas Cidades elaborado pela CAERN.

Os municípios propostos para serem atendidos por meio da ampliação do Sistema Adutor Monsenhor Expedito apresentam graves problemas no abastecimento de água, sendo que nas cidades de Japi e Monte da Gameleira sequer há sistemas de distribuição de água em operação.

Nos sete municípios previstos para serem atendidos por meio da Adutora Monsenhor Expedito observa-se que há profunda carência na oferta de água, o que obriga parcela significativa da população a buscar soluções alternativas tais como barreiros, aguadas, açudes, carros pipa, etc. Normalmente essas águas não são tratadas e não apresentam características que permitam considerá-las como potáveis.

Visando modificar essa realidade, o governo do Rio Grande do Norte vem empreendendo esforços no sentido de ampliar o sistema Adutor Monsenhor Expedito, que se apresenta como a alternativa mais adequada para o atendimento dos sete municípios em estudo.

Diante disso, há que se avaliar a capacidade de produção de água ao longo do período de projeto, assim como a capacidade de adução do sistema existente.

A Figura 2.1 apresenta a localização da Adutora Monsenhor Expedito no Estado do Rio Grande do Norte e a Figura 2.2 apresenta um esquema geral do Sistema Adutor Monsenhor Expedito, discriminando as áreas atendidas pelo projeto original, pela ampliação ocorrida e pela ampliação ora proposta.





FIGURA 2.1 – Localização do Sistema Adutor no Estado do RN



FIGURA 2.2 – Esquema Geral do Sistema Adutor Monsenhor Expedito

3. SITUAÇÃO GERAL DO SISTEMA PRODUTIVO EM OPERAÇÃO E POSSIBILIDADES DE AMPLIAÇÕES

Este capítulo tem como objetivo principal a descrição da situação geral do sistema produtivo de abastecimento de água do Sistema Adutor Monsenhor Expedito (que utiliza como manancial a Lagoa do Bonfim e sete poços tubulares profundos) e a disponibilidade hídrica para possíveis ampliações.

3.1. DISPONIBILIDADE HÍDRICA ATUAL

A grande área do manancial atualmente utilizado se insere no litoral leste do Estado do Rio Grande do Norte, caracterizando-se por um subsolo predominantemente sedimentar e uma importante potencialidade hidrogeológica, representada pelo aquífero Dunas-Barreiras.

A região onde está inserido o manancial cobre uma superfície em torno de 273 km², compreendida entre o Oceano Atlântico, a leste, o alinhamento Pelo Sinal – Macaíba, a oeste, o riacho Pium, ao norte e o rio Trairi, ao sul (Figura 3.1.1).



Figura 3.1.1 – Localização da região do manancial atualmente utilizado



O Sistema Lacustre do Bonfim situa-se na região costeira do Estado, sendo limitada pelas coordenadas UTM de 9327 a 9338 km N e 246 a 269 km W, abrangendo uma superfície em torno de 200 km². Está localizado na chamada Região dos Vales Úmidos do Estado do Rio Grande do Norte, que se encontra representada por uma faixa costeira leste, estendendo-se desde a bacia do Boqueirão, no município de Touros, até a fronteira com o Estado da Paraíba, exibindo uma largura média da ordem de 30 km.

Nessa Região de Vales Úmidos, são detectadas, pelo menos, 29 lagoas de bom porte, proporcionando um evidente testemunho, a céu aberto, do grande potencial hídrico da região. Nesta área, a climatologia é privilegiada, se comparada com a média do Estado, apresentando uma precipitação anual média que oscila entre 1200 e 1550 mm e mostra um forte gradiente negativo no sentido mar – continente. Temporalmente, o regime pluviométrico da área sofre o mesmo problema verificado nas áreas do sertão, tendo sido registrados anos com precipitações inferiores aos 500 mm, bem como valores totais anuais, de chuvas excepcionais, de mais de 2.500 mm. Essa precipitação ocorre sobre formação sedimentar de alta capacidade de infiltração e armazenamento de águas subterrâneas. Nessa região, diversamente do que ocorre em grande parte do Estado do Rio Grande do Norte, os rios são perenes, graças, quase que exclusivamente, ao fluxo de base produzido pela restituição das águas subterrâneas; e as lagoas, que aparecem como afloramentos da superfície freática regional, passam a representar um sub-sistema lacustre dentro do Sistema Aquífero Dunas – Barreiras.

Mediante a análise de demanda para as localidades atendidas pela adutora Monsenhor Expedito, os estudos desenvolvidos pela Secretaria de Estado de Recursos Hídricos, que antecederam à implantação do sistema adutor, conduziram à implantação do sistema em duas etapas. Para a primeira etapa, a fonte de abastecimento utilizada foi o Sistema Lacustre do Bonfim, por meio de uma captação superficial na Lagoa do Bonfim e da exploração de 7 (sete) poços situados nas proximidades da estação elevatória principal existente (EB-01).

As águas brutas são reunidas em um único ponto, na estação elevatória EB-01, onde recebem desinfecção (cloração), sendo posteriormente recalçadas por essa e outras 16 (dezesesseis) estações elevatórias, que compõem a Adutora Monsenhor Expedito (Sistema Adutor Agreste/Tairi/Potengi), para distribuição em diversas localidades.

Na captação da Lagoa do Bonfim encontram-se instaladas 3 (três) bombas submersas, montadas em flutuantes, cuja capacidade individual de recalque é de aproximadamente, 410,0 m³/h, ou 113,89 l/s. Considerando o funcionamento paralelo de duas unidades e uma de reserva, observa-se que a capacidade de recalque de águas da Lagoa do Bonfim é de 227,78 l/s.

Os poços tubulares profundos em operação, em um total de 7 (sete) unidades, apresentam uma capacidade de produção de 763,05 m³/h para um período total de 24 horas/dia.





Considerando uma exploração máxima de 20 horas/dia essa capacidade passa para 635,87 m³/h, correspondendo a 176,63 l/s.

Assim, o sistema produtivo existente apresenta capacidade instalada suficiente para produzir 404,41 l/s, entretanto, estudos hidrológicos e hidrogeológicos encomendados pela SERHID, constatou que os poços existentes na área e atualmente explorados e a Lagoa do Bonfim, constituem um único sistema hídrico, com capacidade cumulativa mínima da ordem de 250 l/s, devendo ser essa a vazão máxima a ser extraída desse manancial, obedecendo ainda, à cota mínima da lagoa, de 39 m.

No ano de 2004 foram captados na Lagoa e nos Poços Tubulares Profundos um total de 8.295.559,52 m³ de água, o que proporcionou uma vazão média de 266,7 l/s, sendo superior à capacidade mínima do sistema. Essa situação é grave, uma vez que há uma restrição judicial em que a CAERN não pode captar água na Lagoa caso a mesma apresente cota inferior a 39,0 m.

Eventos recentes de estiagem (como no mês de fevereiro 2004) obrigaram a CAERN a estabelecer racionamento de água no sistema, a fim de não comprometer a cota mínima de 39,0 m na lagoa do Bonfim.

Assim, pelo exposto, pode-se inferir que o Sistema Adutor Monsenhor Expedito está operando com vazões superiores à sua capacidade mínima, fato que o torna vulnerável a possibilidades de ocorrência racionamento de água.

Considerando as condições operacionais atuais pode-se inferir que há necessidade de ampliação imediata do sistema produtivo.

Como a demanda hídrica final estimada em 2016 para o Sistema Adutor Agreste/Trairi/Potengi – Adutora Monsenhor Expedito era de 452,32 l/s e a exploração máxima adotada na lagoa do Bonfim juntamente com os poços existentes considerada no intuito de se garantir 100% de garantia (segundo os estudos contratados pela SERHID relacionados ao Projeto de Ampliação do Sistema Adutor junto à TC/BR) é de 230 l/s, foi obtida uma diferença de 222,32 l/s, necessárias para serem adicionadas ao sistema produtor existente.

Considerando uma operação máxima diária de 21,0 horas (evitando a operação em horários de pico de consumo de energia elétrica), a capacidade do novo sistema produtivo deveria ser de 254,08 l/s. Assim, para o projeto básico elaborado pela TC/BR foi considerado um novo sistema produtivo com capacidade (máxima diária) de 250 l/s.

3.2. AVALIAÇÃO DA DEMANDA NO ANO DE 2004

Tendo como base as informações operacionais apresentadas pela CAERN para o ano de 2004 foi possível obter dados para 22 dos 23 municípios atendidos pela Adutora Monsenhor



Expedito. O município que não foi possível obter informações junto à CAERN se refere a Santa Cruz. Esse município recebe água tratada da Adutora Monsenhor Expedito, entretanto quem opera e mantém o sistema de abastecimento de água da cidade é um prestador de serviços local. Para a realização das análises com relação a avaliação da demanda, foram consideradas as informações que o referido SAAE forneceu ao SNIS para o ano de 2003. Assim as análises desenvolvidas a seguir se referem a dados operacionais fornecidos pela CAERN para 22 municípios e referentes ao ano de 2004 e para 1 município com dados obtidos junto ao Sistema Nacional de Informações, para o ano de 2003. Essa situação não proporciona distorções significativas nas análises, haja vista o porte do município em relação ao total dos municípios atendidos pelo sistema adutor e o fato de que no referido ano (2003) o SAAE de Santa Cruz praticamente não realizou investimentos no sistema (R\$ 87.032), o que certamente não proporcionou grandes mudanças para o ano de 2004.

O Quadro 3.2.1 contém informações operacionais para os 23 municípios atualmente atendidos Adutora Monsenhor Expedito, sendo que a CAERN não dispõe de dados separados para as sedes municipais e as localidades por ela atendidas. Assim as informações disponíveis na CAERN se referem ao município como um todo.

Ao analisar os dados nele contido e referentes ao volume produzido é possível observar que o volume nele apresentado é pouco superior (4%) ao volume produzido para a Adutora, também fornecido pela CAERN, o que permite inferir que as duas informações apresentam-se coerentes, apesar de algumas inconsistências verificadas para alguns municípios, ao serem analisados individualmente.

O volume micromedido corresponde a 67,6% do volume consumido, enquanto que o volume estimado é 32,4% do volume consumido. Com relação ao volume estimado observa-se um total de 1,511 milhões de m³, dos quais 1,067 milhões de m³ (70,6% do total) pertencem ao município de Santa Cruz. O volume consumido corresponde a apenas 53,9% do volume produzido. Essa situação indica que para 100 m³ produzidos 46,1 m³ não são consumidos.

Com relação ao volume faturado é possível observar que o somatório obtido para os 23 municípios indica uma perda média de faturamento na ordem 29,4%. O fato do volume faturado ser superior ao volume consumido em 30,9% indica que parcela significativa da população na área de estudo apresenta consumo inferior ao mínimo estabelecido pela CAERN, que é de 10 m³ por economia residencial/mês.

Segundo a Gerência de Grandes Adutoras da CAERN, o Sistema Adutor Monsenhor Expedito atendeu no ano de 2004 a uma população total de 169.806 habitantes. Considerando-se os volumes contidos no Quadro 3.2.1 é possível observar que o per capita de produção foi de 139,64 l/hab/dia, o de consumo correspondeu a 75,27 l/hab/dia e o de faturamento foi de 98,54 l/hab/dia.

Considerando o per capita de consumo praticado e uma perda no sistema na ordem de 25%, observa-se que seria necessário um total de 6,22 milhões de m³, o que proporcionaria um





per capita de produção de 100,36 l/hab/dia e uma redução nas perdas em 2,43 milhões de m³ (28,1% do volume total produzido).

Pelos números anteriormente apresentados observa-se a necessidade de promover ações no sentido de reduzir significativamente as perdas no sistema.

Ao observar o número de economias residenciais ativas e a população atendida fornecida pela CAERN é possível obter uma média de 4,71 hab/economia. Esse valor pode ser considerando coerente, uma vez que, apesar de ser superior à taxa média de habitantes por domicílio (IBGE Censo 2000), tem-se na área de estudo a presença de chafarizes atendendo a várias famílias.

Ao se avaliar a situação de ligações, verifica-se que 81,2% das mesmas são hidrometradas, entretanto o volume micromedido corresponde a apenas 67,6% do volume consumido.

Considerando o volume de produção necessário para alimentar ao sistema adutor, com uma perda de 25% (6,22 milhões de m³), tem-se a necessidade de uma vazão média de 197,24 l/s, inferior, portanto, à capacidade do sistema produtivo atual que é de 230 l/s.

Mesmo para a situação ótima com 25% de perdas no sistema, observa-se que a vazão necessária para o ano 2004 corresponderia a 85,8% da capacidade máxima de exploração do sistema produtivo. Se se considerar, ainda, a ocorrência de demanda reprimida no mês de fevereiro/2004, a vazão necessária para o atendimento da população atualmente beneficiada pelo sistema Adutor Monsenhor Expedito seria ainda superior.

Ao se considerar a inclusão de populações de mais 7 municípios, por meio da ampliação da adutora verifica-se maior necessidade para a ampliação do sistema produtivo atual.



**Quadro 3.2.1 - Dados Operacionais da Adutora Monsenhor Expedito para o ano de 2004**

Município	Volumes (m3/ano) - 2004					Perdas		Econ. Resid. Ativas (2004)	Ligações Totais			Ligações Ativas
	Produzido	Microm.	Estimado	Consumido	Faturado	ñ cons.	ñ faturado		Medidas	ñ Medidas	Totais	
SÃO PAULO DO POTENGÍ	746.264	311.651	21.882	333.533	495.578	55,31	33,59	3.403	3.356	492	3.848	3.294
BARCELONA	198.720	64.781	5.395	70.176	112.175	64,69	43,55	761	577	90	667	589
IELMO MARINHO	115.200	35.791	8.000	43.791	61.360	61,99	46,74	394	383	64	447	364
LAGOA DE VELHOS	256.856	35.823	1.570	37.393	59.174	85,44	76,96	443	488	31	519	442
RUI BARBOSA	165.600	38.738	11.035	49.773	67.266	69,94	59,38	501	448	147	595	491
SANTA MARIA	85.315	59.915	12.925	72.840	103.013	14,62	(20,74)	736	826	199	1.025	710
SÃO PEDRO DO POTENGÍ	146.088	84.219	10.105	94.324	143.854	35,43	1,53	948	1.009	124	1.133	933
SÃO TOMÉ	691.200	179.747	3.514	183.261	289.394	73,49	58,13	1.910	1.862	226	2.088	1.833
LAGOA DE PEDRAS	40.386	81.369	6.725	88.094	138.987	(118,13)	(244,15)	1.028	1.113	75	1.188	1.027
LAGOA SALGADA	458.588	118.188	15.860	134.048	214.312	70,77	53,27	1.524	1.568	295	1.863	1.510
MONTE ALEGRE	301.844	257.990	29.648	287.638	428.835	4,71	(42,07)	2.516	2.562	429	2.991	2.446
LAGOA D'ANTAS	300.100	88.245	34.757	123.002	171.417	59,01	42,88	1.146	969	365	1.334	1.101
PASSA E FICA	324.927	146.119	29.830	175.949	267.298	45,85	17,74	1.785	1.763	293	2.056	1.781
SERRINHA	56.620	81.461	26.525	107.986	144.292	(90,72)	(154,84)	928	596	239	835	700
TANGARÁ	542.820	227.600	54.403	282.003	391.177	48,05	27,94	2.588	2.285	579	2.864	2.492
LAJES PINTADAS	153.825	37.235	29.335	66.570	87.003	56,72	43,44	592	426	239	665	587
SÃO JOSÉ DO CAMPESTRE	750.143	180.766	41.462	222.228	343.055	70,38	54,27	2.354	2.314	654	2.968	2.318
SITIO NOVO	207.595	41.936	3.657	45.593	66.631	78,04	67,90	428	463	81	544	424
SEN .ELOI DE SOUSA	97.242	77.302	18.555	95.857	157.168	1,42	(61,63)	1.040	930	434	1.364	1.012
SERRA CAIADA	198.386	121.344	23.828	145.172	216.055	26,82	(8,91)	1.492	1.439	500	1.939	1.480
BOA SAÚDE	209.795	69.212	40.057	109.269	147.364	47,92	29,76	923	675	375	1.050	905
BOM JESUS	687.076	188.158	15.439	203.597	309.256	70,37	54,99	2.000	2.138	259	2.397	1.960
SANTA CRUZ (*)	1.920.000	626.000	1.067.000	1.693.000	1.693.000	11,82	11,82	6.614	5.194	1.512	6.706	6.498
Total	8.654.590	3.153.590	1.511.507	4.665.097	6.107.664	46,10	29,43	36.054	33.384	7.702	41.086	34.897

(*) Para o município de Santa Cruz foram considerados os dados constantes do SNIS, referentes ao ano de 2003





3.3. AVALIAÇÃO DA DEMANDA NO PERÍODO DE 2005/2026 PARA AS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DA ADUTORA MONSENHOR EXPEDITO

Para a estimativa da demanda necessária no período de 2005/2026 das áreas atendidas pelo sistema adutor Monsenhor Expedito foram efetuados os seguintes estudos:

- a) Demanda necessária considerando a configuração atual do Sistema Adutor;
- b) Demanda necessária considerando a inclusão de 7 novos municípios.

Ao avaliar a pior situação, com a inclusão dos sete municípios, é possível observar, por meio do Quadro 4.1.7 que a vazão máxima diária necessária para a final de Plano é de 449,81 l/s, enquanto que o sistema produtivo atual apresenta uma capacidade produtiva mínima de 230 l/s, o que proporciona a necessidade de implantação de novo sistema produtivo com capacidade de 220 l/s.

As alternativas propostas para a ampliação do sistema produtivo levaram em consideração uma produção de 250 l/s, operando no máximo 21 horas, o que proporciona uma vazão diária de aproximadamente 220 l/s. Assim, para o final de plano, faz-se necessária a implantação somente da alternativa eleita nos estudos de concepção para a ampliação do sistema produtivo, como será descrito a seguir.

3.4. NECESSIDADES DE AMPLIAÇÕES DOS SISTEMAS PRODUTIVOS

Em função das conclusões obtidas no item anterior, observa-se a necessidade de ampliação do sistema produtivo que alimenta a Adutora Monsenhor Expedito, para que não haja racionamento de água.

No intuito de buscar soluções com custos reduzidos e com menor prazo de implantação, a SERHID contratou no ano de 2002, os estudos de concepção e posteriormente os projetos básicos. Para cumprir com o seu objetivo, a Contratada desenvolveu, inicialmente, uma exaustiva análise do material já produzido sobre a região e definiu as metodologias a serem adotadas para a avaliação de cada uma das novas fontes hídricas, bem como levantou os problemas e as soluções existentes para o desenvolvimento dos estudos.

A seguir, com base na análise do material já produzido sobre a problemática existente, na realização de trabalhos de campo na área da geofísica, topografia, perfuração de poços, testes de bombeamento e medições de vazão em rios e riachos da região, a Contratada desenvolveu estudos de escritório, identificando as novas fontes de abastecimento e propôs um elenco de alternativas objetivando o atendimento das demandas presente e futura, relacionadas ao Sistema Adutor Agreste/Trairi/Potengi – Adutora Monsenhor Expedito.

Para a definição de tais alternativas foram considerados quatro horizontes temporais: (i) a situação presente ou ano 2002; (ii) ano 2006; (iii) ano 2011; e (iv) ano 2016. Esses horizontes foram formalmente considerados, apenas tendo em vista a necessidade ou conveniência da





SERHID na aplicação parcial de investimentos, uma vez que o horizonte final de 2016, a sua população estimada, de 222.336 habitantes e a demanda correspondente prevista, de 452,32 l/s, foram os fatores realmente determinantes para o Projeto.

A partir do momento em que a demanda se manifeste superior a 250,00 l/s, o que implicaria na aplicação de novos investimentos, foi avaliado um elenco de cinco alternativas a serem examinadas pela SERHID, todas elas incluindo os poços existentes e atualmente explorados, e todas elas contando com uma nova fonte de suprimento d'água, capaz de fornecer mais 250,00 l/s, para uma operação máxima diária de 21 horas, o que proporciona uma vazão adicional no sistema produtivo de aproximadamente 220,0 l/s. Essas novas alternativas seriam, portanto: (1) "Poços Existentes" – "Poços Boa Cica"; (2) "Poços Existentes" – "Poços Canjoão"; (3) "Poços Existentes" – "Poços Alcaçus"; (4) "Poços Existentes" – "Riacho Boa Cica"; e, finalmente, (5) "Poços Existentes" – "Riacho Pium".

Os estudos desenvolvidos permitiram concluir que todas essas alternativas são capazes de atender à demanda futura então considerada de 452,32 l/s para o horizonte correspondente ao ano de 2016, sendo viáveis técnica e ambientalmente. Assim, observa-se que para a ampliação do sistema produtivo para abastecer a Adutora Monsenhor Expedito não há limitação de vazão uma vez que foram avaliadas 5 alternativas e todas consideradas viáveis técnica e ambientalmente e cada uma com uma vazão de 250 l/s. A seguir apresenta-se uma descrição sucinta das cinco alternativas estudadas.

3.4.1 Descrição das Alternativas Estudadas Para a Ampliação do Sistema Produtivo

As descrições das alternativas de expansão da oferta hídrica são descritas a seguir.

a) Poços Boa Cica

Nesta alternativa, a captação seria efetuada por meio de poços tubulares profundos a serem implantados na denominada Área Boa Cica, constituídos por uma bateria de 08 (oito) poços, com profundidade média estimada de 95 m, segundo os furos exploratórios no sítio B2, diâmetro de 14", revestidos com tubos e filtros de PVC geomecânico de 10", sendo os filtros com ranhuras de 1 mm e extensão de 30 m. A extensão total de perfuração estimada para essa alternativa é de 760 metros.

Os oito poços deverão apresentar uma capacidade de produção de 250 l/s, operando no máximo 21 hs/dia, proporcionando uma produção diária de 220 l/s. Assim, a capacidade média esperada para cada poço é de 31,25 l/s (112,5 m³/h).

Nesse caso, esta alternativa apresentará as seguintes unidades: (i) captação por meio de poços tubulares profundos; (ii) adutora de interligação desses poços; (iii) reservatório de reunião de água; (iv) estação elevatória; e (v) adutora. Para esta alternativa não há previsão de implantação





de estação de tratamento, haja vista a qualidade das águas subterrâneas, que permite que sejam tratadas com o sistema existente na EB-1, ou seja, simples desinfecção.

b) Poços Canjoão

Nesta alternativa, a captação seria efetuada por meio de poços tubulares profundos a serem implantados na denominada Área Canjoão, através de uma bateria de 12 (doze) poços, com profundidade média estimada de 80 m, segundo os furos exploratórios no sítio B1. Esses poços deverão estar revestidos com tubos e filtros de PVC geomecânicos de 10". Os filtros devem possuir ranhuras de 1 mm e extensão de 20 m. A extensão total de perfuração estimada para essa alternativa é de 960 metros. Os doze poços deverão apresentar uma capacidade de produção de 250 l/s, operando no máximo 21 hs/dia, proporcionando uma produção diária de 220 l/s. Assim, a capacidade média esperada para cada poço é de 20,83 l/s (75,0 m³/h).

Nesse caso, esta alternativa apresenta as seguintes unidades: (i) captação por meio poços tubulares profundos; (ii) adutora de interligação desses poços; (iii) reservatório de reunião de água; (iv) estação elevatória; e (v) adutora. Para esta alternativa não há previsão de implantação de estação de tratamento, porque a qualidade das águas subterrâneas permite que elas sejam tratadas pelo mesmo sistema existente na EB-1, ou seja, simples desinfecção.

c) Poços Alcaçus

Nesta alternativa, a captação seria efetuada por meio de poços tubulares profundos a serem implantados na denominada Área Alcaçus, através de uma bateria de 08 (oito) poços, com profundidade média estimada de 95 m.

Os oito poços deverão apresentar uma capacidade de produção de 250 l/s, operando no máximo 21 hs/dia, proporcionando uma produção diária de 220 l/s. Assim, a capacidade média esperada para cada poço é de 31,25 l/s (112,5 m³/h).

Nesse caso, esta alternativa apresenta as seguintes unidades: (i) captação por meio de poços tubulares profundos; (ii) adutora de interligação desses poços; (iii) reservatório de reunião de água; (iv) estação elevatória; e (v) adutora. Para esta alternativa não há previsão de implantação de estação de tratamento, tendo em vista que a qualidade das águas subterrâneas permite que sejam tratadas com o sistema existente na EB-1, ou seja, simples desinfecção.

d) Riacho Boa Cica

Nessa alternativa, a captação superficial no riacho Boa Cica deveria situar-se a montante da travessia com a rodovia RN 063, em local próximo à confluência desse curso d'água com o riacho Timbó, em sua margem direita, pois o aproveitamento do remanso provocado pelo bueiro da





rodovia dispensaria uma obra de elevação de nível d'água, além de proporcionar a captação das águas dos dois mananciais.

Nesse caso, esta alternativa apresenta as seguintes unidades: (i) captação por meio de um canal de derivação; (ii) caixa de areia; (iii) poço de sucção; (iv) estação elevatória; (v) adutora; e (vi) estação de tratamento (convencional ou filtração direta a ser definida em função da qualidade de água do manancial). Essa unidade de tratamento faz-se necessária em virtude da variação da qualidade da água ao longo do ano e das informações colhidas junto à população local.

e) Riacho Pium

Nessa alternativa, a captação superficial no riacho Pium deve se situar às margens do pequeno açude existente na parte média desse curso d'água, em sua porção final, ou seja, próximo ao final do lago. As unidades constituintes são, neste caso: (i) canal de derivação; (ii) caixa de areia; (iii) poço de sucção; (iv) estação elevatória; (v) linha de recalque; e (vi) estação de tratamento convencional, em virtude da variação da qualidade das águas ao longo do ano, decorrente do tipo de ocupação da bacia hidrográfica.

3.4.2. Considerações Sobre a Ampliação do Sistema Produtivo

Os estudos desenvolvidos pela SERHID apontam para a uma disponibilidade hídrica para ampliar o sistema produtivo da Adutora Monsenhor Expedito em 5 alternativas, todas com capacidade de 250 l/s.

Os estudos desenvolvidos pela SERHID detalharam, em nível de projeto básico, a alternativa que apresentou os menores custos ambientais, de implantação, operação e manutenção. A alternativa indicada nos referidos estudos se refere a ampliação da oferta de água por meio de implantação de poços tubulares profundos no Canjoão e para tanto os estudos desenvolvidos foram divididos em três partes distintas, a saber: a) Projeto Hidráulico/Estrutural contendo todas as informações, em nível básico, para a realização do processo licitatório das obras, sendo composto de memória de cálculo, especificações técnicas de materiais, serviços e equipamentos, desenhos e estimativas de custos; b) Projeto Elétrico composto de memória de cálculo, especificações de materiais, serviços e equipamentos, desenhos e estimativas de custos; c) Levantamento Topográfico.

Cabe salientar que os estudos desenvolvidos tiveram como base as conclusões obtidas junto aos Estudos de Alternativas, que ainda incluíram estudos relacionados às questões ambientais e que todas as modificações realizadas visaram minimizar os custos referentes a implantação, operação e manutenção. Assim, os ajustes realizados na fase de elaboração do Projeto Básico foram justificados ao longo do Relatório Técnico e nenhum deles proporcionou modificações nas conclusões obtidas nos Estudos de Alternativas, uma vez que visaram a otimização da alternativa que já era a mais viável técnica, econômica e ambiental.





As unidades previstas para compor a alternativa selecionada foram: captação de água por meio de 12 poços tubulares profundos; subadutoras 1 e 2 interligando os poços tubulares profundos a um centro de reunião de água; Reservatório de equalização de vazão, estação elevatória de água bruta, adutora de água bruta e interligação ao sistema existente.

Assim, caso a ampliação prevista para o atendimento por meio dos poços tubulares profundos no Canjoão não seja suficiente, observa-se, ainda, a possibilidade de implantação de outro sistema produtor, o que possibilitaria a ampliação do sistema produtivo em até 250 l/s (aproximadamente 220 l/s, uma vez que os sistemas propostos foram previstos operar em no máximo 21 horas).

Pelo exposto, observa-se que não há restrição de oferta de água para o Sistema Adutor Monsenhor Expedito, mesmo com a ampliação da área de abrangência de projeto em mais sete municípios.

Os principais fatores que levaram a essas conclusões, no presente estudo, estão relacionados basicamente a dois fatores:

- a) a projeção populacional definida no Projeto Original do Sistema Adutor, elaborado em 1997, não foi confirmada quando da realização do CENSO 2000, apontando para um crescimento populacional na área de projeto abaixo da prevista. A título de ilustração, pode-se observar que as projeções das populações urbanas para os 20 municípios inseridos no projeto original para o ano 2000 apresentavam valores próximos às populações totais obtidas por meio do CENSO 2000 e a taxa média de urbanização da área de projeto era na ordem de 55%, ou seja, a população estimada em projeto era muito superior à realmente verificada;
- b) os per capita de consumo efetivamente praticados nas áreas atendidas pelo sistema adutor são muito inferiores aos previstos no projeto, fato que acarretou em uma superestimativa da vazão necessária.





4. PARÂMETROS DE PROJETO

Neste capítulo são apresentados os parâmetros de projetos considerados nos Estudos de Concepção dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) das sete cidades a serem atendidas por meio da ampliação do Sistema Adutor Monsenhor Expedito, entretanto foram reavaliados os parâmetros adotados para as áreas atualmente atendidas pela Adutora.

4.1. PARÂMETROS DE PROJETO ADOTADOS

Os parâmetros de projeto adotados nestes estudos são apresentados a seguir.

4.1.1. População de Projeto

As populações de projeto consideradas nestes estudos tiveram como base as informações obtidas junto ao IBGE para os censos demográficos de 1970, de 1980, de 1991 e 2000 e a contagem populacional de 1996. Os resultados desses levantamentos estão sistematizados no Quadro 4.1.1 apresentado mais adiante. Nesse quadro observam-se, ainda, as taxas de urbanização para cada censo. O referido quadro, apresenta de maneira separada as populações dos 23 municípios atualmente atendidos pela Adutora Monsenhor Expedito e as dos 07 municípios que se pretende atender por meio da ampliação do sistema adutor. Para todos os municípios é possível observar que as taxas de urbanização cresceram no período de 1970 e 2000.

O Quadro 4.1.2 fornece as taxas médias anuais de crescimento geométrico para cada período de informações. Sendo possível observar que a taxa média de crescimento geométrico da população urbana do conjunto de 23 municípios atualmente atendidos pela adutora, no período 00/91, foi de 2,79 % ao ano. Para os 07 municípios a serem incluídos, a taxa média foi de 2,09 % ao ano e a média de todo o conjunto foi de 2,67 % ao ano. Considerando agora a população rural é possível observar que essas taxas de crescimento foram negativas e de - 0,38% ao ano para os 23 municípios, de - 2,72% ao ano para os 07 municípios e de - 0,71% ao ano para todo o conjunto. Ao considerar a população total é possível observar que a taxa de crescimento geométrico para o período analisado foi de 1,25% ao ano para os 23 municípios, - 0,06 % ao ano para os 07 municípios e de 1,02% ao ano para todo o conjunto.

Esses dados permitem inferir que está ocorrendo um êxodo rural na área e que a população total do conjunto dos 07 municípios que se pretende atender reduziu no período de 1991 a 2000. Outra situação que merece destaque se refere às taxas de médias urbana de crescimento populacional que foram superiores a 3,00 % ao ano para 10 dos 30 municípios do conjunto, entretanto para outros 11 municípios essas taxas foram inferiores a 1,90% ao ano.

Para a estimativa populacional dos municípios ao longo do período de projeto considerou-se a manutenção das taxas de crescimento para as populações urbanas ocorridas no período de 00/91 para o período 05/00, sendo que para os municípios em que essa taxa foi inferior a 1,9% ao ano





foi adotada a referida taxa. Assim, considerando todo o conjunto de municípios, observa-se que a taxa média de crescimento populacional para o período de 00/91 foi de 2,67% ao ano e para o período de 05/00 foi de 2,79% ao ano, ou seja, superior ao verificado no último período censitário. As taxas de crescimento adotadas estão apresentadas no Quadro 4.1.3 e as projeções populacionais no Quadro 4.1.4.

Para as projeções populacionais, a partir do ano de 2006 foram consideradas taxas de crescimento de 1,9% ao ano para todas as sedes municipais até o período de 2016 e a partir de 2017 até o final de projeção a taxa média de crescimento geométrico adotado foi de 1,4% ao ano.

Essas taxas de crescimento proporcionaram a obtenção de uma população final de projeto de 180.157 habitantes para a população urbana dos 23 municípios atualmente atendidos (a de 2000 correspondia a 111.383). Fazendo a mesma consideração para os demais 7 municípios é possível observar que a população urbana passa de 23.399 habitantes em 2000 para 35.962 habitantes em 2026, enquanto que essas populações para o conjunto total de municípios passam de 133.782 habitantes em 2000 para 216.119 habitantes em 2026.

Considerando agora as localidades atualmente beneficiadas e as que se pretende atender, foram utilizados os dados fornecidos pela CAERN considerando o ano de 2003. Para todo o período de projeto foi admitido que a taxa geométrica de crescimento dessas localidades será constante e igual a 1,0% ao ano, apesar dos índices de crescimento das populações urbanas serem negativos. As projeções populacionais para essas localidades também estão apresentadas no Quadro 4.1.4.

Para toda a área de projeto é possível observar que a população estimada para 2006 é de 217.488 habitantes, enquanto que a de 2026 é de 269.886 habitantes. É importante salientar que essa projeção populacional se refere somente às áreas atendidas pela Adutora Monsenhor Expedito e não às projeções das populações totais dos 30 municípios.

Assim, considerando as áreas atualmente atendidas pela Adutora Monsenhor Expedito é possível observar que a população total estimada para o ano de 2004 foi de 212.691 habitantes. Considerando a população atendida fornecida pela CAERN (169.806 habitantes) é possível observar que a Adutora Monsenhor Expedito atende atualmente a 79,8% da população total desses 23 municípios.

Ao avaliar a projeção populacional efetuada para estes estudos para as áreas atualmente atendidas pela Adutora Monsenhor Expedito é possível observar que a população estimada para o ano de 2004 (sedes municipais e localidades) corresponde a 162.475 habitantes (95,7% da população atendida segundo a CAERN).

Levando-se em consideração que a população atendida estimada pela CAERN tem como base as economias residenciais ativas e a taxa média de ocupação dos domicílios do Censo 2000 para cada uma das cidades e sabendo-se da ocorrência em diversas situações de ligações ativas sem que haja efetivamente morador (casos, por exemplo, de pessoas que moram na zona rural mas mantém residência na sede municipal para passar finais de semanas) é possível considerar que





as projeções populacionais estimadas para o ano de 2004 estão coerentes com os dados fornecidos pela CAERN.

De todo o exposto, pode-se inferir que a projeção populacional prevista para a Adutora Monsenhor Expedito pode ser adotada para fins de avaliação da sua viabilidade técnica, econômica e ambiental.





QUADRO 4.1.1





QUADRO 4.1.2





QUADRO 4.1.3





QUADRO 4.1.4 – 01/04





QUADRO 4.1.4 – 02/04





QUADRO 4.1.4 – 03/04





QUADRO 4.1.4 – 04/04



4.1.2 Per Capita de Consumo e de Produção

Para avaliar o Per Capita de Consumo nos municípios atualmente atendidos pelo Sistema Adutor Monsenhor Expedito, foram utilizados os dados operacionais fornecidos pela CAERN para o ano de 2004 e os dados constantes do Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento – SNIS, do Ministério das Cidades, para o ano de 2003.

A partir das informações contidas no Quadro 3.2.1 e considerando a taxa de ocupação média (hab/econ) obtida para o sistema Adutor Monsenhor Expedito, foi possível avaliar a população atendida para cada um dos 23 municípios. A partir do volume consumido (medido + estimado) e da população estimada foi possível obter os per capita de consumo para cada um dos 23 municípios e considerando uma perda de 25%, obteve-se o per capita de produção necessário. O Quadro 4.1.5 apresenta os resultados obtidos.

Por meio dessas análises, pode-se inferir que somente em Santa Cruz houve um per capita de consumo superior a 70 l/hab/dia, sendo que o per capita da referida cidade foi de 148,9 l/hab/dia, fato que elevou a média do sistema adutor para 75,27 l/hab/dia. Ao se considerar uma perda de 25%, obteve-se uma média per capita de produção necessária para o sistema adutor de 110,36 l/hab/dia, fortemente influenciada pela cidade de Santa Cruz (198,54 l/hab/dia), único per capita de produção superior a 92 l/hab/dia.

Ao se considerar a situação dos dados fornecidos para os municípios, onde estão incluídas as informações das comunidades atendidas, inclusive as que apresentam sistemas por chafarizes, pode-se inferir que o per capita de consumo atual pode ser elevado, caso haja a implantação de sistema de distribuição nessas localidades.

Outra situação passível de estar ocorrendo é a perda de água de parte da água em função da deficiência dos equipamentos de micromedição implantados (hidrômetros sem a manutenção adequada e com vida útil já atingida). Caso essas situações estejam ocorrendo o per capita de consumo também seria superior ao observado no Quadro 4.1.5.

Para efeito de avaliação do sistema adutor, considerou-se, um per capita de produção único para todas as cidades e para os novos municípios a serem inseridos no sistema, correspondendo a 120 l/hab/dia. O referido per capita de produção proporciona um per capita de consumo médio de 90 l/hab/dia.

4.1.3. Coeficientes do Dia e da Hora de Maior Consumo

Foram adotados os coeficientes de variações máxima diária e máxima horária, tradicionalmente utilizados pela CAERN, ou seja:

- ✓ Coeficiente de dia de maior consumo: $K_1=1,20$
- ✓ Coeficiente de hora de maior consumo: $K_2=1,50$

Quadro 4.1.5 - Per Capita de Consumo e de Produção para o ano de 2004

item	Município	Volumes (m3/ano) - 2004			Econ. Resid. Ativas (2004)	População Atendida	Per Capita (l/hab/dia)	
		Produzido	Consumido	Faturado			Consumo	Produção (para 25% de perdas)
1	São Paulo do Potengi	746.264	333.533	495.578	3.403	16.027	57,01	76,02
2	Barcelona	198.720	70.176	112.175	761	3.584	53,64	71,52
3	Ilmo Marinho	115.200	43.791	61.360	394	1.856	64,65	86,21
4	Lagoa dos Velhos	256.856	37.393	59.174	443	2.086	49,10	65,47
5	Rui Barbosa	165.600	49.773	67.266	501	2.360	57,79	77,06
6	Santa Maria	85.315	72.840	103.013	736	3.466	57,57	76,76
7	São Pedro do Potengi	146.088	94.324	143.854	948	4.465	57,88	77,17
8	São Tomé	691.200	183.261	289.394	1.910	8.996	55,81	74,42
9	Lagoa de Pedras	40.386	88.094	138.987	1.028	4.842	49,85	66,47
10	Lagoa Salgada	458.588	134.048	214.312	1.524	7.178	51,17	68,22
11	Monte Alegre	301.844	287.638	428.835	2.516	11.850	66,50	88,67
12	Lagoa D'Andas	300.100	123.002	171.417	1.146	5.397	62,44	83,25
13	Passa e Fica	324.927	175.949	267.298	1.785	8.407	57,34	76,45
14	Serrinha	56.620	107.986	144.292	928	4.371	67,69	90,25
15	Tangará	542.820	282.003	391.177	2.588	12.189	63,39	84,52
16	Lajes Pintada	153.825	66.570	87.003	592	2.788	65,41	87,22
17	São José do Campestre	750.143	222.228	343.055	2.354	11.087	54,92	73,22
18	Sítio Novo	207.595	45.593	66.631	428	2.016	61,97	82,62
19	Sem. Eloi de Sousa	97.242	95.857	157.168	1.040	4.898	53,62	71,49
20	Serra Caiada	198.386	145.172	216.055	1.492	7.027	56,60	75,47
21	Boa Sorte	209.795	109.269	147.364	923	4.347	68,87	91,82
22	Bom Jesus	687.076	203.597	309.256	2.000	9.420	59,22	78,96
23	Santa Cruz	1.920.000	1.693.000	1.693.000	6.614	31.150	148,90	198,54
Total		8.654.590	4.665.097	6.107.664	36.054	169.806	75,27	100,36

(*) Para o município de Santa Cruz foram considerados os dados constantes do SNIS, referentes ao ano de 2003

4.1.4. Índice de Atendimento

para efeito de avaliação do Sistema Adutor Monsenhor Expedito e pré-dimensionamento do sistema, foi considerado índice de atendimento de 100% da população.

4.1.5. Vazões de Projeto

Tendo como base os parâmetros de projeto anteriormente apresentados, como a população de projeto contida no Quadro 4.1.4, o índice de atendimento da população de 100% para todo o período de projeto, o per capita de produção de 120 l/hab.dia e os coeficientes do dia e hora de maior consumo iguais a 1,2 e 1,5 respectivamente, elaboraram-se os Quadros 4.1.6 a 4.1.8, que contêm, respectivamente, as vazões médias, máximas diárias e máximas horárias necessárias, de 5 em 5 anos, para o atendimento das populações de projeto, ao longo do período de análise.



QUADRO 4.1.6 – 01/04





QUADRO 4.1.6 – 02/04





QUADRO 4.1.6 – 03/04





QUADRO 4.1.6 – 04/04





QUADRO 4.1.7 – 01/04





QUADRO 4.1.7 – 02/04





QUADRO 4.1.7 – 03/04





QUADRO 4.1.7 – 04/04





QUADRO 4.1.8 – 01/04





QUADRO 4.1.8 – 02/04





QUADRO 4.1.8 – 03/04





QUADRO 4.1.8 – 04/04



5. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ADUTORA MONSENHOR EXPEDITO

Neste capítulo é apresentado o Diagnóstico da situação existente para os 23 municípios atualmente atendidos pelo sistema Adutor Monsenhor Expedito e para os 07 outros que se pretende atender, incluindo características e dados gerais das cidades, e as alternativas técnicas de concepção estudadas para os Sistemas de Abastecimento de Águas dos 07 novos municípios a serem atendidos.

5.1. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO EXISTENTE

O Diagnóstico da situação existente da área de estudo foi dividido em duas etapas, sendo a primeira referente aos dados gerais das comunidades e a segunda referente à situação atual dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário dos municípios, incluindo os sete novos que se pretende atender.

5.1.1. Dados Gerais da Comunidade

Este item apresenta a Caracterização Geral do Estado do Rio Grande do Norte e os Dados Gerais dos 07 Municípios a Serem Incluídos no Sistema Adutor de Monsenhor Expedito.

a) Histórico

A ocupação do Rio Grande do Norte pelos portugueses aconteceu a partir do final do século XVI, com a expulsão dos franceses que ocupavam a região desde 1535. Em seguida à vitória contra os franceses, foi construída, em 1598, uma fortaleza, chamada Fortaleza dos Reis Magos, dando origem à cidade de Natal, que passou a se constituir a mais setentrional defesa do Estado Português na região que viria a ser mais tarde, o Brasil. O povoamento, no entanto, se deu lentamente até 1633, quando a região foi conquistada pelos holandeses que a ocuparam durante 20 anos, tendo os índios nativos como fortes aliados. Os holandeses desenvolveram a exploração do sal, o cultivo da cana-de-açúcar e a criação de gado. Em 1654 os portugueses lograram finalmente expulsá-los, mas tiveram, em seguida, que enfrentar forte rebelião das tribos indígenas - a Confederação dos Cariris - contra o regime de escravidão a que eram submetidas. Essa guerra durou até o final do século XVII. A partir de 1701 a capitania do Rio Grande do Norte passou a ser subordinada à capitania de Pernambuco, o que se constituiu sério entrave ao seu desenvolvimento. Apenas em 1824 recebeu o status de província, tornando-se Estado com a Proclamação da República, em 1889.

Devido à sua posição geográfica estratégica (é a costa mais próxima da Europa, pelo roteiro da África), o Rio Grande do Norte foi, por várias vezes, escolhido como local de experiências pioneiras da aviação transatlântica, ou base para abastecimento e apoio logístico a operações militares. Durante a II Guerra Mundial os norte-americanos construíram no tabuleiro do Parnamirim, uma grande base aérea, criando a "Ponte do Atlântico para a África", de fundamental importância para a dominação do poderio nazista e a vitória dos aliados na guerra. Nesse período,

a cidade de Natal adquiriu traços de metrópole cosmopolita, onde conviviam estrangeiros de várias origens. Durante o período em que as jazidas de tungstênio abasteciam os arsenais de guerra, a pobreza da região era atenuada.

b) Localização

O Estado do Rio Grande do Norte, situado no extremo nordeste do território brasileiro, abrange uma superfície de 53.077,30 km², o que corresponde a 0,6% do território brasileiro. O referido Estado tem como limites: ao sul o Estado da Paraíba, a oeste o Estado do Ceará e ao norte e leste o Oceano Atlântico, numa extensão litorânea de 410 km, o que lhe confere um atrativo especial.

A seguir são apresentados, o Quadro - 5.1.1. que situa e ilustra a posição do litoral oriental norte-rio-grandense e da cidade de Natal, em relação à América do Norte, ao continente europeu e ao território brasileiro; e a Figura 5.1.1. com a localização do Estado em relação ao Território Brasileiro.

Quadro 5.1.1. - Distância de Natal às Principais Capitais de Estados Brasileiros e de outras Cidades da América do Norte e da Europa

Cidades Brasileiras	Belém: 2.108 km	Rio de Janeiro : 2.625 km	Outras Cidades	Miami: 6.000 km
	São Luís: 1.607 km	São Paulo: 2.947 km		Nova Iorque: 6.600 km
	Teresina: 1.171 km	Porto Alegre: 4.066 km		Lisboa: 6.000 km
	Fortaleza: 537 km	Belo Horizonte: 2.348 km		Paris: 7.650 km
	Recife : 297 km	Brasília: 2.507 km		Bruxelas: 7.400 km
	Salvador: 1.126 km			



Figura 5.1.1. - Localização do Estado do Rio Grande do Norte, no Território Brasileiro



c) Clima

O clima predominante no Rio Grande do Norte é o tropical semi-árido, exceto na costa litorânea oriental e regiões de relevo mais elevado no interior, onde a umidade é alta e as temperaturas médias são de 20º C. No interior, as médias térmicas ficam em torno de 27º C, com pequenas variações ao longo do ano e chuvas escassas, cujo volume não ultrapassa 800 mm ao ano. As precipitações no litoral chegam a alcançar 1.000 a 1.500 mm por ano, sendo mais intensas nos meses de março e junho. As temperaturas mais quentes costumam ser registradas no mês de fevereiro.

A precipitação média anual do Estado apresenta marcada variação regional, indo de 1.560 mm/ano em Natal, a 420 mm/ano na região semi-árida. A média do estado fica por volta dos 700 mm/ano.

Os índices anuais de evaporação situam-se entre 1.900 mm no litoral oriental a 2.850 mm do semi-árido. O trimestre de maior evaporação coincide com o período de estiagem, sendo, em geral, setembro a novembro. Nesse período ocorrem entre 30% e 35% do total evaporado. O trimestre de menor evaporação, que se desloca no sentido oeste-leste de março-maio para maio-julho, apresenta percentuais que vão de 15% a 19% do total.

d) Geologia e Relevo

A coluna lito-estratigráfica do Estado do Rio Grande do Norte é composta por rochas do embasamento cristalino pré-cambriano e por formações mesozóicas e cenozóicas.

As características de seu relevo apresentam extensão de planalto ao norte; terras baixas contornando o planalto a leste, norte e oeste; e maciços isolados nas regiões sul e oeste.

A altitude do ponto mais alto do estado é de 831 m e está situado na Serra de São José, nos municípios de Luis Gomes/São Miguel. Afora estes, apenas um outro ponto, tem altitude superior a 800 m, localizado na Serra das Queimadas, no município do Equador, onde a mesma é 807 m.

e) Hidrografia

Grande parte dos rios da bacia hidrográfica do Estado é temporária, em virtude da escassez de chuvas. Nas regiões do Agreste e do Litoral, no entanto, encontram-se rios perenes, que beneficiam as regiões por eles cortadas. Destacam-se entre os mais importantes do Estado, os rios Mossoró, Apodi Assu, Piranhas, Potengi, Trairi, Jundiá, Jacu, Seridó e Curimataú.

f) Características do Território

O território do Estado do Rio Grande do Norte abrange uma superfície de 53.077,30 km², onde estão distribuídos 167 municípios, em 7 distintas zonas fisiográficas identificadas e 19 microrregiões.

As 7 zonas fisiográficas identificadas no Estado são: Salineira, Litoral, Agreste, Centro-Norte, Seridó, Chapada do Apodi e Serrana. A maior parte do território do Estado está incluída no Polígono das Secas, região delimitada pelo Governo Federal em 1951, com o objetivo de combater as secas no Nordeste e promover o desenvolvimento econômico e social da região.





As 19 microrregiões são apresentadas a seguir no Quadro 5.1.2. - Microrregiões do Estado do Rio Grande do Norte, juntamente com os nomes dos municípios que as compõem, e na Figura 5.1.2.

Quadro 5.1.2. - Microrregiões do Estado do Rio Grande do Norte

Região		Municípios
01	Agreste Potiguar	Bom Jesus, Brejinho, Ielmo Marinho, Januário Cicco, Lagoa d'Anta, Lagoa de Pedras, Lagoa Salgada, Monte Alegre, Nova Cruz, Passa e Fica, Passagem, Presidente Juscelino, Riachuelo, Santa Maria, Santo Antônio, São Paulo do Potengi, São Pedro, Senador Elói de Souza, Serrinha, Várzea e Vera Cruz.
02	Angicos	Angicos, Afonso Bezerra, Caiçara do Rio do Vento, Fernando Pedroza, Jardim de Angicos, Lajes, Pedra Preta e Pedro Avelino.
03	Baixa Verde	Bento Fernandes, Jandaíra, João Câmara, Parazinho, Poço Branco
04	Borborema Potiguar	Barcelona, Campo Redondo, Coronel Ezequiel, Jaçanã, Japi, Lagoa de Velhos, Lajes Pintadas, Monte das Gameleiras, Ruy Barbosa, Santa Cruz, São Bento do Trairí, São José do Campestre, São Tomé, Serra de São Bento, Sítio Novo e Tangará.
05	Chapada do Apodi	Apodi, Caraúbas, Felipe Guerra e Governador Dix-Sept Rosado.
06	Litoral Nordeste	Maxaranguape, Pedra Grande, Pureza, Rio do Fogo, São Miguel de Touros, Taipu e Touros.
07	Litoral Sul	Arês, Baía Formosa, Canguaretama, Espírito Santo, Goianinha, Montanhas, Pedro Velho, Senador Georgino Avelino, Tibau do Sul e Vila Flor.
08	Macaíba	Macaíba, Ceará-Mirim, Nísia Floresta, São Gonçalo do Amarante e São José de Mipibu.
09	Macau	Macau, Caiçara do Norte, Galinhos, Guamaré e São Bento do Norte.
10	Médio Oeste	Augusto Severo, Janduí, Messias Targino, Paraú, Triunfo Potiguar e Upanema.
11	Mossoró	Mossoró, Areia Branca, Baraúna, Grossos, Serra do Mel e Tibau.
12	Natal	Natal , Extremoz e Parnamirim.
13	Pau dos Ferros	Pau dos Ferros, Alexandria, Francisco Dantas, Itaú, José da Penha, Marcelino Vieira, Paraná, Pilões, Portalegre, Rafael Fernandes, Riacho da Cruz, Rodolfo Fernandes, São Francisco do Oeste, Severiano Melo, Taboleiro Grande, Tenente Ananias e Viçosa.
14	Seridó Ocidental	Caicó, Ipueira, Jardim de Piranhas, São Fernando, São João do Sabugi, Serra Negra do Norte e Timbaúba dos Batistas.
15	Seridó Oriental	Acari, Carnaúba dos Dantas, Cruzeta, Currais Novos, Equador, Jardim do Seridó, Ouro Branco, Parelhas, Santana do Seridó e São José do Seridó.
16	Serra de Santana	Bodó, Cerro Corá, Florânia, Lagoa Nova, Santana do Matos, São Vicente e Tenente Laurentino Cruz.
17	Serra de São Miguel	Água Nova, Coronel João Pessoa, Doutor Severiano, Encanto, Luís Gomes, Major Sales, Riacho de Santana, São Miguel e Venha-Ver.
18	Umarizal	Umarizal, Almino Afonso, Antônio Martins, Frutuoso Gomes, João Dias, Lucrécia, Martins, Olho-d'Água do Borges, Patu, Rafael Godeiro e Serrinha dos Pintos.
19	Vale do Açu	Açu, Alto do Rodrigues, Carnaubais, Ipanguaçu, Itajá, Jucurutu, Pendências, Porto do Mangue e São Rafael.

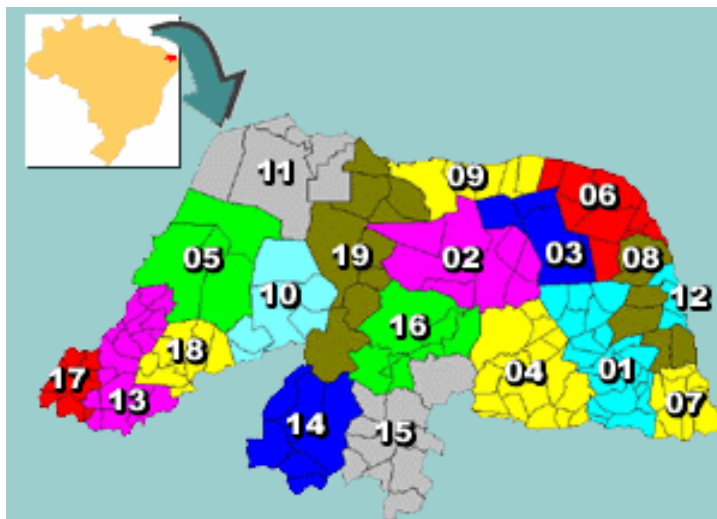


Figura 5.1.2 - Microrregiões do Estado do Rio Grande do Norte

g) População Histórica

O Estado do Rio Grande do Norte, cobrindo uma superfície total de 53.077,30 km², tem como característica marcante da sua demografia a irregular distribuição espacial de sua população. Com um contingente populacional total, em 2000, de 2.776.782 habitantes, são encontradas zonas que se constituem em grandes vazios demográficos, contrastando com pontos de elevadas densidades, apresentando uma densidade média de 51,97 hab./Km².

De acordo com dados do IBGE, observa-se que a população rural do Estado, que até a década de 70 era superior a urbana, a partir da década de 80 passou a ser inferior a da população urbana.

O Estado, que é constituído por 166 municípios, concentra metade de sua população urbana em apenas 3 cidades onde o número de habitantes supera a casa dos 100 mil. A capital com população 712.317 hab; Mossoró com 199.081 hab e Parnamirim com 109.139 habitantes. A quarta maior cidade é Caicó com 50.624 habitantes.

h) Recursos Econômicos

A agropecuária e as atividades de mineração constituem a base da economia do Estado do Rio Grande do Norte.

Na agricultura destaca-se a produção de abacaxi, cana-de-açúcar, feijão, milho, mandioca, côco-da-baía e castanha-de-caju.

A pecuária inclui rebanhos bovinos e a criação de suínos e ovinos.

No extrativismo, as riquezas minerais representam o potencial mais significativo no campo dos recursos naturais disponíveis. Entre as ocorrências minerais identificadas e exploradas no Estado, encontram-se reservas de xilita (minério de tungstênio), gesso ou gipsita, calcário, mármore,



monazita e berilo. A riqueza das salinas tornou a extração do sal marinho um dos sustentáculos da economia da região.

A disponibilidade de jazidas de gás natural constitui-se um fator de alavancagem do desenvolvimento regional, atraindo indústrias energeticamente intensivas e viabilizando indústrias que requerem o gás como matéria-prima, como no caso do segmento de petroquímica básica, podendo, em médio prazo, tornar-se um dos maiores pólos deste setor no país.

O petróleo é outra fonte de riqueza. O Rio Grande do Norte, mostra-se auto-suficiente com uma produção diária de mais de 80 mil barris, e em gás natural, com dois milhões de metros cúbicos/dia produzidos. O gás é distribuído para outros estados brasileiros através do gasoduto Nordeste, cujo sistema possui 620 km de extensão.

Na área de turismo, especialmente, há uma forte indicação de que o setor é, definitivamente, uma significativa fonte de renda para o Estado e, conseqüentemente, de desenvolvimento.

O litoral atlântico oferece ainda excelentes condições para a pesca, largamente praticada na região, constituindo-se importante fonte de renda para parcela considerável da população.

No setor industrial destaca-se a produção de cerâmica, bem como a indústria têxtil e de confecções.

i) Dados Gerais dos 07 Municípios a Serem Incluídos no Sistema Adutor de Monsenhor Expedito

Os municípios que serão incluídos no Sistema Adutor de Monsenhor Expedito são:

- Campo Redondo;
- Coronel Ezequiel;
- Jaçanã;
- Japi;
- Monte das Gameleiras;
- São Bento do Trairi; e
- Serra de São Bento.

Todos estão localizados na porção sul do Estado do Rio Grande do Norte, região Nordeste do Brasil, na Mesorregião do Agreste Potiguar e na Microrregião de Borborema Potiguar. Essa microrregião é formada por 16 municípios, possui uma área de 3.984,90 Km², população total de 125.767 hab. (Censo 2000) e densidade de 30,11 hab./Km².



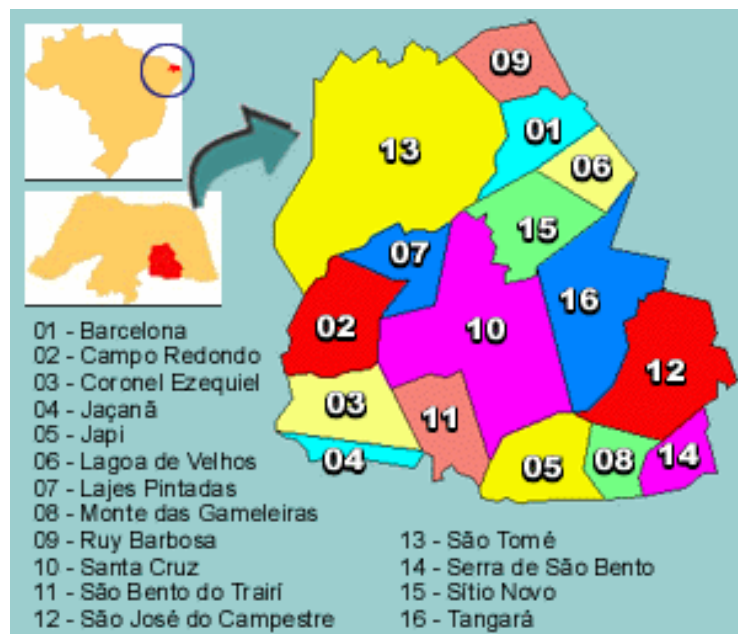


Figura 5.1.3. - Localização dos 07 Municípios a serem incluídos do Sistema Adutor de Monsenhor Expedito - Microrregião de Borborema Potiguar

Na bacia hidrografia da microrregião de Borborema Potiguar são encontrados rios perenes, que beneficiam as regiões por eles cortadas, como o rio Trairi. As características quanto ao clima, relevo e recursos econômicos estão contempladas, de maneira geral, nos subitens anteriores. A seguir é apresentado o Quadro 5.1.3. - Dados Gerais dos 07 Municípios a serem Incluídos no Sistema Adutor de Monsenhor Expedito, do qual podemos observar:

- **Educação**

Os 07 municípios apresentam melhoras nas taxas de analfabetismo, registrando queda no período de 1991 a 2000 segundo dados obtidos no Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil, trabalho elaborado para o PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, com informações do IBGE.

- **Desenvolvimento Humano**

No período 1991-2000, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), que avalia as condições sociais da população, tendo como dados de análise os seguintes indicadores: Esperança de Vida ao Nascer, Taxa de Alfabetização de Adultos, Taxa Combinada de Matrícula nos Três Níveis de Ensino e Renda Per Capita, mostra que os 07 municípios estão entre as regiões consideradas de médio desenvolvimento humano (IDH entre 0,5 e 0,8), variando de 0,570 (Japi) a 0,633 (Campo Redondo).

A posição desses municípios em relação aos outros 159 municípios do Estado (total de 166 municípios), está entre 77^a (Campo Redondo) a 163^a (Japi) e em relação aos restantes 5554 municípios do Brasil (Total de 5561 municípios) ocupam posição variando de 4053^a (Campo Redondo) a 5105^a (Japi).



Quadro 5.1.3. - Dados Gerais dos 07 Municípios a serem Incluídos no Sistema Adutor de Monsenhor Exedito



5.1.2. Diagnóstico dos Sistemas Existentes de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário para os 07 municípios a serem Atendidos

Nesse item, apresenta-se o diagnóstico dos sistemas existentes de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos sete municípios previstos para serem inseridos no sistema Adutor Monsenhor Expedito, avaliando tanto os aspectos técnicos quanto os aspectos operacionais e institucionais.

a) Aspectos Técnicos e Operacionais

Para o diagnóstico dos aspectos técnicos e operacionais, foram desenvolvidas análises em separado para cada um dos municípios em estudo. Assim, descreve-se a situação física de cada um dos sistemas e, em seguida, apresenta-se uma avaliação da situação operacional, específica para cada um dos sete municípios.

- **Japi**

Sistema de Abastecimento de Água

Na sede municipal da cidade de Japi não há sistema de abastecimento de água em operação e toda a população obtém água por meio de processos alternativos. Parte da população busca água diretamente em açudes existentes próximo à cidade (aproximadamente 1,0 km de distância), entretanto parte da população compra água trazida desses mesmos açudes por pessoas da comunidade, que utilizam carroças. Para essa água é cobrado um valor de R\$ 1,00 para cada 60 litros. Parte da população, a que apresenta maior poder aquisitivo, compra água oriunda da Adutora Monsenhor Expedito, por meio de caminhões pipa. Cada caminhão de 12 m³ custa R\$ 120,00.

A foto 5.1.1 apresenta um veículo típico utilizado no transporte das águas captadas nos açudes e a foto 5.1.2 mostra o aspecto visual dessas águas que são utilizadas, sem qualquer tipo de tratamento para consumo humano. Nas áreas dos açudes não há qualquer proteção e essas águas também são diretamente utilizadas para dessedentação de animais.

Ainda na cidade de Japi é possível observar a presença de dois poços tubulares profundos, com um chafariz ao lado de cada poço. A água captada nesses poços é salobra, não sendo adequada para consumo humano, mas empregada pela população para fins menos nobre. A Foto 5.1.3 apresenta um desses poços. A foto 5.1.4 mostra a localização inadequada do mesmo (sem proteção e próximo a residência), enquanto que a foto 5.1.5 apresenta o chafariz existente.

Pelo exposto pode-se inferir que não há sistema de abastecimento de água passível de ser aproveitado na cidade, ou seja, observa-se a necessidade de implantação de sistema de produção, de reservação e de distribuição de água, incluindo micromedicação.



Foto 5.1.1 – Veículo utilizado para transporte de água vendida a população de Japi



Foto 5.1.2 – Aspecto Físico da Água Utilizada em Japi - Leitoso



Foto 5.1.3 – Vista Geral de Poço e Chafariz Existente em Japi



Foto 5.1.4 – Localização Inadequada do Poço (Próximo a residência e sem proteção)



Foto 5.1.5 – Detalhe do Chafariz e Vasilhas Utilizadas para a coleta e transporte de Água



Foto 5.1.6 – Detalhe da População Buscando Água no Chafariz

Sistema de Esgotamento Sanitário

Na cidade de Japi há sistema de coleta de esgotos sanitários em aproximadamente 25% da área urbana, que lança os resíduos coletados “in natura” diretamente no rio que corta a cidade e que é intermitente. O referido sistema foi implantado pela prefeitura e a mesma não cobra tarifa pelos serviços. Também não há estrutura adequada para a realização das atividades de operação e manutenção das unidades existentes.

No restante da área da sede municipal existem fossas rudimentares onde a população dispõe diretamente nos solos os efluentes líquidos produzidos.

A Foto 5.1.7 ilustra o ponto de lançamento de esgotos no rio, em área do perímetro urbano. A Foto 5.1.8 ilustra crianças brincando no leito do rio a poucos metros a jusante do ponto de lançamento de esgotos. Nessa mesma área observa-se, ainda, a presença de grande quantidade de resíduos sólidos.



Foto 5.1.7 – Detalhe do Lançamento dos Esgotos Sem Tratamento no Rio



Foto 5.1.8 – Área de Lazer a Jusante do Lançamento de Esgotos. Ainda há Presença de Grande Quantidade de Lixo

- **Campo Redondo**

Sistema de Abastecimento de Água

Na sede municipal da cidade de Campo Redondo há sistema de abastecimento de água implantado e operado pela CAERN, entretanto as águas distribuídas à população são utilizadas para fins menos nobres, em função dos elevados teores de sais (água salobra). Para os usos mais nobres parte da população compra água de caminhão pipa (que busca água da Adutora Monsenhor Expedito), pagando R\$ 0,50 por cada 20 litros.

A população não atendida pela CAERN utiliza água proveniente de açudes localizados ou na própria área urbana ou em suas proximidades.

O sistema existente da CAERN é composto de uma captação em açude localizado próximo à cidade, adução, recalque, tratamento, reservação apoiada (100 m³) e elevada (50 m³) e rede de distribuição.

Segundo a CAERN, a capacidade do sistema produtivo atual é de 13,88 l/s e no ano de 2004 produziu um total de 167.313 m³, dos quais 50.325 m³ foram medidos, 81.529 estimados e

178.698 m³ faturados. Em dezembro de 2004 havia um total de 1.496 ligações totais, das quais 812 eram micromedidas. A quantidade de ligações ativas era de 1.148 unidades. Segundo a CAERN a população atendida no município em dezembro de 2004 era de 4.267 habitantes (80,02% da população por ela estimada).

Pelas informações obtidas junto à CAERN e em função da visita de campo é possível observar o precário estado de conservação das unidades referentes ao sistema produtivo (captação, adução e elevatória de água bruta e tratamento), sendo necessárias ações no sentido de recuperá-las.

Com relação aos reservatórios de água, observa-se a possibilidade de aproveitamento dos mesmos, haja vista bom estado de conservação de suas unidades (Fotos 5.1.11 e 5.1.12).

A Foto 5.1.9 apresenta uma vista geral do açude utilizado pela CAERN e a Foto 5.1.10 mostra uma vista geral da área da ETA e da reservação.



Foto 5.1.9 – Área do Açude Utilizado pela CAERN – Água Salobra



Foto 5.1.10 – Vista Geral da Área da ETA e do Escritório Local da CAERN



Foto 5.1.11 – Reservatório Apoiado – 100 m³



Foto 5.1.12 – Reservatório Elevado – 50 m³

Sistema de Esgotamento Sanitário

Na cidade de Campo Redondo há sistema de coleta de esgotos sanitários em aproximadamente 25% da área urbana, operado pela CAERN, que lança parte dos resíduos coletados em duas ETE's (que estão implantadas em locais inadequados – dentro da área urbana) e parte dos resíduos coletados “in natura” diretamente no rio que corta a cidade e que é intermitente. Uma ETE recebe todos os esgotos a ela afluente por gravidade, entretanto a outra recebe parte dos esgotos por gravidade e parte por recalque. Como não há estrutura adequada para a realização das atividades de operação e manutenção das unidades existentes, observa-se que a Estação Elevatória não tem operado adequadamente, fato que possibilita o lançamento de grande quantidade de esgotos no córrego. Com relação às ETE's, pode-se inferir que as mesmas

também não têm operado de maneira satisfatória. No restante da área da sede municipal existem fossas rudimentares onde a população dispõe diretamente nos solos os efluentes líquidos produzidos.

A Foto 5.1.13 mostra a vista geral de uma das ETE's, composta de uma única célula de lagoa anaeróbia. A Foto 5.1.14 ilustra o detalhe da saída dessa ETE, operando de maneira inadequada (uma tubulação foi entupida por produtor rural para que 100% dos esgotos possam ser conduzidos à outra tubulação e conduzidos até uma área de plantação de capim).

A Foto 5.1.15 apresenta a ETE 02, composta de 02 lagoas facultativas, sendo que as lagoas anaeróbias previstas no projeto não foram implantadas, havendo apenas movimento de terra e área disponível. A Foto 5.1.16 mostra a existência de área com plantação de capim na saída da ETE (aproveita os esgotos tratados para irrigação) e um poço tubular que capta água do subsolo. Com relação à Foto 5.1.17 pode-se observar a presença de esgotos correndo a céu aberto na área urbana e a Foto 5.1.18 permite ver a quantidade de esgotos brutos lançados no rio, após a estação elevatória.



Foto 5.1.13 – Vista Geral da ETE 1 – Lagoa Anaeróbia dentro da Área Urbana



Foto 5.1.14 – Detalha da Saída da ETE 1 – Tubulação Entupida



Foto 5.1.15 – ETE 02 Parcialmente Implantada



Foto 5.1.16 – ETE 02 Parcialmente Implantada



Foto 5.1.17 – Esgoto Correndo a Céu Aberto



Foto 5.1.18 – Esgoto Brutos Lançados no Corpo Receptor a Jusante da Elevatória

- **São Bento do Trairi**

Sistema de Abastecimento de Água

Na sede municipal da cidade de São Bento do Trairi há sistema de abastecimento de água implantado e operado por um sistema autônomo (SAAE), entretanto as águas distribuídas à população são utilizadas para fins menos nobres, em função dos elevados teores de sais (água salobra) e são provenientes de um poço tubular profundo construído a 1,0 km da área urbana. Para os usos mais nobres a população utiliza água em chafariz existente na área do escritório local do SAAE, o qual recebe água dessalinizada proveniente de um poço tubular profundo. Assim a população busca água nesse chafariz sendo que cada casa tem o direito a 40 l/dia. Não há cobrança dessa água.

No sistema existente, em dezembro/2004, havia um total de 598 ligações, das quais 410 eram micromedidas e 508 encontravam-se ativas. O SAAE não trabalha com economias. Segundo o SAAE a rede de distribuição atende a toda a área urbana. Foi possível observar que o sistema contém 3 funcionários que desenvolve todas as atividades relacionadas ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário. Foi possível observar que os serviços de operação e

manutenção das unidades existentes é deficitário havendo necessidade de fortalecimento institucional e qualificação da mão de obra.

O SAAE apresenta cobrança de água, havendo 5 tarifas:

- a) mínima de R\$ 3,00 para quem consome até 10 m³;
- b) R\$ 5,60 para consome de 10 a 15 m³;
- c) R\$ 8,25 para quem consome de 15 a 20 m³;
- d) R\$ 10,90 para quem consome de 20 a 25 m³;
- e) Para os clientes que consomem mais de 25 m³ é cobrada tarifa de R\$ 0,55 m³.

Na Foto 5.1.19 pode-se observar a sede do SAAE, enquanto que na Foto 5.1.20 tem-se o detalhe do dessalinizador. Já na Foto 5.1.21 observa-se a presença do Chafariz que recebe água do dessalinizador e a Foto 5.1.22 mostra o reservatório elevatório elevado em concreto armado, de 50 m³, que recebe água do poço sem de dessalinizador e distribui para toda a área urbana.



Foto 5.1.19 – Sede do SAAE de São Bento do Trairi



Foto 5.1.20 – Detalhe do Dessalinizador em Operação



Foto 5.1.21 – Vista do Chafariz na Área do Escritório do SAAE



Foto 5.1.22 – Vista do Reservatório Elevado de 50 m³

Sistema de Esgotamento Sanitário

Na cidade de São Bento do Trairi a rede coletora de esgotos atende a 528 ligações de residências de um total de 598 domicílios (havendo apenas 70 casas que não são atendidas). O sistema foi implantado pela prefeitura e é operado de maneira deficiente pelo SAAE.

No sistema existente não há estações elevatórias e 100% dos esgotos coletados são conduzidos até uma unidade de tratamento composta de três lagoas em série (anaeróbia, facultativa e maturação). A unidade de tratamento não recebe manutenção por parte do SAAE. Não há cobrança de esgoto no município, ou seja, a tarifa apresentada na descrição do sistema de água deve cobrir os custos de operação dos dois sistemas.

A Foto 5.1.23 apresenta uma vista geral da ETE, enquanto que a Foto 5.1.24 mostra detalhe dos taludes da ETE sem proteção e com início de processos erosivos.



Foto 5.1.23 - Vista Geral da ETE



Foto 5.1.24 – Detalhe de talude da ETE - Sem Proteção e com Processos Erosivos.

- **Monte das Gameleiras**

Sistema de Abastecimento de Água

Na sede municipal da cidade de Monte das Gameleiras a situação é muito parecida com a descrita para Japi, ou seja, não há sistema de abastecimento de água em operação e toda a população obtém água por meio de processos alternativos.

Havia um sistema de abastecimento de água composto de captação de água em poço tubular profundo, reservatório elevado e rede de distribuição, entretanto esse sistema encontra-se desativado a mais de 10 anos e não há unidades que possam ser aproveitadas.

Parte da população busca água diretamente em açudes ou nascentes existentes próximo à cidade (aproximadamente 2,0 km de distância), entretanto parte da população compra água trazida desses mesmos açudes por pessoas da comunidade, que utilizam animais para o transporte. Como em Japi, há inúmeras casas que são equipadas com cisternas para armazenamento de água de chuva ou adquirida de caminhões pipa. Para a água proveniente dos açudes ou nascentes a população paga R\$ 2,50 para cada 80 litros. Parte da população, a que apresenta maior poder aquisitivo, e os prédios públicos compram água oriunda da Adutora Monsenhor Expedito, por meio de caminhões pipa. Cada caminhão de 10 m³ custa R\$ 160,00. A foto 5.1.25 apresenta um uma criança que trabalha no fornecimento de água à população.



Foto 5.1.25 – Criança Trabalhando para Vender Água à População



Sistema de Esgotamento Sanitário

Na cidade de Monte da Gameleira não há sistema de coleta de esgotos sanitários em operação, entretanto foi possível observar obras para a implantação de sistema de coleta e tratamento, que segundo a prefeitura municipal atenderá a 60% da área urbana da sede municipal. Atualmente todos os esgotos produzidos são lançados em fossas rudimentares ou a céu aberto.

- **Serra de São Bento**

Sistema de Abastecimento de Água

Na sede municipal da cidade de Monte das Gameleiras a situação é muito parecida com a descrita para Japi, ou seja, não há sistema de abastecimento de água em operação e toda a população obtém água por meio de processos alternativos.

A diferença observada está relacionada com a existência de obra para implantação de sistema de reservação e distribuição de água. Segundo a CAERN encontra-se em fase de conclusão um reservatório elevado de 400 m³ e rede de distribuição para atender toda a área urbana da sede do município. Segundo a empresa executora dos serviços já foram implantadas redes de distribuição de água em quase toda a área urbana, além de um total de 1.015 novas ligações, todas com hidrômetros. Não foi implantado sistema produtivo porque as águas que abastecerão esse sistema serão provenientes da Adutora Monsenhor Expedito.

Atualmente parte da população busca água diretamente em açudes ou nascentes existentes próximo à cidade (aproximadamente 2,0 km de distância), entretanto parte da população compra água trazida desses mesmos açudes por pessoas da comunidade, que utilizam animais para o transporte. Como em Monte das Gameleiras, há inúmeras casas que são equipadas com cisternas para armazenamento de água de chuva ou adquirida de caminhões pipa. Para a água proveniente dos açudes ou nascentes a população paga R\$ 2,50 para cada 80 litros. Parte da população, a que apresenta maior poder aquisitivo, e os prédios públicos compram água oriunda da Adutora Monsenhor Expedito, por meio de caminhões pipa. Cada caminhão de 10 m³ custa R\$ 160,00.

A Foto 5.1.26 apresenta uma vista geral do Reservatório de 400 m³, enquanto que a Foto 5.1.27 mostra um caminhão pipa utilizado para o abastecimento das cidades de Serra de São Bento e Monte das Gameleiras.





Foto 5.1.26 - Vista Geral do Reservatório de 400 m³



Foto 5.1.27 - Caminhão pipa utilizado em Serra de São Bento e Monte das Gameleiras



Sistema de Esgotamento Sanitário

Nas cidades de Serra de São Bento não há sistema de coleta de esgotos sanitários em operação. Atualmente todos os esgotos produzidos são lançados em fossas rudimentares ou a céu aberto.

- **Coronel Ezequiel e Jaçanã**

Sistema de Abastecimento de Água

Nas sedes municipais das cidades de Coronel Ezequiel e Jaçanã há sistemas de abastecimento de água implantados e operados pela CAERN, entretanto as águas distribuídas à população são utilizadas para fins menos nobres, em função dos elevados teores de sais (água salobra). Para os usos mais nobres parte da população compra água de caminhão pipa (que busca água da Adutora Monsenhor Expedito), pagando R\$ 0,50 por cada 20 litros.

A população não atendida pela CAERN utiliza água proveniente de açudes localizados ou na própria área urbana ou em suas proximidades.

Segundo a CAERN, em Coronel Ezequiel a capacidade do sistema produtivo atual é de 10,0 l/s e no ano de 2004 produziu um total de 77.411 m³, dos quais 7.759 m³ foram medidos, 62.551 estimados e 75.207 m³ faturados. Em dezembro de 2004 havia um total de 629 ligações, das quais 55 eram micromedidas. A quantidade de ligações ativas era de 432 unidades. Segundo a CAERN a população atendida no município em dezembro de 2004 era de 1.812 habitantes (67,08% da população por ela estimada).

Ainda segundo a CAERN, em Jaçanã a capacidade do sistema produtivo atual é de 16,67 l/s e no ano de 2004 produziu um total de 70.513 m³, dos quais 2.526 m³ foram medidos, 47.210 estimados e 55.454 m³ faturados. Em dezembro de 2004 havia um total de 611 ligações, das quais 32 eram micromedidas. A quantidade de ligações ativas era de 273 unidades. Segundo a CAERN a população atendida no município em dezembro de 2004 era de 1.026 habitantes (16,33% da população por ela estimada).

Pelas informações obtidas junto à CAERN é possível observar o precário estado de conservação das unidades referentes ao sistema produtivo (captação, adução e elevatória de água bruta e tratamento), sendo necessárias ações no sentido de recuperá-las.

Sistema de Esgotamento Sanitário

Nas cidades de Coronel Ezequiel e Jaçanã não há sistemas de coleta de esgotos sanitários em operação, nem em implantação. Atualmente todos os esgotos produzidos são lançados em fossas rudimentares ou a céu aberto.



- **Comunidades Rurais ou Povoados a serem atendidos com a ampliação da Adutora Monsenhor Expedito**

Sistema de Abastecimento de Água

Nas comunidades a serem atendidas com a ampliação do sistema adutor em estudo, observa-se que em sua maioria, não há sistemas de abastecimento de água. A população busca água em açudes e barreiros, quando possível, ou por meio de carros pipa, ou com captação de águas de chuvas incidentes nos telhados, sendo que as mesmas são conduzidas até cisternas individuais ou coletivas. As Fotos 5.1.28 e 5.1.29 apresentam situações onde a população capta água de chuva e armazena em cisternas.



Foto 5.1.28 – Captação de Água de Chuva - Localidade a Ser Atendida



Foto 5.1.29 – Captação de Água de Chuva - Localidade a Ser Atendida



Sistema de Esgotamento Sanitário

Nas comunidades a serem atendidas por meio da ampliação da adutora Monsenhor Expedito verifica-se que há sistemas de coleta de esgotos sanitários em operação, nem em implantação. Atualmente todos os esgotos produzidos são lançados em fossas rudimentares ou a céu aberto.

b) Aspectos Institucionais

A empresa que atualmente opera os sistemas de abastecimento de água de Campo Redondo, Jaçanã, Coronel Ezequiel e Serra de São Bento é a própria CAERN, entretanto, nos municípios de Japi e Monte das Gameleiras não há sistemas públicos em operação e em São Bento do Trairi tem-se um SAAE.

A CAERN já operou o sistema de Monte das Gameleiras, mas em função do colapso do sistema produtor e na impossibilidade de implantação de outro, todo o sistema de abastecimento de água foi desativado a mais de 10 anos.

Quando da visita em São Bento do Trairi o responsável pelo SAAE informou que as negociações entre a prefeitura e a CAERN estavam avançadas no sentido de repassar a operação dos sistemas para o prestador de serviços estadual. A mesma situação foi possível observar para as cidades de Japi e Monte das Gameleiras.

Assim, é possível observar que todo o sistema a ser ampliado na Adutora Monsenhor Expedito deverá ser operado e mantido pela CAERN.

5.1.3. Diagnóstico do Sistema Adutor Monsenhor Expedito, em Operação

Nesse item, apresenta-se o diagnóstico do sistema existente da Adutora Monsenhor Expedito, atualmente utilizada para o abastecimento de 23 municípios, avaliando tanto os aspectos técnicos quanto os aspectos operacionais e institucionais.

a) Aspectos Técnicos e Operacionais

Definida pelo projeto básico elaborado pela empresa TECHNE, concluído em abril/97, a concepção do sistema adutor Monsenhor Expedito, contratada pela SERHID, foi estabelecida, portanto, em duas etapas de implantação.

Na primeira etapa foram previstas as obras para atender a 10 das 20 cidades incluídas no sistema adutor para final de plano, a ocorrer em 2016. Assim, na primeira etapa seriam atendidos cerca de 84.635 habitantes, e na segunda etapa, seriam atendidos mais 113.576 habitantes, correspondendo às outras 10 cidades, totalizando 198.211 habitantes no horizonte do projeto.

O projeto previu o atendimento ainda, em duas etapas, de pequenas comunidades distribuídas em quase todos as 20 sedes municipais. Na primeira etapa, as obras a implantar atenderiam a 15





comunidades, de um total de 28 para o ano de 2016, correspondendo a uma população de 11.072 pessoas. Na segunda etapa seriam atendidas mais 13 comunidades, com população de 13.053 habitantes, totalizando para as comunidades 24.125 pessoas.

Dessa forma, a concepção do projeto para final de plano, que se encontra totalmente implantado, abrangeu o atendimento a 20 sedes municipais e 28 comunidades, atendendo a uma população total de 222.336 habitantes.

Complementado por obras de ampliação, o sistema Monsenhor Expedito possibilitou o atendimento a 3 novos municípios não previstos no projeto, além de novas comunidades, totalizando hoje um número de 48, adicionados ainda por 37 chafarizes e 3 pontos para abastecimento de carros-pipa.

Em resumo, o sistema físico-operacional da adutora é constituído pelas seguintes unidades:

- 17 estações elevatórias; 38 tanques de amortecimento unidirecionais
- 3 chaminés de equilíbrio (stand-pipes)
- 16 subestações elétricas para alimentação de energia ao sistema
- 376,73 km de adutoras de recalque, com diâmetros variando entre 100 a 600mm
- Estações elevatórias independentes para Tangará e São José Campestre
- Postos de cloração nas elevatórias I, III e VII

A Figura 2.2 (apresentada anteriormente) mostra o esquema geral do Sistema Adutor Monsenhor Expedito (incluindo o projeto inicial (com 20 municípios), a ampliação efetuada (inclusão de 3 novos municípios) e ampliação prevista (mais 7 municípios)), comunidades e chafarizes atendidos, e as elevatórias do sistema. O Quadro 5.1.4 mostra trecho a trecho da adutora, quantidade de localidades atendidas, assim como os dados populacionais de projeto e as vazões de dimensionamento. No mesmo quadro é possível, ainda, observar as vazões de operação atuais de cada elevatória existente.

Quando da visita técnica realizada aos 07 municípios a serem atendidos na ampliação do sistema Adutor Monsenhor Expedito, foi possível observar algumas situações que demonstram deficiências operacionais no sistema adutor e que provocam perdas físicas de água. A título de exemplo foi possível observar no Chafariz 12, a existência de diversos problemas: a) a derivação da adutora apresentava instalação provisória, b) não havia bóia para limitar a entrada de água no reservatório do chafariz; c) não havia torneiras nas tubulações dos chafarizes; e d) havia mangueiras ligando o chafariz a residências próximas. As Fotos 5.1.30 a 5.1.33 apresentam os problemas verificados no referido chafariz.





Foto 5.1.30 – Derivação para Atender Chafariz com Instalação Provisória e Inadequada (sem blocos de ancoragem)



Foto 5.1.31 – Chafariz sem torneiras e com mangueiras



Foto 5.1.32 – Chafariz com Extravasamento Contínuo (sem bóia)



Foto 5.1.33 – Detalhe do Extravasamento no Chafariz



No item 3 tem-se uma avaliação dos dados operacionais do sistema adutor, os quais, em conjunto com as informações obtidas junto a gerência de Grandes Adutoras da CAERN permitem inferir que há deficiências e problemas operacionais, sendo necessárias correções. Assim, registram-se ao longo do sistema adutor as seguintes deficiências operacionais:

- 1) Utilização sistemática de mangueiras junto aos chafarizes, que desvirtua a sua finalidade pois o consumo per capita se eleva acima dos 30 l/hab.dia inicialmente previstos;
- 2) Violações de ventosas e descargas por parte de proprietários rurais, inclusive com ligações clandestinas, utilizando água tratada para irrigação e/ou enchimento de "barreiros" e cochos para o gado;
- 3) Abastecimento de caminhões-pipa, vários de grande capacidade, de forma indiscriminada junto aos chafarizes a qualquer hora do dia ou da noite;
- 4) Derivações executadas, não previstas, em desacordo com normas da CAERN e sem projetos, inclusive sem os respectivos levantamentos topográficos;
- 5) Inexistência de critérios para a cobrança da água distribuída nos chafarizes;
- 6) Programa Federal de Combate à Seca – Abastecimento de carros-pipa, sem cobrança;
- 7) Trechos da adutora incluindo elevatórias, foram construídos em propriedades particulares, dificultando o acesso, e por conseguinte, agravando a falta de fiscalização tanto ao longo da adutora quanto nas áreas das elevatórias;
- 8) Falta de energia e oscilações nas tensões;
- 9) Desgaste nos tubos de aço nas passagens de pontes (falta de tratamento interno do tubo);
- 10) Deficiência no sistema de automação;
- 11) Violação nas Torres de Amortecimento Unidirecional – TAU's;
- 12) Inexistência de fiscalização nos diversos trechos das derivações;
- 13) Deficiência na macromedição, especialmente nas chegadas dos reservatórios e derivações.

Em função das deficiências observadas tem-se a necessidade de implementação das seguintes ações:

1. Definir responsabilidade para operação e manutenção das derivações já existentes ou que venham a ser autorizadas para as comunidades rurais;
2. Implementar um programa de macromedição;
3. Definir critérios para atendimento de novos pleitos para novas derivações;
4. Revisar todos os trechos executados sem projetos, providenciando as devidas correções;
5. Realizar um trabalho de conscientização junto às prefeituras municipais e associações sobre a utilização da adutora;





6. Retomar o processo de criação das associações dos usuários;
7. Definir critérios para a distribuição e cobrança de água retirada em chafarizes e nas derivações autorizadas;
8. Regular os terrenos das elevatórias e faixas de domínio das adutoras;
9. Efetuar cadastramento e hidrometração de todas as ligações atendidas pela adutora, se autorizadas;
10. Eliminar a retirada de água nos chafarizes através de carros-pipa;
11. Instalar pontos para abastecimento de carros-pipa nas áreas urbanas, de acordo com critérios comerciais estabelecidos pela CAERN.

b) Aspectos Institucionais

Atualmente a CAERN opera e mantém os sistemas de abastecimento de água de 22 sedes dos 23 municípios atendidos pela Adutora Monsenhor Expedito. Somente o município de Santa Cruz, que também recebe água da adutora, não apresenta sistema de reservação e distribuição operados pela CAERN. Esses serviços estão a cargo de um operador local (SAAE) que compra água tratada da CAERN a um custo unitário de R\$ 0,18 /m³. Com relação às comunidades rurais ou pequenas localidades, observa-se que em sua maioria a CAERN também está operando e mantendo os sistemas.





QUADRO 5.1.4 – Dados de Projeto



5.2. ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE CONCEPÇÃO PARA O ABASTECIMENTO DOS SETE MUNICÍPIOS A SEREM INSERIDOS DA ADUTORA

Para o abastecimento de água das cidades a serem atendidas com a ampliação do Sistema Adutor Monsenhor Expedito, a CAERN desenvolveu estudos de alternativas referentes a mananciais, entretanto não há nenhum nas proximidades que apresente água com baixos teores de sais, o que levaria a necessidade de instalação de dessalinizadores, o que elevaria, e muito os custos de implantação operação e manutenção. Como pode ser observado na Figura 2.1 (apresentada anteriormente), apenas os 07 municípios na região não são atendidos pela Adutora Monsenhor Expedito.

Como descrito anteriormente, a situação atual do abastecimento de água nesses municípios é bastante precária, sendo que a principal carência observada está relacionada com o manancial produtor. Mesmo nos casos onde há disponibilidade de água é possível observar que a qualidade é incompatível para o tratamento em um processo convencional, havendo necessidade de implantação de dessalinizadores para complementar o tratamento. Essa situação eleva significativamente os custos de implantação, operação e manutenção dos sistemas. Assim, como Alternativa ao abastecimento dos sete municípios restou a ampliação do Sistema Adutor Monsenhor Expedito.

A CAERN contratou a TECHNE Engenheiros Consultores para a elaboração dos estudos de concepção de ampliação do Sistema Adutor Monsenhor Expedito, tendo como objetivo o estudo de 6 novos municípios situados na região Agreste do Estado do Rio Grande do Norte (O único não incluído foi o de Campo Redondo). No mês de novembro/03 a referida consultora apresentou os resultados de seus estudos, apontando para as situações descritas a seguir.

A configuração para o atendimento aos municípios de Japi, Serra de São Bento, Monte das Gameleiras, São Bento do Trairi, Coronel Ezequiel e Jaçanã, teve como base a construção de 3 (três) subadutoras derivadas da Adutora Monsenhor Expedito.

Esta configuração foi definida a partir de estudos, onde foram cotejadas 4 (quatro) alternativas tendo sido escolhida a de n.º 4, que considera o abastecimento a partir do Sistema Adutor Monsenhor Expedito reforçado na sua captação por um novo sistema produtor.

A Figura 5.2.1, a seguir, ilustra o traçado dessas subadutoras, bem como os pontos de derivação na Adutora Monsenhor Expedito, mostra, ainda, as características do Sistema Adutor como originalmente projetado, as comunidades rurais e sedes municipais não previstas no projeto, que atualmente se encontram ligadas à adutora, e também as três novas subadutoras previstas inicialmente para o abastecimento das cidades de Japi, Serra de São Bento, Monte das Gameleiras, São Bento do Trairi, Coronel Ezequiel e Jaçanã e posteriormente agregando Campo Redondo.



FIGURA 5.2.1 – Esquema Geral – Ampliação do Sistema Adutor



Para o Abastecimento de Japi foi prevista a construção de uma estação elevatória (EB-16/1) na mesma área da EB-16 existente e uma adutora indo até a sede municipal de Japi.

No Abastecimento de Jaçanã, Coronel Ezequiel e São Bento do Trairi foi prevista a construção de quatro novas unidades de recalque, sendo a primeira (EB-17/1) na mesma área da EB-17 existente. Antes da Chegada a São Bento tem-se a previsão para a implantação de outra unidade de recalque (EB-17/2). Na cidade de São Bento tem-se a previsão da derivação para o seu abastecimento e a unidade de recalque denominada (EB-17/3) prevista para abastecer Coronel Ezequiel. Nesta cidade observa-se a previsão de derivação na adução para o seu atendimento bem como a instalação de nova estação elevatória (EB-17/4) para o atendimento a Jaçanã.

Com relação ao abastecimento de Serra de São Bento e Monte das Gameleiras observa-se a previsão para a implantação de uma unidade de recalque (EB-06/1) na mesma área da EB-06 existente. Antes da chegada à Serra de São Bento, ainda está prevista a construção de outra unidade de recalque (EB-06/2) que conduz a água até a referida cidade, onde deverá ser implantada uma derivação para o seu abastecimento e uma unidade de recalque (EB-06/3) para alimentar Monte das Gameleiras.

Para o abastecimento de água de Campo Redondo a CAERN contratou posteriormente a TECHNE Engenheiros Consultores que definiu a concepção para o sistema adutor, prevendo a construção de uma estação elevatória auxiliar à EB-17, então denominada EB-17/5, que recalcará as águas até um trecho do caminhamento, sendo prevista, ainda, a construção de outra elevatória EB-17/6 para recalcar as águas até a cidade de Campo Redondo.

O Quadro 5.2.1 apresenta uma síntese dos estudos de vazão consideradas nos estudos de concepção elaborados pela TECHNE e os considerados nestes estudos, ambos para o final de projeto.

Quadro 5.2.1 - Vazões de Projeto Para os Municípios a Serem Ampliados

Município	Vazões (l/s)	
	Estudos de Concepção	Presente Estudo
Japi	9,45	10,48
Serra de São Bento	8,16	8,40
Monte das Gameleiras	6,25	3,88
São Bento do Trairi	5,72	7,17
Coronel Ezequiel	10,10	10,80
Jaçanã	16,63	17,84
Sub Total	56,31	58,58
Campo Redondo	13,84	13,99
Total	70,15	72,57





Ao analisar o referido quadro pode-se inferir que os estudos de vazão considerados nos dois estudos apresentam resultados próximos, podendo ser utilizados nestes estudos de viabilidade as definições contidas nos estudos de concepção elaborados pela TECHNE. Assim, apesar das pequenas discrepâncias das vazões de projeto verificadas entre os estudos da TECHNE e os estimados nestes estudos de Viabilidade, foram adotados, para efeito de análise da ampliação dos novos trechos a serem atendidos pelo Sistema Adutor Monsenhor Expedito as considerações contidas nos estudos da TECHNE, os quais são apresentados nos itens subseqüentes.

5.2.1. Descrição da Concepção Para o Abastecimento de 6 Municípios

Nos estudos de concepção elaborados pela TECHNE foram adotados os seguintes critérios:

- Adutoras constituídas de tubulações de ferro fundido dúctil, com assentamento aéreo, sobre pilares de concreto. A razão pela qual optou-se pela utilização desse material e tipo de assentamento, devem-se basicamente a:
 - a) Configuração de linhas piezométricas que promovem na grande parte das subadutoras, pressões compatíveis com as classes de pressão limites desse material;
 - b) Assentamento compatível com a natureza do terreno da região de passagem das subadutoras caracterizado por afloramentos rochosos e solos de pequenas espessuras, que demandam altos custos de escavação;
 - c) Proteção contra ação de vandalismo;
 - d) Material resistente à exposição a raios solares;
- Grau de atendimento de 100%;
- Máxima pressão admitida ao longo das adutoras cerca de 200m (limite máximo fixado com vistas a minimização de vazamentos);
- Valor das potências das estações de bombeamento, avaliadas, considerando-se um rendimento médio das bombas centrífugas de 70% e dos motores elétricos de 90%;
- Previsão de instalações dos seguintes equipamentos de operação a proteção das subadutoras:
 - a) Ventosas: Para utilização ao longo das subadutoras, para permitir a admissão e expulsão de ar durante a operação normal e nos períodos de enchimento e esvaziamento;
 - b) Descargas de Fundo: Para utilização nos pontos baixos das subadutoras, destinadas à retirada da água contida nas tubulações por ocasião de reparos e limpeza;
 - c) Estruturas de Derivação: Para utilização nas derivações das subadutoras para chafarizes e redes, dotadas de válvulas de controle com as seguintes funções:
 - ✓ Reduzir a pressão de montante a valor pré-determinado a jusante;
 - ✓ Manter a pressão de jusante constante independente da variação de pressão de montante;
 - ✓ Medir, totalizar e limitar a vazão;



- d) Equipamento de Proteção Contra Transientes Hidráulicos: Para utilização na proteção das bombas ou nos pontos das diretrizes das subadutoras, sujeitos a ocorrência de subpressões, quando da paralisação do fornecimento de energia elétrica de alimentação dos motores de acionamento das bombas;
- Foram desprezadas as perdas localizadas ao longo das subadutoras;
 - Perdas de carga localizadas nas estações de bombeamento (3,0 m);
 - Cota piezométrica de alimentação de 15,0m acima do terreno, nos reservatórios elevados de distribuição para cidades.

Foram definidos a partir dos pré-dimensionamentos desenvolvidos, os seguintes quantitativos principais.

a) Subadutora EB-16/1 a Japi

Para o Abastecimento da cidade de Japi tem-se a previsão de construção de uma estação elevatória independente (denominada EB=16/1) na área da estação existente EB-16 e uma adutora com caminhamento paralelo à rodovia que interliga o local da elevatória existente até a cidade de Japi, em uma extensão de 27 km. A seguir são apresentadas as principais características do trecho a implantar.

Adutora

Quadro 5.2.2 – Principais Características da Adutora até Japi

Trecho	Extensão (m)	Diâmetro (mm)
EB-16/1 a Japi	27.000	150

Estação de Bombeamento

Quadro 5.2.3 – Principais Características da Elevatória até Japi

Estação de Bombeamento	Potência (cv)
16/1	35

Equipamentos de Proteção Contra Transientes

Não há necessidade de instalação de equipamento de proteção contra transientes hidráulicos (Avaliação Preliminar).

b) Subadutora EB-06/1 a Monte das Gameleiras passando por Serra de São Bento

Para o Abastecimento das cidades de Serra de São Bento e Gameleiras tem-se a previsão de construção de duas estações elevatórias em série (denominadas de EB-6/1 e EB-6/2), sendo na primeira na área da estação existente EB-6 e uma adutora com caminhamento às margens de estradas vicinais. Ao final da adutora iniciada a partir da EB-6/2 está prevista a EB-6/3 (já na cidade de Serra de São Bento), entretanto com recalques diferenciados para o reservatório de Serra de São Bento e para o sistema de abastecimento a ser construído em Gameleira. A seguir são apresentadas as principais características dos trechos a implantar.

Assim, o sistema a ser implantado para atender aos dois municípios em estudo apresenta as seguintes características: uma estação elevatória (EB-6/1), a ser construída na área da EB-6 existente, e uma adutora, ambas suficientes para conduzir as vazões necessárias para atender aos dois municípios. Ao final da referida adutora tem-se a previsão para a construção de nova elevatória (EB-6/2) e nova linha adutora, com as mesmas capacidades das unidades anteriores. O final da segunda adutora ocorrerá já na cidade de Serra de São Bento, onde está prevista a instalação de uma terceira unidade elevatória (EB-6/3), entretanto com dois recalques independentes, sendo um até o reservatório em construção na referida cidade e outro recalcando água até Monte das Gameleiras. A seguir são apresentadas as principais características dessas unidades.

Adutora

Quadro 5.2.4 – Principais Características das Adutoras para Serra de São Bento e Monte das Gameleiras

Trecho	Extensão (m)	Diâmetro (mm)
EB-06/1 - EB-06/2	11.900	150
EB-06/2 - EB-06/3	5.100	150
EB-06/3 - Monte das Gameleiras	11.400	100
EB-06/3 - Serra de São Bento	300	100
TOTAL	28.700	-

Estação de Bombeamento

Quadro 5.2.4a – Principais Características das Elevatórias para Serra de São Bento e Monte das Gameleiras

Estação de Bombeamento	Potência (cv)
6/1	35
6/2	65
6/3	40
TOTAL	140

Equipamentos de Proteção Contra Transientes

Serão instalados 6 (seis) Tanques de Amortecimento Unidirecionais - TAUs (Definidos Preliminarmente).

c) Subadutora EB-17/1 a Jaçanã atendendo a São Bento do Trairi e Coronel Ezequiel

Para o Abastecimento das cidades de Jaçanã, São Bento do Trairi e Coronel Ezequiel tem-se a previsão de construção de uma estações elevatórias (denominada de EB-17/1), na área da estação existente EB-17 e uma adutora com caminhamento às margens da rodovia que interliga a área da elevatória até a cidade de São Bento do Trairi. Ao final da adutora a ser implantada tem-se a previsão para a instalação da EB-17/2, entretanto com dois recalques independentes, sendo um até a cidade de São Bento do Trairi e outro até a EB-17/3 (localizada em Coronel Ezequiel). Na EB-17/3 também há dois recalques independentes um para atender a Coronel Ezequiel e outro para atender a EB-17/4 e esta para atender a Jaçanã. A seguir são apresentadas as principais características dessas unidades.

Adutora

Quadro 5.2.5 – Principais Características das Adutoras para São Bento do Trairi, Coronel Ezequiel e Jaçanã

Trecho	Extensão (m)	Diâmetro (mm)
EB-17/1 - EB-17/2	16.700	200
EB-17/2 - São Bento do Trairi	1.520	100
EB-17/2 - EB-17/3	1.400	200
EB-17/3 - EB-17/4	2.600	200
EB-17/3 - Coronel Ezequiel	55	150
EB-17/4 - Jaçanã	6.500	150
TOTAL	28.775	-

Estação de Bombeamento

Quadro 5.2.6 – Principais Características das Elevatórias para São Bento do Trairi, Coronel Ezequiel e Jaçanã

Estação de Bombeamento	Potência (cv)
17/1	70
17/2	115
17/3	105
17/4	60
TOTAL	350

Equipamentos de Proteção Contra Transientes

Serão instalados 9 (nove) Tanques de Amortecimento Unidirecionais - TAUs (Definidos Preliminarmente).

Os Quadros 5.2.7 a 5.2.9 apresentam o demonstrativo dos cálculos das perdas de carga pela fórmula universal nos trechos das subadutoras projetadas.

Quadro 5.2.7 - Cálculo da Perda de Carga - Dimensionamento da Subadutora EB-16/1 a Japi

Trecho: EB-16/1 - Japi

Q (m³/s)	DN (mm)	L (m)	V (m/s)	R	K (m)	G (m/s²)	f	A (=1)	hf (m/m)	H (m)
0,009	200	27000	0,30	60191,0828	0,0002	9,81	0,023398	0,999006	0,00054	14,58
0,009	150	27000	0,54	80254,77707	0,0002	9,81	0,023678	0,999981	0,002303	62,18
0,009	100	27000	1,20	120382,1656	0,0002	9,81	0,024836	0,999925	0,018345	495,31



Quadro 5.2.8 - Cálculo da Perda de Carga - Dimensionamento da Subadutora EB-17/1 a Jaçanã

Trecho: EB-17/1 - EB-17/2

Q (m³/s)	DN (mm)	L (m)	V (m/s)	R	K (m)	G (m/s²)	f	A (=1)	hf (m/m)	H (m)
0,03255	250	16700	0,66	165859,8726	0,0002	9,81	0,020494	0,999955	0,001839	30,71
0,03255	200	16700	1,04	207324,8408	0,0002	9,81	0,020976	0,99977	0,005744	95,93
0,03255	150	16700	1,84	276433,121	0,0002	9,81	0,021902	0,999067	0,025275	422,10

Trecho: EB17/2 - São Bento do Trairi

Q (m³/s)	DN (mm)	L (m)	V (m/s)	R	K (m)	G (m/s²)	f	A (=1)	hf (m/m)	H (m)
0,00572	150	1520	0,32	48577,49469	0,0002	9,81	0,024987	1,000003	0,00089	1,35
0,00572	100	1520	0,73	72866,24204	0,0002	9,81	0,025646	0,999946	0,00694	10,55
0,00572	80	1520	1,14	91082,80255	0,0002	9,81	0,026461	0,999911	0,021853	33,22

Trecho: EB-17/2 - EB-17/3

Q (m³/s)	DN (mm)	L (m)	V (m/s)	R	K (m)	G (m/s²)	f	A (=1)	hf (m/m)	H (m)
0,02683	250	1400	0,55	136713,3758	0,0002	9,81	0,020823	0,999842	0,00127	1,78
0,02683	200	1400	0,85	170891,7197	0,0002	9,81	0,021223	0,999624	0,003949	5,53
0,02683	150	1400	1,52	227855,6263	0,0002	9,81	0,022111	0,999976	0,017336	24,27





Quadro 5.2.8 - Cálculo da Perda de Carga - Dimensionamento da Subadutora EB-17/1 a Jaçanã (Continuação)

Trecho: EB-17/3 - EB-17/4

Q (m³/s)	DN (mm)	L (m)	V (m/s)	R	K (m)	G (m/s²)	f	A (=1)	hf (m/m)	H (m)
0,02683	250	2600	0,55	136713,3758	0,0002	9,81	0,020823	0,999842	0,00127	3,30
0,02683	200	2600	0,85	170891,7197	0,0002	9,81	0,021223	0,999624	0,003949	10,27
0,02683	150	2600	1,52	227855,6263	0,0002	9,81	0,022111	0,999976	0,017336	45,07

Trecho: EB17/4 - Coronel Ezequiel

Q (m³/s)	DN (mm)	L (m)	V (m/s)	R	K (m)	G (m/s²)	f	A (=1)	hf (m/m)	H (m)
0,01010	200	55	0,32	64331,21019	0,0002	9,81	0,023215	0,999199	0,000612	0,03
0,01010	150	55	0,57	85774,94692	0,0002	9,81	0,023537	0,999984	0,002615	0,14
0,01010	100	55	1,29	128662,4204	0,0002	9,81	0,024752	0,999931	0,020884	1,15

Trecho: EB17/4 - Jaçanã

Q (m³/s)	DN (mm)	L (m)	V (m/s)	R	K (m)	G (m/s²)	f	A (=1)	hf (m/m)	H (m)
0,01673	200	6500	0,53	106560,5096	0,0002	9,81	0,022041	1,000002	0,001595	10,36
0,01673	150	6500	0,95	142080,6794	0,0002	9,81	0,022662	0,999925	0,006909	44,91
0,01673	100	6500	2,13	213121,0191	0,0002	9,81	0,02424	0,999751	0,056116	364,75





Quadro 5.2.9 - Cálculo da Perda de Carga - Dimensionamento da Subadutora EB-06/1 a Monte das Gameleiras

Trecho: EB-06/1 - EB-06/2

Q (m³/s)	DN (mm)	L (m)	V (m/s)	R	K (m)	G (m/s²)	f	A (=1)	hf (m/m)	H (m)
0,01441	200	11900	0,46	91783,43949	0,0002	9,81	0,022353	0,999911	0,0012	14,28
0,01441	150	11900	0,82	122377,9193	0,0002	9,81	0,022868	0,999529	0,005172	61,55
0,01441	100	11900	1,84	183566,879	0,0002	9,81	0,024376	0,999952	0,041865	498,20

Trecho: EB-06/2 - EB-06/3

Q (m³/s)	DN (mm)	L (m)	V (m/s)	R	K (m)	G (m/s²)	f	A (=1)	hf (m/m)	H (m)
0,01441	200	5100	0,46	91783,43949	0,0002	9,81	0,022353	0,999911	0,0012	6,12
0,01441	150	5100	0,82	122377,9193	0,0002	9,81	0,022868	0,999529	0,005172	26,38
0,01441	100	5100	1,84	183566,879	0,0002	9,81	0,024376	0,999952	0,041865	213,51

Trecho: EB-06/3 - Serra de São Bento

Q (m³/s)	DN (mm)	L (m)	V (m/s)	R	K (m)	G (m/s²)	f	A (=1)	hf (m/m)	H (m)
0,00816	150	300	0,46	69299,36306	0,0002	9,81	0,023991	0,999447	0,00174	0,52
0,00816	100	300	1,04	103949,0446	0,0002	9,81	0,025	0,999098	0,013768	4,13
0,00816	80	300	1,62	129936,3057	0,0002	9,81	0,025996	0,999555	0,043691	13,11





Quadro 5.2.9 - Cálculo da Perda de Carga - Dimensionamento da Subadutora EB-06/1 a Monte das Gameleiras (Continuação)

Trecho: EB-06/3 - Stand-Pipe

Q (m³/s)	DN (mm)	L (m)	V (m/s)	R	K (m)	G (m/s²)	f	A (=1)	hf (m/m)	H (m)
0,00625	150	10100	0,35	53078,55626	0,0002	9,81	0,024721	0,999965	0,001052	10,62
0,00625	100	10100	0,80	79617,83439	0,0002	9,81	0,025481	0,999995	0,008233	83,15
0,00625	80	10100	1,24	99522,29299	0,0002	9,81	0,026341	0,999987	0,025972	262,31

Trecho: Stand-Pipe - Monte das Gameleiras

Q (m³/s)	DN (mm)	L (m)	V (m/s)	R	K (m)	G (m/s²)	f	A (=1)	hf (m/m)	H (m)
0,00625	150	1300	0,35	53078,55626	0,0002	9,81	0,024721	0,999965	0,001052	1,37
0,00625	100	1300	0,80	79617,83439	0,0002	9,81	0,025481	0,999995	0,008233	10,70
0,00625	80	1300	1,24	99522,29299	0,0002	9,81	0,026332	0,999814	0,025963	33,75



5.2.2. Descrição da Concepção Para o Abastecimento de Campo Redondo

Para a concepção do sistema adutor para atender Campo Redondo, foram avaliadas duas alternativas, sendo a primeira abastecendo por meio de uma adutora independente a partir da EB-17 existente (tem-se a necessidade de construção de uma estação elevatória na área da EB-17 (denominada EB-17/5), com caminhamento de 20,0 km até Campo Redondo. Para essa alternativa tem-se, ainda a necessidade de implantação de uma segunda unidade de recalque na linha adutora (EB-17/6).

A segunda alternativa prevê o reforço na EB-17/1 (prevista para atender Jaçanã), EB-17/2 e EB-17/3, além das respectivas adutoras, até Coronel Ezequiel (onde se prevê a derivação para Campo Redondo). A partir de Coronel Ezequiel até Campo Redondo são previstos 16 km de adutora por gravidade.

O caminhamento da adutora independente para Campo Redondo a partir da EB-17 apresenta caminhamento às margens de estradas vicinal, de fácil acesso, além de não impactar nas elevatórias e adutoras até Coronel Ezequiel. Pelos estudos realizados, optou-se pela implantação de uma linha adutora independente.

A seguir são apresentadas as principais características dessas unidades.

Quadro 5.2.10 – Principais Características das Elevatórias para atender Campo Redondo

Elevatória	Q (l/s)	AMT (m)	Pot (cv)
EB-17/5	13,84	144	49
EB-17/6	13,84	183	62

Quadro 5.2.11 – Principais Características da Adutora para atender Campo Redondo

Trecho	Ext. (km)	DN (mm)	Material
EB-17/1 a C. Redondo	20,00	150	Ferro Fundido

A Figura 5.2.2 apresenta o caminhamento previsto para a Adutora que irá atender ao município de Campo Redondo.



Figura 5.2.2 – Caminhamento das Alternativas de Adutoras para Atender Campo Redondo.

6. ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

Nos itens anteriores foram apresentadas as características do sistema Adutor Monsenhor Expedito em Operação, bem como as características das adutoras para o atendimento aos sete novos municípios (Japi, Campo Redondo, Coronel Ezequiel, Jaçanã, São Bento do Trairi, Serra de São Bento e Monte das Gameleiras).

Para o atendimento desses novos sete municípios observa-se a previsão de construção de novas unidades de recalque nas áreas das unidades de recalque existentes. Assim, a estação elevatória existente EB-17 não será afetada para o atendimento dos municípios de Campo Redondo, Coronel Ezequiel, São Bento do Trairi e Jaçanã, uma vez que deverão ser construídas novas estações elevatórias. Com relação a EB-16, as vazões referentes a essas 4 cidades deverão ser incorporadas no seu recalque. Ao avaliar as estações elevatórias EB-15 e EB-04 verifica-se que além das vazões referentes a esses quatro municípios deverão ser incorporadas as vazões previstas para a cidade de Japi, sendo que o mesmo fato ocorre para a EB-03.

De maneira análoga, a estação elevatória EB-06 não será afetada em função do trecho de adutora a ser construído para atender a Serra de São Bento e Monte das Gameleiras, pois há previsão para uma unidade de recalque independente. Entretanto, a EB-05 será afetada para essas vazões. As elevatórias EB-02 e EB-01 serão impactadas pelas vazões adicionais dos 07 municípios a serem inseridos.

Assim, neste item serão avaliados os impactos das ampliações previstas, incluindo os impactos dos 03 municípios que não foram previstos no projeto original, bem como as demais localidades. A título de simplificação foram consideradas as vazões das localidades inseridas nas sedes municipais, mesmo se sabendo que esse fato não é verídico. Assim, as simulações que serão efetuadas considerarão as retiradas das vazões em pontos específicos da adutora (localização das sedes municipais). Os impactos nas análises não serão significativos haja vista que as principais derivações na adutora ocorrem nesses locais e as vazões necessárias para o atendimento das localidades são muito inferiores às necessárias para atender às sedes. Como os atendimentos das localidades ocorrem ao longo da Adutora verifica-se que a simplificação efetuada proporcionará uma superestimativa de vazão na maioria dos trechos, ficando a favor da segurança.

Outras análises que serão efetuadas neste capítulo se referem aos estudos de alternativa para a ampliação do sistema produtivo, por meio de outro manancial produtor.

6.1 AVALIAÇÕES REFERENTES AO SISTEMA ADUTOR EXISTENTE A SER AMPLIADO

No item 4 foram reavaliados os parâmetros de projetos considerados para a Adutora Monsenhor Expedito, sendo que o Quadro 4.1.4 apresenta as populações de projeto consideradas nestes estudos tanto para as sedes municipais quanto para todas as localidades atualmente atendidas ou



previstas a serem atendidas com a ampliação. No Quadro 4.1.7 têm-se as vazões máximas diárias necessárias para o atendimento de cada uma dessas localidades, bem como para as 30 sedes municipais. O Quadro 5.1.4 apresenta as características de projeto da situação atual para adutora Monsenhor Expedito, incluindo as populações de projeto, as vazões, os quantitativos de sedes municipais e localidades, por trecho da adutora, os per capita de projeto médios, as capacidades das elevatórias e os quantitativos de conjunto de recalque instalados. Ao avaliar a situação constante no referido quadro é possível observar que para os trechos compreendidos entre a bifurcação Serra Caiada/Senador Elói Souza e a EB-04, entre a EB-04 e a EB-15, entre a EB-09 e a EB-10, entre a EB-10 e a EB-13 e entre a EB-14 e São Tomé tem-se necessidade de ajustes na operação para se atender às demandas de 2016, haja vista que as vazões estimadas nesses trechos são inferiores às capacidades das unidades de recalque em operação. Ao se efetuar essa comparação para o ano 2011 observa-se que o fato não ocorre somente para o primeiro trecho descrito (bifurcação Serra Caiada/Senador Elói Souza).

Tendo como base as novas projeções populacionais, as novas de vazões de projeto e a nova configuração da adutora Monsenhor Expedito (atendendo aos 07 novos municípios), foi possível montar os Quadros 6.1.1 e 6.1.2 apresentados a seguir. Ao analisar as vazões de projeto consideradas nestes estudos e as capacidades dos equipamentos atualmente instalados é possível observar que:

- Nos trechos compreendidos entre a bifurcação Serra Caiada e EB-04, entre EB-04 e EB-15, entre EB-15 e EB-16, entre EB-16 e EB-17 e entre EB-06 e Passa e Fica há necessidades de ajustes nos trechos operacionais;
- Com relação ao trecho compreendido entre a EB-06 e Passa e Fica não há necessidades de ampliações uma vez que as vazões para as cidades de Serra de São Bento e Monte das Gameleiras foram inseridas na EB-06, entretanto essas vazões serão conduzidas por meio de outra unidade de recalque (EB-06/1);
- Ao se comparar as populações de projeto previstas no Quadro 5.1.4 (ano 2016) com as contidas no Quadro 6.1.1 (2026) é possível observar que as consideradas nestes estudos são superiores àquelas nos seguintes trechos: entre EB-01 e EB-02, entre EB-02 e EB-03 + EB-05, entre EB-03/Bifurcação/EB-09, entre Bifurcação e EB-04, entre EB-04 e EB-15, entre EB-15 e EB-16, entre EB-16 e EB-17 e entre a EB-05 e EB-06. Essa situação se justifica principalmente em função do acréscimo populacional dos 07 novos municípios.
- Caso os sete novos municípios não tivessem sido inseridos é possível inferir que as populações de projeto consideradas nestes estudos são inferiores às previstas nos estudos da TECHNE. O principal fator que levou a essa situação está relacionado com as populações urbanas estimadas pela TECHNE para o ano 2001 que são muito superiores às obtidas pelo IBGE no CENSO 2000. Cabe salientar que as taxas de crescimento populacional consideradas nestes estudos para os municípios em questão são superiores às utilizadas nos estudos da TECHNE.



- Outra diferença significativa entre estes estudos e os apresentados pela TECHNE está relacionada ao per capita de produção, sendo que os ora estimados são inferiores. A principal justifica para esse fato está nos próprios dados operacionais da CAERN para o sistema adutor (apresentado no item 3) e para o estado como um todo.

Nas Figuras apresentadas a seguir é possível avaliar a situação operacional da CAERN, que também contribuiu para a adoção do per capita de produção de 120 l/hab/dia para a área de estudo. A fonte dessas informações é o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento.

A Figura 6.1.1 apresenta a situação da CAERN com relação ao consumo médio de água de por economia (em m³/mês/economia), sendo possível observar uma tendência de redução no período de 1988 a 2003, passando de mais de 15 m³/mês/economia para aproximadamente 13 m³/mês/economia. Situação similar com relação ao consumo pode ser observado na Figura 6.1.2, para o consumo micromedido por economia e na Figura 6.1.3 para per capita de consumo. Ao se avaliar a situação das perdas de faturamento (Figura 6.1.4) e perdas na distribuição, observa-se que os valores além de elevados apresentam tendência de crescimento. Como se pretende desenvolver ações no sentido de melhorar a situação operacional da Adutora Monsenhor Expedito e da CAERN como um todo, o per capita de produção de 120 l/hab/dia deverá ser suficiente para atender a população da área de projeto.

Figura 6.1.1 – Consumo Médio de Água por Economia - CAERN

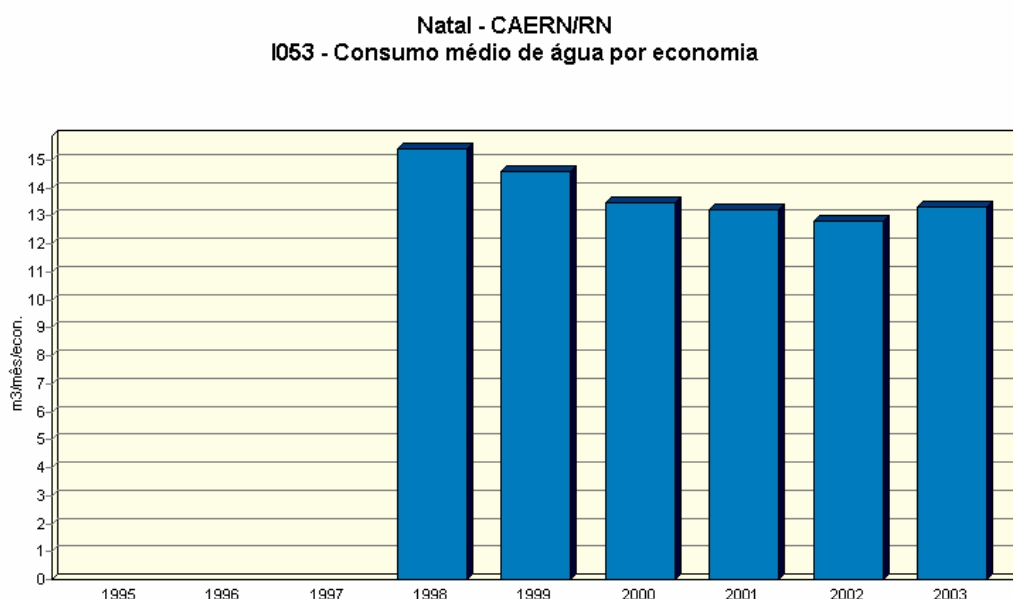


Figura 6.1.2 – Consumo Micromedido por Economia - CAERN

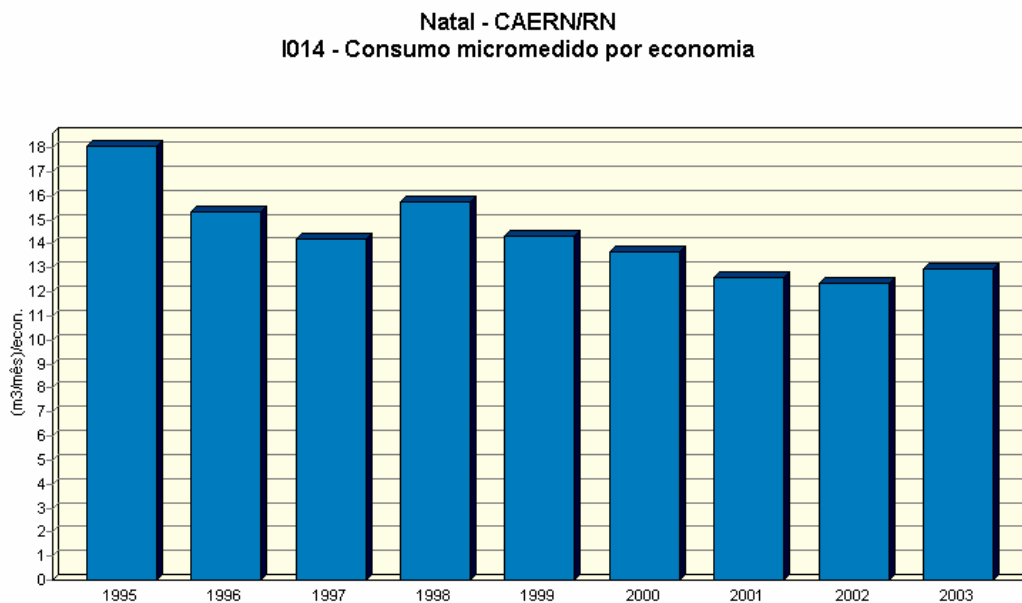


Figura 6.1.3 – Consumo Médio Per Capita de Água - CAERN

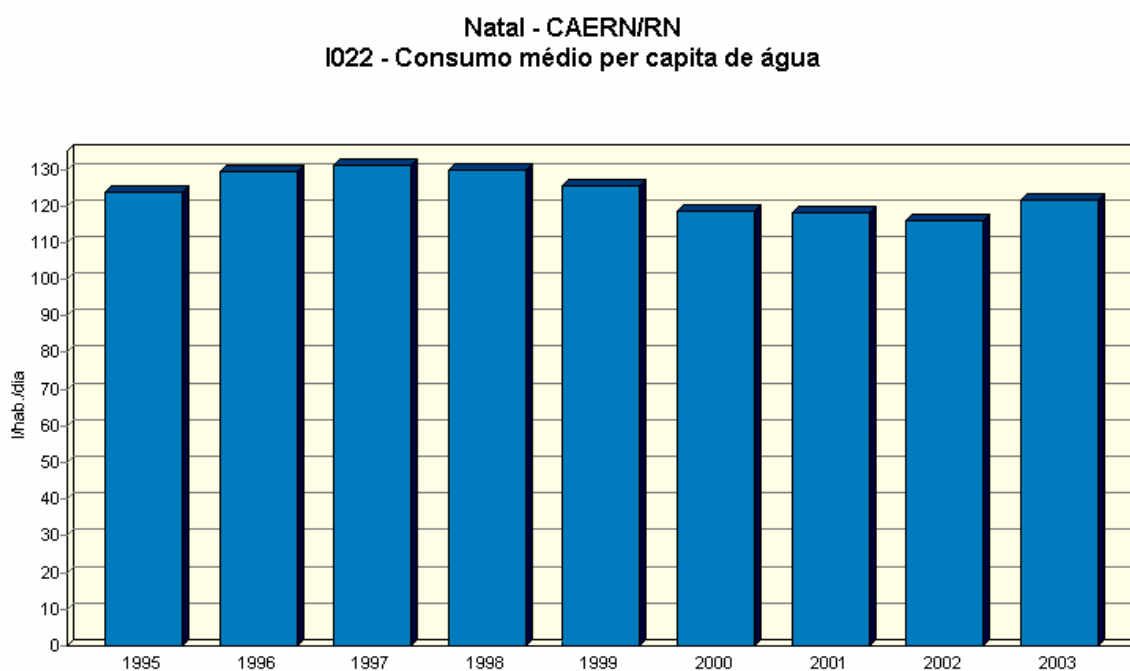


Figura 6.1.4 – Índice de Perdas de Faturamento – CAERN

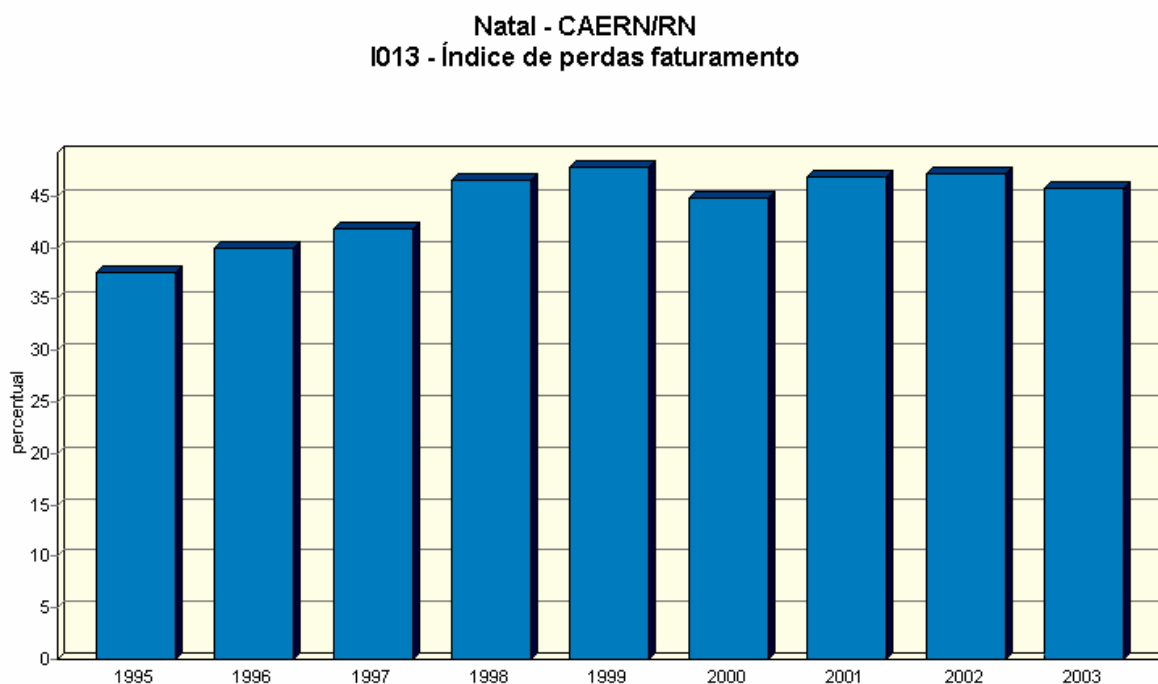
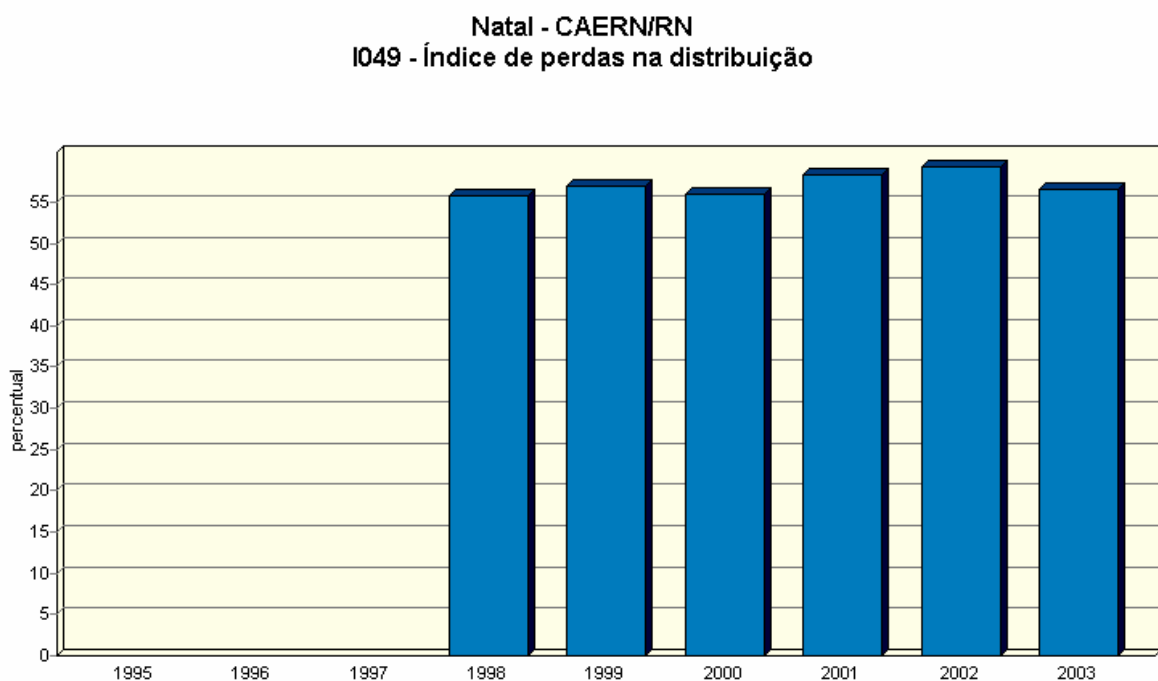


Figura 6.1.5 – Índice de Perdas na Distribuição – CAERN





Quadro 6.1.1 – Populações e Vazões de Projeto por Trecho – Estudos de Viabilidade





Quadro 6.1.2 – Diferenças Entre as Vazões Estimadas e a Capacidade do Sistema Instalado





6.1.1. Análises dos Trechos que Necessitam de Reavaliação

Neste item são apresentadas as análises referentes aos trechos da adutora e respectivas unidades de recalque onde as vazões consideradas nestes estudos são superiores às capacidades dos equipamentos existentes.

Como descrito anteriormente, nos trechos compreendidos entre a bifurcação Serra Caiada e EB-04, entre EB-04 e EB-15, entre EB-15 e EB-16 e entre EB-16 e EB-17 há necessidades de ajustes nos trechos em operação, haja vista as vazões de projeto serem inferiores às necessárias segundo os presentes estudos. Para melhor avaliar os referidos trechos foi elaborado o Quadro 6.1.3, que apresenta as vazões de projeto as elevatórias em operação e as estimadas nestes estudos, bem como as principais características desses trechos e dos conjuntos elevatórios existentes. Os Quadros 6.1.4 e 6.1.5 fornecem as vazões de projeto necessárias segundo estes estudos, as capacidades necessárias para os conjuntos de recalque e as alturas manométricas adicionais em função das novas vazões. Salienta-se que para as estimativas de cálculo foi utilizada a fórmula universal e o coeficiente de rugosidade igual a 0,2 mm tanto para a situação atual quanto para a situação futura.

Ao analisar os resultados do Quadro 6.1.4 pode-se observar que a altura manométrica adicional necessária na EB-03 em função da vazão adicional no trecho Bifurcação/EB-4 é de 10,02 m. Como altura manométrica na EB-03 não é muito elevada (123,00 mca) e como a altura manométrica requerida não muito superior a ela (133,03 mca), considerou-se que o trecho da adutora é suficiente para atender até o final de plano, sendo necessário, entretanto, a substituição dos conjuntos elevatórios já em 2006.

Análise similar pode ser efetuada para o trecho compreendido entre a EB-16 e a EB-17, sendo que altura manométrica adicional é de 11,66 mca e a necessária em final de plano é de 80,90 mca. Assim, também para esse trecho seria necessário a substituição dos conjuntos elevatórios em 2016.

Com relação aos trechos compreendidos entre as elevatórias EB-04/EB-15 e EB-15/EB-16, o acréscimo nas alturas manométricas são respectivamente de 36,25 mca e 32,53 mca. Aliado às elevadas alturas manométricas requeridas na situação atual, observa-se que as novas alturas manométricas nas unidades de recalque passariam a ser respectivamente de 199,25 mca e 195,53 mca.

Para esses trechos optou-se por prever o reforço na adutora Monsenhor Expedito, por meio da construção de trechos paralelos, de maneira que as alturas manométricas finais voltassem aos patamares atuais, ou seja, 163 mca.

Assim, para o Trecho compreendido entre a EB-04 e EB-15, cuja extensão é de 12.540 m, tem-se a necessidade de construção de uma linha adutora paralela a atual em diâmetro 200 mm para uma extensão de 6.890 m e de 250 mm para os demais 5.650 m. Assim, para as considerações efetuadas a vazão adicional necessária apresentaria as mesmas perdas de carga do trecho atual para a vazão dos conjuntos elevatórios instalados. Fazendo as mesmas análises par o trecho





entre a EB-15 e EB-16, cuja extensão total 20.800 m, observa-se a necessidade de construção de uma linha paralela com as seguintes características: DN 150 em 2.820 m e DN 200 em 18.040 m. O Quadro 6.1.6 apresenta os resultados desses cálculos.





QUADROS 6.1.3 a 6.1.6



Assim, para ampliação da Adutora Monsenhor Expedito tem-se a necessidade de implantação de dois trechos de adutora, paralelos aos respectivos trechos existentes com as características apresentadas no Quadro 6.1.6, em ferro fundido e os respectivos diâmetros:

- ✓ DN 150 – 2.820 metros;
- ✓ DN 200 – 24.930 metros;
- ✓ DN 250 – 5.650 metros.

Com relação aos conjuntos de recalque, observa-se a necessidade de substituição dos equipamentos existentes já na primeira etapa para as elevatórias EB-03, EB-04 e EB-15. Para a EB-16 os equipamentos deverão ser substituídos em 2016. Os Quadros 6.1.7 e 6.1.8 apresentam as características atuais dos equipamentos existentes e as novas características dos equipamentos a serem substituídos.

Quadro 6.1.7 - Características dos Equipamentos Atuais

Item	Trecho	Situação Atual						
		Conj. Inst.	Vazão Unitária (l/s)	Vazão Total (l/s)	A M T (m)	Potência Unitária (HP)	Potência Total (HP)	Rend. (%)
3	EB-03/Bifurcação	(3 + 0)	78,61	235,83	123,00	200	600	64
5	EBO4/EB15	(3 + 0)	41,94	125,83	163,00	125	375	73
16	EB15/EB16	(2 + 1)	56,92	113,83	163,00	200	400	62

Quadro 6.1.8 - Características dos Equipamentos Previstos

Item	Trecho	Situação Atual						
		Conj. Neces.	Vazão Unitária (l/s)	Vazão Total (l/s)	A M T (m)	Potência Unitária (HP)	Potência Total (HP)	Rend. (%)
3	EB-03/Bifurcação	(3 + 1)	78,61	235,83	133,02	225	675	62
5	EBO4/EB15	(3 + 1)	53,58	160,73	163,00	175	525	67
16	EB15/EB16	(2 + 1)	67,69	135,39	163,00	225	450	65

Para outras elevatórias observa-se a necessidade de instalação de outro conjunto de recalque, para operar como reserva, conforme descrito no Quadro 6.1.2. O Quadro 6.1.9 apresenta as principais características desses equipamentos, incluindo vazão em l/s, altura manométrica em



metros de coluna de água e potência do equipamento. Salienta-se que essas características são idênticas às dos equipamentos instalados atualmente.

Quadro 6.1.9 - Características dos Equipamentos a Instalar

Item	Trecho	Situação Atual				
		Conj. Inst.	Conj a Instalar	Vazão Unitária (l/s)	A M T (m)	Potência Unitária (HP)
1	EBO1/EBO2	(3 + 0)	1	150,83	121,00	400
2	EBO2/EBO3+EBO5	(3 + 0)	1	142,57	121,40	400
12	EB11/EB12	(2 + 0)	1	7,31	149,79	40
13	EB12/Sítio Novo	(2 + 0)	1	8,05	180,58	50
14	EB13/Rui Barbosa	(2 + 0)	1	6,54	151,81	30
18	EB17/Lajes Pintada	(2 + 0)	1	7,34	272,15	50

Para que as metas propostas nos presentes estudos sejam atingidas, outras ações deverão ser implementadas em caráter emergencial, podendo-se destacar:

1. Implementar ações no sentido de promover a criação de associações de moradores nas comunidades atendidas por Chafarizes, estabelecendo responsabilidades para operação e manutenção das derivações já existentes ou que venham a ser autorizadas, bem como implementar hidrometração das águas consumidas por essas comunidades e mecanismos de cobrança. Foi considerado que em todas as comunidades atualmente atendidas por chafarizes essas medidas se fazem necessárias, ou seja 37 localidades;
2. Implementar um programa de macromedição, com implantação de equipamentos em todos os pontos de derivação na adutora, bem como nas chegadas de cada unidade de recalque. Estima-se que serão necessários 17 macromedidores nas elevatórias existentes e mais 30 macromedidores para atender às sedes municipais. Para as localidades tem-se a previsão de medição das vazões por meio de hidrômetros com capacidades suficientes para o atendimento das vazões necessárias;
3. Com relação a um programa de Educação Ambiental observa-se a necessidade de serem executadas, no mínimo, as seguintes atividades: definir critérios para atendimento de novos pleitos para novas derivações; realizar um trabalho de conscientização junto às prefeituras municipais e associações sobre a utilização da adutora; retomar o processo de criação das associações dos usuários; Esclarecer à população quanto aos critérios para a distribuição e cobrança de água retirada em chafarizes e nas derivações autorizadas;
4. Regularizar os terrenos das elevatórias e faixas de domínio das adutoras;
5. Efetuar cadastramento e hidrometração de todas as ligações atendidas pela adutora, se autorizadas;



6. Eliminar a retirada de água nos chafarizes através de carros-pipa, instalando pontos para abastecimento de carros-pipa nas áreas urbanas, de acordo com critérios comerciais estabelecidos pela CAERN.

6.2 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS ESTUDADAS PARA O SISTEMA PRODUTIVO A SER AMPLIADO

Conforme descrito anteriormente, para a ampliação do sistema produtivo foram estudadas 05 Alternativas, descritas de maneira sucinta no item 3. Para a escolha da melhor alternativa foram efetuados os pré-dimensionamentos das unidades previstas cada uma dessas alternativas, e foram levados em consideração os aspectos técnicos, econômicos e ambientais. A descrição mais detalhada de cada uma dessas alternativas é apresentada nos itens subseqüentes.

A implantação do sistema, para qualquer das alternativas propostas, poderia ser implantado de acordo com as conveniências e necessidades da SERHID, principalmente se a alternativa escolhida se referisse a captação por meio de poços tubulares profundos. De qualquer maneira, a proposta para o sistema produtivo é que, na ocasião do primeiro novo investimento, todas as obras hidráulicas e estruturais da alternativa selecionada sejam instaladas; apenas os equipamentos associados (bombas, poços tubulares etc.) deverão ser instalados em duas etapas ou mais etapas, à medida que se eleve a demanda hídrica no sistema.

Com relação aos caminhamentos das adutoras para as alternativas estudadas, optou-se, sempre, por caminhamentos que utilizassem vias existentes. No caso da alternativa que utiliza o Riacho Pium (Alternativa 5), o caminhamento seguiu um via carroçável existente desde a captação até o cruzamento com a ferrovia da RFFSA. A partir desse ponto o caminhamento deverá ocorrer paralelamente a essa ferrovia, no limite da sua faixa de domínio, até próximo à Lagoa do Bonfim, quando novamente apresentará caminhamento seguindo rodovia existente. No trecho em que o caminhamento ocorra paralelamente à ferrovia far-se-á necessária a construção de uma via carroçável onde será implantada a adutora.

Para as demais Alternativas (1 a 4), observa-se à utilização de vias existentes ao longo de todos os caminhamentos estudados, sendo que esses caminhamentos são coincidentes, em seus trechos finais, até o local onde ocorre a derivação para a alternativa que prevê a utilização dos poços tubulares profundos da Área Alcaçus (Alternativa 3). O caminhamento da Adutora para as alternativas 1, 2 e 4 também será coincidente até a derivação para a área onde está prevista a captação por meio de poços na Área Canjoão (Sítio B1), pertencente a Alternativa 2.

As cotas altimétricas para os caminhamentos das adutoras, nas diversas alternativas, foram obtidas a partir de Cartas da Secretaria de Planejamento e Fundação Instituto de Desenvolvimento do Estado do Rio Grande do Norte, caracterizadas com escala 1:10.000 e eqüidistância das curvas de nível de 5 metros. Tais dados foram, posteriormente, verificados com o uso de GPS em campo.



6.2.1 Alternativa 1 - Poços Boa Cica

Nesta alternativa, a captação será efetuada por meio de poços tubulares profundos a serem implantados na denominada Área Boa Cica, constituídos por uma bateria de 08 (oito) poços, com profundidade média estimada de 95 m, segundo os furos exploratórios no sítio B2, diâmetro de 14", revestidos com tubos e filtros de PVC geomecânico de 10", sendo os filtros com ranhuras de 1 mm e extensão de 30 m. A extensão total de perfuração estimada para essa alternativa é de 760 metros.

Os oito poços deverão apresentar uma capacidade de produção de 250 l/s, operando no máximo 21 hs/dia, proporcionando uma produção diária de 220 l/s. Assim, a capacidade média esperada para cada poço é de 31,25 l/s (112,5 m³/h). Nesse caso, esta alternativa apresentará as seguintes unidades: (i) captação por meio de poços tubulares profundos; (ii) adutora de interligação desses poços; (iii) reservatório de reunião de água; (iv) estação elevatória; e (v) adutora. Para esta alternativa não há previsão de implantação de estação de tratamento, haja visto que a qualidade das águas subterrâneas permite que sejam tratadas com o sistema existente na EB-1, ou seja, simples desinfecção.

a) Poços Tubulares Profundos

Conforme descrito anteriormente, cada poço tubular profundo deverá apresentar uma capacidade produtiva média de 31,25 l/s (112,5 m³/hora). A localização desses poços está indicada na Figura 6.2.1, tendo sido estabelecida por meio dos estudos desenvolvidos pela área de hidrogeologia.

Pela localização estabelecida, observa-se a necessidade de se instalar uma linha de adução com o intuito de interligar os poços tubulares profundos até um reservatório de equalização, que funcionará como poço de sucção da estação elevatória prevista nesta alternativa. A profundidade média indicada nos estudos hidrogeológicos para os poços tubulares profundos é de 95 m. Foi considerada, ainda, a localização da unidade de recalque (bomba) a 75 m de profundidade.

b) Adutora de Interligação dos Poços e Pré-dimensionamento das Bombas

Conforme indicado na Figura 6.2.1, faz-se necessária a implantação de uma linha adutora interligando os poços tubulares profundos até o reservatório de equalização de vazão. O Quadro 6.2.1 apresenta as características das tubulações previstas para as interligações, bem como das unidades de recalque.

Quadro 6.2.1 - Características da Adutora de Interligação dos Poços

Trecho	DN (mm)	Vazão (l/s)	Perda Carga Tot. (m)	Extensão (m)	Perda Carga (m/m)	Altura Manom. (m)	Pot. por Conj (cv)	Pot. Total (cv)
P1 - A1	200	31,25	2,85	530,0	0,00537	140,0	78,0	100
P2 - A1	200	31,25	2,85	530,0	0,00537	140,0	78,0	100
A1 - A2	250	62,50	5,22	770,0	0,00678	-	-	-
P3 - A2	200	31,25	2,36	440,0	0,00537	140,0	78,0	100
P4 - A2	200	31,35	2,36	440,0	0,00537	140,0	78,0	100
A2 - RE	300	125,00	2,97	290,0	0,01023			
P5 - A3	200	31,25	2,95	550,0	0,00537	140,0	78,0	100
P6 - A3	200	31,25	2,95	550,0	0,00537	140,0	78,0	100
A3 - A4	250	62,50	5,29	780,0	0,00678	-	-	-
P7 - A4	200	31,25	2,04	380,0	0,00537	140,0	78,0	100
P8 - A4	200	31,35	2,04	380,0	0,00537	140,0	78,0	100
A4 - RE	300	125,00	3,58	350,0	0,01023			

K = 0,2 mm, Desnível Geométrico Médio Considerado = 120,0 m, Altura manométrica média considerada 140 m. Para a potência instalada considerou-se um acréscimo de 25% para outras utilizações, etc.

Foi considerado um desnível geométrico médio de 120 m, entre o nível dinâmico de água do poço e o reservatório de equalização de vazão. Com o intuito de se definir uma altura manométrica média e se utilizar um mesmo conjunto elevatório nas estimativas de custos, optou-se por adotar um valor correspondente a 20,0 m para as perdas de cargas entre os poços e o reservatório de equalização de vazão.

Esse reservatório deverá apresentar volume suficiente para proporcionar um recalque na elevatória de água bruta de, no mínimo, uma hora. Assim, o volume desse reservatório deverá ser de 900 m³. Assim, adotou-se um reservatório com capacidade de 1.000 m³. Esse volume também proporcionará uma melhor operação da estação elevatória, uma vez que possibilitará a definição do sistema de liga-desliga das bombas em níveis diferentes e conseqüentemente a não ocorrência do início de operação simultânea dos dois conjuntos moto-bombas e a redução da potência instalada na estação elevatória de água bruta.

c) Estação Elevatória de Água Bruta e Pré-dimensionamento das Bombas - Dados Básicos

- **Desnível Geométrico**

Considerou-se como desnível geométrico a diferença entre o NA mínimo do poço de sucção e o ponto de cota mais elevada da adutora que interligará o poço de sucção à estação elevatória existente EB1, chegando-se a 7,8 m. A cota no início do recalque (58,2 m) está localizada no reservatório de equalização de vazão enquanto a cota máxima (66,0 m) está localizada a uma distância de 12.400 m do reservatório de equalização de vazão.

- **Vazão de Adução**

Conforme descrito anteriormente, observa-se que a vazão de recalque deverá ser de 250,0 l/s, para uma operação máxima de 21 horas/dia.

- **Extensão da Adutora**

A adutora apresenta extensão total de 15.350 m, dos quais 12.400 m terão regime de operação por recalque e 2.950 m por gravidade.

- **Perdas de Cargas**

Como os estudos são preliminares e levando-se em consideração que as perdas de carga (localizadas e distribuídas) na sucção e recalque e as perdas localizadas na adutora são reduzidas (inferiores a 3% do total), optou-se por adotar perdas de carga lineares aproximadas. Essa definição não altera os resultados destes estudos, haja vista que:

- a) Os barriletes de sucção e de recalque estimados para as unidades de recalque podem ser rigorosamente iguais, uma vez que as disposições físicas previstas para a elevatória são idênticas (duas unidades em operação e uma de reserva);
- b) As perdas localizadas na adutora são estimadas, não tendo sido levantadas as peças que a comporão;
- c) Os valores das perdas de carga localizadas são muito reduzidos se comparados com as perdas distribuídas ao longo das tubulações; e
- d) Os diâmetros estudados são os mesmos apresentados nas alternativa, ou seja, DN 400, DN 500 e DN600.

- **Estudos de Alternativas - Diâmetros Possíveis para a Adutora**

Para a definição do diâmetro econômico foi adotado um barrilete padrão considerando a instalação de duas bombas operando em paralelo e uma de reserva. As perdas de carga localizadas na linha de recalque (adutora) foram estimadas, tendo em vista o caminhamento da adutora ainda não ser o definitivo, uma vez que os serviços topográficos detalhados deverão ser realizados na fase de projeto básico. Assim, foram estudados os diâmetros nominais de 400, 500 e 600 mm, comerciais no mercado. O DN 300 não foi considerado em função da velocidade ser superior a 3,00 m/s (máxima recomendada pelas normas da ABNT).

- **Estudos de Diâmetro Econômico e Conjuntos Motor-Bomba**

Para a definição do diâmetro da adutora de água bruta, bem como das unidades de recalque, considerou-se a instalação de três bombas, sendo que duas operarão em paralelo e uma terceira terá função de reserva (2+1).

O Quadro 6.2.2 apresenta uma síntese dos estudos realizados referentes aos possíveis diâmetros da adutora, bem como as estimativas efetuadas para os conjuntos motor-bomba.

Quadro 6.2.2 – Diâmetros Prováveis Para a Adutora

DN (mm)	V (m/s)	Perda Carga Tot. (m)	Extensão (m)	Perda Carga (m/m)	Altura Manom. (m)	Pot. por Conj (cv)	Pot. Total (cv)
400	1,99	113,09	12.400	0,00912	125,89	280	700
500	1,27	37,20	12.400	0,00300	50,00	110	280
600	0,88	14,76	12.400	0,00119	27,56	60	155
400	1,99	58,37	6.400	0,00912	89,17	200	495
500	1,27	18,00	6.000	0,00300			

K = 0,2 mm, Vazão Total = 250 l/s, Vazão por Bomba = 125 l/s, Desnível Geométrico = 7,8 m.

Para a potência instalada considerou-se um acréscimo de 25% para iluminação, etc.

Considerou-se, ainda, uma folga de 5,0 m para o ponto de maior cota, onde ocorrerá a transição de regime de recalque para o de gravidade.

Em função dos resultados, anteriormente obtidos, optou-se pela utilização de diâmetros alternados na adutora, isto é, DN 500 no primeiro trecho (6.000 m) e DN 400 no restante da linha por recalque (6.400 m). A definição da utilização do diâmetro de 400 mm, deve-se ao fato de possibilitar o uso de um material alternativo ao ferro fundido, como o PVC DEFOFO, o qual possui custo menor de implantação. Assim, considerou-se o primeiro trecho de 6.000 m em ferro fundido, DN 500 e o segundo trecho de recalque em PVC DEFOFO DN 400, em uma extensão de 6.400 m. Apesar dos diâmetros de 500 e 600 mm apresentarem alturas manométricas menores e conseqüentemente menores consumos de energia elétrica, pode-se observar que a economia com os custos de implantação é superior aos gastos adicionais decorrentes do maior consumo

com energia elétrica, considerando a opção definida nesta alternativa, ou seja, dois diâmetros para a adutora.

A Figura 6.2.2 apresenta o perfil reduzido do terreno e da adutora, considerando os diâmetros estudados (DN 400 e DN 500). Para o trecho por gravidade, em uma extensão de 2.950 m, considerou-se o diâmetro de 500 mm, em ferro fundido, dado que o desnível geométrico existente é inferior à perda de carga considerando o diâmetro DN 400.

Pela mesma figura acima mencionada, observa-se que os primeiros 6.000 metros de extensão deverão apresentar material em Ferro Fundido - DN 500, enquanto que os demais 6.400 m poderão ser executados em PVC DEFOFO DN 400. O trecho por gravidade, em uma extensão de 2.950 m deverá ser executado em ferro fundido DN 500. Assim, para esta alternativa tem-se um total de 6.400 m de tubulações em PVC DEFOFO DN 400 e 8.950 m em ferro fundido DN 500.

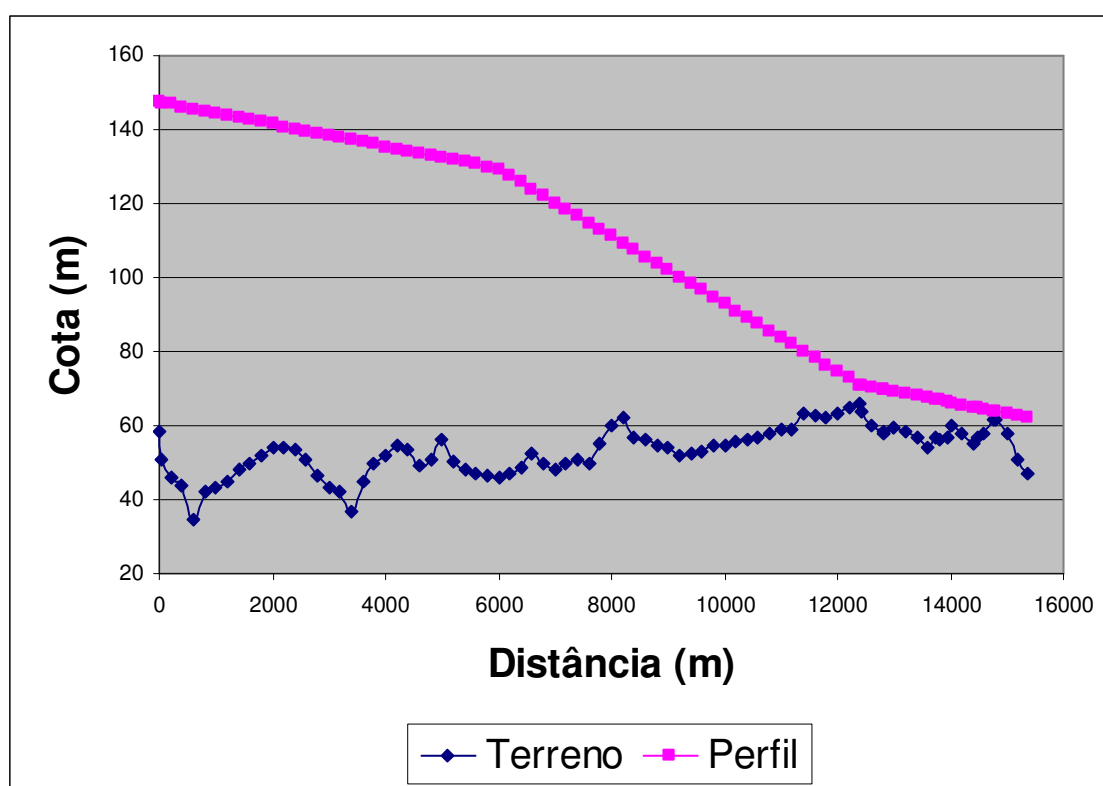


Figura 6.2.2 – Alternativa 1: perfil reduzido do terreno e da adutora

- **Dispositivos de Proteção contra Transientes Hidráulicos**

Quando da elaboração do projeto básico serão realizados estudos com o intuito de se definir os dispositivos necessários para o combate aos transientes hidráulicos que porventura venham ocorrer na adutora.



- **Medidores de Vazão**

Para controle de vazões, foi previsto a implantação de macro-medidores eletromagnéticos, em locais que possibilitem a avaliação entre as vazões afluentes consumidas, permitindo uma análise de índice de perdas físicas em partes do sistema.

d) Estação de Tratamento

Para esta alternativa não há previsão para a instalação de estação de tratamento de água.

e) Rodovias e Energia Elétrica

Por tudo quanto foi observado “in loco”, confirma-se a necessidade de instalação de uma linha de transmissão de energia elétrica em uma extensão total de 2,5 km.

Com relação a implantação de rodovias, para permitir o acesso a adutora projetada, chegou-se à conclusão de que não serão necessárias obras nesse sentido, considerando que o caminhamento prevê a utilização das margem das vias de acesso existentes.

6.2.2 Alternativa 2 - Poços Canjoão

Nesta alternativa, a captação será efetuada por meio de poços tubulares profundos a serem implantados na denominada Área Canjoão, através de uma bateria de 12 (doze) poços, com profundidade média estimada de 80 m, segundo os furos exploratórios no sítio B1. Esses poços deverão estar revestidos com tubos e filtros de PVC geomecânicos de 10”. Os filtros devem possuir ranhuras de 1 mm e extensão de 20 m. A extensão total de perfuração estimada para essa alternativa é de 960 metros. Os doze poços deverão apresentar uma capacidade de produção de 250 l/s, operando no máximo 21 hs/dia, proporcionando uma produção diária de 220 l/s. Assim, a capacidade média esperada para cada poço é de 20,83 l/s (75,0 m3/h).

Nesse caso, esta alternativa apresenta as seguintes unidades: (i) captação por meio poços tubulares profundos; (ii) adutora de interligação desses poços; (iii) reservatório de reunião de água; (iv) estação elevatória; e (v) adutora. Para esta alternativa não há previsão de implantação de estação de tratamento, porque a qualidade das águas subterrâneas permite que elas sejam tratadas pelo mesmo sistema existente na EB-1, ou seja, simples desinfecção.

a) Poços Tubulares Profundos

Conforme descrito anteriormente, cada poço tubular profundo deverá apresentar uma capacidade produtiva média de 20,83 l/s (75,0 m3/hora). A localização desses poços está indicada na Figura 6.2.3, a qual foi estabelecida por meio dos estudos desenvolvidos pela área de hidrogeologia.





Pela localização estabelecida observa-se a necessidade de se instalar uma linha de adução com no intuito de interligar os poços tubulares profundos até um reservatório de equalização, o qual funcionará como poço de sucção da estação elevatória prevista nesta alternativa. A profundidade média indicada nos estudos hidrogeológicos para os poços tubulares profundos é de 80 m. Foi considerada, ainda, a localização da unidade de recalque (bomba) a 60 m de profundidade.

b) Adutora de Interligação dos Poços e Pré-dimensionamento das Bombas

Conforme indicado na Figura 6.2.3 faz-se necessária a implantação de uma linha adutora interligando os poços tubulares profundos até o reservatório de equalização de vazão. O Quadro 6.2.3 apresenta as características das tubulações previstas para as interligações, bem como das unidades de recalque.



Quadro 6.2.3 – Características da Adutora de Interligação dos Poços

Trecho	DN (mm)	Vazão (l/s)	Perda Carga Tot. (m)	Extensão (m)	Perda Carga (m/m)	Altura Manom. (m)	Pot. por Conj (cv)	Pot. Total (cv)
P1 - A1	150	20,83	5,24	520,0	0,01008	125,0	47,0	60,0
P2 - A1	150	20,83	1,41	140,0	0,01008	125,0	47,0	60,0
A1 - A2	200	41,67	3,94	410,0	0,00962	-	-	-
P3 - A2	150	20,83	1,41	140,0	0,01008	125,0	47,0	60,0
A2 - A3	250	62,50	3,93	580,0	0,00678	-	-	-
P4 - A3	150	20,83	1,41	140,0	0,01008	125,0	47,0	60,0
A3 - A4	250	83,33	4,35	380,0	0,01146	-	-	-
P5 - A4	150	20,83	1,71	170,0	0,01008	125,0	47,0	60,0
A4 - A5	300	104,17	3,43	480,0	0,00716	-	-	-
P6 - A5	150	20,83	1,61	160,0	0,01008	125,0	47,0	60,0
A5 - RE	300	125,0	4,19	410,0	0,01023	-	-	-
P7 - RE	150	20,83	3,93	390,0	0,01008	125,0	47,0	60,0
P8 - A6	150	20,83	7,56	700,0	0,01008	125,0	47,0	60,0
P9 - A6	150	20,83	1,31	130,0	0,01008	125,0	47,0	60,0
A6 - A7	200	41,67	5,58	580,0	0,00962	-	-	-
P10-A7	150	20,83	1,46	145,0	0,01008	125,0	47,0	60,0
A7 - A9	250	62,50	3,12	460,0	0,00678	-	-	-
P11-A8	150	20,83	7,76	770,0	0,01008	125,0	47,0	60,0
P12-A8	150	20,83	1,81	180,0	0,01008	125,0	47,0	60,0
A8 - A9	200	41,67	5,44	540,0	0,00962	-	-	-
A9 - RE	300	104,17	0,86	120,0	0,00716	-	-	-

K = 0,2 mm, Desnível Geométrico Médio Considerado = 100,0 m, Altura manométrica média considerada 125 m. Para a potência instalada considerou-se um acréscimo de 25% para outras utilizações, etc.

Foi considerado um desnível geométrico médio de 100 m, entre o nível dinâmico de água do poço e o reservatório de equalização de vazão. Com o intuito de se definir uma altura manométrica média e se utilizar um mesmo conjunto elevatório nas estimativas de custos, optou-se por adotar um valor correspondente a 25,0 m para as perdas de cargas entre os poços e o reservatório de equalização de vazão. Esse reservatório deverá apresentar as mesmas características do previsto para a alternativa anterior.

c) Estação Elevatória de Água Bruta e Pré-dimensionamento das Bombas - Dados Básicos

- **Desnível Geométrico**

Considerou-se como desnível geométrico a diferença entre o NA mínimo do poço de sucção e o ponto em cota mais elevada da adutora que interligará o poço de sucção à estação elevatória existente EB1, chegando-se ao valor 14,0 m. A cota no início do recalque (52,0 m) está localizada no reservatório de equalização de vazão enquanto a cota máxima (66,0 m) está localizada a uma distância de 10.600 m do reservatório de equalização de vazão.

- **Vazão de Adução (Idem alternativa anterior)**

- **Extensão da Adutora**

A adutora apresenta extensão total de 13.550 m, dos quais 10.600 m terão regime de operação por recalque e 2.950 m por gravidade.

- **Perdas de Cargas (idem considerações da alternativa anterior)**

- **Estudos de Alternativas - Diâmetros Possíveis para a Adutora**

Em função da vazão de projeto, foram efetuadas as mesmas considerações apresentadas na alternativa anterior.

- **Estudos de Diâmetro Econômico e Conjuntos Motor-Bomba**

Para a definição do diâmetro da adutora de água bruta, bem como das unidades de recalque, considerou-se a instalação de três bombas, sendo que duas operarão em paralelo e uma terceira terá função de reserva (2+1).

O Quadro 6.2.4 apresenta uma síntese dos estudos realizados e referentes aos possíveis diâmetros da adutora, bem como as estimativas efetuadas para os conjuntos motor-bomba.

Quadro 6.2.4 – Diâmetros Prováveis Para a Adutora

DN (mm)	V (m/s)	Perda Carga Tot. (m)	Extensão (m)	Perda Carga (m/m)	Altura Manom. (m)	Pot. por Conj (cv)	Pot. Total (cv)
400	1,99	96,67	10.600	0,00912	115,67	260	640
500	1,27	31,80	10.600	0,00300	50,80	115	285
600	0,88	12,61	10.600	0,00119	31,61	70	175
400	1,99	51,07	5.600	0,00912	85,07	190	475
500	1,27	15,00	5.000	0,00300			

K = 0,2 mm, Vazão Total = 250 l/s, Vazão por Bomba = 125 l/s, Desnível Geométrico = 14,0 m.

Para a potência instalada considerou-se um acréscimo de 25% para iluminação, etc.

Considerou-se, ainda, uma folga de 5,0 m para o ponto de maior cota, onde ocorrerá a transição de regime de recalque para o de gravidade.

Em função dos resultados, anteriormente obtidos, optou-se pela utilização de diâmetros alternados na adutora, isto é, DN 500 no primeiro trecho (5.000 m) e DN 400 no restante da linha por recalque (5.600 m). A definição da utilização do diâmetro de 400 mm, deve-se ao fato de possibilitar o uso de um material alternativo ao ferro fundido, como o PVC DEFOFO, que possui custo menor de implantação. Assim, considerou-se o primeiro trecho de 5.000 m em ferro fundido, DN 500 e o segundo trecho de recalque em PVC DEFOFO DN 400, em uma extensão de 5.600 m. Apesar dos diâmetros de 500 e 600 mm apresentarem alturas manométricas menores e conseqüentemente menores consumos de energia elétrica, pode-se observar que a economia com os custos de implantação é superior aos gastos adicionais decorrentes do maior consumo com energia elétrica, considerando a opção definida nesta alternativa, ou seja, dois diâmetros para a adutora.

A Figura 6.2.4 apresenta o perfil reduzido do terreno e da adutora, considerando os diâmetros estudados (DN 400 e DN 500). Para o trecho por gravidade, em uma extensão de 2.950 m, considerou-se o diâmetro de 500 mm, em ferro fundido, haja vista o desnível geométrico existente ser inferior à perda de carga considerando o diâmetro DN 400.

Pela figura mencionada, observa-se que os primeiros 5.000 metros de extensão deverão apresentar material em Ferro Fundido - DN 500, enquanto que os demais 5.600 m poderão ser executados em PVC DEFOFO DN 400. O trecho por gravidade, em uma extensão de 2.950 m deverá ser executado em ferro fundido DN 500. Assim, para esta alternativa tem-se um total de 5.600 m de tubulações em PVC DEFOFO DN 400 e 7.950 m em ferro fundido DN 500.

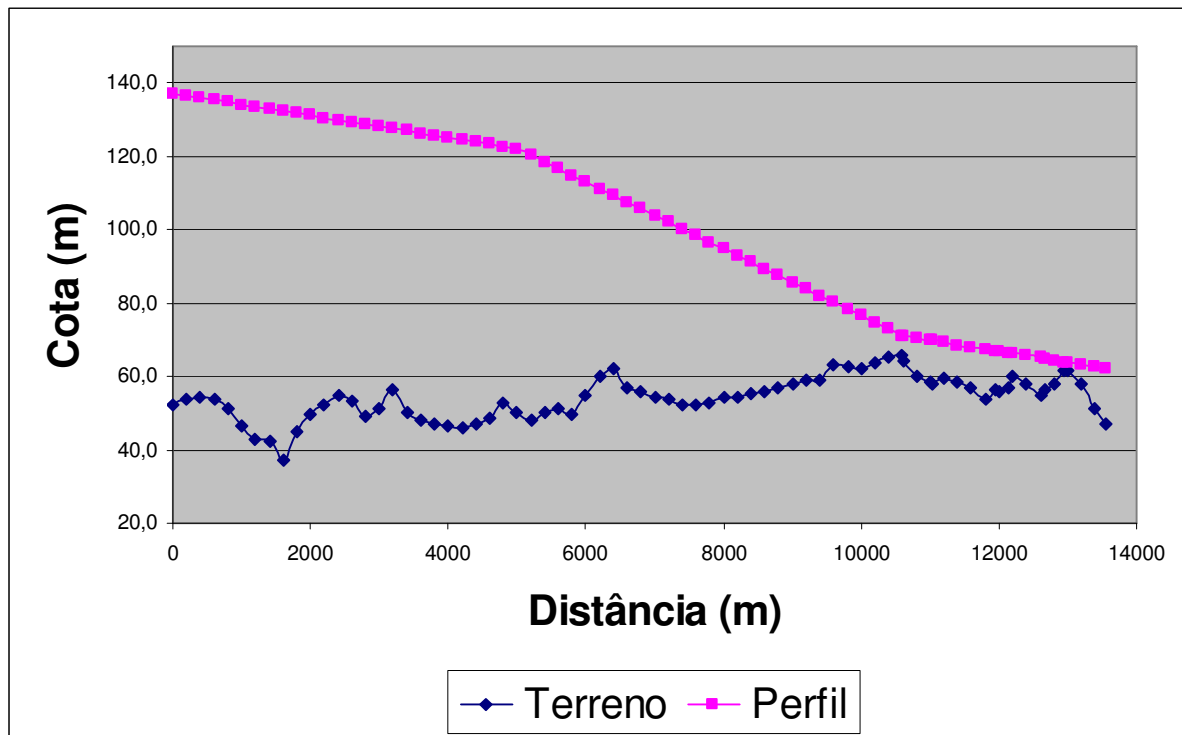


Figura 6.2.4 – Alternativa 2: perfil reduzido do terreno e da adutora

- **Dispositivos de Proteção contra Transientes Hidráulicos**

Quando da elaboração do projeto básico serão realizados estudos com o intuito de se definir os dispositivos necessários para o combate aos transientes hidráulicos que porventura venham ocorrer na adutora.

- **Medidores de Vazão**

Para controle de vazões, foi previsto a implantação de macro-medidores eletromagnéticos, em locais que possibilitem a avaliação entre as vazões afluentes consumidas, permitindo uma análise de índice de perdas físicas em partes do sistema.

d) Estação de Tratamento

Para esta alternativa não há previsão para a instalação de estação de tratamento de água.

e) Rodovias e Energia Elétrica

Pelo que foi observado “in loco”, concluiu-se pela necessidade de instalação de uma linha de transmissão de energia elétrica em uma extensão total de 3,5 km.



Com relação a implantação de rodovias para permitir o acesso a adutora projetada observa-se que não serão necessárias obras nessa sentido, considerando-se que o caminharmento prevê a utilização das margem das vias de acesso existentes.

6.2.3 Alternativa 3 - Poços Alcaçus

Nesta alternativa, a captação será efetuada por meio de poços tubulares profundos a serem implantados na denominada Área Alcaçus, através de uma bateria de 08 (oito) poços, com profundidade média estimada de 95 m.

Os oito poços deverão apresentar uma capacidade de produção de 250 l/s, operando no máximo 21 hs/dia, proporcionando uma produção diária de 220 l/s. Assim, a capacidade média esperada para cada poço é de 31,25 l/s (112,5 m³/h).

Nesse caso, esta alternativa apresenta as seguintes unidades: (i) captação por meio de poços tubulares profundos; (ii) adutora de interligação desses poços; (iii) reservatório de reunião de água; (iv) estação elevatória; e (v) adutora. Para esta alternativa não há previsão de implantação de estação de tratamento, tendo em vista que a qualidade das águas subterrâneas permite que sejam tratadas com o sistema existente na EB-1, ou seja, simples desinfecção.

a) Poços Tubulares Profundos

Conforme descrito anteriormente cada poço tubular profundo deverá apresentar uma capacidade produtiva média de 31,25 l/s (112,5 m³/hora). A localização desses poços está indicada na Figura 6.2.5, que foi estabelecida durante os estudos hidrogeológicos desenvolvidos.

Pela localização estabelecida, observa-se a necessidade de se instalar uma linha de adução com o intuito de interligar os poços tubulares profundos até um reservatório de equalização, o qual funcionará como poço de sucção da estação elevatória prevista nesta alternativa. A profundidade média indicada nos estudos hidrogeológicos para os poços tubulares profundos é de 95 m. Foi considerada, ainda, a localização da unidade de recalque (bomba) a 75 m de profundidade.

b) Adutora de Interligação dos Poços e Pré-dimensionamento das Bombas

Conforme indicado na Figura 6.2.5 faz-se necessária a implantação de uma linha adutora interligando os poços tubulares profundos até o reservatório de equalização de vazão. O Quadro 6.2.5 apresenta as características das tubulações previstas para as interligações, bem como das unidades de recalque.



Quadro 6.2.5 – Características da Adutora de Interligação dos Poços

Trecho	DN (mm)	Vazão (l/s)	Perda Carga Tot. (m)	Extensão (m)	Perda Carga (m/m)	Altura Manom. (m)	Pot. por Conj (cv)	Pot. Total (cv)
P1 - A1	200	31,25	4,43	825,0	0,00537	150,0	82,0	100
P2 - P3	200	31,25	4,29	800,0	0,00537	150,0	82,0	100
P3 - A1	200	62,50	12,68	610,0	0,02079	150,0	82,0	100
P4 - A1	200	31,25	0,70	130,0	0,00537	150,0	82,0	100
A1 - A2	250	125,00	4,88	190,0	0,02544	-	-	-
P5 - A2	200	31,25	5,15	960,0	0,00537	150	82,0	100
A2 - A3	300	156,25	7,94	500,0	0,01587	-	-	-
P6 - A3	200	31,25	1,03	190,0	0,00537	150	82,0	100
A3 - A4	400	187,50	2,73	580,0	0,00470	-	-	-
P7 - A4	200	31,25	1,07	200,0	0,00537	150	82,0	100
A4 - Re	400	218,75	3,40	500,0	0,00680	-	-	-
P8 - Re	200	31,25	0,70	130,0	0,00537	150	82,0	100

K = 0,2 mm, Desnível Geométrico Médio Considerado = 120,0 m, Altura manométrica média considerada 150 m. Para a potência instalada considerou-se um acréscimo de 25% para outras utilizações, etc.

Foi considerado um desnível geométrico médio de 120 m, entre o nível dinâmico de água do poço e o reservatório de equalização de vazão. Com o intuito de se definir uma altura manométrica média e se utilizar um mesmo conjunto elevatório nas estimativas de custos, optou-se por adotar um valor correspondente a 30,0 m para as perdas de cargas entre os poços e o reservatório de equalização de vazão. Esse reservatório deverá apresentar as mesmas características do previsto para a alternativa anterior.

c) Estação Elevatória de Água Bruta e Pré-dimensionamento das Bombas - Dados Básicos

• Desnível Geométrico

Considerou-se como desnível geométrico a diferença entre o NA mínimo do poço de sucção e o ponto em cota mais elevada da adutora que interligará o poço de sucção à estação elevatória existente EB1, chegando-se ao valor de 15,0 m. A cota do início do recalque (51,0 m) está localizada no reservatório de equalização de vazão enquanto a cota máxima (66,0 m) está localizada a uma distância de 10.200 m do reservatório de equalização de vazão.



- **Vazão de Adução (idem alternativa anterior)**

- **Extensão da Adutora**

A adutora apresenta extensão total de 13.150 m, dos quais 10.200 m terão regime de operação por recalque e 2.950 m por gravidade.

- **Perdas de Cargas (idem considerações da alternativa anterior)**

- **Estudos de Alternativas - Diâmetros Possíveis para a Adutora**

Em função da vazão de projeto, foram efetuadas as mesmas considerações apresentadas na alternativa anterior.

- **Estudos de Diâmetro Econômico e Conjuntos Motor-Bomba**

Para a definição do diâmetro da adutora de água bruta, bem como das unidades de recalque, considerou-se a instalação de três bombas, sendo que duas operarão em paralelo e uma terceira terá função de reserva (2+1). O Quadro 6.2.6 apresenta uma síntese dos estudos realizados e referentes aos possíveis diâmetros da adutora, bem como as estimativas efetuadas para os conjuntos motor-bomba.

Quadro 6.2.6 – Diâmetros Prováveis Para a Adutora

DN (mm)	V (m/s)	Perda Carga Tot. (m)	Extensão (m)	Perda Carga (m/m)	Altura Manom. (m)	Pot. por Conj (cv)	Pot. Total (cv)
400	1,99	93,02	10.200	0,00912	113,02	250,0	630,0
500	1,27	30,60	10.200	0,00300	50,60	115,0	285,0
600	0,88	12,14	10.200	0,00119	32,14	75,0	180,0
400	1,99	56,54	6.200	0,00912	88,54	200,0	490,0
500	1,27	12,00	4.000	0,00300			

K = 0,2 mm, Vazão Total = 250 l/s, Vazão por Bomba = 125 l/s, Desnível Geométrico = 15,0 m.

Para a potência instalada considerou-se um acréscimo de 25% para iluminação, etc.

Considerou-se, ainda, uma folga de 5,0 m para o ponto de maior cota, onde ocorrerá a transição do regime de recalque para o de gravidade.

Em função dos resultados, anteriormente obtidos, optou-se pela utilização de diâmetros alternados na adutora, isto é, DN 500 no primeiro trecho (4.000 m) e DN 400 no restante da linha por recalque (6.200 m). A definição da utilização do diâmetro de 400 mm, deve-se ao fato de possibilitar o uso de um material alternativo ao ferro fundido, como o PVC DEFOFO, o qual possui

custo menor de implantação. Assim, considerou-se o primeiro trecho de 4.000 m em ferro fundido, DN 500 e o segundo trecho de recalque em PVC DEFOFO DN 400, em uma extensão de 6.200 m. Apesar dos diâmetros de 500 e 600 mm apresentarem alturas manométricas menores e conseqüentemente menores consumos de energia elétrica, pode-se observar que a economia com os custos de implantação é superior aos gastos adicionais decorrentes do maior consumo com energia elétrica, considerando a opção definida nesta alternativa, ou seja, dois diâmetros para a adutora.

A Figura 6.2.6 apresenta o perfil reduzido do terreno e da adutora, considerando os diâmetros estudados (DN 400 e DN 500). Para o trecho por gravidade, em uma extensão de 2.950 m, considerou-se o diâmetro de 500 mm, em ferro fundido, haja visto o desnível geométrico existente ser inferior à perda de carga considerando o diâmetro DN 400.

Pela figura mencionada, observa-se que os primeiros 4.000 metros de extensão deverão apresentar material em Ferro Fundido - DN 500, enquanto que os demais 6.200 m poderão ser executados em PVC DEFOFO DN 400. O trecho por gravidade, em uma extensão de 2.950 m deverá ser executado em ferro fundido DN 500. Assim, para esta alternativa tem-se um total de 6.200 m de tubulações em PVC DEFOFO DN 400 e 6.950 m em ferro fundido DN 500.

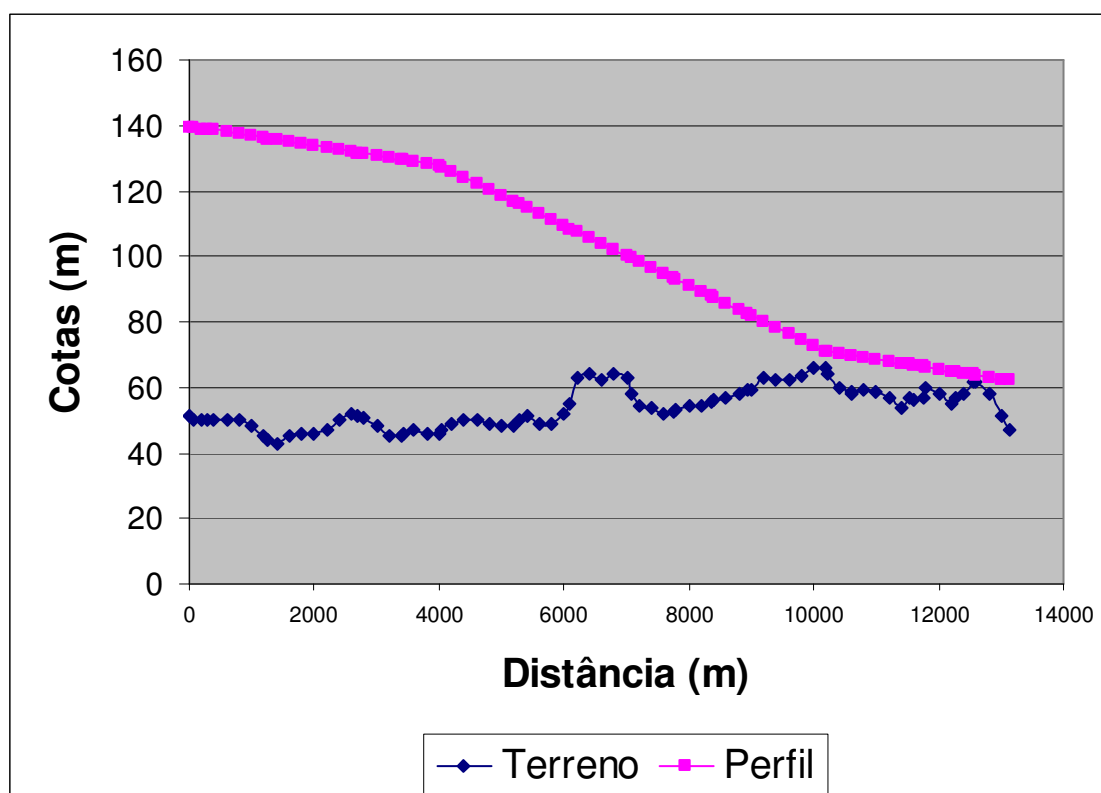


Figura 6.2.6 – Alternativa 3: perfil reduzido do terreno e da adutora



- **Dispositivos de Proteção contra Transientes Hidráulicos**

Quando da elaboração do projeto básico serão realizados estudos com o intuito de se definir os dispositivos necessários para o combate aos transientes hidráulicos que porventura venham ocorrer na adutora.

- **Medidores de Vazão**

Para controle de vazões, foi previsto a implantação de macro-medidores eletromagnéticos, em locais que possibilitem a avaliação entre as vazões afluentes consumidas, permitindo uma análise de índice de perdas físicas em partes do sistema.

d) Estação de Tratamento

Para esta alternativa não há previsão para a instalação de estação de tratamento de água.

e) Rodovias e Energia Elétrica

Pelo que foi observado “in loco”, sentiu-se a necessidade de instalação de uma linha de transmissão de energia elétrica em uma extensão total de 5,0 km.

Com relação a implantação de rodovias para permitir o acesso à adutora projetada, observa-se que não serão necessárias obras nesse sentido, tendo em vista que o caminhamento prevê a utilização das margens das vias de acesso existentes.

6.2.4 Alternativa 4 - Riacho Boa Cica

Nessa alternativa, a captação superficial no riacho Boa Cica deve situar-se a montante da travessia com a rodovia RN 063, em local próximo à confluência desse curso d'água com o riacho Timbó, em sua margem direita, pois o aproveitamento do remanso provocado pelo bueiro da rodovia dispensaria uma obra de elevação de nível d'água, além de proporcionar a captação das águas dos dois mananciais.

Nesse caso, esta alternativa apresenta as seguintes unidades: (i) captação por meio de um canal de derivação; (ii) caixa de areia; (iii) poço de sucção; (iv) estação elevatória; (v) adutora; e (vi) estação de tratamento (convencional ou filtração direta a ser definida em função da qualidade de água do manancial). Essa unidade de tratamento faz-se necessária em virtude da variação da qualidade da água ao longo do ano e das informações colhidas junto a população local, quando da visita técnica realizada na área de projeto.

a) Canal de Derivação

O canal de derivação é proposto para situar-se na margem direita do riacho Timbó, imediatamente a montante de sua confluência com o riacho Boa Cica, a montante da travessia com a RN 063. Esse canal necessita da instalação de gradeamento grosso, a fim de evitar a entrada de materiais indesejáveis e possuir seção retangular, com as características apresentadas no Quadro 6.2.7.

Quadro 6.2.7 – Características do Canal de Derivação (Riacho Boa Cica)

Característica	Unidade	Quantidade
Seção retangular	-	-
Material em concreto	-	-
Vazão total	l/s	250
Comprimento	m	30
Largura de fundo	m	0,50
Altura	m	0,50
Lâmina	m	0,31
Declividade	m/m	0,005
Rugosidade	n	0,015
Velocidade média	m/s	1,34

b) Caixa de Areia

Com o objetivo de retirada de partículas sólidas da água bruta antes da entrada no poço de sucção da estação elevatória, foram previstas duas caixas de areia em paralelo, projetadas para as vazões máximas e funcionamento individual, permitindo a limpeza da outra unidade. As dimensões finais da caixa de areia serão 1,80 m x 10,90 m x 0,60 m, tendo sido considerado uma folga adicional, considerando-se que a profundidade mínima necessária é de 0,50 m.

c) Estação Elevatória de Água Bruta e Pré-dimensionamento das Bombas - Dados Básicos**• Desnível Geométrico**

Considerou-se como desnível geométrico a diferença entre o NA mínimo do poço de sucção e o ponto em cota mais elevada da adutora que interligará o poço de sucção à estação de tratamento, a ser implantada próximo à elevatória existente EB1, chegando-as ao valor de 33,2 m. A cota mínima (32,8 m) está localizada no ponto de captação no Riacho Boa Cica, enquanto a cota máxima (66,0 m) está localizada a uma distância de 13.600 m da captação no Riacho Boa Cica.

- **Vazão de Adução (idem alternativa anterior)**

- **Extensão da Adutora**

A adutora apresenta extensão total de 16.550 m, dos quais 13.600 m terão regime de operação por recalque e 2.950 m por gravidade.

- **Perdas de Cargas (idem considerações da alternativa anterior)**

- **Estudos de Alternativas - Diâmetros Possíveis para a Adutora**

Em função da vazão de projeto, foram efetuadas as mesmas considerações apresentadas na alternativa anterior.

- **Estudos de Diâmetro Econômico e Conjuntos Motor-Bomba**

Para a definição do diâmetro da adutora de água bruta, bem como das unidades de recalque, considerou-se a instalação de três bombas, sendo que duas operarão em paralelo e uma terceira terá função de reserva (2+1).

O Quadro 6.2.8 apresenta uma síntese dos estudos realizados, referentes aos possíveis diâmetros da adutora, bem como as estimativas efetuadas para os conjuntos motor-bomba.

Quadro 6.2.8 – Diâmetros Prováveis Para a Adutora

DN (mm)	V (m/s)	Perda Carga Tot. (m)	Extensão (m)	Perda Carga (m/m)	Altura Manom. (m)	Pot. por Conj (cv)	Pot. Total (cv)
400	1,99	124,03	13.600	0,00912	162,23	360	900
500	1,27	40,80	13.600	0,00300	79,00	175	440
600	0,88	16,18	13.600	0,00119	54,38	120	300
400	1,99	41,95	4.600	0,00912	107,15	240	595
500	1,27	27,00	9.000	0,00300			

K = 0,2 mm, Vazão Total = 250 l/s, Vazão por Bomba = 125 l/s, Desnível Geométrico = 33,2 m. Para a potência instalada considerou-se um acréscimo de 25% para iluminação, etc.

Considerou-se, ainda, uma folga de 5,0 m para o ponto de maior cota, onde ocorrerá a transição do regime de recalque para o de gravidade.

Em função dos resultados, anteriormente obtidos, optou-se pela utilização de diâmetros alternados na adutora, isto é, DN 500 no primeiro trecho (9.000 m) e DN 400 no restante da linha por recalque (4.600 m). A definição da utilização do diâmetro de 400 mm, deve-se ao fato de possibilitar o uso de um material alternativo ao ferro fundido, como o PVC DEFOFO, o qual possui custo menor de implantação. Assim, considerou-se o primeiro trecho de 9.000 m em ferro fundido, DN 500 e o segundo trecho de recalque em PVC DEFOFO DN 400, em uma extensão de 4.600 m. Apesar dos diâmetros de 500 e 600 mm apresentarem alturas manométricas menores e conseqüentemente menores consumos de energia elétrica, pode-se observar que a economia com os custos de implantação é superior aos gastos adicionais decorrentes do maior consumo com energia elétrica, considerando a opção definida nesta alternativa, ou seja, dois diâmetros para a adutora.

A Figura 6.2.8 apresenta o perfil reduzido do terreno e da adutora, considerando os diâmetros estudados (DN 400 e DN 500). Para o trecho por gravidade, em uma extensão de 2.950 m, considerou-se o diâmetro de 500 mm, em ferro fundido, tendo em vista que o desnível geométrico existente é inferior à perda de carga considerando o diâmetro DN 400.

Pela figura mencionada, observa-se que os primeiros 9.000 metros de extensão deverão apresentar material em Ferro Fundido - DN 500, enquanto que os demais 4.600 m poderão ser executados em PVC DEFOFO DN 400. O trecho por gravidade, em uma extensão de 2.950 m, deverá ser executado em ferro fundido DN 500. Assim, para esta alternativa tem-se um total de 4.600 m de tubulações em PVC DEFOFO DN 400 e 11.950 m em ferro fundido DN 500.

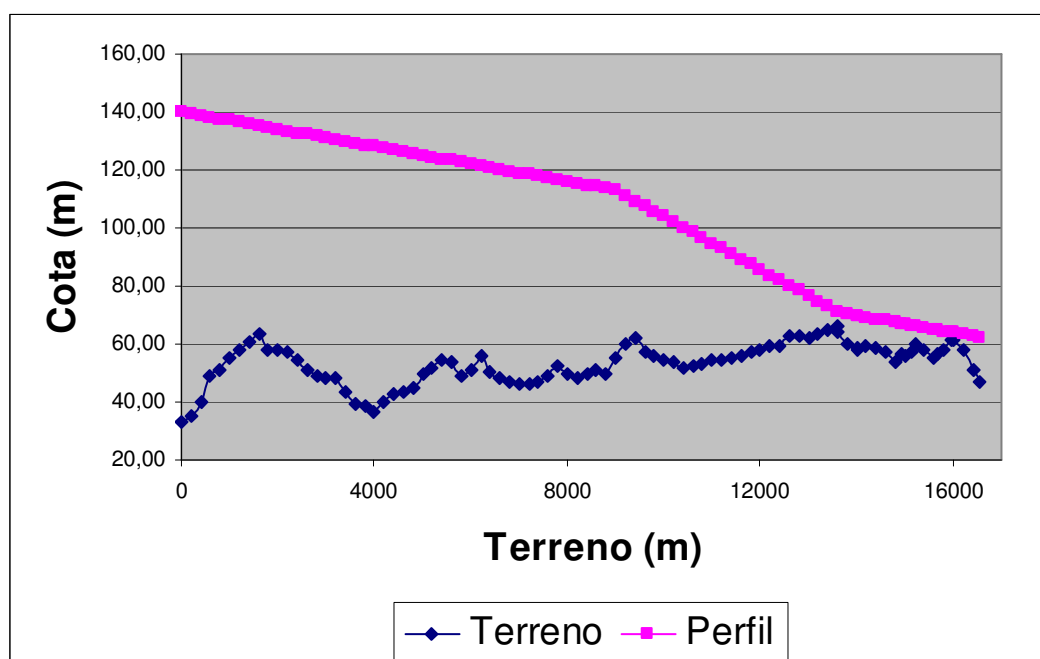


Figura 6.2.8 – Alternativa 4: perfil reduzido do terreno e da adutora



- **Dispositivos de Proteção contra Transientes Hidráulicos**

Quando da elaboração do projeto básico, serão realizados estudos com o intuito de se definir os dispositivos necessários para o combate aos transientes hidráulicos que porventura venham ocorrer na adutora.

- **Medidores de Vazão**

Para controle de vazões, foi previsto a implantação de macro-medidores eletromagnéticos, em locais que possibilitem a avaliação entre as vazões afluentes consumidas, permitindo uma análise de índice de perdas físicas em partes do sistema.

d) Estação de Tratamento

A estação de tratamento de água (ETA) proposta situa-se próxima da estação elevatória existente EB-01, porém em cota altimétrica superior. Assim, não haverá necessidade da instalação de uma estação elevatória de água tratada, interligando a ETA ao tanque de contato (desinfecção) da estação elevatória existente EB-01.

O processo a ser utilizado na ETA (filtração direta ou convencional) será definido posteriormente, com dados de variação da qualidade da água bruta ao longo do ano. Nesse sentido, a ETA deve possuir capacidade nominal para 250 l/s.

e) Rodovias e Energia Elétrica

Próximo ao ponto de captação previsto, a montante da Rodovia RN 063, passa uma linha de alta tensão para distribuição de energia elétrica. Assim, para esta alternativa, não há previsão para a execução de linha de distribuição adicional de energia elétrica.

Com relação a implantação de rodovias para permitir o acesso à adutora projetada, observa-se que não serão necessárias obras nesse sentido, tendo em vista que o caminhamento prevê a utilização das margens das vias de acesso existentes.

6.2.5 Alternativa 5 - Riacho Pium

Nessa alternativa, a captação superficial no riacho Pium deve se situar às margens do pequeno açude existente na parte média desse curso d'água, em sua porção final, ou seja, próximo ao final do lago. As unidades constituintes são, neste caso: (i) canal de derivação; (ii) caixa de areia; (iii) poço de sucção; (iv) estação elevatória; (v) linha de recalque; e (vi) estação de tratamento convencional, em virtude da variação da qualidade das águas ao longo do ano, decorrente do tipo de ocupação da bacia hidrográfica.



a) Canal de Derivação

O canal de derivação é proposto para situar-se na margem esquerda do riacho Pium, imediatamente a jusante do pequeno açude existente na parte média desse curso d'água. Esse canal necessita da instalação de gradeamento grosso, a fim de evitar a entrada de materiais indesejáveis e possuir seção retangular, com as características apresentadas no Quadro 6.2.9.

Quadro 6.2.9 – Características do Canal de Derivação (Riacho Pium)

Característica	Unidade	Quantidade
Seção retangular	-	-
Material em concreto	-	-
Vazão total	l/s	250
Comprimento	m	30
Largura de fundo	m	0,50
Altura	m	0,50
Lâmina	m	0,31
Declividade	m/m	0,005
Rugosidade	n	0,015
Velocidade média	m/s	1,34

b) Caixa de Areia

Com o objetivo de retirada de partículas sólidas da água bruta antes da entrada no poço de sucção da estação elevatória, foram previstas duas caixas de areia em paralelo, projetadas para as vazões máximas e funcionamento individual permitindo a limpeza da outra unidade. As dimensões finais da caixa de areia serão 1,80 m x 10,90 m x 0,60 m, tendo sido considerado uma folga adicional, considerando-se que a profundidade mínima necessária é de 0,50 m.

c) Estação Elevatória de Água Bruta e Pré-dimensionamento das Bombas - Dados Básicos**• Desnível Geométrico**

Considerou-se como desnível geométrico a diferença entre o NA mínimo do poço de sucção e o ponto em cota mais elevada da adutora que interligará o poço de sucção à estação de tratamento a ser implantada próximo à elevatória existente EB1, chegando-se ao valor de 48,5 m. A cota



mínima (20,0 m) está localizada no ponto de captação no rio Pium, enquanto que a cota máxima (68,5 m) está localizada a uma distância de 8.920 m da captação no rio Pium.

- **Vazão de Adução (idem alternativa anterior)**

- **Extensão da Adutora**

A adutora apresenta extensão total de 10.170 m, dos quais 8.920 m terão regime de operação por recalque e 1.250 m por gravidade.

- **Perdas de Cargas (idem considerações da alternativa anterior)**

- **Estudos de alternativas - Diâmetros Possíveis para a Adutora**

Em função da vazão de projeto, foram efetuadas as mesmas considerações apresentadas na alternativa anterior.

- **Estudos de Diâmetro Econômico e Conjuntos Motor-Bomba**

Para a definição do diâmetro da adutora de água bruta, bem como das unidades de recalque, considerou-se a instalação de três bombas, sendo que duas operarão em paralelo e uma terceira terá função de reserva (2+1).

O Quadro 6.2.10 apresenta uma síntese dos estudos realizados no item anterior, referentes aos possíveis diâmetros da adutora, bem como as estimativas efetuadas para os conjuntos motor-bomba.

Quadro 6.2.10 – Diâmetros Prováveis Para a Adutora

DN (mm)	V (m/s)	Perda Carga Tot. (m)	Extensão (m)	Perda Carga (m/m)	Altura Manom. (m)	Pot. por Conj (cv)	Pot. Total (cv)
400	1,99	81,31	8.920	0,00912	134,81	300,0	750
500	1,27	26,77	8.920	0,00300	80,27	178,4	450
600	0,88	10,58	8.920	0,00119	64,08	142,4	360

K = 0,2 mm, Vazão Total = 250 l/s, Vazão por Bomba = 125 l/s, Desnível Geométrico = 48,5 m.

Para a potência instalada considerou-se um acréscimo de 25% para iluminação, etc.

Considerou-se, ainda, uma folga de 5,0 m para o ponto de maior cota, onde ocorrerá a transição de regime de recalque para o de gravidade.



Em função dos resultados, anteriormente obtidos, optou-se pela utilização do diâmetro de 400 mm, uma vez que apresenta a possibilidade de utilização de material alternativo ao ferro fundido, tal como o PVC DEFOFO, em grande parte da extensão da adutora. Apesar dos diâmetros de 500 e 600 mm apresentarem alturas manométricas menores e, conseqüentemente, menores consumos de energia elétrica. Assim, pode-se observar que a economia com os custos de implantação é superior aos gastos adicionais decorrentes do maior consumo com energia elétrica.

A Figura 6.2.10 apresenta o perfil reduzido do terreno e da adutora, considerando o diâmetro estudado (DN 400). Para o trecho por gravidade, em uma extensão de 1.250 m, considerou-se o mesmo diâmetro utilizado para o trecho por recalque. Entretanto, os tubos PVC DEFOFO possuem uma pressão máxima de serviço de 1MPa, sendo um valor limite para os primeiros 4.000 m da adutora em análise (desconsiderando uma possível sobrepressão). Nesse sentido, adotou-se o material em Ferro Fundido para a adutora no trecho inicial até a distância 4.000 m e PVC DEFOFO no restante de seu comprimento, ou seja, em uma extensão de 6.170 m.

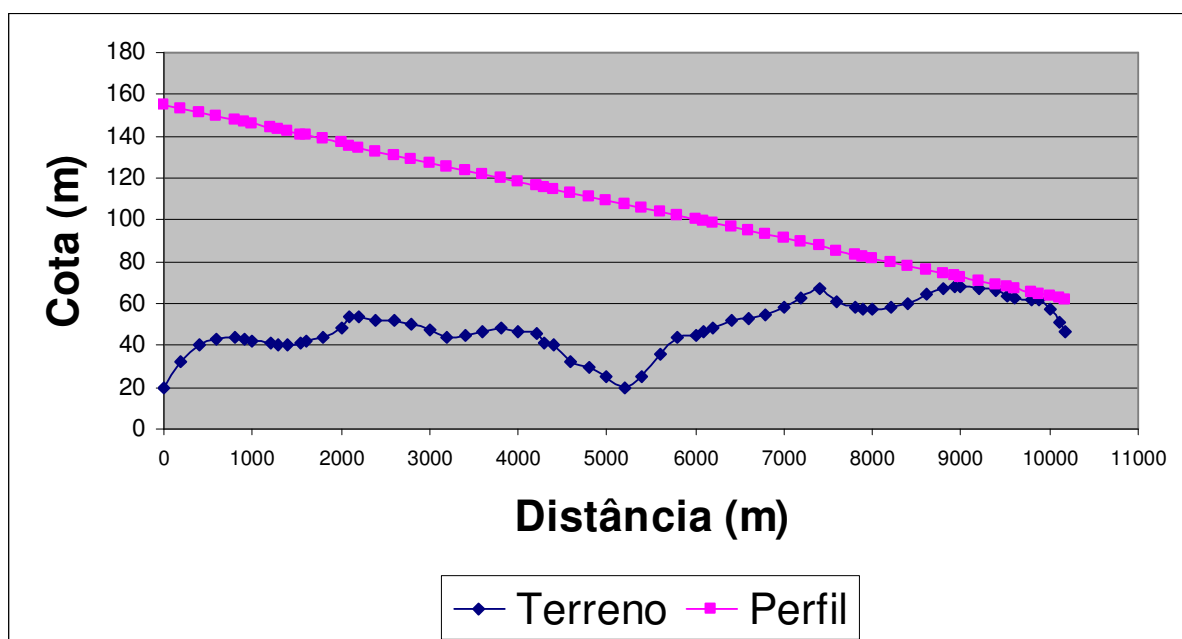


Figura 6.2.10 – Alternativa 5: perfil reduzido do terreno e da adutora

- **Dispositivos de Proteção contra Transientes Hidráulicos**

Quando da elaboração do projeto básico serão realizados estudos com o intuito de se definir os dispositivos necessários para o combate aos transientes hidráulicos que porventura venham ocorrer na adutora.



- **Medidores de Vazão**

Para controle de vazões, foi prevista a implantação de macro-medidores eletromagnéticos, em locais que possibilitem a avaliação entre as vazões afluentes consumidas, permitindo uma análise de índice de perdas físicas em partes do sistema.

d) Estação de Tratamento

A estação de tratamento de água (ETA) proposta situa-se próxima da estação elevatória existente EB1, porém em cota altimétrica superior. Assim, não há necessidade da instalação de uma estação elevatória de água tratada, interligando a ETA ao tanque de contato (desinfecção) da estação elevatória existente EB-01.

O processo a ser utilizado na ETA (filtração direta ou convencional) será definido posteriormente, com dados de variação da qualidade da água bruta ao longo do ano. Nesse sentido, a ETA deve possuir capacidade nominal para 250 l/s.

e) Rodovias e energia elétrica

Próximo ao ponto de captação previsto, não há linha de alta tensão para distribuição de energia elétrica. Assim, para esta alternativa, tem-se necessidade de execução de linha de distribuição adicional de energia elétrica, com início na BR 101 até o ponto de captação, em uma extensão estimada da ordem de 7,0 Km.

Com relação a implantação de rodovias, para permitir o acesso a adutora projetada, observa-se que serão necessárias obras nesse sentido, tendo em vista que o caminhamento paralelo a ferrovia não possibilita o acesso direto. Assim, estima-se serem necessários 4,5 km de vias.

6.2.6 Avaliação da Alternativa de Mínimo Custo

Para se definir qual a alternativa de mínimo custo foram levantados os custos de implantação, operação e manutenção do sistema considerando um período de 20 anos. Os estudos foram realizados em fevereiro de 2004, sendo que os resumos dos investimentos financeiros das alternativas são apresentados a seguir.



Quadro 6.2.11 – Resumo dos Investimentos Financeiros

Alternativa 1		
Discriminação	Anos	
	0	10
Serv.Prelim	2.672.395	0,00
Captação	377.923	188.961,49
Elevação	1.208.219	671.232,50
Adução	4.098.868	0,00
Reservação	103.120	0,00
ETA		0,00
Distribuição(D.Inst.)	2.174.633	0,00
TOTAL	10.635.157,35	860.193,99

Quadro 6.2.12 – Resumo dos Investimentos Financeiros

Alternativa 2		
Discriminação	Anos	
	0	10
Serv.Prelim.	3.570.766	0,00
Captação	557.495	278.747,41
Elevação	1.180.954	656.085,50
Adução	3.556.376	0,00
Reservação	103.120	0,00
ETA		0,00
Distribuição(D.Inst.)	2.174.633	0,00
TOTAL	11.143.343,45	934.832,91

Quadro 6.2.13 – Resumo dos Investimentos Financeiros

Alternativa 3		
Discriminação	Anos	
	0	10
Serv.Prelim.	4.906.967	0,00
Captação	377.923	188.961,49
Elevação	1.201.450	667.472,00
Adução	3.345.023	0,00
Reservação	103.120	0,00
ETA		0,00
Distribuição(D.Inst.)	2.174.633	0,00
TOTAL	12.109.115,60	856.433,49



Quadro 6.2.14 – Resumo dos Investimentos Financeiros

Alternativa 4

Discriminação	Anos	
	0	10
Serv.Prelim.	553.784	0
Captação	1.337.730	668.865
Elevação	0	0
Adução	4.260.098	0
Reservação	0	0
ETA	1.628.389	361.864
Distribuição(D.Inst.)	2.174.633	0
TOTAL	9.954.634,82	1.030.729,35

Quadro 6.2.15 – Resumo dos Investimentos Financeiros

Alternativa 5

Discriminação	Anos	
	0	10
Serv.Prelim.	7.290.889	0
Captação	1.520.582	760.291
Elevação	0	0
Adução	1.871.557	0
Reservação	0	0
ETA	1.628.389	361.864
Distribuição(D.Inst.)	2.174.633	0
TOTAL	14.486.050,62	1.122.155,31

De posse dos custos operacionais foi utilizado o SIMOP para a obtenção das taxas internas de retorno e avaliação da Alternativa de Mínimo Custo. O Quadro 6.2.16 mostra os principais indicadores obtidos nos estudos. Tal qual nos mostra os indicadores, o estudo concluiu pela viabilidade financeira e econômica de todas as alternativas e como já eram viáveis técnica e ambientalmente, todas elas poderiam ser utilizadas. Observa-se que a Alternativa 4 supera todas as outras em qualquer indicador. Desse modo, conclui-se que, do ponto de vista financeiro e econômico, a alternativa a ser escolhida deveria ser a 4 (captação superficial no riacho Boa Cica), entretanto em função das questões ambientais a escolha recaiu sobre outra alternativa.

Quadro 6.2.16 – Resultados dos Estudos Financeiros e Econômicos das Alternativas

Indicadores	Alternativa				
	1	2	3	4	5
Tx. Int. Retorno Econômico	22,8%	22,5%	21,1%	24,2%	19,2%
V. P. L. (SIMOP) (R\$ mil)	9.944	9.969	8.899	11.074	7.842
T.I.R.	12,1%	11,7%	9,9%	14,3%	7,9%
V. P. L. (R\$ mil)	2.890	2.673	1.317	4.329	-437
Subsídio/habitante	-	-	U\$ 4,2	-	U\$ 9,7
Custo da Água (R\$/m³)	0,55	0,56	0,59	0,52	0,53



FIGURA 6.2.1 Poços Boa Cica



Figura 6.2.3 Poços Canjoão





Figura 6.2.5 Poços Alcaçus





Figura 6.2.7 Riacho Boa Cica





Figura 6.2.9 Riacho Pium



6.3 DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA DEFINIDA NA AMPLIAÇÃO DA PRODUÇÃO

Neste item apresenta-se a descrição da alternativa escolhida para a ampliação do sistema produtivo de água da Adutora Monsenhor Expedito. Salienta-se que a referida Alternativa foi detalhada em nível básico.

Como conclusão dos estudos de alternativas obteve-se como solução mais viável técnica, econômica e ambiental a que prevê a utilização de manancial subterrâneo com poços a serem implantados na área denominada Canjoão, conforme será melhor descrito no item de avaliação ambiental.

Os estudos desenvolvidos foram divididos em três partes distintas, a saber: a) Projeto Hidráulico/Estrutural contendo todas as informações, em nível básico, para a realização do processo licitatório das obras, sendo composto de memória de cálculo, especificações técnicas de materiais, serviços e equipamentos, desenhos e estimativas de custos; b) Projeto Elétrico composto de memória de cálculo, especificações de materiais, serviços e equipamentos, desenhos e estimativas de custos; c) Levantamento Topográfico.

Cabe salientar que os estudos desenvolvidos tiveram como base as conclusões obtidas junto aos Estudos de Alternativas descritos anteriormente (foram concluídos em maio de 2002) e que todas as modificações realizadas visaram minimizar os custos referentes a implantação, operação e manutenção. Assim, os ajustes realizados na fase de elaboração do Projeto Básico foram justificados ao longo do Relatório Técnico e nenhum deles proporciona modificações nas conclusões obtidas nos Estudos de Alternativas, uma vez que visam a otimização da alternativa que já era a mais viável técnica, econômica e ambiental.

As unidades previstas para compor a alternativa selecionada são: captação de água por meio de 12 poços tubulares profundos; subadutoras 1 e 2 interligando os poços tubulares profundos a um centro de reunião de água; Reservatório de equalização de vazão, estação elevatória de água bruta, adutora de água bruta e interligação ao sistema existente.

Conforme descrito anteriormente, observa-se que no Projeto Básico foram realizadas locações dos poços tubulares profundos no sítio B1 na área denominada Canjoão, com a implantação de marcos de concreto em todos eles. Assim, quando de suas implantações, não deverão ocorrer dificuldades para as localizações desses pontos.

As interligações dos poços tubulares profundos até o centro de reunião de água serão realizadas por meio de duas subadutoras denominadas 1 (poços 01 a 06 e P10) e 2 (poços 07 a 09, P11 e P12), conforme apresentado na Figura 6.3.1. Ao longo do caminhamento das subadutoras está prevista a implantação de uma estrada vicinal com largura de 4,0 m.

Deve-se salientar que o projeto básico das subadutoras teve como premissas básicas os estudos hidrogeológicos e a utilização de parâmetros médios. Assim, o projeto executivo dessas subadutoras somente deverá ser elaborado após a implantação dos poços tubulares profundos e a realização dos respectivos testes de vazões.



Figura 6.3.1



Todas as águas captadas por meio dos poços de tubulares profundos deverão ser conduzidas até o reservatório de regularização de vazão, que funcionará como poços de sucção da estação elevatória de água bruta, que deverá ser implantada na mesma área do reservatório. A partir dessa elevatória tem-se a adutora de água bruta que será interligada à Estação Elevatória Existente denominada EB-01, localizada próxima à captação superficial também existente na lagoa do Bonfim.

Para a definição das vazões necessárias para o abastecimento de água para as cidades e localidades do Sistema Adutor Agreste/Trairi/Potengi – Adutora Monsenhor Expedito foram adotados os parâmetros de projeto contidos nos Termos de Referência que deram origem ao contrato que originou a elaboração do projeto básico. Assim, A vazão total considerada para o Sistema Adutor Agreste/Trairi/Potengi – Adutora Monsenhor Expedito foi de 452,32 l/s ou 1.628,35 m³/h, havendo a necessidade de ampliação em mais 220 l/s para o funcionamento máximo diário de 21 horas, dos poços tubulares profundos.

6.3.1 Dimensionamento Hidráulico dos Poços Tubulares Profundos

Este item tem por finalidade apresentar o resultado do dimensionamento hidráulico das tubulações a serem utilizadas nos poços tubulares profundos bem como nas suas interligações até o centro de reunião de água. Conforme descrito anteriormente, a profundidade média estimada para os poços tubulares profundos a serem instalados no Sítio B1 deve ser de 80,0 m, com nível dinâmico médio de 40,0 m e posição da bomba a 45 m de profundidade. A vazão média esperada é de 20,83 l/s. Assim, para o poço tipo foram considerados os parâmetros médios acima descritos.

O Quadro 6.3.1 apresenta uma síntese dos estudos realizados para a definição das tubulações a serem implantadas no trecho compreendido entre a bomba e a boca de cada um dos 12 poços.

Quadro 6.3.1 – Diâmetros Prováveis Para o Trecho

DN (mm)	V (m/s)	Perda Carga Tot. (m)	Extensão (m)	Perda Carga (m/m)
100	2,65	3,88	45,0	0,08635
150	1,17	0,50	45,0	0,01095
200	0,70	0,12	45,0	0,00269

K = 0,2 mm, Vazão Total = 20,83 l/s

Em função dos resultados, anteriormente obtidos, optou-se pela utilização de diâmetros nesse trecho correspondendo a DN 150. A definição da utilização do diâmetro de 150 mm, deve-se ao fato de possibilitar uma perda de carga menor e uma velocidade mais razoável se comparadas com o DN 100. Assim, tem-se facilitada a possibilidade de utilização de um maior número possível



de bombas com as mesmas características, ou seja mesma marca e modelo, facilitando a operação e manutenção do sistema.

6.3.2 Trechos das Subadutoras

Neste item são apresentados os resultados dos dimensionamentos das subadutoras 1 e 2. A Figura 6.3.1 apresenta uma planta geral e indicação dos caminhamentos descritos nos Quadros 6.3.2 (Subadutora 1) e 6.3.3 (Subadutora 2).

Salienta-se que todos os trechos previstos para as subadutoras apresentaram diâmetro mínimo igual a 200 mm tendo como objetivo reduzir ao máximo as perdas de cargas e possibilitar uma padronização na definição dos equipamentos.

Quadro 6.3.2 - Características da Subadutora 1 de Interligação dos Poços

Trecho	DN (mm)	Vazão (l/s)	Perda de Carga Unit. (m/m)	Extensão (m)	Perda Carga Tot. (m)	Cota do Ponto Inicial (m)
P1 – A	150	20,83	0,01008	50,00	0,50	42,00
A – C	200	20,83	0,00263	382,50	1,01	42,00
P2 – B	150	20,83	0,01008	50,0	0,50	41,00
B – C	200	20,83	0,00263	105,30	0,28	41,00
C – E	200	41,67	0,00962	428,30	4,12	53,52
P3 – D	150	20,83	0,01008	50,00	0,50	40,50
D – E	200	20,83	0,00263	133,70	0,35	40,50
E – G	250	62,50	0,00678	429,70	2,91	47,03
P4 – F	150	20,83	0,01008	50,00	0,50	40,20
F – G	200	20,83	0,00263	58,10	0,15	40,20
G – I	250	83,33	0,01146	379,90	4,35	43,08
P5 – H	150	20,83	0,01008	50,00	0,50	40,00
H – I	200	20,83	0,00263	66,50	0,17	40,00
I – J	300	104,17	0,00716	238,80	1,71	48,70
P10 – K	150	20,83	0,01008	50,00	0,50	43,12
K – M	200	20,83	0,00263	430,90	1,13	43,12
P6 – L	150	20,83	0,01008	50,0	0,50	39,90
L – M	200	20,83	0,00263	101,20	0,27	39,90
M – J	200	41,67	0,00962	217,00	2,09	45,50
J – Res	300	145,81	0,01385	171,30	2,37	42,06

K = 0,2 mm

Quadro 6.3.3 - Características da Subadutora 2 de Interligação dos Poços

Trecho	DN (mm)	Vazão (l/s)	Perda de Carga Unit. (m/m)	Extensão (m)	Perda Carga Tot. (m)	Cota do Ponto Inicial (m)
P7 – N	150	20,83	0,01008	50,00	0,50	40,50
N – P	200	20,83	0,00263	588,30	1,55	40,50
P8 – O	150	20,83	0,01008	50,0	0,50	39,00
O – P	200	20,83	0,00263	31,50	0,08	39,00
P – R	200	41,67	0,00962	593,40	5,71	48,37
P9 – Q	150	20,83	0,01008	50,00	0,50	40,25
Q – R	200	20,83	0,00263	47,30	0,12	40,25
R – V	250	62,50	0,00678	171,30	1,16	49,33
P11 – S	150	20,83	0,01008	50,00	0,50	44,90
S – U	200	20,83	0,00263	539,70	1,42	44,90
P12 – T	150	20,83	0,01008	50,00	0,50	40,20
T – U	200	20,83	0,00263	69,60	0,18	40,20
U – V	200	41,67	0,00962	539,10	5,19	52,07
V – Res	300	104,17	0,00716	215,00	1,54	43,25

K = 0,2 mm

A cota regularizada do terreno na área do centro de reservação é de 39,20 m e o nível máximo de água no reservatório é de 42,80 m.

6.3.3 Dimensionamentos das Bombas

Conforme descrito anteriormente os dimensionamentos das bombas dos poços tubulares profundos deverão ser revistas quando da elaboração do projeto executivo, uma vez que os cálculos tiveram como base os valores médios previstos para a exploração do manancial subterrâneo. Assim, o projeto executivo somente deverá ser contratado após a perfuração dos poços e a realização dos testes de vazões em cada poço.

A seguir são apresentados os resultados dos cálculos efetuados para os dimensionamentos, em nível básico, dos conjuntos elevatórios, contendo as principais características dos conjuntos elevatórios.



As características da bomba para do poço P1 são:

- Vazão – 20,83 l/s;
- Altura Manométrica – 60,77 m;
- Rendimento Mínimo de 70%;
- Potência da Bomba – 25 cv.

As características da bomba para do poço P2 são:

- Vazão – 20,83 l/s;
- Altura Manométrica – 61,04 m;
- Rendimento Mínimo de 70%;
- Potência da Bomba – 25 cv.

As características da bomba para do poço P3 são:

- Vazão – 20,83 l/s;
- Altura Manométrica – 57,49 m;
- Rendimento Mínimo de 70%;
- Potência da Bomba – 25,0 cv.

As características da bomba para do poço P4 são:

- Vazão – 20,83 l/s;
- Altura Manométrica – 54,69 m;
- Rendimento Mínimo de 70%;
- Potência da Bomba – 22,5 cv.

As características da bomba para do poço P5 são:

- Vazão – 20,83 l/s;
- Altura Manométrica – 50,55 m;
- Rendimento Mínimo de 70%;
- Potência da Bomba – 22,5 cv.

As características da bomba para do poço P10 são:

- Vazão – 20,83 l/s;
- Altura Manométrica – 46,77 m;
- Rendimento Mínimo de 70%;



- Potência da Bomba – 20,0 cv.

As características da bomba para do poço P6 são:

- Vazão – 20,83 l/s;
- Altura Manométrica – 49,13 m;
- Rendimento Mínimo de 70%;
- Potência da Bomba – 20,0 cv.

As características da bomba para do poço P7 são:

- Vazão – 20,83 l/s;
- Altura Manométrica – 57,76 m;
- Rendimento Mínimo de 70%;
- Potência da Bomba – 25,0 cv.

As características da bomba para do poço P8 são:

- Vazão – 20,83 l/s;
- Altura Manométrica – 57,79 m;
- Rendimento Mínimo de 70%;
- Potência da Bomba – 25,0 cv.

As características da bomba para do poço P9 são:

- Vazão – 20,83 l/s;
- Altura Manométrica – 50,87 m;
- Rendimento Mínimo de 70%;
- Potência da Bomba – 22,5 cv.

As características da bomba para do poço P11 são:

- Vazão – 20,83 l/s;
- Altura Manométrica – 50,55 m;
- Rendimento Mínimo de 70%;
- Potência da Bomba – 22,5 cv.

As características da bomba para do poço P12 são:

- Vazão – 20,83 l/s;
- Altura Manométrica – 54,01 m;



- Rendimento Mínimo de 70%;
- Potência da Bomba – 22,5 cv.

6.3.4 Centro de Reunião de Água

Conforme descrito anteriormente foi prevista a construção de um reservatório apoiado cujo objetivo é equalizar a vazão captada e funcionará como poço de sucção para a estação elevatória.

O reservatório deverá apresentar volume suficiente para proporcionar um recalque na elevatória de água bruta de, no mínimo, uma hora. O volume mínimo desse reservatório deverá ser de 900 m³. Assim, adotou-se um reservatório com capacidade de 1.000 m³. Esse volume também proporcionará uma melhor operação da estação elevatória, uma vez que possibilitará a definição do sistema de liga-desliga das bombas em níveis diferentes e conseqüentemente a não ocorrência do início de operação simultânea dos dois conjuntos moto-bombas e a redução da potência instalada na estação elevatória de água bruta.

6.3.5 Dimensionamento Hidráulico da Adutora e Estação Elevatória

Este item tem por finalidade apresentar os resultados do dimensionamento hidráulico das tubulações a serem utilizadas na adutora de água bruta, bem como a estação elevatória prevista na ampliação do sistema produtivo da Adutora Monsenhor Expedito.

Foram seguidas as premissas básicas definidas nos Estudos de Alternativas, entretanto optou-se pela utilização de tubulações cujo diâmetro é de 500 mm, haja vista a disponibilidade no mercado desse diâmetro em materiais alternativos, como o de PVC DEFOFO e por esse material apresentar custos muito inferiores se comparados ao ferro fundido.

A título de exemplo, quando da elaboração do Projeto Básico, foram levantados preços desse material alternativo na tabela de preços de CAESB, quando foi possível constatar que o preço para essa tubulação em DN 500 era de R\$ 272,51/m. Os preços da CAERN para as tubulações de ferro fundido, K7 JE, DN 400 e DN 500 eram respectivamente de R\$ 283,55/m e R\$ 333,59/m. Pelo exposto, observa-se que o preço da tubulação DN 500 em PVC DEFOFO era menor que o preço da tubulação de ferro fundido DN 400.

Assim, optou-se pela utilização do DN 500 ao longo de toda a extensão da adutora, uma vez que possibilitará a adoção de material em PVC DEFOFO também ao longo de toda a extensão da adutora, com custos de implantação significativamente inferiores se comparados com a proposta vencedora dos Estudos de Alternativas. Os custos operacionais também serão sensivelmente inferiores, tendo em vista a possibilidade de utilização de equipamentos elevatórios com menor potência e conseqüentemente menor consumo de energia elétrica. Com as pressões de serviço na adutora sendo bem inferiores aos inicialmente previstos pode-se, também, reduzir as necessidades de dispositivos para combate de transientes hidráulicos.



a) Dados Básicos

• Desnível Geométrico

Considerou-se como desnível geométrico a diferença entre o NA mínimo do poço de sucção (reservatório de reunião de água) e o ponto em cota mais elevada da adutora que interligará o poço de sucção à estação de tratamento a ser implantada próximo à elevatória existente EB1. Nesse local deverá ser implantando uma caixa de quebra de pressão (Stand Pipe) e a partir desse ponto a adução passará a ser por gravidade. A cota do NA mínimo do reservatório deverá ser igual a 40,00 m (um metro acima do fundo) visando garantir o funcionamento sempre afogado das bombas. A cota no trecho final da adutora com regime de escoamento por recalque e localizada na estaca E97 + 0,00, ou seja, a 9.700 m do reservatório é de 60,29 m.

A menor cota nesse trecho da adutora pode ser observada na estaca E24 + 60,52 m corresponde a 31,88 m. Assim, o desnível geométrico máximo na adutora em projeto, no trecho por recalque, é de 20,29 m.

• Vazão de Adução

Conforme descrito anteriormente, observa-se que a vazão de recalque deverá ser de 250,0 l/s, para uma operação máxima de 21 horas/dia.

• Extensão da Adutora – Trecho por Recalque

A adutora apresenta extensão total de 13.915, dos quais 9.700 m por recalque e 4.215 m por gravidade.

• Critérios para o Dimensionamento da Adutora

Com o objetivo de definir a cota necessária no ponto da caixa de quebra de pressão (Stand Pipe), optou-se por dimensionar primeiramente o trecho por gravidade e posteriormente o trecho por recalque. Assim, tem-se a cota necessária no Stand Pipe para que a adutora opere adequadamente.

b) Dimensionamento da Adutora – Trecho por Gravidade

A cota do terreno onde será instalado o Stand Pipe é de 60,29 m estando na estaca E 97 + 0,00 a 9.700 m da estação elevatória de água bruta. A cota de chegada no poço de sucção da EB-01 existente é de 45,67 m, proporcionando um desnível geométrico de 14,62 m.

A distância entre o Stand Pipe e o final da adutora de água bruta é de 4.215 m, devendo ser acrescido uma extensão total de 18 m correspondendo a um trecho complementar até a chegada

no poço de sucção da estação elevatória EB-01 existente. Assim, a extensão total desse trecho da adutora é de 4.233 m.

O Quadro 6.3.4 apresenta as perdas de carga previstas para os diâmetros nominais de 400 mm, 500 mm e 600 mm.

Quadro 6.3.4 – Diâmetros Prováveis Para a Adutora – Trecho por Gravidade

DN (mm)	Velocidade (m/s)	Perda Carga (m/m)	Extensão (m)	Perda Carga Tot. (m)
400	1,99	0,00912	4.233	38,60
500	1,27	0,00300	4.233	12,70
600	0,88	0,00119	4.233	5,04

K = 0,2 mm, Vazão Total = 250 l/s,

Pelo apresentado anteriormente observa-se que o diâmetro correspondente a 400 mm não é viável tecnicamente, uma vez que apresenta perda de carga muito superior ao desnível geométrico existente. Os diâmetros DN 500 e DN 600 são passíveis de utilização, entretanto optou-se pela utilização do DN 500 uma vez que existe no mercado tubulação nesse diâmetro em PVC DEFOFO, sendo sensivelmente mais econômico que o ferro fundido. Definido o diâmetro a ser utilizado, preparou-se a Figura 6.3.2 correspondendo ao perfil do terreno e piezométrico do trecho.

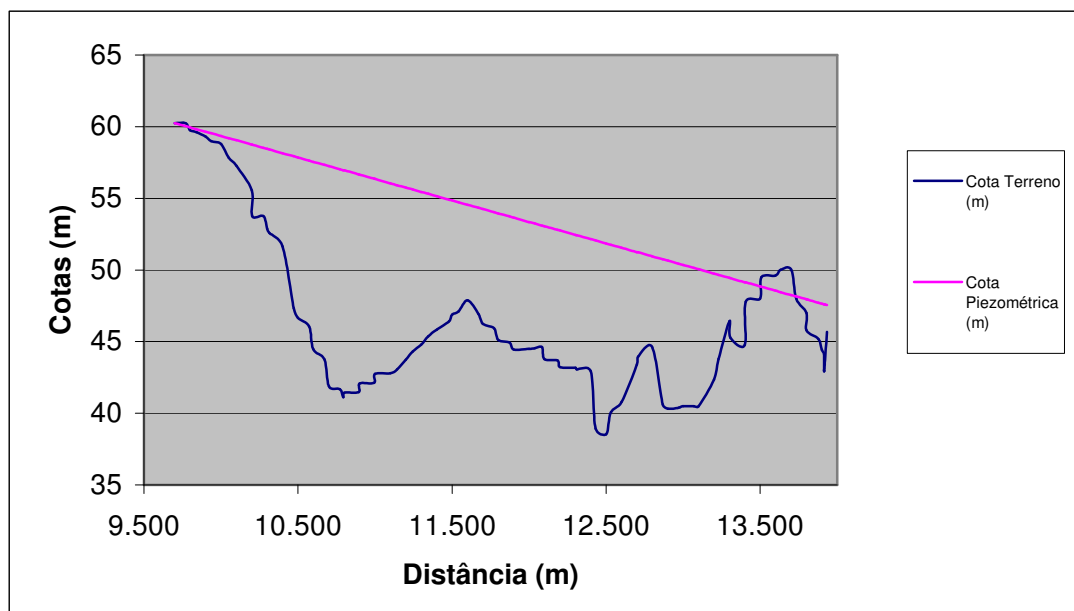


Figura 6.3.2 – Curva do Sistema e do Terreno – AAB - Gravidade

Pelo exposto na Figura 6.3.2 observa-se a existência de um sifão invertido entre as estacas E130 + 0,00 e E137 + 50,00, sendo necessário uma cota adicional de 2,39 m para eliminar o sifão. Assim a cota necessária para o Stand Pipe no seu trecho de saída é de 62,64 m. Entretanto optou-se por adotar uma folga de 0,50 m e o nível de água no Stand Pipe em sua saída deverá ser igual a 63,14 m. A Figura 6.3.3 apresentada a seguir fornece a nova configuração para o trecho da adutora que operará por gravidade.

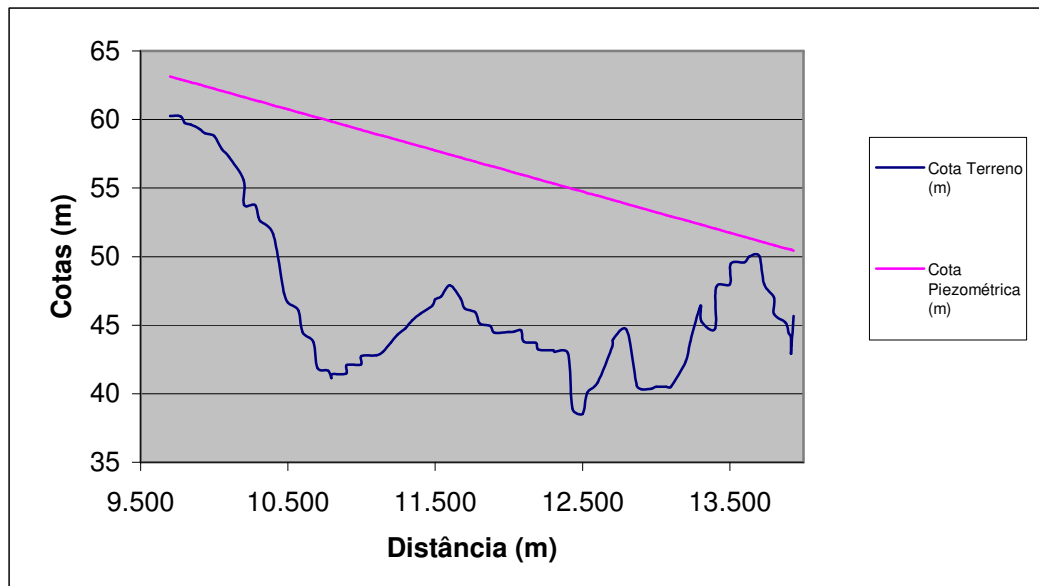


Figura 6.3.3 – Curva do Sistema e do Terreno – AAB – Gravidade - Final

Com o objetivo de garantir uma folga maior na adutora de água bruta, trecho por gravidade, optou-se por promover o recalque na Stand Pipe até a cota 64,14 m. Assim, a cota do NA máximo no ponto final da adutora de água bruta, trecho por recalque, é de 64,14 m.

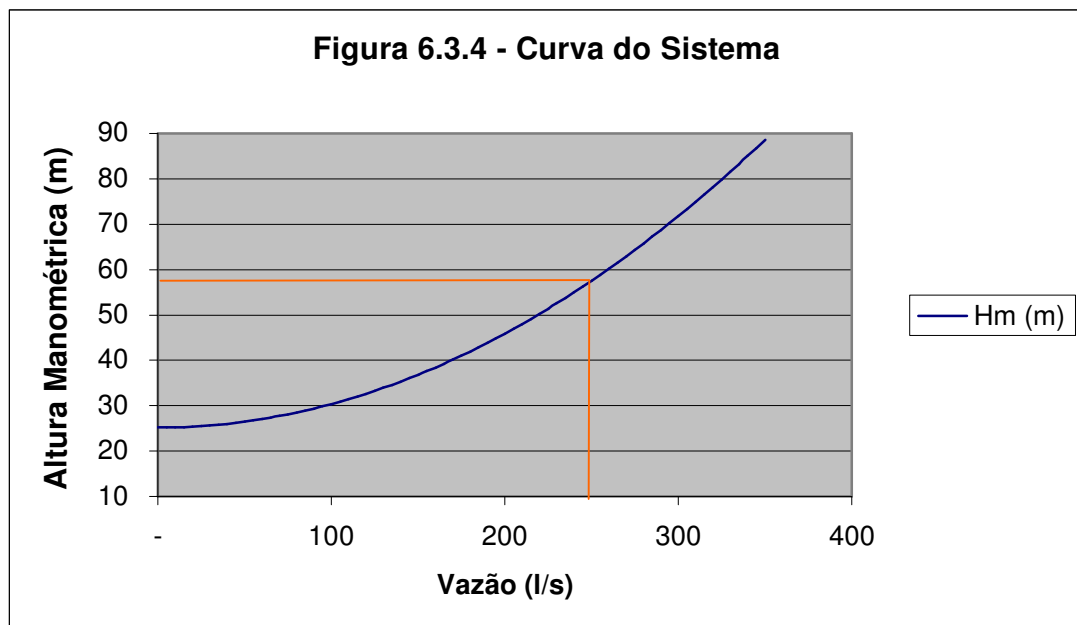
c) Dimensionamento da Adutora – Trecho por Recalque

Conforme definido nos Estudos de Alternativas o trecho por recalque deveria apresentar parte de sua extensão em ferro fundido DN 500 e parte em PVC DEFOFO DN 400. Entretanto, em função da disponibilidade no mercado de tubulações em materiais alternativos (PVC DEFOFO DN 500 por exemplo), optou-se pela utilização desse diâmetro ao longo de toda a extensão do trecho por recalque, uma vez que possibilitará a adoção do PVC DEFOFO como único material na adutora. Definido o material a ser utilizado na adutora de água bruta, trecho por recalque em uma extensão total de 9.700 m, passou-se para o dimensionamento dos conjuntos elevatórios, apresentados a seguir. Foram considerados três trechos distintos, a saber:

- a) Sucção – Correspondendo ao trecho compreendido entre o reservatório apoiado e a entrada nas bombas;

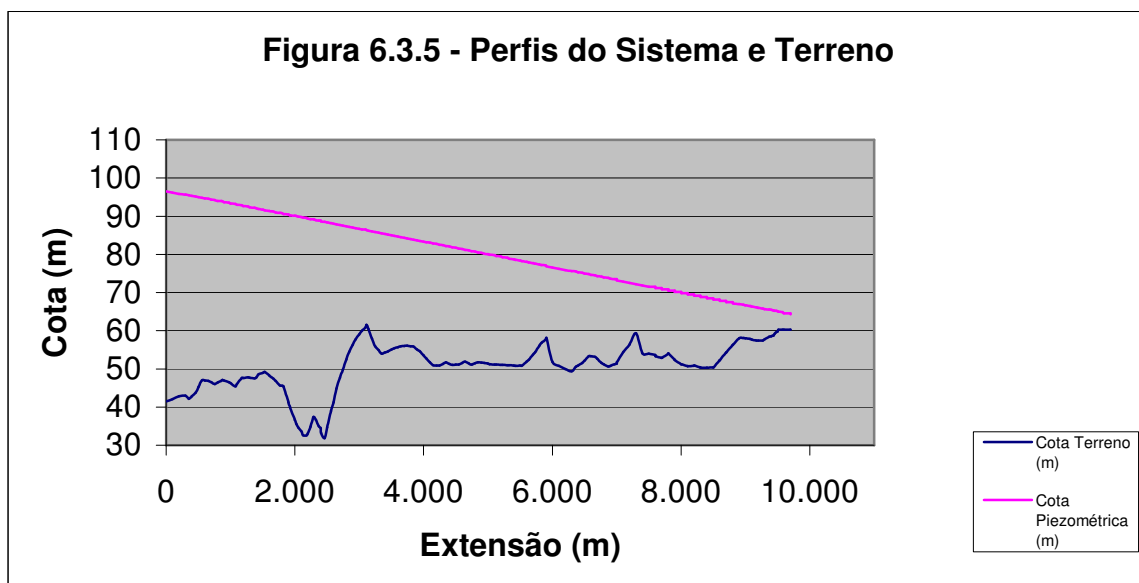
- b) Barrilete – Compreendido entre a saída da bomba e a estaca E0 + 0,00 da Adutora de Água Bruta; e
- c) Recalque – Compreendido entre as Estacas E0 + 0,00 e E97 + 0,00, em uma extensão total de 9.700 m.

Para cada trecho foram calculadas as perdas localizadas e as perdas distribuídas, considerando sempre a situação mais desfavorável, ou seja, o caminhamento mais crítico nas tubulações para a operação das unidades de recalque. Conforme definido nos Estudos de Alternativas a Estação Elevatória de Água Bruta deverá operar com três unidades de recalque, sendo 2 com funcionamento em paralelo e uma de reserva. O desnível geométrico total é de 25,18 m em função da necessidade do Stand Pipe que deverá ter cota de vertedor na sua saída de 64,14 m (Acréscimo de 3,89 m). Considerou-se, ainda, uma folga de 1,00 m adicional. A Figura 6.3.4 apresenta a curva do sistema projetado.

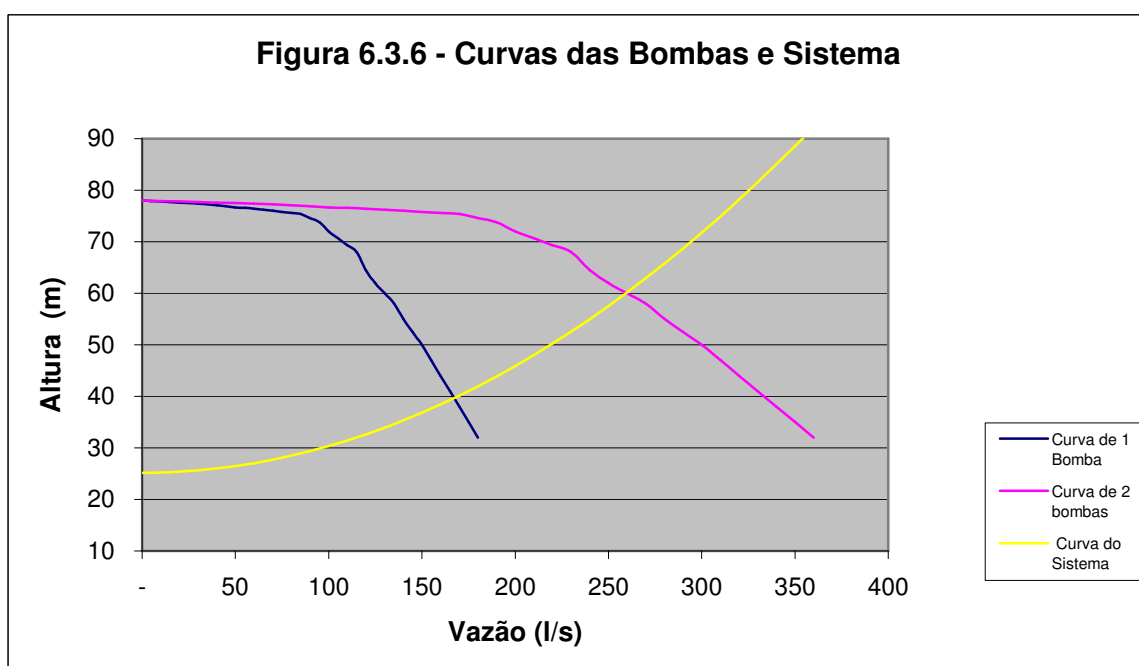


O ponto de operação do sistema para 2 bombas corresponde à vazão de 250 l/s e a altura manométrica de 57,53 m.

O conjunto motor-bomba a ser especificado deverá apresentar características para o funcionamento de apenas uma unidade de recalque com vazão aproximada de 125 l/s. Com a definição da curva do sistema elaborou-se a Figura 6.3.5 a qual apresenta o perfil hidráulico da adutora e o perfil do terreno.



A título de definição de potências dos conjuntos elevatórios e características técnicas desses equipamentos foram avaliados alguns conjuntos elevatórios existentes no mercado e utilizadas curvas de operação desses equipamentos. Assim, elaborou-se a Figura 6.3.6 que apresenta as curvas do sistema e da bomba selecionada, considerando apenas uma em operação e duas em paralelo.



Observa-se que a curva escolhida se ajusta com precisão aproximada das características inicialmente previstas, podendo ser facilmente ajustada com a adequação do diâmetro do rotor.



Para uma única bomba em operação observa-se que o ponto de funcionamento do conjunto avaliado corresponde a uma vazão de 170 l/s e uma altura manométrica de 40,14 m. Para as duas unidades de recalque operando paralelamente observa-se que o ponto de funcionamento corresponde a uma vazão de 260 l/s e altura manométrica de 60,17 l/s. Assim, As características da estação elevatória para a operação de duas unidades de recalque em paralelo são:

- Vazão de cada Bomba 125,00 l/s;
- Vazão de 2 bombas 250,00 l/s;
- Altura Manométrica 57,53 m;
- Rendimento Mínimo 71%;
- Potência da Bomba 150,0 cv;

A bomba utilizada a título de avaliação preliminar corresponde a um modelo da ABS NB 200/150-50, com as seguintes características:

- Velocidade 1.780 rpm;
- Rotor 410 mm;
- Motor Trifásico 380 V.

d) Órgãos Acessórios

Neste item tem-se a apresentação dos órgãos acessórios que compõem a adutora de água bruta.

Os órgãos acessórios previstos para serem instalados na adutora de água bruta são os registros de descarga de fundo, as ventosas, o Stand Pipe e a os dispositivos de combate aos transientes hidráulicos.

A seguir são apresentados os resultados dos estudos realizados para a definição desses órgãos acessórios.

• Registros de Descargas de Fundo

Os registros de descarga de fundo foram previstos em todos os pontos baixos da adutora, correspondendo a um total de 15 unidades a serem instalados nas estacas E7+55,00, E10 +90,00, E21 +28,55, E24 + 61,48, E33 + 45,75, E42 + 45,71, E55 + 32,92, E63 + 0,00, E68 + 64,86, E85 + 0,00, E92 + 80,00, E107 + 72,40, E124 + 31,58, E129 +68,51 e E133 + 6,65.

Em função do diâmetro da adutora ser 500 mm e a inexistência de Tes de redução de DN 500 para diâmetros inferiores a 100 mm, optou-se por utilizar um diâmetro mínimo para os registros de descarga de fundo correspondente a 100 mm, tendo sido o diâmetro adotado para todos os registros, uma vez que esse é o diâmetro suficiente para o esvaziamento da adutora, considerando um tempo máximo de 30 minutos, para 13 dos 15 registros de descarga de fundo.



Os outros dois registros apresentarão tempo de esvaziamento superior a 30 minutos, entretanto inferior a 60 minutos.

• Ventosas

As ventosas foram previstas para serem instaladas nos pontos elevados da adutora de água bruta tendo como objetivo principal expelir o ar deslocado pela água durante o enchimento da linha adutora e admitir quantidade de ar, durante o esvaziamento da linha a fim de evitar depressões e o conseqüente colapso da linha.

Foram previstas ventosas nas estacas E5 + 55,00, E9 + 0,00, E15 + 33,53, E23 + 0,00, E31 + 13,71, E37 + 45,81, E48 + 45,77, E59 + 0,00, E65 + 65,66, E72 + 90,00 e E89 + 0,00.

Optou-se pela padronização das ventosas, tendo sido calculadas com a pressão diferencial de 3,5 mca para a vazão de ar, correspondente ao maior trecho da Adutora de Água Bruta e chegou-se ao diâmetro de 100 mm, uma vez que a vazão de projeto é de 250 l/s. Assim, adotou-se para todas as ventosas o DN 100, sendo de tríplex função, PN 10, VTF16.

e) Estudos de Transientes Hidráulicos

O cálculo rigoroso do golpe de aríete exige o conhecimento prévio de detalhamentos referentes aos grupos elevatórios, principalmente: o momento de inércia das partes rotativas das bombas e motores, características internas das bombas, condições das bombas e comportamento da onda de pressão no trecho.

Contudo, o fenômeno da propagação das ondas de pressão em uma tubulação, devido a parada de funcionamento das bombas, pode ser avaliado por meio de teorias ou expressões aproximadas, quando o objetivo é buscar uma análise preliminar.

Nesse sentido, tem-se a teoria inelástica, onde se admite condições de rigidez para a tubulação e incompressibilidade para a água, sendo a adotada nos estudos, ao quais concluíram pela desnecessidade de outros dispositivos além das ventosas já previstas, uma vez que a tubulação de PVC/DEFOFO possui resistência mecânica suficiente para suportar as variações das pressões internas se serviço e quando da interrupção do recalque.

6.4. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA OPERAÇÃO

Pelo descrito anteriormente, para o Sistema Adutor Monsenhor Expedito, a ser ampliado, observa-se a necessidade de implementação de diversas ações operacionais visando melhorar os resultados relacionados a eficiência e eficácia.



O combate e o controle das perdas físicas são de extrema importância e para tanto a CAERN deverá aprimorar suas rotinas operacionais, implementar macromedidores, automatizar a operação das unidades de recalque, etc.

Pelo que se observa atualmente, o controle existente no sistema produtivo apresenta-se adequado, sendo deficiente nas linhas adutoras e nas estações elevatórias.

Com o novo sistema produtivo e com as novas unidades operacionais (poços tubulares profundos, reservatório de regularização de vazão, estação elevatória e adutora de água bruta), observa-se a necessidade de ampliar a equipe de manutenção e operação do sistema adutor em pelo menos uma nova equipe de cinco pessoas, para realizar os serviços de operação e manutenção dos poços e da elevatória a ser construída.

Outra situação que se observa necessária é a automação da operação das unidades de recalque e como as previstas para serem instaladas nos três ramais de adutoras para atender aos sete novos municípios já contemplam automação (10 estações elevatórias - EB-16/1, EB-17/1 a EB-17/6 e EB-6/1 a EB-6/3), considera-se que a automação das unidades existentes permitirá o remanejamento dos operadores, não sendo necessário novos empregados.

Outra situação importante a ser levantada é a necessidade de implantação de sistema de reservação e distribuição de água nas cidades onde os índices de atendimento atuais são baixos ou inexistentes, como são os casos de Japi e Monte das Gameleiras.

a) Equipe de Trabalho

Para o dimensionamento da equipe de trabalho necessária para a ampliação do sistema adutor Monsenhor Expedito, foram considerados as informações fornecidas pela CAERN para a operação atual do sistema.

A CAERN utiliza atualmente no sistema Adutor Monsenhor Expedito, um total de 24 operadores nas estações elevatórias em operação, mais 32 empregados nos 23 municípios atualmente atendidos. É importante frisar que o número de trabalhadores terceirizado no sistema é significativo.

Como descrito anteriormente, tem-se a previsão de aumento na equipe de operação do sistema adutor em mais 5 funcionários. Com relação ao sistema de distribuição de água nos novos municípios, observa-se que a CAERN já opera em 3 deles (Jaçanã, Coronel Ezequiel e Campo Redondo), tendo sido considerado que não há necessidade de ampliação no número de empregado. Com relação aos municípios de Japi, Monte das Gameleiras, Serra de São Bento e São Bento do Trairi, em função do pequeno porte das cidades foi estimada a necessidade de mais 2 funcionários, em média, para cada município, em um total de mais 6 funcionários.

Assim, estima-se a necessidade de ampliação na equipe de trabalho em mais 11 empregados.

Pelos dados operacionais contidos no Quadro 6.4.1 é possível observar que os custos com pessoal próprio da CAERN nos sistemas de distribuição de água nas 23 cidades, para o ano de





2004 foram de R\$ 575.496,47. Já no sistema Adutor Monsenhor Expedito os gastos mensais com salários foi de R\$ 25.250,04. Considerando esses valores mensais e acrescentando os custos relativos ao 13º Salário e 1/3 de férias, obtém custos anuais na ordem de R\$ 336.667,12. Considerando as despesas adicionais com encargos sociais e impostos como sendo 100% dos custos com salário obtém um custo anual para o Sistema Adutor de R\$ 673.334,23.

Assim, para o sistema como um todo (adutora e distribuição) os custos médios da CAERN no ano de 2004 foram na ordem de R\$ 1.248.830,69, o que proporciona uma média de R\$ 22.300,55 por empregado, quando a média da CAERN para o ano de 2003 (segundo o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS) foi de R\$ 32.864,40. Assim, como se terá a necessidade de 11 novos empregados, estima-se que os custos adicionais com equipe própria serão de R\$ 245.306,03/ano. Assim, estima-se que os custos anuais com pessoal no sistema adutora serão de R\$ 1.494.136,72.





Quadro 6.4.1 – Custos Operacionais Sistema Adutor





b) Materiais e Equipamentos

Para a operação, manutenção e interligações entre as unidades do sistema que compõem a ampliação do Sistema Adutor Monsenhor Expedito, consideram-se necessários 2 novos veículos, destinados ao deslocamento de pessoal e equipamentos e à realização dos serviços operação e manutenção na linha adutora. Para atender aos quatro novos municípios a serem operados pela CAERN previu-se a necessidade de outros 2 novos veículos. Assim, para a ampliação do sistema tem-se a previsão de ampliação de um total de 4 novos veículos.

Com relação aos equipamentos necessários observa-se que os custos a eles relacionados estão incluídos no item de investimentos.

Considerando os custos com um veículo na ordem de R\$ 35.000,00, observa-se que os custos relacionados a aquisição de 4 novas unidades será da ordem de R\$ 140.000,00 para o ano de 2006, sendo prevista a substituição desses veículos no ano 2016.

No Quadro 6.4.1 observa-se que a CAERN apresentou um gasto com materiais em R\$ 289.672,26, o que proporcionou uma média de R\$ 0,0335/m³ de água produzida. Assim, considerou a manutenção desses custos médios ao longo do período de estudo.

c) Energia Elétrica

Os consumos necessários de energia elétrica para a operação do sistema atual (ano de 2004), incluindo os 23 municípios, pode ser observado no Quadro 6.4.1, sendo esse valor na ordem de R\$ 914.694,07. Considerando que no referido ano a CAERN produziu no Sistema Adutor um total de R\$ 8.654.590 m³ de água observa-se que a média foi de R\$ 0,1057 /m³. Entretanto, segundo a Gerência de Grande Adutoras da CAERN, em fevereiro de 2005 o sistema produziu 729.000 m³ de água e os custos com energia elétrica foi de R\$ 121.190,43, o que proporciona uma média de R\$ 0,1662 / m³.

Segundo o SNIS, no ano de 2003 a CAERN produziu um total de 203.395.400 m³ de água e as despesas com energia elétrica foram de R\$ 30.007.304,90, o que proporcionou um custo médio de R\$ 0,147 m³.

Para estes estudos foi considerado um custo médio de R\$ 0,1662 / m³ para o sistema adutor ampliado. Essa consideração se justifica em função de que as unidades operacionais existentes serão utilizadas em mais horas por dia, entretanto os custos com demanda instalada serão os mesmos, aumentado apenas os custos com demanda consumida. Esse fato tende a reduzir os custos por m³ produzido. Entretanto, tem-se a previsão de novas unidades de recalque e novos custos com as demanda instalada e consumo. O acréscimo previsto para a demanda instalada é reduzido em relação à existente e as vazões que serão recalçadas para atender aos novos municípios também são reduzidas em relação às previstas para as demais cidades.

Outro fato importante a levantar se refere a produção de água que é variável ao longo do ano. Assim nos meses de menor consumo os custos por m³ tendem a ser menor, pois o sistema não





operará nas horas em que há sobretaxa de consumo de energia elétrica. Assim para efeito de avaliação do sistema adutor Monsenhor Expedito foi considerado um custo médio de R\$ 0,1662/m³ com energia elétrica.

d) Serviços de Terceiros

Segundo a CAERN, no ano de 2004 teve-se um custo com produto químico de R\$ Para a obtenção de custos com serviços de terceiros, foram utilizados os valores apresentados pela CAERN e constantes do Quadro 6.4.1, que indicaram um total de R\$ 1.138.886,80, o que proporcionou uma média de R\$ 0,1316/m³. Esse valor foi considerado ao longo do período de projeto.

e) Consumo de Produtos Químicos

Para a estimativa de gastos com produtos químicos foram obtidos os valores constantes do Quadro 6.4.1 que apontam para um gasto no ano de 2004 de R\$ 94.057,25, proporcionando uma média de R\$ 0,0109 /m³. Considerando os Dados do SNIS para o ano de 2003, observa-se que as despesas médias da CAERN foram de R\$ 0,0139/m³. Levando-se em consideração que no Sistema Adutor Monsenhor Expedito tem-se apenas a utilização de desinfecção da água pode-se inferir que o valor de R\$ 0,0109/m³ pode ser utilizado ao longo do projeto.

f) Despesas Fiscais

Para a estimativa de gastos com despesas fiscais foram obtidos os valores constantes do Quadro 6.4.1 que apontam para um gasto no ano de 2004 de R\$ 293.597,37, proporcionando uma média de R\$ 0,0339/m³. Esse valor foi considerado ao longo de todo o período de projeto.

6.5. ETAPAS DE CONSTRUÇÃO

A subdivisão adequada das etapas de implantação dos projetos implica economia dos custos de implantação e operação dos sistemas e, ainda, no próprio desempenho das unidades operacionais. Conforme mencionado em itens anteriores, as obras de ampliação do sistema Adutor Monsenhor Expedito foram previstas para serem implantadas na primeira etapa, tanto as relacionadas ao sistema produtivo, quanto as relacionadas às sub-adutoras para o atendimento dos 07 novos municípios.

Tendo em vista que os diâmetros necessários para o atendimento aos novos municípios são reduzidos, não é viável a suas implantações por etapas e como as vazões de projeto também são reduzidas optou-se por implementar todos os equipamentos de recalque também em primeira etapa.





Assim, todas as unidades referentes a ampliação do sistema produtor e dos novos ramais a serem implantados deverão ocorrer em primeira etapa. Para os equipamentos de macromedição no sistema adutor também se entende que as mesmas deverão ser implantadas na primeira etapa.

Com relação à rede de distribuição, foram previstas intervenções nos sete municípios no intuito de garantir atendimento de 100% da população de 2006. As ligações prediais e as redes de distribuições adicionais deverão ser implantadas ao longo dos anos de maneira a manter os índices de atendimentos.

De posse dessas considerações foi possível elaborar o Quadro 6.5.1 apresentado a seguir, o qual contém todas as unidades previstas em cada uma das alternativas, bem como as etapas de implantação.

QUADRO 6.5.1 – UNIDADES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO

Unidade	1ª Etapa
Sistema Produtivo	Poços Tubulares Profundos Adutoras de Interligação Reservatório de Equalização Adutora de Água Bruta Elevatória de Água Bruta
Ramais de Adução	Estações Elevatórias de Água Tratada Adutoras de Água Tratada
Melhorias Operacionais	Ampliações de Trechos Existentes Instalação de Macromedidores Substituição/Instalação de Equipamentos
Sistema de Distribuição de Água	Reservação Rede de Distribuição Ligações Prediais

6.6. ESTIMATIVA DE CUSTOS

Esse capítulo trata das estimativas de custos de investimentos, operação e manutenção previstos na ampliação e melhoria operacional do Sistema Adutor Monsenhor Expedito. A apresentação dos resultados foi dividida em três etapas: a) custos de implantação, b) custos de operação e manutenção; c) consolidação dos custos de implantação, operação e manutenção.

6.6.1 Estimativas de Custos de Investimentos

As estimativas de custos de investimentos foram divididos em subitens, a saber: a) Ampliação do sistema de produção; b) Trechos existentes a serem ampliados; c) Equipamentos a serem substituídos ou acrescidos; d) Ramais para atender aos 7 municípios; e) Distribuição de água nos





7 municípios; f) Micromedicação. A seguir são apresentadas as sínteses das estimativas de custos de implantação para cada um dos subitens descritos.

a) Ampliação do Sistema de Produção

Para os custos de implantação do sistema de Produção Monsenhor Expedito foi utilizado os valores constantes do Projeto Básico da TC/BR em maio de 2002, sendo atualizados por meio da variação do INCC – Índice Nacional da Construção Civil de 2002 para 2005. Em 2002 o INCC foi de 9,61%. Em 2003 de 14,42%. Já no ano de 2004 foi de 11,02%, sendo o mesmo valor considerado para 2005. Assim, para atualizar os custos do projeto básico foi utilizado o índice de 54,28%. O Quadro 6.6.1 apresenta os valores históricos do Projeto Básico e o Quadro 6.6.2 os valores adotados. Assim os custos de ampliação do sistema produtivo são de R\$ 10.508.918,32.





Quadros 6.6.1 e 6.6.2 (ambos na mesma folha)





b) Trechos Existentes a Serem Ampliados

Pelo descrito no item 6.1.1 estima-se que para ampliar os trechos da Adutora Monsenhor Expedito que serão sobrecarregados em função da ampliação dos ramais previstos para atender aos 7 novos municípios será necessária implantação de:

- 2.820 m de tubulações em ferro fundido DN 150 mm;
- 24.930 m de tubulações em ferro fundido DN 200 mm;
- 5.650 m DN 250 mm.

Para a estimativa dos custos de implantação desses trechos levantou-se os custos em vigor, constantes das estimativas elaboradas pela CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal, que para a implantação de sistemas adutores.

Para transferir os custos para a CAERN considerou-se um acréscimo 25% para materiais para cobrir a necessidade de possíveis ajustes nas estruturas de combate a transientes hidráulicos e de 50% para serviços, com o objetivo de cobrir os custos adicionais referentes ao solo existente e o processo construtivo (tubulações aéreas).

O Quadro 6.6.3 apresenta os custos estimados pela CAESB por metro e os custos considerados nestes estudos.

De posse dos custos unitários foi elaborado o Quadro 6.6.4 que apresenta os custos estimados de implantação.

Assim, estima-se que serão necessários investimentos no valor de R\$ 13.310.629,22 para reforçar trechos do sistema Adutor Monsenhor Expedito.



Quadros 6.6.3 e 6.6.4 (ambos na mesma folha)



c) Equipamentos a serem substituídos ou acrescidos

Como descrito no item 6.1.1 tem-se necessidade de substituição dos conjuntos motor-bomba das estações elevatórias EB-03/Bifurcação (4 conjuntos), EB-04/EB-15 (4 conjuntos) e EB-15/EB-16 (3 conjuntos). Já para as unidades de recalque EB-01/EB-02, EB-02/EB-03 + EB-05, EB-12/Sítio Novo, EB-13/Rui Barbosa e EB-17/Lajes Pintada tem-se a necessidade de implantação de mais um equipamento. O Quadro 6.6.5 apresenta as características desses equipamentos, os quantitativos necessários e os custos estimados, sendo possível observar que são necessários recursos no montante de R\$ 4.618.056,32.

Quadro 6.6.5 - Custos dos Equipamentos a serem Adquiridos

Item	Trecho	Caract. dos Equipamentos			Unid	Quant	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
		Vazão (l/s)	A M T (m)	Potência Unitária (HP)				
3	EB-03/Bifurcação	235,8	133,0	225	conj.	4,0	306.666,67	1.226.666,67
5	EBO4/EB15	160,7	163,0	175	conj.	4,0	207.741,94	830.967,74
16	EB15/EB16	135,4	163,0	225	conj.	4,0	267.096,77	1.068.387,10
1	EBO1/EBO2	150,8	121,0	400	conj.	1,0	490.666,67	490.666,67
2	EBO2/EBO3+EBO5	142,6	121,4	400	conj.	1,0	490.666,67	490.666,67
12	EB11/EB12	7,3	149,8	40	conj.	1,0	119.731,54	119.731,54
13	EB12/Sítio Novo	8,0	180,6	50	conj.	1,0	137.900,83	137.900,83
14	EB13/Rui Barbosa	6,5	151,8	30	conj.	1,0	115.168,28	115.168,28
18	EB17/Lajes Pintada	7,3	272,2	50	conj.	1,0	137.900,83	137.900,83
TOTAL								4.618.056,32

Com relação aos macromedidores, observa-se a necessidade de instalação de um total de 17 unidades nas unidades de recalque e de 30 unidades nas entradas das cidades. Nas derivações para as localidades foram previstos hidrômetros de porte compatível com as vazões requeridas, (75 unidades) para o atendimento das derivações existentes e as previstas nesta ampliação. Com relação aos macromedidores, tendo em vista a variação nos equipamentos e a necessidade de serviços no intuito de instalá-los, considerou-se custos médios de R\$ 15.000,00 por unidade, o que totaliza R\$ 707.000,00. Para os hidrômetros, foram considerados custos médios de R\$ 2.500,00, o que totaliza R\$ 150.000,00. Assim, os custos de macromedicação são R\$ 857.000,00.

d) Ramais para atender aos 7 municípios

Para as estimativas dos custos de implantação dos ramais para o atendimento dos 7 municípios a serem incluídos no Sistema Adutor Monsenhor Expedito teve-se como base os custos contidos nos estudos de concepção contratados pela CAERN. O Quadro 6.6.6 apresenta o resumo desses custos, que apontam para a necessidade de investimentos na ordem de R\$ 14.850.803,00.



e) Distribuição de água nos 7 municípios

Para a estimativa de custos para a distribuição de água nos 7 municípios, foram efetuadas as seguintes considerações:

- Nos municípios de Japi (4.235 habitantes) e Monte da Gameleira (1.581 habitantes) deve-se implantar sistema atender a 100% da população urbana atual, ou seja, não há sistema a ser aproveitado;
- Em Campo Redondo, observa-se a necessidade de implantar sistema de distribuição para atender a 1.067 habitantes atualmente não beneficiados, totalizando 5.334 habitantes em 2006;
- Para a cidade de São Bento do Trairi não foram previstos custos para reservação e distribuição de água, uma vez que o operador local informou que atende a 100% da população atual. Em Serra de São Bento também não foram previstos custos para reservação e distribuição haja vista as obras de implantação do sistema na cidade estarem em fase de conclusão;
- Para a cidade de Jaçanã, observa-se que a CAERN atende atualmente a apenas 16,33% da população da sede, sendo necessárias obras de reservação e distribuição para atender a 5.257 habitantes, totalizando 6.283 habitantes. Com relação a Coronel Ezequiel o sistema de distribuição deverá beneficiar um total de 890 pessoas, totalizando 2.702 habitantes.

Pelo exposto, para os 7 municípios tem-se necessidade de implantação de distribuição para atender a 11.607 habitantes. Tendo como base estudos desenvolvidos pelo Ministério das Cidades no intuito de avaliar custos médios para distribuição (reservação, rede e ligações) tem-se valores variando entre R\$ 600,00 (ótimo) a R\$ 800,00 (razoável) por ligação. Considerando o valor de R\$ 800,00 por ligação e uma taxa média de ocupação de 4,0 hab/dom, observa-se a necessidade de instalação de um total de 2.902 ligações o que proporciona custos de R\$ 2.321.600,00. (R\$ 145.100,00 para equipamentos de micromedição, R\$ 1.523.550,00 para materiais e R\$ 652.950,00 para serviços).

f) Micromedição

Pelo apresentado no Quadro 3.2.1 observa-se que no sistema Adutor Monsenhor Expedito tem-se um total de 7.702 ligações não hidrometradas. No intuito de promover uma elevação nos índices de micromedição consideraram-se custos para instalação de micromedidores nessas ligações bem como intervenções no sentido de adequá-las ao padrão CAERN. Da mesma maneira observa-se a existência de um total de 33.384 ligações medidas nas cidades atendidas pelo Sistema Adutor e considerou-se a necessidade de ações em 15% dessas ligações (5.007 ligações), no sentido de promover substituição de hidrômetros que apresentam idade avançada.

Os custos médios para uma ligação considerados nos estudos do Ministério das Cidades apontam para um valor de R\$ 180,00 para cada ligação. Como as unidades consideradas necessitam apenas de melhorias, consideraram-se custos na ordem de R\$ 90,00 por ligação. Assim, os custos estimados para a melhoria da micromedição são de R\$ 1.143.810,00 (R\$ 635.450,00 para equipamentos de micromedição, R\$ 203.344,00 para materiais e R\$ 305.016,00 para serviços).





g) Síntese dos custos de investimentos

O Quadro 6.6.7 apresenta o resumo dos custos de investimentos previstos para implantação em primeira etapa, cujo valor total é de R\$.47.610.816,78



QUADRO 6.6.6





QUADRO 6.6.7





6.6.2 Estimativas de Custos de Operação e Manutenção

Para as estimativas dos custos de operação e manutenção do sistema foram considerados os parâmetros apresentados no item 6.4 para os seguintes componentes: a) Equipe de trabalho; b) Materiais e equipamentos; c) Energia elétrica; d) Serviços de terceiros; e) Produtos químicos e f) Despesas Fiscais.

O Quadro 6.6.8 apresenta as demandas necessárias para o atendimento do sistema adutor, ano a ano, a partir de 2006 até 2026, tendo sido considerado que os custos de investimentos necessários ocorrerão no ano zero (2005).

6.6.3 Estimativas de Custos de Implantação, Operação e Manutenção

O Quadro 6.6.9 apresenta uma síntese dos custos de implantação, operação e manutenção previstos para o sistema adutor Monsenhor Expedito.





Quadro 6.6.8





Quadro 6.6.9





6.7. ANÁLISE AMBIENTAL DAS INTERVENÇÕES

Nesse item, realizam-se as análises ambientais das alternativas estudadas para a ampliação do sistema produtivo bem como das intervenções previstas nos ramais a serem ampliados ou reforçados. Assim as análises ambientais foram desenvolvidas separadamente para as duas situações.

6.7.1 Ampliação do Sistema Produtivo

Este capítulo apresenta a avaliação ambiental das novas fontes de captação propostas para a ampliação de produção do sistema Adutor Monsenhor Expedito. O principal objetivo desta análise é avaliar a viabilidade ambiental das opções propostas pelo estudo e prover subsídios à SERHID – Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte, para seleção da melhor opção de captação complementar para o sistema de abastecimento em questão, no que concerne aos aspectos ambientais.

As opções de captação foram analisadas sob a ótica ambiental, sempre na condição de fontes complementares. Esta análise tem como premissa que o atual sistema, nas condições operacionais estabelecidas no licenciamento ambiental, é viável, conforme posicionamento do IDEMA - Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte.

a) Atividades Desenvolvidas

A análise ambiental foi baseada na vistoria aos locais propostos para novas captações, na análise da bibliografia sobre o assunto e na discussão da questão com técnicos responsáveis pelo estudo e com técnicos da SERHID. O técnico, responsável pela análise, percorreu também os traçados propostos para implantação das adutoras de interligação das novas captações com a adutora principal. A vistoria visou também avaliar a adequação das novas fontes com o zoneamento ambiental da área e com as atuais formas de ocupação e uso das áreas de influência das captações.

Outra condicionante da análise, que balizou todo o processo, é a restrição imposta pelo Ministério Público de limitar a captação da Lagoa do Bonfim, até o rebaixamento máximo do nível para a cota 39. Esta condicionante requer que a Licença de Operação seja renovada anualmente e impõe o respeito a sazonalidade dos recursos, que pode implicar, em casos extremos, na interrupção do uso da referida captação.

A análise utilizou diversos documentos como referência para o diagnóstico ambiental das alternativas e análise de viabilidade ambiental das captações. As principais referências são listadas abaixo:





- Foram consultados os seguintes relatórios enviados à SERHID: Relatório Técnico Preliminar (1ª Fase) e Relatório de Diagnóstico Hídrico da Área de Domínio das Soluções (2ª Fase);
- Processo de Licenciamento Ambiental nº 576/96 - IDEMA;
- COSTA – Consultoria e Serviços Técnicos Ambientais Ltda./SERHID. Estudos da Disponibilidade Hídrica da Lagoa do Bonfim – RN, 1997, 83 p;
- MELO, J.G.; FEITOSA, E.C.. Pesquisa Hidrogeológica do Complexo Lagunar do Bonfim. Convênio UFRN/SERHID. 1998.
- Legislação Ambiental do Rio Grande do Norte, dados disponíveis na INTERNET, site do IDEMA/RN.
- Lei nº 6.908, de 01 de julho de 1996.(Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos);
- Legislação Ambiental Federal;
- Mapa de Uso e Ocupação do Solo, SERHID/RN (ver mapa ao final do capítulo).

Uma descrição sumária das fontes de captação complementares consideradas no estudo foi apresentada nos itens anteriores. Esta descrição aborda os aspectos construtivos, localização, aspectos ambientais e avaliação preliminar dos possíveis traçados das adutoras de interligação das captações complementares com a adutora Monsenhor Expedito.

A avaliação ambiental é apresentada a seguir, e engloba uma apresentação simplificada dos aspectos fisiográficos e bióticos da área como um todo, descrevendo de forma mais detalhada, as características ambientais dos novos pontos de captação.

Cabe salientar, que as conclusões desta avaliação objetivam fornecer subsídio para a SERHID decidir quanto a melhor forma de ampliação da vazão da adutora Monsenhor Expedito, quando da análise técnico, econômica e ambiental das alternativas. Este estudo pode também ser útil para as atividades e etapas do licenciamento ambiental das captações complementares.

b) Caracterização Ambiental das Alternativas

Alternativa 1 - Captação Riacho Boa Cica

A captação do riacho Boa Cica seria implantada a montante da confluência dos riachos Boa Cica e Timbó. A área apresenta uma paisagem seminatural, onde o solo e a água apresentam boas condições, apesar da vegetação da mata ciliar apresentar alterações. Existe fraca utilização antrópica, provocada pela retirada de elementos da cobertura vegetal para cultivos e implantação de clubes da lazer (Balneário Boa Cica).





Porém, pela descontinuidade dessa utilização, os recursos ecológicos mantêm-se relativamente estáveis e a recomposição natural de parte da vegetação possibilita um reajustamento no ecossistema, sem causar fortes impactos visuais. A paisagem é representada por áreas de manchas de vegetação natural, cultivos e comunidades arbustiva originadas por uma interferência antrópica fraca.

A construção da captação implicará em impactos originados pelos equipamentos de captação e adução, a serem construídos em área de preservação permanente.

O riacho Boa Cica é pouco explorado, com pequenas propriedades que retiram vazões inexpressivas para o abastecimento e irrigação de pequenas lavouras. Neste caso, a captação de água do riacho para o Sistema Adutor Monsenhor Expedito, estabeleceria uma situação de fato quanto à disponibilidade hídrica para os proprietários das áreas ribeirinhas ao riacho Boa Cica, antecipando assim, possíveis conflitos futuros.

O traçado da nova adutora, que conectaria a nova captação até a adutora já implantada, segue estradas vicinais que servem às populações rurais e pequenos povoados da região, evitando desta forma a interferência, novas transposições de áreas de preservação permanente.

Alternativa 2 - Captação de água do riacho Pium

A área da captação do riacho Pium é caracterizada pela forte utilização antrópica, que altera os recursos biológicos. Parcelamentos rurais (chácaras e clubes recreativos, pesque-pagues, etc.) ocupam grande parte da área de contribuição da drenagem em estudo. A vegetação natural foi substituída por culturas cíclicas ou pastagens implantadas, como cana-de-açúcar, bananeiras e coqueirais, além de outros. Essas plantações, segundo informações de moradores, utilizam fertilizantes e agrotóxicos. Existe, ainda, o uso da água para irrigação das culturas. O trinômio solo, vegetação e água da área em questão está alterado.

Foi possível observar a presença de lixo e óleo no riacho Pium, o que reforça a preocupação quanto a degradação da qualidade de água deste manancial. Deve-se ressaltar que o riacho Pium vem sendo utilizado mais intensamente que o Boa Cica, uma vez que atravessa região com significativo desenvolvimento sócio-econômico, o que poderá implicar em conflitos de uso da água, caso sejam captados 250 l/s desse manancial.

O traçado da adutora interligando a captação a adutora Monsenhor Expedito percorrerá uma área mais densamente povoada e habitada, transpondo inclusive, áreas com intensa utilização agrícola.

Alternativa 3 - Captação de água subterrânea – Boa Cica

Os poços (1 produtor e 2 de monitoramento) situam-se na faixa de domínio leste da Rodovia Estadual RN 063 (Tabatinga-Nísia Floresta), nas proximidades de via secundária que liga esta à localidade denominada Barreta.





Por estarem localizadas em rodovia que liga Natal ao litoral sul do estado, as áreas lindeiras à rodovia vem sendo ocupadas por loteamentos e balneários, entre outros usos antrópicos. Na área em questão, predomina dunas e vegetação típica associada.

Na parte oeste da RN 063, em frente aos poços de monitoramento e o poço produtor, está sendo implantado um loteamento. O local já está sendo desmatado. Observam-se espécies arbustivas invasoras nas áreas lindeiras ao leito da rodovia.

A degradação da área é função da própria rodovia, do loteamento supracitado e da existência de um lixão, nas proximidades do local. Análise preliminar, indica que o lixão não constitui ameaça significativa a degradação da qualidade das águas do local proposto para os poços, visto que este se situa à jusante dos poços, conforme rede de fluxo definida para a área. A existência de um “lixão” constitui ameaça da degradação dos recursos hídricos da área e requer atuação da autoridades competentes para regularizar a disposição dos resíduos sólidos de forma a não comprometer os aquíferos da região.

Devido a falta de disciplinamento das águas pluviais da Rodovia RN 063, existe sinais de instalação de processos erosivos pelo carreamento de solo. O traçado a ser adotado deverá seguir o mesmo trajeto que a captação superficial do rio Boa Cica.

Alternativa 4 - Captação de Água Subterrânea – Canjoão

Foram executados 5 poços na área, sendo 4 de monitoramento e 1 produtor. A área foi desmatada, apresentando sinais de erosão laminar, nos trechos de maior declividade. A área é ocupada parcialmente pelo cultivo de côco.

O poço produtor está locado em área plana, cercado por coqueiros. O solo apresenta sinais de erosão laminar, nas áreas de declividade mais acentuada, parte sul da área de Canjoão. Neste trecho o rio Canjoão está encaixado no relevo, apresentando uma mata de galeria bem preservada, com forte declividade de suas margens.

Parte da área apresenta sinais de desmatamento, mas com sinais de recuperação natural da vegetação. O traçado deverá seguir, também as estradas vicinais, pois uma trajetória retilínea implicaria na travessia de importantes ecossistemas, ainda bem preservados.

Alternativa 5 - Captação subterrânea – Alcaçus

Das áreas em estudo, Alcaçus é a que apresenta melhor estado de conservação. O ambiente natural é cortado, apenas, por estradas vicinais, configurando uma paisagem natural de dunas, com vegetação bem preservada, sem ocorrência de erosão. O potencial ecológico da área é estável, com pouca ou nenhuma utilização antrópica. Para se chegar a área foi necessária percorrer estrada vicinal, que cortava o riacho Boa Cica, nas proximidades de sua nascente, sem nenhum equipamento para transposição do mesmo.





O traçado da adutora de interligação poderá interferir de forma significativa com área de restinga arbórea, tipo de vegetação que tem sua preservação garantida pelo Código Florestal Brasileiro. A proteção desta vegetação deverá ser considerada no projeto básico, caso esta alternativa seja a escolhida.

c) Metodologia de Avaliação de Impactos

A Avaliação de Impacto Ambiental utilizou uma metodologia simplificada, adequada a empreendimentos utilizadores de recursos naturais. Tal metodologia é utilizada com frequência no Distrito Federal para avaliação de sistemas de saneamento ambiental. A metodologia do desenvolvimento encontra-se justificada na abordagem do texto do presente relatório a seguir descrita.

A presente avaliação tem como referência os cenários resultantes das análises de custos e viabilidade técnica das opções de captação de água para abastecimento da Adutora Monsenhor Expedito, no município de Nísia Floresta – RN. Ou seja, não serão consideradas as questões técnicas e/ou operacionais das alternativas, pois tais aspectos serão tratados em separado. Os fatores que definirão a melhor alternativa de captação, nesse relatório, serão meramente ambientais.

Porém, ficará a cargo da SERHID adotar a opção que for mais conveniente, considerando os aspectos técnicos, econômicos e ambientais, ponderando como deve ser o caso. Cabe salientar, que a opção aqui eleita poderá ficar em igualdade de condições com outra de maior nível de impacto ambiental, se forem implementadas medidas mitigadoras e/ou programas ambientais, que minimizem os danos causados pela a implantação de tal fonte de captação.

Pode-se observar na avaliação ambiental das alternativas, que as captações foram estudadas considerando uma análise isolada, sem levar em consideração as combinações (dois a dois), conforme diretrizes do estudo. As fontes de captação são denominadas da seguinte forma:

Alternativa 1 – riacho Boa Cica;

Alternativa 2 – riacho Pium;

Alternativa 3 – exploração de água subterrânea, em área denominada Boa Cica;

Alternativa 4 – exploração de água subterrânea, em área denominada Canjoão;

Alternativa 5 – exploração de água subterrânea, em área denominada Alcaçus.

Metodologia

A seguir será apresentada a forma de avaliação ambiental simplificada, que considera a susceptibilidade das fontes em sofrer alteração, ou seja, possibilidade de contaminação e ou exaustão, prejudicando o ciclo hidrológico e/ou as condições físicas, biológicas e sócio-econômicas da área de estudo.



Quadro 6.7.1 – Conceituação da Susceptibilidade do Meio Ambiente (SMA)

SUSCEPTIBILIDADE	SMA	ENQUADRAMENTO
MUITO BAIXA	1	As condições Ambientais do fator analisado são suficientes para assimilação de alterações ou o equilíbrio do sistema físico existente não pode ser afetado por atividades desenvolvidas no âmbito da área de interferência.
BAIXA	2	As condições Ambientais do fator analisado são suficientes para assimilação de grande parte das alterações ou o equilíbrio do sistema físico é pouco susceptível à interferências no âmbito da área de influência direta.
MÉDIA	3	As condições Ambientais do fator analisado são suficientes para atenuação de parte das alterações ou o equilíbrio do sistema físico é susceptível à interferências no âmbito da área de influência direta.
ALTA	4	As condições Ambientais do fator analisado não são suficientes para assimilação das alterações ou o equilíbrio do sistema físico é muito susceptível à interferências no âmbito da área de influência direta.

A susceptibilidade ambiental é entendida como a tendência ou predisposição que um fator tem de sofrer alterações quando sujeitos a intervenções do projeto. A atribuição dos valores foi realizada em trabalho de equipe, com os técnicos que foram a campo e os hidrólogos que participaram das diferentes fases do empreendimento.

Para interagir com a Susceptibilidade do Meio Ambiente (SMA), foi necessário verificar a Abrangência dos Impactos considerados. A Abrangência de impactos, positivos ou negativos, indicam a extensão em que seus prováveis efeitos podem ser percebidos ou identificados na área da projeto e do seu entorno.

Quadro 6.7.2 – Conceituação de Abrangência dos Impactos

ABRANGÊNCIA	ABR	ENQUADRAMENTO
MUITO BAIXA	1	Os efeitos do impacto ambiental incidem localmente e não ultrapassam os limites da área física do projeto, tendo uma expressão apenas ocupacional.
BAIXA	2	Os efeitos do impacto ambiental incidem no entorno do projeto porém não chegam a ser percebidos pela comunidade, ou possui baixo potencial de alterar as características do meio ambiente.
MÉDIA	3	Os efeitos do impacto ambiental se estendem por áreas limitadas, porém incidem além da área de intervenção afetando a percepção da população ou possui médio potencial de alterar o meio ambiente.
ALTA	4	Os efeitos dos impactos fazem-se sentir por amplas áreas podendo alcançar toda ou grande parte da área de intervenção, área de drenagem ou outros ecossistemas.

Com a aplicação desses dois critérios, será calculado um fator de Verificação de Impacto, definindo conceitualmente como sendo o produto da Abrangência do Impacto pela Susceptibilidade do Meio Ambiente, conforme a seguinte fórmula:

$$\text{VER} = \text{ABR} \times \text{SMA}$$

O valor máximo de impacto sobre o meio ambiente (IMA) é 16 pontos, para cada impacto analisado, e indica os aspectos mais relevantes. O valor mínimo do IMA é 01 ponto, que sugere os aspectos menos relevantes. Com base no IMA os aspectos ambientais e respectivos impactos são hierarquizados.

A atual avaliação primará pela identificação do impacto mais importante para os meios físico, biótico e antrópico, pontuando os mesmos. A alternativa que ultrapassar mais de 70 %, da pontuação máxima do VER poderá ser desclassificada da etapa final de análise, que será a Vulnerabilidade de Contaminação de cada Fonte de Captação. Ou seja, a fonte de captação que atingir uma pontuação de quantificação dos impactos superior a 33,6, aproximando esse valor para 34, poderá ser preterida em relação às demais por representar entraves que propiciarão conflitos nos trâmites referentes ao licenciamento ambiental, caso seja, ainda levada em consideração.



A Matriz de Impacto Ambiental Simplificada abordará apenas os impactos negativos, pelo fato dos impactos positivos serem os mesmos para todas as fontes, já que a finalidade do empreendimento converge para a satisfação de necessidades, por meio da utilização de um recurso natural – a água.

A atribuição de valores e ponderação dos parâmetros considerados não tem significado por se só. Esta metodologia é válida e apropriada para análises relativas entre diversas alternativas de implantação de um empreendimento. O produto prático deste tipo de avaliação é identificar qual a opção que menos problemas ambientais acarretará, para fins de seleção da melhor alternativa sob a ótica ambiental. Apresenta-se a seguir uma avaliação mais descritiva, conforme se observa no item Discussão dos Impactos.



Quadro 6.7.3 -Matriz de Impacto Ambiental Simplificada (Impactos Negativos)

FONTES	ATRIBUTOS NATURAIS	AMBIENTES	IMPACTOS AMBIENTAIS	SMA	ABR	VER	Total
Riacho Boa Cica	Ambiente lótico, estruturas de captação e adução em APP	Meio Físico	Alteração do ciclo hidrológico	4	2	8	20
			Movimentação de solo e substrato	1	1	1	
		Meio Biótico	Impacto sobre ecossistemas aquáticos	3	3	9	
		Meio Antrópico	Pouca interferência	1	2	2	
Riacho Pium	Ambiente lótico, estruturas de captação e adução em APP	Meio Físico	Alteração do ciclo hidrológico	4	2	8	27
			Movimentação de solo e substrato	1	1	1	
		Meio Biótico	Impacto sobre ecossistemas aquáticos	3	3	9	
		Meio Antrópico	Indícios de conflitos de uso	3	3	9	
Poços Boa Cica	Sem significância	Meio Físico	Alteração do ciclo hidrológico e hidrogeológico	2	2	4	7
			Movimentação de solo e substrato	1	1	1	
		Meio Biótico	Sem interferência	1	1	1	
		Meio Antrópico	Sem interferência	1	1	1	
Poços Canjoão	Sem significância	Meio Físico	Alteração do ciclo hidrológico e hidrogeológico	2	2	4	7
			Movimentação de solo e substrato	1	1	1	
		Meio Biótico	Sem interferência	1	1	1	
		Meio Antrópico	Sem interferência	1	1	1	
Poços Alcaçus	Ambiente natural de valor ecológica, dunas com vegetação preservada	Meio Físico	Alteração do ciclo hidrológico	2	2	4	15
			Movimentação de solo e substrato	1	1	1	
		Meio Biótico	Desmatamento e afugentamento de fauna	3	3	9	
		Meio Antrópico	Sem interferência	1	1	1	

Discussão dos Impactos

Os impactos aqui listados têm o intuito de selecionar uma opção de captação, para que seja desenvolvido o Projeto Básico da Captação que reúna as condições mais favoráveis para a sociedade e para a obtenção da Licença Prévia, junto ao IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. Conforme mencionado anteriormente, não foram elencados os impactos positivos pelo fato dos mesmos apresentarem a mesma valoração,

já que possuem o mesmo escopo, bem como estão situados na mesma unidade hidrográfica de gerenciamento.

1) Meio Físico

1.a) Alteração do Ciclo Hidrológico

Captações Superficiais: Para ambos os casos, foi considerada que a Susceptibilidade (SMA) assumiria o seu valor máximo, e a sua Abrangência (ABR) do mesmo ficaria restrita a área de entorno do empreendimento. Isso considerando que as condições hidrológicas, por meio das séries históricas de vazão, permanecessem regulares.

Captações Subterrâneas: Para os três casos em estudos foi considerada que tanto a Susceptibilidade (SMA), quanto a Abrangência (ABR) teriam os valores de baixa Susceptibilidade e Abrangência, ou seja, 2 (dois), pelo fato de ter ocorrido problemas na construção dos poços, como por exemplo a possibilidade de perda de bentonita, que deixa a área do entorno argilosa, alterando as propriedades hidráulicas do aquífero no entorno do poço.

1.b) Movimentação de Solo e Rocha

Captações Superficiais e Subterrâneas: Para os cinco casos em estudo, a movimentação de solo e rocha será insignificante, portanto ficará com a pontuação mínima a Susceptibilidade (SMA) e Abrangência (ABR). Dependendo do traçado da adução da fonte eleita até a rede já instalada, este impacto poderá ter maior significância.

2) Meio Biótico

2.a) Impactos Sobre os Ecossistemas Aquáticos

Captações Superficiais: Para ambos os casos, foi considerada que a Susceptibilidade (SMA) assumiria o seu valor médio (3), e a sua Abrangência (ABR) se estenderia por áreas limitadas, também um valor médio (3).

Captações Subterrâneas: Para os três casos em estudos foi considerada que tanto a Susceptibilidade (SMA), quanto a Abrangência (ABR) teriam os valores mínimos, por estarem locados nas áreas próximas aos exutórios e em alguns casos no próprio.

3) Meio Antrópico

Captações Superficiais: Para o caso de captação do rio Pium, já foi descrito a situação de existência de conflito de uso em sua bacia, bem como é conhecida a forte utilização de suas áreas ribeirinhas, fato este que compromete a qualidade de suas águas. Com esse cenário, foi



considerada a Susceptibilidade e Abrangência desse impacto como de média intensidade. Já a captação do rio Boa Cica obteve uma mensuração inferior, por apresentar maior disponibilidade hídrica, além de ter suas margens mais preservadas e com menor índice de ocupação.

Captações Subterrâneas: Para os três casos em estudos foi considerada que tanto a Susceptibilidade (SMA), quanto a Abrangência (ABR), teriam os valores mínimos por estarem locados nas áreas próximas aos exutórios e em alguns casos no próprio, portanto não existiriam, em princípio, situações conflituosas quanto ao uso.

3a) Resultados da Avaliação Ambiental das Novas Fontes

Nenhuma das fontes apresentou índices que indicassem sua inviabilidade ambiental, conforme abordagem da metodologia proposta para o caso. As captações das águas subterrâneas dos sítios Canjoão e Boa Cica apresentaram as melhores performances na mensuração. Mas, a área de Boa Cica apresenta vantagens, no que concerne ao traçado da adutora, que terá facilidades para sua efetiva implantação, que, conforme sugerido anteriormente, teria um traçado paralelo às vias vicinais que ligam as vilas e povoados da região.

3b) Aspectos Legais e Institucionais

Para o caso em questão será necessário observar que a ampliação da captação, seja com o uso da água superficial ou subterrânea dependerá de licenciamento ambiental e da outorga de direito de uso, conforme reza a legislação estadual de recursos hídricos e da lei ambiental do Rio Grande do Norte.

A Lei nº 6.908, de 01 de julho de 1996, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, prevê que a ampliação e alteração de projeto de qualquer empreendimento que demande a utilização de recursos hídricos, superficiais e/ou subterrâneos, bem como a execução de obras ou serviços que alterem o seu regime, em quantidade e/ou qualidade, dependerão de prévio licenciamento das obras e da outorga do direito de uso da água pelo órgão competente. (Art. 15.)

A outorga do direito de uso dos recursos hídricos foi regulamentada pelo Decreto nº13.283, de 22 de março de 1997, que em seu Art. 3. estabelece que a concessão, fiscalização e controle de outorga e o licenciamento de obras de oferta hídrica serão instruídos por princípios estabelecidos pela SERHID, observando os objetivos, princípios e diretrizes estabelecidos pela Lei Estadual de Recursos Hídricos.

Para a regularização do empreendimento em questão será necessário que sejam concedidas a outorga e o licenciamento de obras de oferta hídrica geridos pela SERHID e, ainda o licenciamento ambiental, instruído pelo IDEMA - Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente, respeitando-se as competências de cada unidade estadual administrativa.





A legislação estadual do Rio Grande do Norte prevê que a SERHID e o IDEMA (órgão estadual do meio ambiente) deveriam se articular, quando dos trâmites processuais, em suas respectivas esferas de atuação, de maneira a evitar repetições de exigências, aproveitando, sempre que possível, os elementos e demais documentos fornecidos para uma ou outra licença (Art. 56, do Decreto nº 13.283, de 22 de março de 1997, instrumento jurídico que regulamenta a outorga do direito de uso dos recursos hídricos no Rio Grande do Norte).

O licenciamento ambiental da captação existente da Adutora Monsenhor Expedito tramitou no Processo nº 576/96, sob responsabilidade do IDEMA. Sugere-se que a ampliação aqui tratada, continue a tramitar no processo de licenciamento supracitado, pois o mesmo contém uma considerável quantidade de informações a respeito de toda área de influência do empreendimento.

As normas gerais do licenciamento deverão obedecer às normas federais preconizadas sobre o assunto. Desconsiderar ou aplicar parcialmente legislação federal implica dever de anulação das autorizações pelo próprio estado, ou o Poder Judiciário, por meio de tutela.

O licenciamento ambiental, bem como sua revisão periódica são instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente. Entretanto, o licenciamento ambiental deve submeter-se ao Zoneamento Ambiental, de acordo com a hierarquia estabelecida pela Política Nacional de Meio Ambiente. Isto indica que as regras e normas de uso e ocupação do solo devem ser consideradas no processo de licenciamento ambiental. Havendo, portanto, regra ou norma ou para um determinado espaço territorial, este zoneamento não poderá ser contrariado pela concessão de autorização do Poder Público não só Estadual, como Federal e Municipal.

A Lei nº 142, de 30 de dezembro de 1982, em vigor no Estado Potiguar, em seu Artigo 6., orienta que a construção, a instalação, a ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras dependerão de prévio licenciamento pelo Conselho Estadual de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, sem prejuízo de outras licenças exigíveis.

A área do empreendimento está totalmente inserida na Área de Proteção Ambiental Estadual Bonfim/Guaraíra, criada pelo Decreto nº 14.369, de 22 de março de 1999. As diretrizes gerais para o funcionamento de uma APA estão estabelecidas na Lei Federal nº 9985, de 18/07/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. As principais delas dizem respeito às normas de utilização de determinadas áreas, normas estas que deverão respeitar os limites constitucionais. Outras diretrizes tratam das condições de visitação pública e da realização de Estudos que dependerão de autorização específica do órgão gestor da APA, em questão, nas áreas de domínio público, e do proprietário, em casos de áreas particulares.

No caso em estudo, o objetivo da APA Estadual Bonfim/Guaraíra é ordenar o uso, proteger e preservar os ecossistemas dunar, mata atlântica e manguezal; as lagoas, rios e demais recursos hídricos e as espécies vegetais e animais.





O Macrozoneamento e o Plano de Manejo da APA ficaram a cargo do IDEMA que poderá executar ou contratar os serviços para elaboração destes. O Macrozoneamento ficou previsto para ocorrer em 90 dias, após publicação do Decreto supracitado, sendo logo em seguida confeccionado o Plano de Manejo. Segundo informações de técnicos do IDEMA, tais estudos não foram, ainda, realizados.

A Resolução nº 237, de 16 de dezembro de 1997, reza em seus ditames que caberá ao órgão estadual competente, verificando que a atividade ou empreendimento não possui potencial para causar significativa degradação ambiental, definir os estudos ambientais pertinentes ao respectivo processo de licenciamento ambiental.

A legislação ambiental do Rio Grande do Norte foi amplamente pesquisada e nada foi encontrado a respeito de tais instrumentos intermediários de avaliação de impacto ambiental.

A Subcoordenadoria de Licenciamento e Controle Ambiental (SLCA) é a unidade de apoio à Coordenadoria de Meio Ambiente, no exercício das funções de coordenação e execução das atividades de licenciamento e controle ambiental, cabendo-lhe o exercício da avaliação dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e respectivos Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA), bem como os demais estudos e relatórios exigidos para implantação de projetos públicos e privados, causadores de significativos impactos ambientais.

Os demais estudos não se encontram expressamente previstos na legislação, conforme relato anterior. Cabendo então a tal unidade administrativa do IDEMA definir qual o instrumento de avaliação de impacto ambiental mais adequado para o caso em estudo.

O IDEMA determinará, mediante análise prévia do projeto inicial apresentado para a concessão do licenciamento, a necessidade ou não da realização de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) ou de outros instrumentos utilizados para a avaliação de impactos ambientais. (Art. 42, do Decreto nº 13.799, de 17 de fevereiro de 1998).

Pode-se inferir que tal prática pode estar definida em Ordem de Serviço, ou instrumento similar, do próprio IDEMA, que serve para instruir internamente a Subcoordenadoria de Licenciamento e Controle Ambiental, nos assuntos pertinentes ao tipo de estudo a ser apresentado, quando estes estão isentos de apresentar o EIA/RIMA, mas necessitam de orientação de outros tipos de estudos ambientais.

Outro aspecto legal que merece destaque, é a condição de algumas espécies da Mata Atlântica que têm assegurada a sua preservação, conforme prevê a Resolução CONAMA nº 278, de 24 de maio de 2001. Em seu artigo primeiro é expressamente determinado que o IBAMA não autorize concessões para o corte e exploração de espécies ameaçadas de extinção, constante em sua lista oficial, em populações naturais no bioma Mata Atlântica.

Merece ser comentado que a supressão de vegetação em área de preservação permanente somente será autorizada em caso de utilidade pública ou interesse social, devidamente caracterizados e/ou motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto. (Art. 4º, Código Florestal Brasileiro).





3c) Conclusões e Recomendações dos Estudos Ambientais

O escopo desta avaliação preliminar é indicar uma opção ou alternativa que consiga suprir as necessidades de demanda por água na Adutora Monsenhor Expedito, menos impactante do ponto de vista ambiental, porém guardando condições de ser um projeto exequível na sua implantação.

Os dados e demais levantamentos existentes sobre a área de estudo foram suficientes para definir de forma objetiva sobre a opção menos impactante sob o ponto de vista ambiental, que converge para a mesma indicação do inventário realizado para as áreas de hidrologia e hidrogeologia.

Sob o ponto de vista legal, prevê-se, inicialmente empecilhos a ser vencidos caso a área eleita seja Alcaçus, pois a mesma encontra-se inserida em área de vegetação de restinga, bem como apresenta um forte potencial ecológico.

No caso de captação do rio Pium, conflitos sobre o uso da água, provavelmente poderão eclodir. Pois a sua área de drenagem apresenta uma considerável ocupação, além de apresentar um barramento a montante da BR – 101, que pode dificultar a operação de um sistema de captação do porte considerado.

As demais opções não apresentam significativos empecilhos legais. Sugere-se as seguintes instruções à SERHID, afim de tornar as opções mais exequíveis:

Poços Boa Cica – Ter sua locação mais para sul, no intuito de se afastar mais da área de loteamento, localizada em frente. Os poços deverão se afastar da faixa de domínio da rodovia. Com tais alterações configura-se na melhor opção, somando ao fato que esta se localiza no exutório, ou em suas proximidades, aproveitando uma água que retornaria de forma quase direta para o oceano.

Poços Canjoão – Prever traçados que interfiram pouco com áreas de preservação permanente, aproveitando estradas vicinais.

Rio Boa Cica – apresenta interferências em áreas de preservação permanente, inerente a qualquer atividade que seja desenvolvida em corpos hídricos superficiais.

Para que ocorra um equilíbrio, uso e ocupação racional da área de estudo, serão necessários a elaboração e efetiva implementação de Macrozoneamento e respectivo Plano de Manejo da APA do Bonfim/Guaraíra, previstos no diploma legal que criou a área, citado anteriormente neste relatório.

Um aspecto fundamental para validade das conclusões deste estudo é que o estado implemente de forma rigorosa o sistema de outorga e fiscalização na execução de poços tubulares profundos. Os mananciais subterrâneos são naturalmente mais protegidos que os mananciais superficiais. No entanto, a perfuração de poços sem os critérios técnicos propicia meios de contaminação dos mesmos e não raramente, vem a inviabilizar o uso desses mananciais por diversos tipos de contaminação.





Por último, sugere-se que a concessionária que opera o Sistema Monsenhor Expedito promova, como fim de compensação ambiental, o fomento de tais estudos, o que, além de propiciar a proteção dos mananciais ali existentes, configurar-se-á como estratégia de uma política governamental de preservação inerente aos empreendimentos de abastecimento de água.

6.7.2 Ampliação do Sistema Adutor – Ramais para as 7 Cidades

As obras de abastecimento de água apresentam características próprias, uma vez que encerram, em si mesmas, objetivos positivos, embora possam causar interferências negativas no meio ambiente, principalmente no que se refere à quantidade e à qualidade de água nos mananciais utilizados. Entretanto, pelo alto significado dos objetivos finais, os eventuais impactos negativos de percurso tornam-se menos relevantes e são, normalmente, bem suportados pelas comunidades envolvidas.

A fase de implantação do empreendimento exige ações que, de um modo ou outro, interferem com maior ou menor intensidade nos meios físico, biótico e antrópico.

Na fase de implantação, entre os impactos significativos que poderão ocorrer, alguns estarão sujeitos a apresentar magnitudes acentuadas, que são aqueles gerados pela limpeza da área, principalmente das futuras elevatórias, com possibilidades de interferências em remanescentes da flora autóctone, pela movimentação de terra (processos erosivos, assoreamentos, desbarrancamentos, interferências com sistema viário, acidentes de trabalho e geração de resíduos). Resultado da influência direta da obra, esses impactos serão temporários, de abrangência local, reversíveis e com condições regulares de mitigação, que devem ser adotadas preventivamente pelo empreendedor.

Obras civis (ruído, poeira, interferências na drenagem, afugentamento da fauna, interferências em habitats e espécies, além de resíduos), também decorrem da influência direta das obras, e também são temporários, reversíveis, e de abrangência local, contudo, são de difícil mitigação. Nesses casos específicos, a minimização desses impactos estará ligada à implementação, por parte do empreendedor, de medidas preventivas, para que o comprometimento da área seja o mais fraco possível, devido à movimentação de veículos e máquinas com interferências no trânsito local.

A paralisação da obra é outra ação geradora de impacto de magnitude acentuada (instalação de processos erosivos, assoreamentos, desmotivação da comunidade, prejuízos econômicos, redução de emprego, desvalorização de terras e produção de resíduos). Decorrente de uma ação direta, teria duração temporária, portanto seria reversível, com abrangência local e boas condições de mitigação. A operação das elevatórias de água é outra ação que poderá, eventualmente, gerar impactos de magnitude acentuada (por queda de energia elétrica ou defeito mecânico), com possibilidade de ocorrência permanente na fase de operação, porém reversível, de alcance local e condições regulares de mitigação.





Outros impactos passíveis de ocorrer apresentam magnitudes moderadas, estando relacionados às desapropriações e remoções; à limpeza da área; à implantação do canteiro de obras; ao movimento de veículos e máquinas; etc.

Entre esses impactos, apenas um apresenta características de irreversibilidade (alteração do valor da terra), e alguns seriam permanentes e de difícil mitigação (a geração de ruídos nas unidades de recalque, acidentes com vazamentos na vias públicas ou diretamente no solo ou nas drenagens, acidentes no trabalho, etc.). Entretanto, todos esses impactos podem ser considerados insignificantes se comparados com a melhoria da qualidade de vida da população que, atualmente, utiliza água de qualidade duvidosa e em quantidade insuficiente. A melhoria da saúde da população, que terá reduzida a incidência de doenças de veiculação hídrica, apresenta-se como permanente e de grande relevância.

Assim, a ampliação do sistema adutor e de distribuição nas 7 cidades constitui medida das mais importantes visando mitigar os impactos gerados pelo crescimento urbano, constituindo-se ação de saúde pública, buscando uma melhoria da qualidade de vida para os cidadãos. Dentre os impactos positivos decorrentes da operação do sistema, podem-se destacar:

- Redução de incidência de doenças infecto-contagiosas e parasitárias;
- Melhoria da qualidade das unidades habitacionais;
- Reforço às funções urbanas;
- Estímulo a novos investimentos;
- Melhoria dos indicadores de saúde, com redução nas internações hospitalares e reflexos no rendimento no trabalho (mais disposição e menos faltas);
- Melhoria da qualidade de vida na região;
- Melhoria dos padrões sanitários das residências atendidas;
- Ganho de área nos lotes com desativação de cisternas.

As principais interferências de um sistema de abastecimento de água no meio ambiente residem na alteração do regime hídrico do manancial utilizado e dos usos dessas águas a jusante. No presente caso estudado no item anterior.

Na identificação e análise dos impactos significativos, ficou suficientemente clara a magnitude moderada dos efeitos das ações do empreendimento sobre o ambiente local, estando os ganhos sociais e ambientais em vantagem sobre os impactos negativos previstos, que são, na sua maioria, temporários e mitigáveis.

Entre as medidas mitigadoras, que têm o objetivo específico de minimizarem os impactos negativos e otimizarem os impactos positivos, constata-se que todas têm caráter preventivo.

Quanto à competência para aplicação das mesmas, a SERHID seria responsável por três delas: implantação de um programa de educação ambiental para melhoria dos hábitos higiênicos; incentivo à adesão ao sistema de abastecimento público; e criação, por meio de instrumentos





legais, de restrições ao parcelamento e à ocupação urbana das áreas das bacias dos mananciais abastecedores. As demais medidas mitigadoras ficariam sob a responsabilidade do empreendedor.

Entre as medidas preventivas a serem implementadas ainda na fase de projeto, duas merecem atenção especial. A primeira refere-se à contratação de mão-de-obra. O empreendedor deve, sempre que possível, efetuar as contratações nas próprias cidades onde estão sendo implantadas as obras. Essa medida assume caráter social, uma vez que atualmente é grande o desemprego. Além de ser um gesto simpático da empresa, evita eventuais conflitos causados por operários vindos de outras regiões. A segunda medida, que também merece atenção especial, é a indenização dos proprietários que cederão áreas ao conjunto do projeto. A fim de se evitarem prejuízos a esses cidadãos, é necessário que os mesmos recebam um valor justo pela terra desapropriada, antes do início das obras.

Com relação às medidas preventivas para a fase de implantação, merece atenção especial aquela relacionada ao risco de acidentes envolvendo não apenas o pessoal de obra, mas, também, os usuários das vias públicas, especialmente os motorizados. Assim, além dos cuidados inerentes às obras que envolvem escavação e movimentação de terra, há que se ter atenção especial na colocação de equipamentos de sinalização em locais de boa visibilidade, principalmente quando as obras interferirem com rodovias.

As medidas propostas, tanto as preventivas quanto as corretivas, são plenamente exeqüíveis e, seguramente, proporcionarão, no cômputo geral, uma melhoria ambiental significativa da área de influência direta do empreendimento.





7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Em função dos estudos realizados foi possível observar que todos os mananciais existentes próximos aos 07 municípios são intermitentes, necessitando de construção de barragens para a regularização de vazão. Outro fato importante observado se refere à qualidade das águas utilizadas nos sistemas existentes dessas cidades, que apresentam elevados teores de sais. Em função disso, as populações utilizam as águas fornecidas pelos prestadores de serviços para fins menos nobres, buscando fontes alternativas para o consumo humano. Muitas dessas fontes não apresentam água de boa qualidade.

Uma das fontes utilizadas pelas populações desses sete municípios é a própria adutora Monsenhor Expedito, por meio de caminhões pipa. Essas águas fornecidas à população normalmente não são tarifadas pelo prestador de serviços, entretanto a população pagar valores muito elevados (até R\$ 160,00 por caminhão).

O atendimento desses municípios, com abastecimento de água, pode ser encarado como medida extremamente importante no sentido de garantir a qualidade da saúde de suas populações.

Os locais definidos para a implantação das obras encontram-se bastante antropizados e as interferências com a flora e fauna são mínimas, uma vez que as tubulações serão implantadas em áreas urbanas ou em faixas de domínio de rodovias ou vias vicinais.

O planejamento adequado, visando a revegetação nos locais das obras, mitigará os impactos negativos advindos das ações necessárias à implementação das redes de distribuição, estações elevatórias e centros de reservação, bem como poderá promover uma valorização e recuperação das áreas urbanas.

A implantação dos sistemas de abastecimento de água nas áreas de estudo resultará muito mais impactos positivos, de caráter definitivo, com substancial melhora na qualidade ambiental, em especial na qualidade de vida da população.

Recomenda-se ao empreendedor, manter e ampliar o processo de integração com os Órgãos Governamentais e as ONG's que atuam nas áreas, buscando uma recuperação e proteção de áreas degradadas bem como promover programas de educação ambiental visando a preservar ao do sistema adutor.

Os Estudos de Concepção desenvolvidos permitem concluir que o empreendimento é necessário e viável técnica e ambientalmente.

