



Universidade Federal de Alagoas  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento  
Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento



**DANIEL FAIÃO RODRIGUES**

*CANAL DO SERTÃO ALAGOANO: O CUSTO DA ÁGUA*

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Maceió/AL, outubro de 2010.**

**DANIEL FAIÃO RODRIGUES**

**CANAL DO SERTÃO ALAGOANO: O CUSTO DA ÁGUA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento.

Orientador: Prof. Dr. Valmir de Albuquerque Pedrosa

Maceió/AL, outubro de 2010.

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
**Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto**

R696c Rodrigues, Daniel Faião.  
Canal do Sertão Alagoano: o custo da água / Daniel Faião Rodrigues, 2010.  
138 f.: il.; mapas, graf., tabs.

Orientador: Valmir de Albuquerque Pedrosa.  
Dissertação (mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2010.

Bibliografia: f.

1. Canal do Sertão - Alagoas. 2. Água de irrigação. 3. Água, custo da.  
4. Energia elétrica. I. Título.

CDU: 631.67



Universidade Federal de Alagoas – UFAL  
Centro de Tecnologia – CTEC  
Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamentos – PPGRHS  
Campus A. C. Simões, Av. Lourival de Melo Mota, S/N  
Tabuleiro do Martins – CEP 57072-970 – Maceió – Alagoas  
Tel/Fax: (82) 3214-1279  
E-mail: ppgrhs@yahoo.com  
Homepage://www.ctec.ufal.br/posgraduacao/ppgrhs



CANAL DO SERTÃO: O CUSTO DA ÁGUA

DANIEL FAIÃO RODRIGUES

Dissertação submetida à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Alagoas e aprovada no dia 03 de setembro do ano de 2010.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Valmir de Albuquerque Pedrosa  
(Orientador- CTEC/UFAL)

Profª Drª Rosângela Sampaio Reis  
(CTEC/UFAL)

Prof. Dr. Jaildo Santos Pereira  
(UFRB)

## **AGRADECIMENTOS**

Preliminarmente ao meu orientador, Professor Dr. Valmir de Albuquerque Pedrosa, os maiores e mais sinceros agradecimentos. Sua orientação, incentivo e confiança me proporcionaram o engrandecimento profissional e humanista almejado ao longo da minha vida acadêmica.

Sou grato aos professores do Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento (PPGRHS), pela constante dedicação ao programa e ao seu corpo discente, sempre prezando pela excelência na qualidade de ensino.

À Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), por me conferir a oportunidade de integrar seu quadro institucional. Foi mais de um ano de dedicação e empenho na gestão dos recursos hídricos do Estado de Alagoas, especialmente na gestão do Canal do Sertão Alagoano, com muito aprendizado, muita experiência e muitos amigos.

Agradeço à Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará (COGERH), pela forma prestativa e atenciosa com que me receberam em sua sede, pela oportunidade de visitar as estruturas do Canal da Integração e do Canal do Trabalhador, por todo o esclarecimento acerca do funcionamento dos setores da COGERH, bem como das ações por ela desenvolvidas e pela disponibilização de documentos da Companhia para pesquisa.

Sou grato à COHIDRO, que cordialmente me recebeu inúmeras vezes em sua sede, pelas informações prestadas sobre os projetos do Canal do Sertão Alagoano e pela disponibilização de seus estudos sobre o empreendimento.

À Eletrobrás - Distribuição Alagoas e à Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL), pelo modo com que me atenderam e pelas informações prestadas para a consecução desse trabalho.

*“O conhecimento torna a alma jovem  
e diminui a amargura da velhice.  
Colhe, pois, a sabedoria. Armazena  
suavidade para o amanhã”.*

*Leonardo da Vinci*

## RESUMO

FAIÃO, D. (2010). *Canal do Sertão Alagoano: O Custo da Água*. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2010.

As regiões do sertão e agreste alagoano são caracterizadas pelas condições climáticas adversas à exploração agrícola ou pecuária de sequeiro com fins comerciais. As estiagens fazem com que os habitantes da região vivam permanentemente em estado de calamidade. Visando modificar esta situação, o Estado de Alagoas está construindo o Canal do Sertão, que conduzirá água do rio São Francisco para toda esta região, visando atender ao consumo humano, irrigação, culturas de sequeiro e dessedentação de animais. O objetivo desse estudo é estimar os custos da oferta de água para todos os usuários atendidos pelo empreendimento, no trecho cujas obras já tenham sido contratadas, desde o quilômetro 0 até o quilômetro 64,7 do Canal. Para isso foram feitas pesquisas sobre o atual serviço de abastecimento de água de Alagoas, que é executado pela CASAL, em 78 municípios do Estado, inclusive Maceió, a qual, para efeitos de infraestrutura hídrica no sertão e agreste de Alagoas, opera três Sistemas Coletivos: do Sertão, da Bacia Leiteira e do Agreste. Também foi estudado um cenário futuro, com abastecimento de água pelo Canal do Sertão, que atenderá direta e indiretamente 42 municípios de Alagoas, abastecendo cerca de 1.000.000 de habitantes, 50% da população do Estado. A grande idéia do empreendimento é promover a redução dos custos de distribuição de água através da minoração das alturas geométricas de bombeamento, que chegam a atingir cerca de 500m. Esse trabalho apresenta uma descrição completa do Canal do Sertão, desde as justificativas para sua implantação, objetivos e metas do empreendimento, detalhamento dos projetos de engenharia e traçado do canal, até os municípios pertencentes a sua área de influência, descrição dos perímetros de irrigação e as demandas dos usuários pertencentes ao trecho em estudo. Por outro lado, o Governo de Alagoas não tem dados suficientes para estimar o custo exato da água do Canal do Sertão, nem tampouco a experiência necessária em gestão de canais. Por isso foi necessário buscar informações sobre um empreendimento semelhante ao Canal do Sertão, em um Governo com estrutura hídrica bem definida: o Canal da Integração, no Ceará. Com esse objetivo o autor visitou a COGERH, onde conheceu de perto o Canal da Integração e o Canal do Trabalhador. Com isso, esse estudo apresenta também as atividades desenvolvidas pela COGERH, a estrutura tarifária do Ceará, a concepção do projeto e o funcionamento do Canal da Integração e os custos detalhados da água desse Canal. O custo da água do Canal do Sertão Alagoano foi estimado pelo somatório dos custos com energia elétrica, operação, manutenção e vigilância do empreendimento. Dessas parcelas, o custo com energia elétrica foi calculado conforme as características físicas do Canal e as tarifas vigentes da Eletrobrás. Os demais custos foram estimados conforme o modelo do Canal da Integração do Ceará. Os resultados estão apresentados em gráficos de "Demanda x Custo Unitário x Custo Total", mostrando que o menor custo da água é de 37,41R\$/1.000m<sup>3</sup>, que ocorre quando o sistema opera na sua capacidade máxima.

Palavras-chave: Canal do Sertão Alagoano; Canal da Integração, custo da água; energia elétrica; perímetros de irrigação.

## ABSTRACT

FAIÃO, D. (2010). *Canal Alagoano Hinterland: The Cost of Water*. Thesis (MA) - Graduate Program in Water Resources and Sanitation, Federal University of Alagoas, Maceió, 2010.

The regions of wilderness from Alagoas are characterized by adverse weather conditions on the farm or dryland farming for commercial purposes. Droughts cause the region's inhabitants live permanently in a state of calamity. Seeking to change this situation, the state of Alagoas is building the Wilderness Channel, which will lead water from the São Francisco River to this region, to meet human consumption, irrigation, dryland crops and watering livestock. The objective of this study is to estimate the costs of providing water to all users served by the project, whose works on the section have already been contracted from the km 0 to km 64.7 of the Channel. For this, research was done on the current water supply service of Alagoas, which is run by CASAL, in 78 municipalities in the state, including Maceió, which, for purposes of water infrastructure in the wilderness of Alagoas, operates three Systems Collectives: of the wilderness, of the dairy and of the wild. Was also studied a future scenario with water supply by the Wilderness Channel, which directly and indirectly serve 42 municipalities of Alagoas, supplying about one million inhabitants, 50% of the state population. The big idea of the project is to promote the reduction of costs of water distribution through the mitigation of geometric heights of pumping, which reach about 500m. This paper presents a complete description of the Wilderness Channel, since the justification for its implementation, objectives and goals of the project, detailing the engineering and design of the channel, until the municipalities within its area of influence, description of irrigation projects and the demands of users of the stretch under study. Furthermore, the Government of Alagoas not have sufficient data to estimate the exact cost of water from the Wilderness Channel, nor the necessary experience in channel management. Therefore it was necessary to seek information about a similar enterprise to the Wilderness Channel, in a government with well-defined water structure: the Integration Channel, from Ceará. With this objective the author visited the COGERH, where he met closely the Integration Channel and the Work Channel. Thus, this study also presents the activities developed by COGERH, the tariff structure of Ceará, the project design and the operation of Integration Channel and the detailed costs of the water from this Channel. The cost of water from the Wilderness Channel was estimated as the sum of the costs of electricity, operation, maintenance and monitoring of the enterprise. From these plots, the cost of electricity was calculated according the physical characteristics of the Channel and the current rates of Eletrobrás. The remaining costs were estimated according to the model of Integration Channel of Ceará. The results are presented in graphs "Demand vs. Unit Cost vs. Total Cost", showing that the lowest water cost is 37.41R\$/1.000m<sup>3</sup>, which occurs when the system operates at maximum capacity.

Keywords: Wilderness Channel; Integration Channel, cost of water, electricity, irrigation perimeters.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Municípios conveniados com a CASAL.....	25
Figura 2 – Mapa dos Sistemas Coletivos da CASAL.....	26
Figura 3 – Sistema Coletivo do Sertão.....	26
Figura 4 – Sistema Coletivo da Bacia Leiteira.....	27
Figura 5 – Sistema Coletivo da Agreste.....	27
Figura 6 – Sistema Coletivo Carangueja.....	28
Figura 7 – Sistema Coletivo Anadia / Maribondo .....	28
Figura 8 – Sistema Coletivo Barragem .....	29
Figura 9 – Área de elevado risco hídrico em Alagoas .....	30
Figura 10 – Traçado do Canal do Sertão Alagoano .....	31
Figura 11 – Bacia do rio São Francisco e suas subdivisões.....	33
Figura 12 – RH's da Bacia do Rio Guandu .....	36
Figura 13 – Localização das Bacias dos Rios PCJ .....	39
Figura 14 – Área externa do Espaço das Águas do Ceará.....	43
Figura 15 – Área interna da COGERH.....	43
Figura 16 – Trecho do Canal da Integração com ponte de travessia.....	49
Figura 17 – Trecho do Canal da Integração com bomba flutuante .....	49
Figura 18 – Barragem do açude Castanhão .....	50
Figura 19 – Motores e bombas da estação elevatória do Canal da Integração.....	52
Figura 20 – Salas de controle do Canal da Integração.....	53
Figura 21 – Vigilância armada do Canal da Integração.....	53
Figura 22 – Esquema tarifário da CASAL .....	57
Figura 23 – Divisão dos trechos do Canal do Sertão.....	68
Figura 24 – Desníveis no rio São Francisco.....	69
Figura 25 – Arranjo geral do Canal do Sertão.....	72
Figura 26 – Regiões e municípios pertencentes à área de influência do Canal do Sertão .....	73
Figura 27 – Ponto de tomada d'água do Canal do Sertão .....	74
Figura 28 – Canal de aproximação até a estação elevatória .....	75
Figura 29 – Fachada posterior da estação elevatória do Canal do Sertão.....	76
Figura 30 – Ensecadeira, canal de aproximação e estação elevatória do Canal do Sertão.....	77
Figura 31 – Planta baixa da estação elevatória.....	78
Figura 32 – Canal de aproximação até as linhas de recalque .....	79
Figura 33 – Transição das linhas de recalque para o sistema de sifão invertido.....	80
Figura 34 – Transição do sistema de sifão invertido para o canal trapezoidal .....	81
Figura 35 – Quilômetro zero do Canal do Sertão .....	82
Figura 36 – Vista aérea de trechos do Canal do Sertão .....	82
Figura 37 – Estrutura especial: bueiros.....	83

Figura 38 – Estrutura especial: ponte canal.....	83
Figura 39 – Estrutura especial: travessia sobre o Canal .....	83
Figura 40 – Estrutura especial: comporta de controle .....	83
Figura 41 – Localização do perímetro de irrigação de Pariconha 1 .....	90
Figura 42 – Perímetro de irrigação de Pariconha 1.....	92
Figura 43 – Localização do perímetro de irrigação de Pariconha 2.....	93
Figura 44 – Perímetro de irrigação de Pariconha 2.....	95
Figura 45 – Localização do perímetro de irrigação de Delmiro Gouveia.....	96
Figura 46 – Perímetro de irrigação de Delmiro Gouveia .....	97
Figura 47 – Estação de bombeamento principal de perímetros de irrigação .....	108

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comportamento de uma curva de custo unitário típica.....	23
Gráfico 2 – Custo unitário da energia elétrica na captação pelo Canal do Sertão .....	107
Gráfico 3 – Custo unitário da energia elétrica na captação pelo Canal do Sertão (km 64,7).....	107
Gráfico 4 – Custo unitário da energia elétrica do perímetro de Delmiro Gouveia .....	115
Gráfico 5 – Custo unitário da energia elétrica do perímetro de Pariconha 1 .....	116
Gráfico 6 – Custo unitário da energia elétrica do perímetro de Pariconha 2 .....	116
Gráfico 7 – Custo da água para o Sistema Coletivo do Sertão .....	129
Gráfico 8 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 1 .....	130
Gráfico 9 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 2 .....	130
Gráfico 10 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 3 .....	131
Gráfico 11 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 4 .....	131
Gráfico 12 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 5 .....	132
Gráfico 13 – Custo da água para o Perímetro de Irrigação de Delmiro Gouveia.....	132
Gráfico 14 – Custo da água para o Perímetro de Irrigação de Pariconha 1 .....	133
Gráfico 15 – Custo da água para o Perímetro de Irrigação de Pariconha 2 .....	133
Gráfico 16 – Custo da água agrupado para todos os usuários .....	134

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores cobrados pelo uso dos recursos hídricos do rio São Francisco.....	35
Tabela 2 – Valores cobrados pela utilização dos recursos hídricos do rio Guandu.....	37
Tabela 3 – Valores arrecadados com a cobrança na bacia do rio Guandu.....	38
Tabela 4 – Valores cobrados pelo uso dos recursos hídricos Federais da bacia do PCJ.....	41
Tabela 5 – Valores cobrados pelo uso dos recursos hídricos Estaduais da bacia do PCJ.....	41
Tabela 6 – Características consideradas no cálculo do valor total da cobrança no PCJ.....	41
Tabela 7 – Tarifas de consumo cobradas pelo uso dos recursos hídricos do Ceará .....	48
Tabela 8 – Características dos conjuntos motor-bomba do Canal da integração.....	52
Tabela 9 – Conta mensal da CASAL para municípios saneados do interior de Alagoas.....	58
Tabela 10 – Parâmetros financeiros do Sistema Coletivo do Sertão no ano de 2008 .....	59
Tabela 11 – Descontos de energia elétrica para grupos consumidores.....	63
Tabela 12 – Cobrança de ICMS sobre a energia elétrica.....	63
Tabela 13 – Tarifas de energia elétrica para alta tensão – convencional .....	63
Tabela 14 – Tarifas de energia elétrica para alta tensão – horo-sazonal azul .....	64
Tabela 15 – Tarifas de energia elétrica para alta tensão – horo-sazonal verde .....	64
Tabela 16 – Municípios pertencentes à área de influência do Canal do Sertão.....	72
Tabela 17 – Características dos conjuntos motor-bomba do Canal do Sertão.....	75
Tabela 18 – Usuários do Canal do Sertão .....	85
Tabela 19 – Demanda dos usuários ao longo do Canal do Sertão.....	86
Tabela 20 – Resumo das demandas de vazão do Canal do Sertão (km 64,7) .....	87
Tabela 21 – Perímetros de irrigação: áreas e vazões de projeto.....	89
Tabela 22 – Perímetros de sequeiro: áreas e vazões de projeto.....	98
Tabela 23 – Abastecimento de água urbano e rural: vazões de projeto .....	99
Tabela 24 – Descontos corrigidos para unidade consumidora rural .....	102
Tabela 25 – PIS em 2009.....	102
Tabela 26 – COFINS em 2009 .....	102
Tabela 27 – Tarifa final de energia elétrica do Canal do Sertão.....	103
Tabela 28 – Custo anual da energia elétrica na captação pelo Canal do Sertão .....	106
Tabela 29 – Tarifa final de energia elétrica para os irrigantes .....	110
Tabela 30 – Custo com energia elétrica do perímetro de irrigação de Delmiro Gouveia.....	112
Tabela 31 – Custo com energia elétrica do perímetro de irrigação de Pariconha 1 .....	113
Tabela 32 – Custo com energia elétrica do perímetro de irrigação de Pariconha 2 .....	114
Tabela 33 – Custo anual da água do Canal de Integração (vazão máxima).....	117
Tabela 34 – Custo anual da água do Canal de Integração (reagrupado) .....	118
Tabela 35 – Custo anual da água do Canal do Sertão – vazão máxima (km 250).....	119
Tabela 36 – Custo anual da água do Canal do Sertão – vazão máxima (km 64,7).....	119
Tabela 37 – Custo anual da água do Canal do Sertão em função da vazão (km 64,7).....	120

Tabela 38 – Custo da água para o Sistema Coletivo do Sertão.....	122
Tabela 39 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 1.....	123
Tabela 40 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 2.....	124
Tabela 41 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 3.....	124
Tabela 42 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 4.....	125
Tabela 43 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 5.....	125
Tabela 44 – Custo da água para o Perímetro de Irrigação de Delmiro Gouveia .....	126
Tabela 45 – Custo da água para o Perímetro de Irrigação de Pariconha 1.....	127
Tabela 46 – Custo da água para o Perímetro de Irrigação de Pariconha 2.....	128
Tabela 47 – Custo da água quando o sistema opera na capacidade máxima .....	134
Tabela 48 – Valores cobrados pelo uso da água dos rios São Francisco, Guando e PCJ .....	136
Tabela 49 – Comparação dos custos da COGERH, CASAL e do Canal do Sertão .....	137
Tabela 50 – Valor da cobrança pelo uso dos recursos hídricos do Canal até o km 64,7.....	138
Tabela 51 – Custo final da água do Canal do Sertão até o km 64,7 .....	138

## LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CASAL	Companhia de Saneamento de Alagoas
CBHSF	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
CEAL	Companhia Energética de Alagoas
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CRH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CV	Cavalo Vapor
DAE	Departamento de Água e Esgoto
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DN	Diâmetro Nominal
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EBA-1	Estação de Bombeamento Auxiliar 1
EBA-2	Estação de Bombeamento Auxiliar 2
EBP	Estação de Bombeamento Principal
FUNDRHI	Fundo Estadual de Recursos Hídricos
Hm	Altura Manométrica
ICMS	Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
MINT	Ministério da Integração Nacional
N.A.	Nível da Água
NE	Nordeste
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PCJ	Piracicaba, Capivari e Jundiá
PIB	Produto Interno Bruto
PIS	Programa de Integração Social
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
RH's	Regiões Hidrográficas
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
RPM	Rotação por Minuto
SAE	Sistema de Água e Esgoto
SEAGRI	Secretaria de Estado da Agricultura e do Desenvolvimento Agrário
SEINFRA	Secretaria de Estado de Infraestrutura
SEMARH	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
SOHIDRA	Superintendência de Obras Hidráulicas
SRH	Secretaria de Recursos Hídricos
SW	Sudoeste
UHE	Usina Hidro Elétrica

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>21</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>22</b>
<b>4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>24</b>
4.1.    SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO AGRESTE E NO SERTÃO DE ALAGOAS .....	24
4.1.1. <i>Abastecimento de Água no Agreste e no Sertão - Serviço Atual.....</i>	<i>25</i>
4.1.2. <i>Abastecimento de Água no Agreste e no Sertão - Serviço Futuro.....</i>	<i>30</i>
4.2.    A COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS .....	32
4.2.1. <i>Cobrança na Bacia do Rio São Francisco .....</i>	<i>32</i>
4.2.2. <i>Cobrança na Bacia do Rio Guandu.....</i>	<i>35</i>
4.2.3. <i>Cobrança na Bacia dos Rios PCJ.....</i>	<i>39</i>
4.3.    MODELO DA COGERH: CANAL DA INTEGRAÇÃO .....	42
4.3.1. <i>Atividades desenvolvidas pela COGERH .....</i>	<i>44</i>
4.3.2. <i>Tarifas Cobradas pelo uso dos Recursos Hídricos do Ceará .....</i>	<i>47</i>
4.3.3. <i>O Canal da Integração.....</i>	<i>48</i>
4.4.    MODELO DA CASAL: SISTEMA COLETIVO DO SERTÃO .....	54
4.4.1. <i>Sistema Tarifário da CASAL.....</i>	<i>56</i>
4.5.    OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA EM ALAGOAS .....	59
4.5.1. <i>Parâmetros para Tributação.....</i>	<i>60</i>
4.5.2. <i>Sistema Tarifário da ELETROBRÁS.....</i>	<i>61</i>
<b>5. O CANAL DO SERTÃO ALAGOANO .....</b>	<b>66</b>
5.1.    JUSTIFICATIVA PARA A IMPLANTAÇÃO DO CANAL DO SERTÃO .....	68
5.2.    OUTORGA DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS PELO CANAL DO SERTÃO.....	70
5.3.    O TRAÇADO DO CANAL DO SERTÃO .....	71
5.4.    DETALHES DA OPERAÇÃO DO CANAL DO SERTÃO .....	74
5.4.1. <i>Tomada d'Água.....</i>	<i>74</i>
5.4.2. <i>Canal de Aproximação .....</i>	<i>75</i>
5.4.3. <i>Estação Elevatória.....</i>	<i>75</i>
5.4.4. <i>Linha de Recalque .....</i>	<i>77</i>
5.4.5. <i>Canal Trapezoidal .....</i>	<i>81</i>
5.4.6. <i>Estruturas Especiais .....</i>	<i>82</i>

<b>6.</b>	<b>DEMANDAS DO CANAL DO SERTÃO.....</b>	<b>84</b>
6.1.	PERÍMETROS DE IRRIGAÇÃO .....	87
6.1.1.	<i>Perímetro de Irrigação de Pariconha 1 .....</i>	<i>90</i>
6.1.2.	<i>Perímetro de Irrigação de Pariconha 2.....</i>	<i>92</i>
6.1.3.	<i>Perímetro de Irrigação de Delmiro Gouveia.....</i>	<i>95</i>
6.2.	PERÍMETROS DE SEQUEIRO.....	97
6.3.	ABASTECIMENTO DE ÁGUA URBANO E RURAL.....	99
<b>7.</b>	<b>ESTIMATIVA DO CUSTO DA ÁGUA DO CANAL DO SERTÃO .....</b>	<b>100</b>
7.1.	CUSTO COM ENERGIA ELÉTRICA PARA O CANAL DO SERTÃO .....	100
7.1.1.	<i>Cálculo das Tarifas de Energia Elétrica .....</i>	<i>100</i>
7.1.2.	<i>Cálculo do Custo com Energia Elétrica para o Canal do Sertão.....</i>	<i>104</i>
7.2.	CUSTO COM ENERGIA ELÉTRICA PARA OS PERÍMETROS DE IRRIGAÇÃO .....	108
7.2.1.	<i>Cálculo das Tarifas de Energia Elétrica para os Irrigantes .....</i>	<i>109</i>
7.2.2.	<i>Cálculo do Custo com Energia Elétrica para os Perímetros de Irrigação.....</i>	<i>110</i>
7.3.	EXTRAPOLAÇÃO DO CUSTO TOTAL DO CANAL DO SERTÃO SEGUNDO O MODELO DA COGERH .....	117
7.4.	RATEIO DOS CUSTOS DA ÁGUA ENTRE OS USUÁRIOS DO CANAL DO SERTÃO.....	120
7.5.	GRÁFICOS DA DEMANDA X CUSTO UNITÁRIO X CUSTO TOTAL DOS USUÁRIOS DO CANAL DO SERTÃO.....	129
<b>8.</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>135</b>



## 1. INTRODUÇÃO

As regiões do sertão e agreste alagoano são caracterizadas pelas condições climáticas fortemente adversas à exploração agrícola ou pecuária com fins comerciais. As freqüentes estiagens fazem com que os habitantes da região vivam permanentemente em estado crítico.

Visando modificar esta situação, o Governo de Alagoas contratou um estudo para implantação de um Canal Aduitor que conduzirá água do rio São Francisco para toda esta região, tanto para o consumo humano, como para projetos de irrigação, culturas de sequeiro, dessedentação de animais e o desenvolvimento da aqüicultura empresarial.

Assim, foram elaborados os anteprojetos, projetos básicos e projetos executivos das obras que compõem o Canal do Sertão, integrante do Sistema Integrado de Aproveitamento dos Recursos Hídricos do Sertão Alagoano, dimensionado em sua etapa final para aduzir uma vazão de 32m<sup>3</sup>/s.

Atualmente essa região tem seu abastecimento de água promovido pela Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL). Entretanto, seus sistemas de abastecimento encontram-se em estado precário no que se refere à operação e manutenção, apresentando grandes perdas geradas por vazamentos nas adutoras e ligações clandestinas não fiscalizadas.

Além disso, os altos custos demandados pelo sistema atual, principalmente pelo grande consumo de energia elétrica, inviabilizam sua operação e manutenção por longos períodos.

A execução das obras do Canal do Sertão está sob a gestão da Secretaria de Estado de Infraestrutura (SEINFRA). Nesse sentido existem dois contratos: um de 1993 e outro de 2007. O primeiro se refere à construção do Canal, do quilômetro zero ao quilômetro 45, juntamente com sua estação de bombeamento. O contrato mais recente, firmado em 2007, tem por objetivo a

construção do trecho do Canal compreendido entre o quilômetro 45 e o quilômetro 64,7.

Uma das grandes preocupações do Governo de Alagoas, bem como da CASAL e dos futuros usuários dos recursos hídricos do Canal do Sertão é quanto eles deverão pagar pelo uso da água proveniente desse empreendimento.

## **2. OBJETIVOS**

O objetivo desse trabalho é estimar os custos da oferta de água para todos os usuários atendidos pelo Canal do Sertão Alagoano no trecho cujas obras já tenham sido contratadas, ou seja, desde o quilômetro 0 até o quilômetro 64,7 do Canal.

### 3. METODOLOGIA

O custo total da água do Canal do Sertão Alagoano será estimado, até seu km 64,7, pelo somatório dos custos de energia elétrica, operação, manutenção e vigilância do Canal.

Dessas parcelas, o custo com energia elétrica será calculado, em função da vazão demandada, tanto para a estação de bombeamento do Canal do Sertão, bem como para as estações de bombeamento dos perímetros de irrigação, conforme suas características físicas e as tarifas de energia elétrica vigentes da Eletrobrás.

Os custos com operação, manutenção e vigilância do Canal do Sertão serão estimados conforme o modelo do Canal da Integração do Ceará, de forma proporcional às suas extensões. Esses custos serão levantados através de pesquisas bibliográficas e entrevistas com a equipe da COGERH (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos) do Ceará.

Assim, o custo total da água do Canal do Sertão será estimado de acordo com a Equação 1:

$$CT_{(CS)} = CEE_{(CS)} + \frac{EX_{(CS)}}{EX_{(CI)}} \times (O_{CI} + M_{CI} + V_{CI})$$

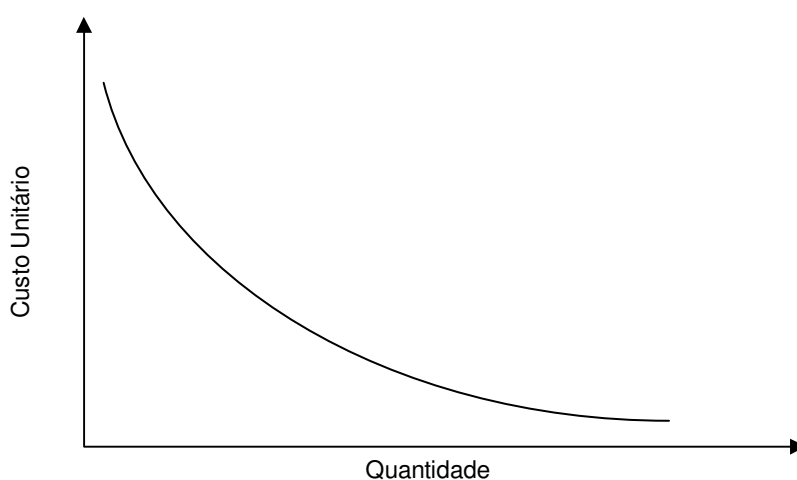
**Equação 1**

Onde:

- $CT_{(CS)}$  = Custo total da água do Canal do Sertão;
- $CEE_{(CS)}$  = Custo com energia elétrica do Canal do Sertão;
- $EX_{(CS)}$  = Extensão do Canal do Sertão;
- $EX_{(CI)}$  = Extensão do trecho do Canal da Integração;
- $O_{(CI)}$  = Custo de operação do Canal da Integração;
- $M_{(CI)}$  = Custo de manutenção do Canal da Integração;
- $V_{(CI)}$  = Custo de vigilância do Canal da Integração.

O custo total da água será rateado entre os usuários segundo suas demandas máximas, observando que cada perímetro de irrigação possui sua própria estação de bombeamento implantada às margens do Canal, aos quais, além dos custos oriundos do Canal, também incidirão os custos com energia elétrica gerados por suas estações de bombeamento.

Os resultados serão apresentados em forma tabular e em curvas de custo unitário (Gráfico 1), as quais irão gerar gráficos de “Demanda x Custo Unitário x Custo Total”.



**Gráfico 1 – Comportamento de uma curva de custo unitário típica**

A esses resultados ainda deverão incidir os custos devido à cobrança pelo uso da água na bacia do rio São Francisco. Esses custos se devem tanto pela captação como pelo consumo de água bruta. Os custos de consumo dependem das características de cada usuário.

Os custos oriundos do instrumento da cobrança pelo uso da água não serão embutidos nos resultados finais, de forma a permitir a comparação entre os custos da água do Canal do Sertão e os custos da água aduzida pela CASAL<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Custos de adução no Sistema Coletivo do Sertão, referentes ao ano de 2008, onde a cobrança pelo uso da água na bacia do rio São Francisco não estava em vigor.

## **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1. Serviço de Abastecimento de Água no Agreste e no Sertão de Alagoas**

O serviço de abastecimento de água e coleta de esgotos sanitários no Estado de Alagoas é executado pela CASAL, órgão do Governo do Estado de Alagoas vinculado a SEINFRA.

Atualmente a CASAL atua em 78 municípios do Estado, inclusive Maceió, sendo responsável pelo abastecimento de água tratada nestes municípios. No tocante a esgotamento sanitário, presta serviço à cidade de Maceió e ao povoado de Xingó em Piranhas (CASAL, 2009).

Os municípios não atendidos pela CASAL são abastecidos por sistemas denominados SAE (Sistema de Água e Esgoto).

A CASAL possui convênios de operação de seus sistemas de abastecimento d'água com os municípios de Alagoas, cuja abrangência está ilustrada na Figura 1.

Praticamente todos os municípios localizados no semi-árido e a maioria dos situados na zona da mata e agreste estão conveniados com a CASAL.



Fonte: CASAL (2009)

**Figura 1 – Municípios conveniados com a CASAL**

#### 4.1.1. Abastecimento de Água no Agreste e no Sertão - Serviço Atual

O Rio São Francisco, único manancial com vazão segura em toda a região do semi-árido alagoano, considerando a escassez de mananciais, mesmo na área do agreste, justifica a existência dos Sistemas Coletivos da CASAL. Tais sistemas utilizam-se de um único manancial para o abastecimento de duas ou mais cidades, interligadas por uma série de adutoras. Em algumas situações o tratamento ocorre junto à área urbana, aduzindo-se água bruta. Em outras se tem estações de tratamento únicas, aduzindo água já tratada.

Para efeitos de infraestrutura hídrica, a CASAL abastece os municípios do interior do Estado de Alagoas através de 6 sistemas coletivos:

- a) Sistema do Sertão;
- b) Sistema da Bacia Leiteira;
- c) Sistema do Agreste;
- d) Sistema Carangueja;
- e) Sistema Anadia / Maribondo;
- f) Sistema Barragem.

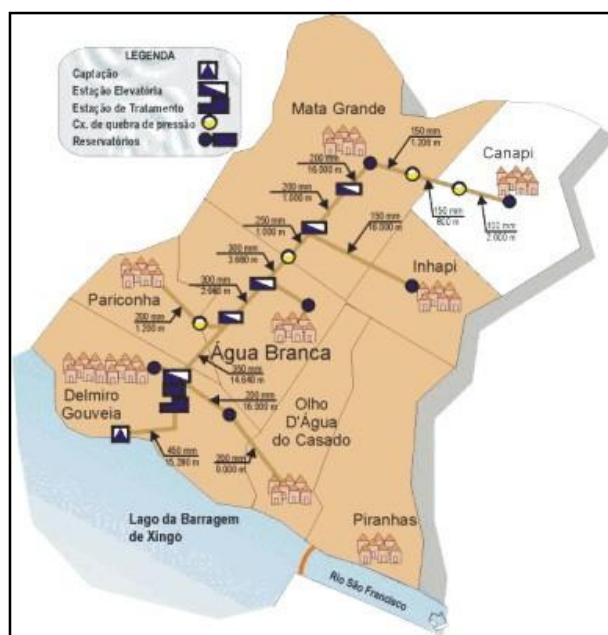
A Figura 2 apresenta um mapa dos Sistemas Coletivos da CASAL.



Fonte: CASAL (2009)

**Figura 2 – Mapa dos Sistemas Coletivos da CASAL**

O Sistema Coletivo do Sertão abastece as cidades de Delmiro Gouveia, Pariconha, Olho D'Água do Casado, Água Branca, Inhapi, Mata Grande e Canapi, além de vários povoados, conforme Figura 3.



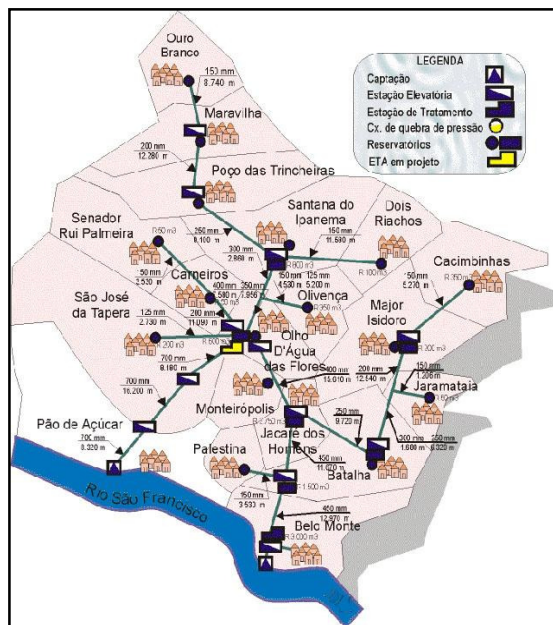
Fonte: CASAL (2009)

**Figura 3 – Sistema Coletivo do Sertão**



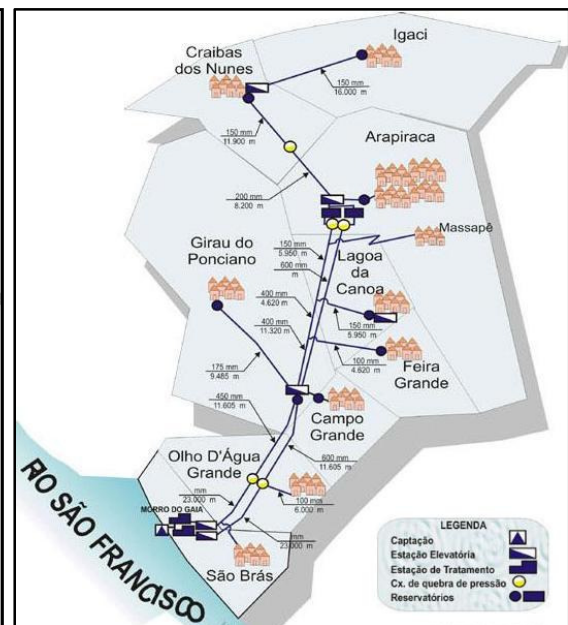
O Sistema Coletivo da Bacia Leiteira abastece as cidades de Ouro Branco, Maravilha, Poço das Trincheiras, Dois Riachos, Santana do Ipanema, Olivença, Senador Rui Palmeira, Carneiros, Olho D'Água das Flores, Jacaré dos Homens, Batalha, Belo Monte, Major Isidoro, Cacimbinhas, Jaramataia, Monteirópolis, Palestina e São José da Tapera, além de vários povoados, conforme Figura 4.

O Sistema Coletivo do Agreste abastece as cidades de Arapiraca, Campo Grande, Lagoa da Canoa, Feira Grande, Girau do Ponciano, Igaci, Craibas, São Brás, Coité do Nóia e o Olho D'Água Grande, além de vários povoados, conforme Figura 5.



Fonte: CASAL (2009)

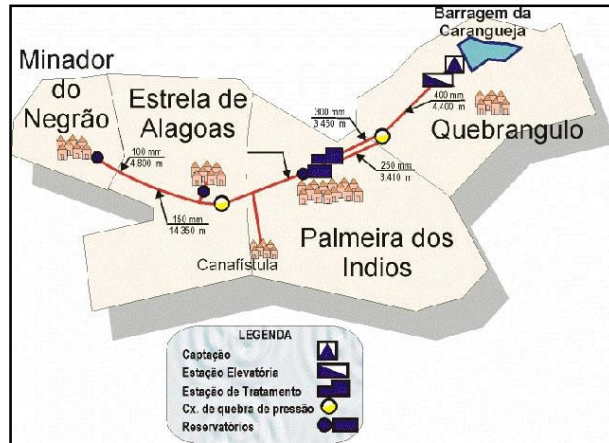
**Figura 4 – Sistema Coletivo da Bacia Leiteira**



Fonte: CASAL (2009)

**Figura 5 – Sistema Coletivo do Agreste**

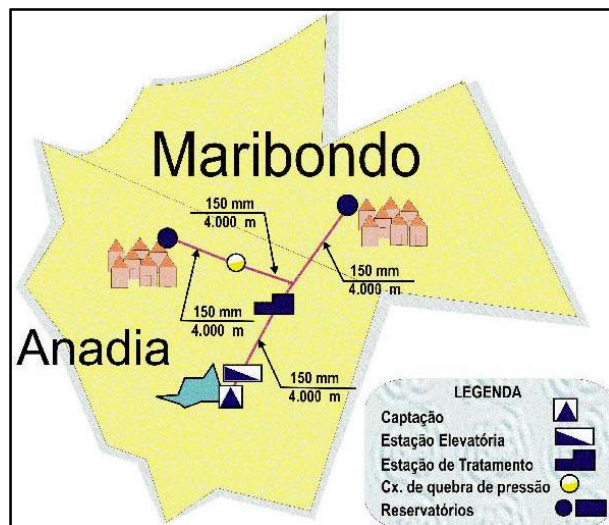
O Sistema Coletivo Carangueja, ou Região Serrana, é composta por 17 municípios, dos quais apenas 4 são atendidos pelo Sistema Coletivo Carangueja: Palmeira dos Índios, Quebrangulo, Estrela de Alagoas e Minador do Negrão, além de vários povoados. Atualmente esse sistema tem capacidade para atender satisfatoriamente a demanda da população. A Figura 6 ilustra o Sistema Coletivo Carangueja.



Fonte: CASAL (2009)

**Figura 6 – Sistema Coletivo Carangueja**

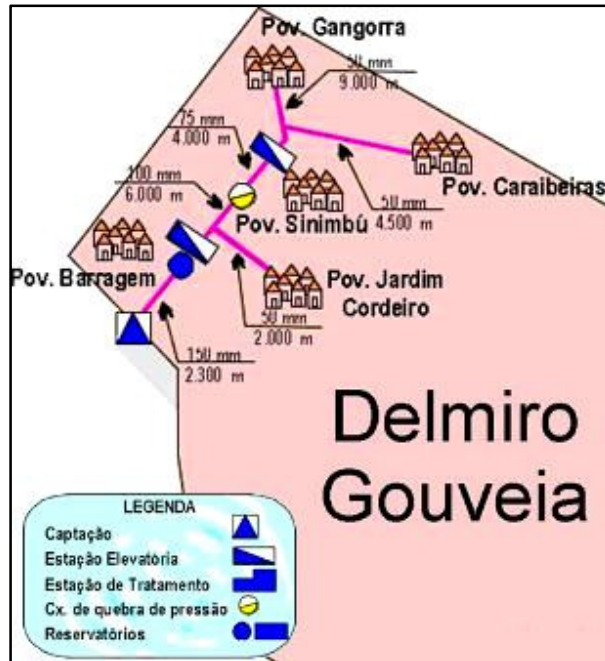
O Sistema Coletivo Anadia / Maribondo abastece apenas as cidades de Anadia e Maribondo, conforme Figura 7.



Fonte: CASAL (2009)

**Figura 7 – Sistema Coletivo Anadia / Maribondo**

O Sistema Coletivo Barragem abastece 5 povoados do município de Delmiro Gouveia: Barragem Leste, Jardim Cordeiro, Sinimbú, Caraibeiras e Gangorra, conforme Figura 8.



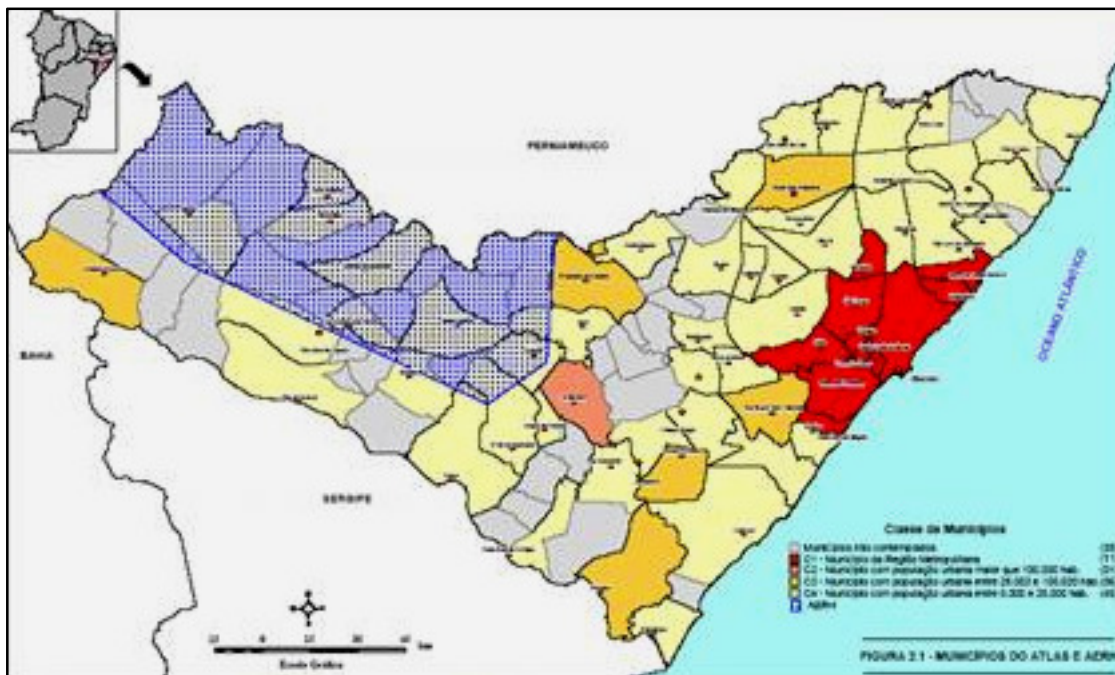
Fonte: CASAL (2009)

**Figura 8 – Sistema Coletivo Barragem**

Segundo Pedrosa, V.A. et al. (2008, p.5), algumas das sedes municipais atendidas pelos sistemas coletivos têm serviços de água precários, com rodízio permanente, às vezes com 5 dias sem água para cada dia com água. Soma-se a isto a baixa oferta *per capita* e as perdas físicas e não-físicas, que giram em torno de 50%.

Corroborando com esta afirmativa, o Atlas de Obras Prioritárias para Região Semi-Árida, documento produzido pela Agência Nacional de Águas (ANA), criou a figura da área de elevado risco hídrico, que contempla as seguintes características: a) precipitação média anual inferior a 700mm; b) índice de aridez inferior a 0,35 (valor central da faixa de classificação da região semi-árida); c) ausência de sistemas aquíferos sedimentares, que representariam potencial fonte de abastecimento e de segurança hídrica para os municípios; e d) ausência de rios perenes com elevado porte ou com grande capilaridade, que também significariam fator de segurança hídrica.

A Figura 9 apresenta a área de elevado risco hídrico em Alagoas, a qual será beneficiada pelo Canal do Sertão Alagoano.



Fonte: ANA (2004)

**Figura 9 – Área de elevado risco hídrico em Alagoas**

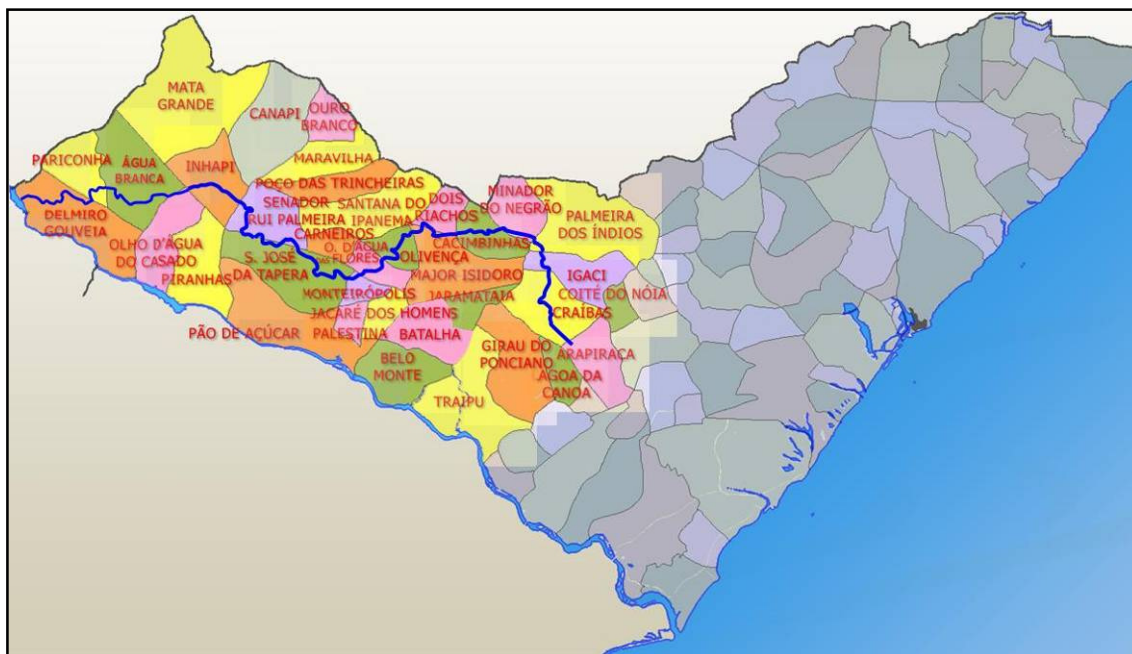
#### **4.1.2. Abastecimento de Água no Agreste e no Sertão - Serviço Futuro**

O Canal do Sertão é um canal de adução do sistema integrado de aproveitamento hídrico do sertão alagoano. A região a ser beneficiada pelo empreendimento pertence à microrregião homogênea do sertão alagoano, bacia leiteira e agreste alagoano, situada numa região que vai do extremo oeste à região central do Estado, tendo seu acesso a partir de Maceió pela rodovia BR-101, fazendo a interligação com a rodovia estadual AL-220 de Arapiraca até Delmiro Gouveia.

O empreendimento compreende sistema de captação no reservatório Apolônio Sales, estações elevatórias, tubulações de recalque, aquedutos, túneis e cerca de 250km de canais revestidos, projetados inicialmente para uma capacidade de adução de até 40m<sup>3</sup>/s. Atualmente está previsto a utilização de 12 conjuntos motor-bombas para uma vazão total de 32m<sup>3</sup>/s.

O objetivo do Canal é promover abastecimento de água para consumo humano, projetos de irrigação, ampliação da viabilidade das culturas de sequeiro, dessedentação de animais e o desenvolvimento da aqüicultura

empresarial. A Figura 10 ilustra o traçado do Canal do Sertão Alagoano, partindo do município de Delmiro Gouveia, chegando a Arapiraca.



Fonte: SEINFRA (2007)

**Figura 10 – Traçado do Canal do Sertão Alagoano**

O empreendimento atenderá direta e indiretamente 42 municípios de Alagoas, abastecendo cerca de 1.000.000 de habitantes, 50% da população do Estado (SEINFRA, 2007).

O projeto do Canal foi concebido objetivando a redução dos custos de distribuição de água através da minoração das alturas geométricas de bombeamento, que hoje, chegam a atingir até cerca de 500m. Além disso, garantir a oferta de água através de uma estrutura física mais eficiente do que as adutoras atuais. O desnível entre a estação elevatória do Canal até seu ponto mais elevado de bombeamento é de aproximadamente 40m.

O Canal do Sertão está projetado para ser construído em trechos individuais. Atualmente estão sendo desenvolvidos os projetos executivos do Canal até o quilômetro 150.

## **4.2. A cobrança pelo uso dos recursos hídricos**

A cobrança pelo uso da água se configura por vezes como o último instrumento de gestão dos recursos hídricos. Apesar disso, este tipo de cobrança já estava prevista no Código de Águas de 1934 e na Lei sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, de 1981. Este instrumento de gestão aparece ainda na Lei das Águas (Lei n. 9.433/97) que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos. O objetivo deste instrumento é estimular o uso racional da água e gerar recursos financeiros para investimentos na recuperação e preservação dos mananciais.

A cobrança não é um imposto, mas um preço público condominial, fixado a partir de um pacto entre usuários e o respectivo Comitê de Bacia com o apoio técnico da ANA.

Desde 2001, a ANA desenvolve ações para implementar a cobrança pelo uso da água no Brasil, em parceria com gestores estaduais de recursos hídricos e comitês de bacias. Em rios de domínio da União (aqueles que interceptam mais de uma unidade da Federação ou são compartilhados com outros países), a cobrança já está em funcionamento, como na bacia do rio Paraíba do Sul (MG, RJ e SP), desde 2003, e na dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (MG e SP), desde 2006.

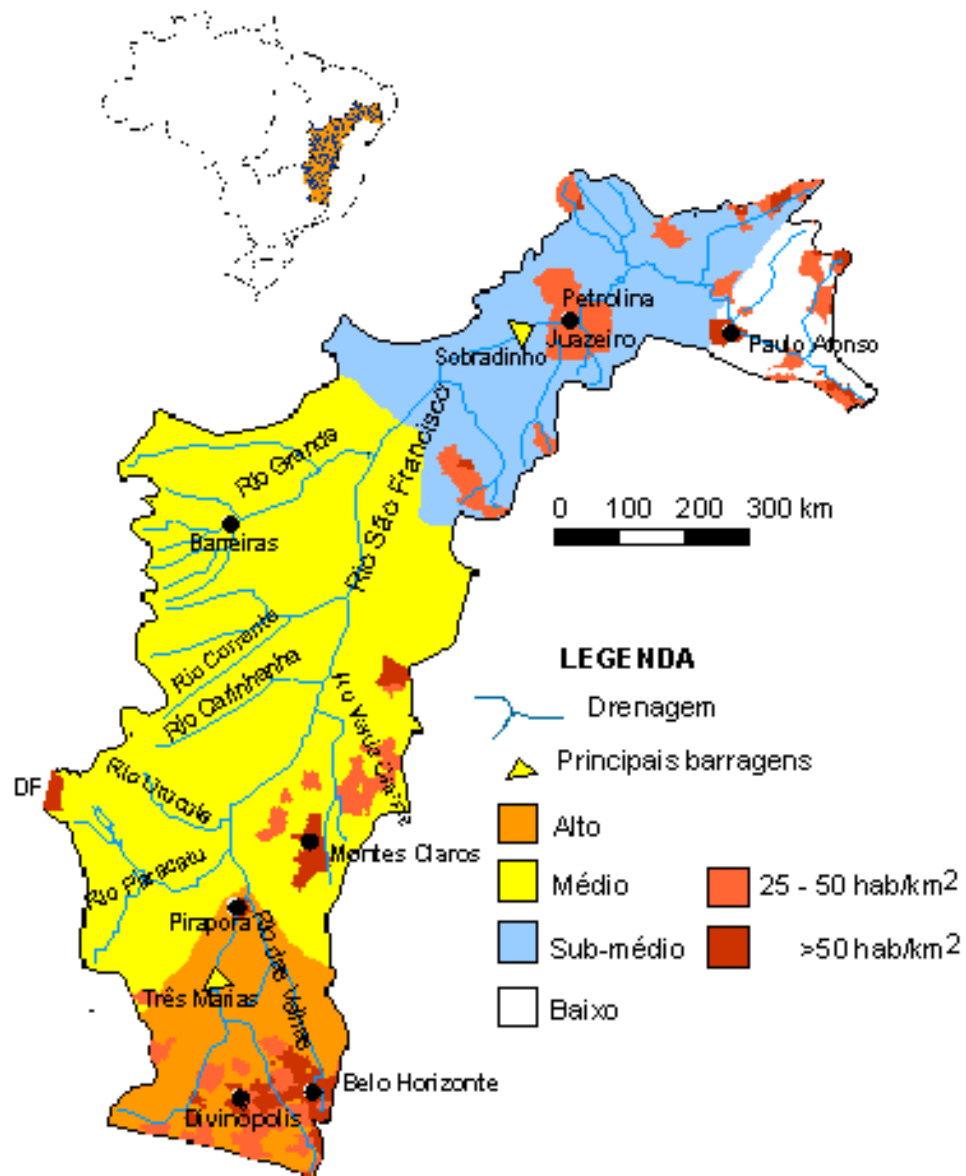
### **4.2.1. Cobrança na Bacia do Rio São Francisco**

A bacia hidrográfica do rio São Francisco tem grande importância para o país não apenas pelo volume de água transportado em uma região semi-árida, mas também pelo potencial hídrico passível de aproveitamento e por sua contribuição histórica e econômica para a região.

De acordo com CBHSF (2010), a bacia do rio São Francisco abrange 639.219km<sup>2</sup> de área de drenagem (7,5% do país) e vazão média de 2.850m<sup>3</sup>/s (2% do total do país). O rio São Francisco tem 2.700km de extensão e nasce na Serra da Canastra, em Minas Gerais, escoando no sentido sul-norte pela Bahia e Pernambuco, quando altera seu curso para este, chegando ao Oceano Atlântico através da divisa entre Alagoas e Sergipe.

A bacia possui sete unidades da federação: Bahia (48,2%), Minas Gerais (36,8%), Pernambuco (10,9%), Alagoas (2,2%), Sergipe (1,2%), Goiás (0,5%), e Distrito Federal (0,2%); e 504 municípios (cerca de 9% do total de municípios do país).

Devido à sua extensão e diferentes ambientes percorridos, a bacia está dividida em 4 regiões, conforme Figura 11: Alto São Francisco - das nascentes até a cidade de Pirapora (17,5%); Médio São Francisco - de Pirapora até Remanso (53%); Sub-Médio São Francisco - de Remanso até Paulo Afonso (24,4%); e o Baixo São Francisco - de Paulo Afonso até sua foz (5,1%) (CBHSF, 2010).



Fonte: CBHSF (2010)

**Figura 11 – Bacia do rio São Francisco e suas subdivisões**

De modo geral, a bacia do rio São Francisco apresenta conflitos de interesses na gestão, aproveitamento e restrições de uso dos recursos hídricos, bem como conflitos entre demandas para usos consuntivos e qualidade inadequada das águas.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco deu um passo importante na recuperação dos rios e maior garantia de atendimento aos usuários das águas desta bacia: a implantação da cobrança pelo uso da água.

A ANA está executando o cadastramento, retificação ou ratificação dos dados dos usos de água existentes em rios de domínio da União na bacia do rio São Francisco.

A regularização é importante para conhecer e organizar os diversos usos para tornar mais eficiente a gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica. Além disto, a regularização permitirá ao usuário outorgado atualizar seus dados cadastrais visando ao cálculo dos valores de cobrança. Os usuários sem outorga deverão se regularizar, evitando que alguns paguem e outros não.

A cobrança pelo uso da água bacia do Rio São Francisco começou a partir de julho de 2010. Estão sujeitos à cobrança os usos de água localizados em rios de domínio da União como o São Francisco, Preto, Urucuia, Carinhanha e Itaguari, bem como em açudes decorrentes de obras da União.

Serão cobrados os usos de captação de água, consumo e lançamento de efluentes, desde que a captação do usuário seja superior a 4L/s, ou 14,4m<sup>3</sup>/h.

Os usos de recursos hídricos em rios de domínio dos Estados de Alagoas, Sergipe, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal estão sujeitos ao que estabelecem as respectivas Políticas Estaduais de Recursos Hídricos.

Os recursos financeiros serão arrecadados pela ANA e repassados integralmente à bacia do São Francisco, onde serão aplicados na bacia com base nos programas, projetos e obras previstos no Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do São Francisco. O Plano apresenta um programa de investimentos na recuperação e preservação dos recursos



hídricos que foi concebido a partir de consultas populares em todas as regiões da bacia e com base em avaliações técnicas.

Os valores a serem cobrados foram aprovados pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), conforme o tipo de uso, de acordo com a Tabela 1.

**Tabela 1 – Valores cobrados pelo uso dos recursos hídricos do rio São Francisco**

TIPO USO	UNIDADE	VALOR
Captação de água bruta	R\$/1.000m <sup>3</sup>	10,00
Consumo de água bruta	R\$/1.000m <sup>3</sup>	20,00
Lançamento de carga orgânica DBO <sub>5,20</sub>	R\$/1.000kg	70,00

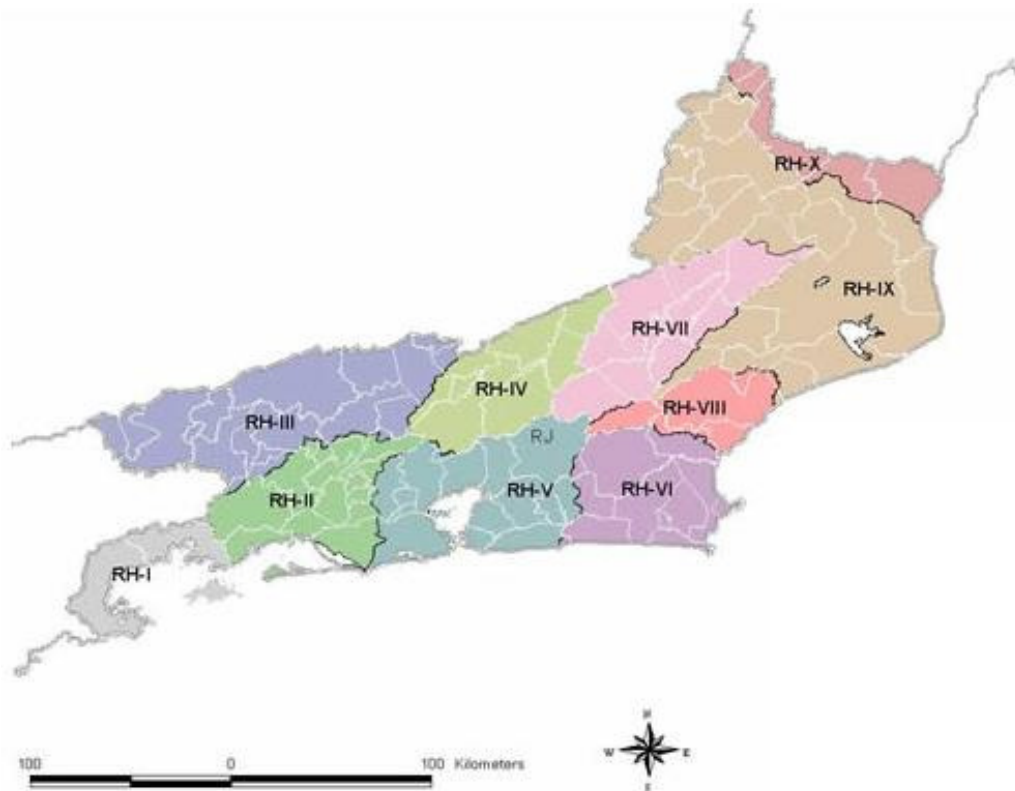
Fonte: ANA (2010)

#### 4.2.2. Cobrança na Bacia do Rio Guandu

A bacia dos rios Guandu (1.385 km<sup>2</sup>), do rio da Guarda (346 km<sup>2</sup>) e do Guandu Mirim (190 km<sup>2</sup>), totaliza uma área de drenagem de 1.921 km<sup>2</sup>, onde vivem cerca de 1 milhão de habitantes, o que representa cerca de 70% da área total da bacia hidrográfica contribuinte à Baía de Sepetiba. Esta bacia hidrográfica engloba, parcialmente ou integralmente, o território de 12 municípios do Rio de Janeiro (GUANDU, 2010).

O território do Rio de Janeiro, para fins de gestão recursos hídricos, está dividido em 10 Regiões Hidrográficas (RH's), conforme Figura 12, com a seguinte denominação:

RH-I	Baía da Ilha Grande	RH-VI	Lagos São João
RH-II	Guandu	RH-VII	Dois Rios
RH-III	Médio Paraíba do Sul	RH-VIII	Macaé e das Ostras
RH-IV	Piabanha	RH-IX	Baixo Paraíba do Sul
RH-V	Baía de Guanabara	RH-X	Itabapoana



Fonte: GUANDU (2010)

**Figura 12 – RH's da Bacia do Rio Guandu**

Quanto aos recursos financeiros, compete ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA) operacionalizar a cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio estadual, além da água subterrânea subjacente ao seu território.

O INEA é o órgão responsável por arrecadar e administrar estes recursos, que são recolhidos ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDRHI) e aplicados de acordo com o estabelecido pelos respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica.

A cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro é regulamentada pela Lei nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003, a qual considera 3 classes de usuários: agropecuária, aquicultura e demais usuários. Sobre essas classes incidem 3 modalidades de cobrança: captação, consumo e despejo de efluentes.

Segundo RIO DE JANEIRO (2003), a fórmula de cálculo e demais condições da cobrança são fixados conforme os seguintes critérios:

$$C = Q_{(CAP)} + [K0 + K1 + (1 - K1)x(1 - K2xK3)]xPPU$$

**Equação 2**

**Onde:**

$C =$	Cobrança mensal total (R\$/mês);
$Q_{(CAP)} =$	Volume de água captada durante um mês (m <sup>3</sup> /mês);
$K0 =$	Multiplicador de preço unitário para captação (0,4);
$K1 =$	Coefficiente de consumo para a atividade do usuário em questão;
$K2 =$	Relação entre a vazão efluente tratada e a vazão efluente bruta;
$K3 =$	Eficiência de redução de DBO na Estação de Tratamento de Efluentes;
$PPU =$	Preço Público Unitário correspondente à cobrança pela captação, pelo consumo e pela diluição de efluentes, para cada m <sup>3</sup> de água captada (R\$/m <sup>3</sup> ).

Os valores de  $Q_{(CAP)}$ ,  $k1$ ,  $k2$  e  $k3$  são informados pelos próprios usuários, sujeitos a fiscalização.

Desmembrando a Equação 1, tem-se que:

$$C = Q_{(CAP)} \times K0 \times PPU + Q_{(CAP)} \times K1 \times PPU + Q_{(CAP)} \times (1 - K1) \times (1 - K2 \times K3) \times PPU$$

A primeira parcela da equação acima corresponde à cobrança pelo volume de água captada no manancial. A segunda parcela corresponde à cobrança pelo consumo. A terceira parcela corresponde à cobrança pelo despejo do efluente no corpo receptor.

Para os usuários do setor agropecuário, o valor de PPU = R\$ 0,0005/m<sup>3</sup>. O valor da terceira parcela, referente à redução de DBO, é igual a zero, exceto para o caso de suinocultura. Para os usuários do setor de aquicultura, o valor de PPU = R\$ 0,0004/m<sup>3</sup> e  $k1 = 0$ . Para os demais usuários, PPU = R\$ 0,02/m<sup>3</sup>.

A Tabela 2 apresenta os valores aplicados na cobrança pela utilização dos recursos hídricos na bacia do rio Guandu. Nesse caso, foi considerado que  $K1=1$ .

**Tabela 2 – Valores cobrados pela utilização dos recursos hídricos do rio Guandu**

USUÁRIOS	Captação (R\$/1.000m <sup>3</sup> )	Consumo (R\$/1.000m <sup>3</sup> )
Agropecuária	0,20	0,50
Aquicultura	0,16	-
Demais Atividades	8,00	20,00

Os valores cobrados pelo despejo de efluentes no corpo hídrico não foram apresentados, pois dependem dos coeficientes K2 e K3, que são específicos para cada usuário.

Segundo a legislação em vigor, do montante arrecadado com a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio estadual, 90% devem ser aplicados na Região Hidrográfica que gerou os recursos, em ações e projetos constantes do plano de investimentos aprovado pelo respectivo Comitê de Bacia, e os outros 10% no órgão gestor de recursos hídricos do Estado.

Porém, os valores disponíveis para aplicação não são exatamente iguais àqueles valores arrecadados na respectiva região hidrográfica, uma vez que há dedução de taxas bancárias e, no caso das Regiões do Guandu e do Paraíba do Sul, há a obrigatoriedade de 15% dos valores arrecadados no Guandu serem aplicados no Paraíba do Sul, em virtude da transposição para abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (INEA, 2010). A Tabela 3 apresenta os valores arrecadados com a cobrança pelo uso da água e apropriados para cada região hidrográfica.

**Tabela 3 – Valores arrecadados com a cobrança na bacia do rio Guandu**

BENEFICIÁRIOS		RECURSOS COBRANÇA (R\$)				
Código	Entidade	2004 - 2007	2008	2009	2010	Total
RH-I	Baía da Ilha Grande	399.358,93	141.844,99	156.651,51	107.378,05	805.233,47
RH-II	Guandu	1.836.207,86	905.332,20	2.475.689,85	10.550.689,68	15.767.919,59
RH-III	Médio Paraíba do Sul	675.435,41	345.519,59	603.047,62	587.302,39	2.211.305,00
RH-IV	Piabanha	923.635,20	284.694,73	431.093,63	396.430,66	2.035.854,22
RH-V	Baía da Guanabara	1.512.590,87	665.598,03	787.730,97	1.997.783,13	4.963.703,00
RH-VI	Lagos São João	499.802,65	707.079,68	1.234.457,40	751.018,39	3.192.358,12
RH-VII	Dois Rios	1.038.989,44	444.398,30	499.437,32	349.881,93	2.332.706,98
RH-VIII	Macaé e das Ostras	2.125.576,53	466.517,33	514.429,12	593.507,41	3.700.030,39
RH-IX	Baixo Paraíba do Sul	622.463,64	51.267,95	61.980,54	79.501,40	815.213,53
RH-X	Itabapoana	0	2.580,63	7.690,22	35.491,60	45.762,46
<b>INEA</b>		1.109.803,97	464.487,24	797.798,76	1.938.826,61	4.310.916,59
<b>Transposição</b>		266.492,77	165.551,75	407.980,70	2.000.454,86	2.840.480,08
<b>TOTAL</b>		11.010.357,26	4.644.872,42	7.977.987,63	19.388.266,10	43.021.483,41

Fonte: INEA (2010)

### 4.2.3. Cobrança na Bacia dos Rios PCJ

A região das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ) tem uma área aproximada de 15.320km<sup>2</sup>. Aproximadamente 92% dessa área, cerca de 14.040km<sup>2</sup>, estão no Estado de São Paulo. Os restantes 1.280km<sup>2</sup> pertencem ao Estado de Minas Gerais, onde se localizam as cabeceiras dos rios Jaguari, Camanducaia e Atibaia (PCJ, Agência, 2010).

A região das bacias dos rios PCJ abrange áreas de 76 municípios, dos quais 62 têm sede nas áreas de drenagem da região. Desses, 58 estão no Estado de São Paulo e 4 em Minas Gerais. Dos municípios que têm território na região PCJ e sede em outras bacias, 13 estão em São Paulo e 1 em Minas Gerais. Com aproximadamente 5 milhões de habitantes, a região é considerada uma das mais importantes do Brasil devido ao seu desenvolvimento econômico, que representa cerca de 7% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional (PCJ, Agência, 2010).

A Figura 13 ilustra a localização das bacias dos rios PCJ.



Fonte: PCJ, Agência (2010)

Figura 13 – Localização das Bacias dos Rios PCJ

De acordo com PCJ, Agência (2010), a demanda de águas para uso urbano na região das bacias dos rios PCJ é de 17,3m<sup>3</sup>/s. Para uso industrial o volume é de 14,5m<sup>3</sup>/s e para uso rural, 9,1m<sup>3</sup>/s. Além disso, da região são revertidos cerca de 31m<sup>3</sup>/s para abastecimento de 50% da Região Metropolitana de São Paulo, cerca de 9 milhões de pessoas.

A criação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH), em 1987, contribuiu para a intensificação dos debates sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Por iniciativa interna, o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), promoveu em 1991, o primeiro estudo de simulação de cobrança para a Bacia do Rio Piracicaba, declarada crítica e considerada como modelo básico para fins de gestão por decreto do Governador de SP, em 1988. Dentre outros tópicos, foram analisados os objetivos, os contribuintes e os preços da cobrança pelo uso da água, abordando ainda preço médio, redistribuição de custos incorridos, obtenção de eficiência econômica e estruturas de preços.

Seguindo as conclusões dos eventos anteriores, o DAEE contratou, por volta de 1996, o Consórcio CNEC/FIPE para elaboração de estudos de implantação da cobrança pelo uso da água no Estado de São Paulo. Mais recentemente, em 2004, contratou o Consórcio JMR/Engecorps para elaborar a regulamentação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, dentro dos estudos do Plano Estadual de Recursos Hídricos do quadriênio 2004/2007. Este último estudo serviu de subsídio para regulamentar, pelo Decreto nº 50.667, de 30 de março de 2006, a Lei nº 12.183, de 29 de dezembro de 2005, que estabeleceu as diretrizes para a implementação da cobrança no Estado de São Paulo (PCJ, Comitês, 2010).

Com isso, o uso dos recursos hídricos das bacias dos rios PCJ passou a ter 2 modalidades de cobrança: a) cobrança pelo uso dos recursos de domínio da União (Cobrança Federal), implantada a partir do ano de 2006 (Tabela 4); b) cobrança pelo uso dos recursos de domínio do Estado de São Paulo (Cobrança Estadual), implantada a partir do ano de 2007 (Tabela 5).

**Tabela 4 – Valores cobrados pelo uso dos recursos hídricos Federais da bacia do PCJ**

<b>Tipo de Uso</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor</b>
Captação de água bruta	R\$/1.000m <sup>3</sup>	10,00
Consumo de água bruta	R\$/1.000m <sup>3</sup>	20,00
Lançamento de carga orgânica DBO <sub>5,20</sub>	R\$/1.000kg	100,00
Transposição de bacia	R\$/1.000m <sup>3</sup>	15,00

Fonte: SÃO PAULO (2005 a)

**Tabela 5 – Valores cobrados pelo uso dos recursos hídricos Estaduais da bacia do PCJ**

<b>Tipo de Uso</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor</b>
Captação, extração e derivação	R\$/1.000m <sup>3</sup>	10,00
Consumo	R\$/1.000m <sup>3</sup>	20,00
Lançamento de carga orgânica DBO <sub>5,20</sub>	R\$/1.000kg	100,00

Fonte: SÃO PAULO (2005 b)

O valor total da cobrança que cada usuário de recursos hídricos deverá pagar será calculado com base nos usos de recursos hídricos a serem efetuados no ano do pagamento, no período compreendido entre 1º de janeiro, ou a data do início da utilização de recursos hídricos para usos implantados durante o ano, até 31 de dezembro. O pagamento poderá ser efetuado em parcela única ou em até 12 parcelas mensais de igual valor com vencimento no último dia útil de cada mês, sendo que o número de parcelas não poderá ultrapassar o correspondente número de meses apurado no cálculo do valor total.

O valor total da cobrança pelo uso dos recursos hídricos considera, além dos valores mencionados na Tabela 4 e na Tabela 5, coeficientes ponderadores que dependem de características dos usuários, as quais estão elencadas na Tabela 6.

**Tabela 6 – Características consideradas no cálculo do valor total da cobrança no PCJ**

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO</b>
Natureza do corpo d'água	Superficial
	Subterrâneo
Classe de uso preponderante em que estiver enquadrado o corpo d'água no local do uso ou da derivação – Decreto Estadual 10.755/77	Classe 1
	Classe 2
	Classe 3
	Classe 4

Disponibilidade hídrica local (Vazão Total de Demanda / Vazão de Referência). Vazão de Ref = Vazão Q7,10 + Vazão Potencial dos Aqüíferos (confinados e semi). Local= UGRHI 05	Muito Crítica (acima de 0,8)
Volume captado, extraído ou derivado e seu regime de variação	Sem medição Com medição
Consumo efetivo ou volume consumido	-
Finalidade do uso	Sistema Público Solução Alternativa Indústria
Transposição de bacia	Existente Não existente

Fonte: Adaptado de SÃO PAULO (2005 b)

Segundo PCJ, Comitês (2010), nos anos de 2006 e 2007 foram aplicados mais de R\$ 21 milhões com investimentos em obras, serviços e projetos na área dos Comitês PCJ, com os recursos arrecadados pela cobrança federal. Já com os recursos arrecadados pela cobrança estadual, no ano de 2007, foram aplicados mais de R\$ 10 milhões nos mesmos investimentos.

#### 4.3. Modelo da COGERH: Canal da Integração

A política de Recursos Hídricos do Governo do Ceará criou a COGERH, responsável hoje pelo gerenciamento e disciplinamento de mais de 90% das águas acumuladas naquele Estado. Segundo a COGERH [199?], a Companhia foi constituída sob a forma de sociedade de economia mista de capital autorizado, com base na Lei Estadual nº 12.217, de 18 de novembro de 1993. A Companhia está diretamente vinculada à Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) do Estado do Ceará.

A sede da COGERH está localizada na capital do Ceará, Fortaleza, integrando o Espaço das Águas, juntamente com a Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA). A Figura 14 e a Figura 15 mostram algumas imagens da sede da COGERH.





Fonte: O AUTOR

**Figura 14 – Área externa do Espaço das Águas do Ceará**



Fonte: O AUTOR

**Figura 15 – Área interna da COGERH**

A COGERH tem por objetivo gerenciar os recursos hídricos constantes dos corpos d'água superficiais e subterrâneos de domínio do Estado, visando equacionar as questões referentes ao seu aproveitamento e controle. (COGERH, [199?]).

Segundo a assessoria da COGERH, hoje a Companhia é auto-sustentável devido à aplicação do instrumento da cobrança. Ela mesma custeia todas as suas despesas, recebendo subsídios do governo apenas para grandes investimentos. De acordo com a COGERH (2009 b), o faturamento médio mensal da Companhia é de cerca de R\$ 2,7 milhões. No ano de 2008 arrecadou aproximadamente R\$ 30,5 milhões.

Uma das grandes vantagens desse modelo é a autonomia na administração e remanejamento orçamentário. Por outro lado, não sendo uma empresa pública ou uma autarquia, por exemplo, assume toda a carga tributária de uma empresa privada, o que chega à ordem de R\$ 300 mil mensais. Todavia, está entrando com processo de imunidade tributária (informação verbal)<sup>2</sup>. Outra desvantagem é a fragilidade no momento da cobrança das tarifas, pois não pode inserir os inadimplentes nos sistemas de proteção ao crédito.

A inadimplência nos pagamentos das taxas pelos usuários varia de 10% a 12%. De acordo com a COGERH (2009 c), a inadimplência acumulada até o final de 2008 é da ordem de R\$ 6,1 milhões, com destaque para o Serviço Autônomo de Água e Esgoto, cuja inadimplência acumulada é da ordem de R\$ 3,8 milhões. Quem é inadimplente não recebe incentivos do governo. No caso de irrigação, são bloqueadas as facilidades de investimentos junto ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDS), Banco do Nordeste (BNB), entre outros.

Para se determinar o preço da água por usuário, foram realizados estudos de tarifa, negociações com companhia de abastecimento e com os SAE, considerando a capacidade de pagamento dos usuários.

#### **4.3.1. Atividades desenvolvidas pela COGERH**

De acordo com os relatos da COGERH (2009 a), desde sua criação, a Companhia vem desenvolvendo suas atividades nos seguintes aspectos principais:

---

<sup>2</sup> Informações prestadas pelo Diretor Administrativo Financeiro da COGERH, fevereiro/2009.

## *I - OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA INFRAESTRUTURA HÍDRICA*

Responsável pelo gerenciamento de 131 açudes públicos no Estado, sendo 71 estaduais e 60 federais, operados em cooperação com o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), com capacidade total de acumulação de 17,8 bilhões de metros cúbicos. Desde 1996, a COGERH é responsável pelo fornecimento de água bruta para a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), com mais de três milhões de habitantes e onde estão concentradas as grandes indústrias do Estado.

O Canal do Trabalhador, com quase 110 quilômetros de extensão, reforça o abastecimento da RMF, transportando água do Rio Jaguaribe, que é perenizado pelo açude Castanhão. Nos demais sistemas gerenciados, a COGERH opera 10 estações de bombeamento, 200 km de canais e 245 km de adutoras e redes de distribuição, responsáveis pelo transporte de água bruta para atender às diversas demandas em todo Estado.

Está em fase de construção o Canal da Integração Castanhão - RMF, a maior obra de transposição de água do Estado, que é constituído de 4 trechos num total de 255km de extensão.

A COGERH está dividida administrativamente em oito Gerências Regionais dentro da proposta de gerenciamento descentralizado, agilizando a execução das operações e estabelecendo a presença efetiva da COGERH nas respectivas bacias.

## *II - MONITORAMENTOS DOS RECURSOS HÍDRICOS*

O monitoramento tem a função de realizar o acompanhamento dos aspectos quantitativos e qualitativos da água, no que diz respeito ao volume armazenado pelos açudes, vazões liberadas, vazões conduzidas pelos trechos de rios perenizados e qualidade de água ofertada, auxiliando na tomada de decisões na operação. São monitorados açudes, rios, canais e poços.

No que diz respeito ao aspecto quantitativo o gerenciamento é efetuado levando em consideração o balanço entre a oferta e a demanda. A partir do balanço oferta/demanda é que anualmente são estabelecidas, através de reuniões com os usuários de cada açude, as regras de liberação das águas dos açudes, cuja efetivação é confirmada a partir do monitoramento.

O programa abrange todos os açudes gerenciados pela COGERH, os principais vales perenizados, os principais eixos de transferência (Canais da Integração, Trabalhador e do Pecém) e o Distrito Industrial de Maracanaú.

### *III - PLANEJAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS*

O planejamento tem por finalidade a realização de estudos para estabelecimento de ações voltadas para a administração do uso, oferta e preservação dos recursos hídricos, de forma a compatibilizar as demais demandas sociais com as intervenções governamentais.

O planejamento de gerenciamento dos recursos hídricos tem como principais ferramentas o Plano Estadual de Recursos Hídricos e os Planos de Gerenciamentos das Bacias Hidrográficas.

### *IV - APOIO À ORGANIZAÇÃO DE USUÁRIOS*

No Ceará, a participação da sociedade na gestão dos recursos hídricos é manifestada em vários espaços de discussões e deliberações acerca da alocação negociada dos sistemas hídricos e no planejamento das bacias hidrográficas, através, respectivamente, das comissões gestoras de sistemas hídricos e dos comitês de bacias hidrográficas.

Atualmente estão instalados 10 comitês de bacias hidrográficas, dos 11 previstos no plano estadual de recursos hídricos.

### *V - INSTRUMENTOS DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS*

#### Outorga de Direito de Uso da Água

A análise dos processos de solicitação de outorga é realizada pela COGERH, através de sua Gerência de Outorga e Fiscalização. Suas ações estão sendo estruturadas visando à descentralização dos procedimentos junto com as gerências regionais, estruturando-as e capacitando seu corpo técnico, objetivando a universalização deste instrumento de gestão.

### Licença de Instalação para Obras Hídricas

A licença para obras hídricas se constitui numa autorização concedida pela SRH par a execução de qualquer obra que altere o regime, a quantidade ou a qualidade dos recursos hídricos existentes no Estado e tem como objetivo o combate à construção indiscriminada de pequenos reservatórios, sem qualquer critério técnico. A COGERH é responsável pela análise dos processos de licenciamento de obras.

### Cobrança

A cobrança pelo uso da água é um mecanismo indispensável à gestão, uma vez que, além de estimular o uso racional, assegura a sustentabilidade de seu sistema de gerenciamento. Desde 1996, o conselho de recursos hídricos do Ceará estabeleceu que todo e qualquer fornecimento de água bruta deve ser de competência da COGERH, que efetua a cobrança da tarifa correspondente a este uso.

#### **4.3.2. Tarifas Cobradas pelo uso dos Recursos Hídricos do Ceará**

O Governo do Ceará regulamentou a cobrança pelo uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos do Estado ou da União, por delegação de competência, bem como definiu as tarifas a serem cobradas de seus usuários. (CEARÁ, 2008).

O objetivo da cobrança é viabilizar recursos para atividades de gestão dos recursos hídricos e das obras de infraestrutura hídrica, bem como incentivar a racionalização do uso da água.

O modelo tarifário de água bruta para o Ceará apresenta dois componentes, sendo um referente ao consumo (tarifa de consumo) e outro equivalente a demanda outorgada (tarifa de demanda). Entretanto, em decorrência da necessidade de estruturação da COGERH, da universalização da outorga, assim como maior compreensão e aceitação dos usuários, a cobrança atualmente implementada admite apenas as tarifas definidas com base na água consumida (tarifa de consumo). A Tabela 7 apresenta as tarifas de consumo, por usuário, cobradas pelo uso dos recursos hídricos do Ceará.

**Tabela 7 – Tarifas de consumo cobradas pelo uso dos recursos hídricos do Ceará**

USUÁRIO		TARIFA (R\$/1.000m <sup>3</sup> )
Abastecimento Público	Região Metropolitana de Fortaleza ou captações em estrutura hídrica de usos múltiplos, com adução da COGERH	86,54
	Demais regiões do Estado (captações em açudes, rios, lagoas e poços), sem adução da COGERH	32,77
Indústria	Captação em estrutura hídrica com adução da COGERH	1.294,67
	Captação em estrutura hídrica sem adução da COGERH	431,56
Piscicultura	Tanques escavados	15,60
	Rede	31,20
Irrigação	Consumo de 1.441m <sup>3</sup> /mês até 5.999m <sup>3</sup> /mês	3,00
	Consumo de 6.000m <sup>3</sup> /mês até 11.999m <sup>3</sup> /mês	6,72
	Consumo de 12.000m <sup>3</sup> /mês até 18.999m <sup>3</sup> /mês	7,80
	Consumo de 19.000m <sup>3</sup> /mês até 46.999m <sup>3</sup> /mês	8,40
	Consumo a partir de 47.000m <sup>3</sup> /mês	9,60
Carcinicultura		31,20
Água mineral e água potável de mesa		1.036,65
Demais categorias de uso		86,54

Fonte: Ceará (2008)

As tarifas de irrigação são aplicadas de forma progressiva, em cascata, de modo que o valor final da tarifa do irrigante é calculado considerando cada faixa de consumo.

#### 4.3.3. O Canal da Integração

O Canal da Integração foi concebido para atender diversas finalidades, desde ampliar a oferta de água para atividades agroindustriais e contribuir para atender às necessidades do complexo industrial e portuário do Pecém, mas, principalmente, assegurar o suprimento de água para a RMF. A infraestrutura vai aumentar a garantia de abastecimento de água para uso humano e industrial em Fortaleza, por, pelo menos, mais 30 anos. Esse potencial será significativamente ampliado com a eventual transposição de água do rio São Francisco.

O Canal possui cerca 255km de extensão, sendo constituído por uma estação de bombeamento, 161,10km de canais, 93,80km de adutoras e 1,10km de túneis, com capacidade de aduzir uma vazão máxima 22m<sup>3</sup>/s. O Canal tem um desnível de apenas 30m. (COGERH, 2008).

A Figura 16 ilustra um trecho do Canal da Integração com uma ponte de travessia e a Figura 17 mostra uma tomada d'água com bomba flutuante.



Fonte: O AUTOR

**Figura 16 – Trecho do Canal da Integração com ponte de travessia**



Fonte: O AUTOR

**Figura 17 – Trecho do Canal da Integração com bomba flutuante**

O Canal possibilitará o surgimento de um novo pólo de desenvolvimento hidroagrícola nas áreas de tabuleiros da bacia do rio Jaguaribe, permitindo a irrigação de uma área de aproximadamente 25.000ha e atendendo ao abastecimento humano das comunidades de seu entorno até Fortaleza, beneficiando uma população de aproximadamente 3.000.000 habitantes.

O suprimento hídrico do Canal da Integração será garantido pelo açude Castanhão, o qual possui com capacidade para acumulação de 6,7 bilhões de metros cúbicos. As obras do açude Castanhão foram concluídas em setembro de 2003. A Figura 18 apresenta uma visão panorâmica da barragem do açude Castanhão.



Fonte: O AUTOR

**Figura 18 – Barragem do açude Castanhão**

Segundo a COGERH (2008), a execução do Canal da Integração está projetada em 5 trechos, conforme descrição abaixo:

**TRECHO 1 – Açude Castanhão – Açude Curral Velho – Morada Nova**

O primeiro trecho vai do açude Castanhão ao açude Curral Velho, compreendendo uma distância de aproximadamente 56km. Esse trecho já está concluído e foi inaugurado em 2004. Incluem-se a implantação de uma



estação de bombeamento com capacidade máxima de vazão de 22 m<sup>3</sup>/s e a construção das adutoras de sucção e recalque com 3,3 km de comprimento.

#### TRECHO 2 – Açude Curral Velho – Serra do Félix

Começa no açude Curral Velho e atravessa os municípios de Morada Nova e Russas. Tem 46.186m, sendo 35.420m de segmentos de canais a céu aberto que acompanham uma curva de nível de 80m intercalados por 10.766m de sifões invertidos. Desenvolve-se no seu trecho inicial paralelo ao canal adutor do projeto de irrigação Tabuleiro de Russas, transpõe o Rio Palhano através de um sifão e deflete até atingir as imediações de um ponto de sela topográfico da Serra do Félix.

#### TRECHO 3 – Serra do Félix – Açude Pacajus

Tem 66,3km de adução e localiza-se entre a Serra do Félix e a ombreira direita do Açude Pacajus. Este trecho constitui-se de um conjunto de canais e sifões com o principal objetivo de permitir a transposição de água, desde a Serra do Félix até próximo ao deságüe no açude Pacajus, numa estrutura de aqueduto que transpõe o Canal do Trabalhador.

#### TRECHO 4 – Açude Pacajus – Açude Gavião

Totaliza 33,89km, iniciando com um aqueduto de 109,70m, em cujo extremo inicia-se um sifão sob o rio Choró, com extensão total de 2.658,79m, fim do qual inicia o canal, com extensão total de 24.619,36m. A EB 2 será desativada e a EB 1 lançará água no Canal da Integração após a criação e desenvolvimento de um processo de reversão.

#### TRECHO 5 – Açude Gavião – Porto do Pecém

O Trecho 5, com 55,1km, consiste na interligação do sistema de reservatórios da Região Metropolitana com Complexo Industrial e Portuário do Pecém, onde se localizam grande parte das demandas futuras projetadas para a Região Metropolitana.

A estação elevatória do Canal da Integração é composta principalmente por:

- a) Adutora de Sucção DN – 2.500 mm (1,1 Km);
- b) Edifício da Estação;
- c) Barrilete de Sucção;
- d) 8 Conjuntos motor-bomba de 3,15 m<sup>3</sup>/s;
- e) Barrilete de Recalque;
- f) Adutora de Recalque DN – 2.500 mm/2.200 mm (2,1 Km);
- g) Sub-Estação;
- h) Chaminé de Equilíbrio.

A Tabela 8 e a Figura 19, respectivamente, detalham as características dos 8 conjuntos motor-bomba do Canal.

**Tabela 8 – Características dos conjuntos motor-bomba do Canal da integração**

8 MOTORES	8 BOMBAS
Potencia: 2.200kW ou 2.994CV	Vazão Unitária: 3,15m <sup>3</sup> /s
Rotação máxima: 714 RPM	Vazão Total: 22m <sup>3</sup> /s
Potência total Instalada: 23.953CV	

Fonte: COGERH (2008)

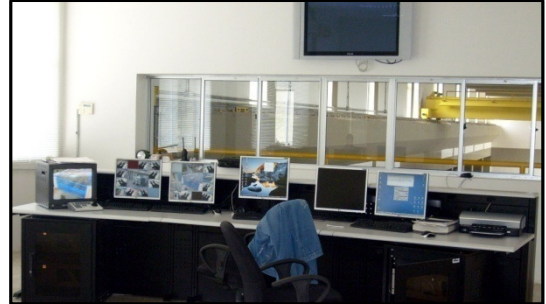


Fonte: O AUTOR

**Figura 19 – Motores e bombas da estação elevatória do Canal da Integração**

Suas comportas são automatizadas, seu sistema de monitoramento possui câmeras em todas as comportas e sensores de nível no

canal e nos açudes. Isso permite que todo o canal seja operado por apenas dois funcionários. O Canal da Integração possui 2 salas de controle, podendo ser operado da sede da COGERH, bem como da estação de bombeamento do Castanhão. A Figura 20 ilustra as salas de controle do Canal da Integração.



Fonte: O AUTOR

(a) Sede da COGERH

(b) Estação de Bombeamento

**Figura 20 – Salas de controle do Canal da Integração**

A vigilância do Canal é feita por empresa terceirizada, onde funcionários armados percorrem o Canal com motos e carros, ilustrados na Figura 21.



Fonte: O AUTOR

**Figura 21 – Vigilância armada do Canal da Integração**

A COGERH realizou em 2007 um levantamento sobre os custos da água em alguns sistemas hídricos, dentre eles o Canal da Integração, considerando sua extensão total. Com base nos dados levantados dos custos da água do Canal da Integração em 2006, quando só estava em funcionamento o trecho 01 (54km), foram feitas projeções dos custos para todo

o Canal (extensão total de 255km). O objetivo do estudo foi calcular o custo por metro cúbico de água aduzida, considerando alguns cenários relativos à demanda, onde a vazão poderia variar entre 8m<sup>3</sup>/s e 19m<sup>3</sup>/s. No ano de 2007, esses custos foram estimados entre 22,50R\$/1.000m<sup>3</sup> e 27,80R\$/1.000m<sup>3</sup>, variando conforme a vazão (informação verbal)<sup>3</sup>.

No ano de 2008, os custos totais da COGERH relativo à adução da água bruta do Canal da Integração, isoladamente, foi da ordem de R\$ 782 mil, enquanto que o custo apenas com energia elétrica, para o mesmo empreendimento, foi da ordem de R\$ 170 mil. A Companhia não possui os custos detalhados por usuário de água (informação verbal)<sup>3</sup>.

#### **4.4. Modelo da CASAL: Sistema Coletivo do Sertão**

A CASAL oferece o serviço de abastecimento de água e coleta de esgotos sanitários no Estado de Alagoas. Foi criada em 1962 através da Lei n. 2.491, substituindo o então Departamento de Água e Esgoto (DAE).

É um órgão do Governo do Estado vinculado à SEINFRA e atualmente é responsável pela construção, exploração e manutenção dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário dos centros populacionais de Alagoas.

Embora os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário sejam ofertados pela CASAL, a gestão dos recursos hídricos de Alagoas é de competência da SEMARH (Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos).

Segundo a CASAL (2009), os sistemas coletivos abrangidos pela área de influência do Canal do Sertão, possuem as seguintes características:

---

<sup>3</sup> Informações prestadas pelo Gerente de Planejamento e Controle da COGERH, julho/2009.

### Sistema Coletivo do Sertão

A Região do Sertão é composta por 8 municípios: Água Branca, Canapi, Delmiro Gouveia, Inhapi, Mata Grande, Olho D'Água do Casado, Pariconha e Piranhas. Destes, apenas o município de Piranhas é abastecido por sistema independente. Os demais são atendidos pelo Sistema Coletivo do Sertão.

Além dos 8 municípios citados, mais 36 povoados são beneficiados por sistemas de abastecimento de água. Dos 36 povoados, 30 fazem parte do Sistema Coletivo do Sertão, e os outros 6 são abastecidos de forma independente, através de pequenos sistemas isolados.

Os povoados de Barragem Leste, Caixão, Sinimbu, Valha-me Deus e Gangorra, são abastecidos através do sistema Barragem Leste, com captação também no rio São Francisco e capacidade nominal de 11L/s.

O sistema independente de Piranhas, com capacidade nominal de 98,7L/s, abastece a sede do município e o povoado de Xingó.

O Sistema Coletivo do Sertão possui cerca de 282km de adutoras com diâmetros variando de 50mm a 600mm. É composto por 7 estações elevatórias, com potência total instalada de 8.170CV e tem capacidade nominal de 316L/s.

### Sistema Coletivo da Bacia Leiteira

A Região da Bacia Leiteira é formada por 19 municípios: Batalha, Belo Monte, Cacimbinhas, Carneiros, Dois Riachos, Jacaré dos Homens, Jaramataia, Major Isidoro, Maravilha, Monteirópolis, Olho D'Água das Flores, Olivença, Ouro Branco, Palestina, Pão de Açúcar, Poço das Trincheiras, Santana do Ipanema, São José da Tapera e Senador Rui Palmeira. Destes, apenas o município de Pão de Açúcar é atendido por sistema isolado. Os demais são atendidos pelo Sistema Coletivo da Bacia Leiteira.

O Sistema Coletivo da Bacia Leiteira possui cerca de 385km de adutoras com diâmetros variando de 50mm a 700mm. É composto por 11 estações elevatórias, com potência total instalada de 9.352CV e tem capacidade nominal de 1.098L/s, em condições de atender a uma população

de 527.040 habitantes, cujo alcance está previsto para o ano de 2066, concluindo-se que o sistema está super dimensionado.

### Sistema Coletivo do Agreste

A Região do Agreste é formada por 23 municípios, dos quais apenas 10 são atendidos pelo Sistema Coletivo do Agreste: Arapiraca, Campo Grande, Lagoa da Canoa, Feira Grande, Girau do Ponciano, Igaci, Craíbas, São Brás, Coité do Nóia e o Olho D'água Grande, além de vários povoados.

O Sistema Coletivo do Agreste possui cerca de 233km de adutoras com diâmetros variando de 50 a 600mm. É composto por 10 estações elevatórias, com potência instalada de 4.630CV e tem capacidade nominal de 625L/s, em condições de atender a uma população de 300.000 habitantes.

Atualmente a capacidade de atendimento deste sistema é inferior à população residente nas localidades atendidas pelo sistema.

#### **4.4.1. Sistema Tarifário da CASAL**

Os serviços de distribuição de água e coleta de esgotos prestados pela CASAL são cobrados sob a forma de tarifa. As tarifas de água e de esgotos incidem sobre todos os prédios, lotes, terrenos situados em vias logradouros, ou locais onde já houver ou vier existir a rede respectiva, à qual é obrigatória sua ligação.

As tarifas para os usuários são aplicadas segundo classificação da forma de utilização do prédio, imóvel, terreno, lote ou local, de acordo com os seguintes critérios:

- a) Residencial;
- b) Comercial;
- c) Industrial;
- d) Pública.

Para grandes usuários comerciais e industriais bem como, para usuários temporários, poderão ser firmados contratos de prestação de serviços com preços e condições especiais.

A estrutura tarifária do serviço de distribuição de água da CASAL é composta de duas partes: uma referente a um consumo mínimo de 10m<sup>3</sup> e a outra ao consumo excedente. A Figura 22 detalha esta estrutura.

<b>Estrutura Tarifária da CASAL</b>		
<b>Usuários</b>	<b>Faixas de consumo</b>	<b>Tarifa (R\$/m<sup>3</sup>)</b>
Residencial	Até 10m <sup>3</sup>	1,92
	Excedente	CMR
Comercial	Até 10m <sup>3</sup> (TMC)	4,43
	Excedente (TEC)	7,02
Industrial	Até 10m <sup>3</sup> (TMI)	4,97
	Excedente (TEI)	9,06
Pública	Até 10m <sup>3</sup> (TMP)	4,04
	Excedente (TEP)	10,34

a) Para a categoria residencial:  $CMR = [C \times K1 \times P1 + (C - nf) \times K2 \times P2] \times K$   
b) Para a categoria comercial:  $Cm = [nf \times TMC + (C - nf) \times TEC] \times K$   
c) Para a categoria industrial:  $Cm = [nf \times TMI + (C - nf) \times TEI] \times K$   
d) Para a categoria pública:  $Cm = [nf \times TMP + (C - nf) \times TEP] \times K$

Onde:

Cm = Conta mensal (R\$)	CMR = Conta mensal residencial
n = Número de economias	TMC = Tarifa mínima comercial
f = Consumo mínimo (10m <sup>3</sup> / (n x mês))	TEC = Tarifa de excesso comercial
C = Consumo (m <sup>3</sup> )	TMI = Tarifa mínima industrial
K1 = $0,9 + (nf / (10 \times C))$	TEI = Tarifa de excesso industrial
K2 = $1,8 - (nf / C)$	TMP = Tarifa mínima pública
P1 = 1,92 (R\$/m <sup>3</sup> )	TEP = Tarifa de excesso pública
P2 = 1,96 (R\$/m <sup>3</sup> )	

O coeficiente K assume quatro valores:  
K = 1,8 para os saneados (capital)  
K = 1,6 para os saneados (interior)  
K = 1,3 para os saneados (sistema singelo de esgoto)  
K = 1,0 para os não saneados

Fonte: Adaptado de PEDROSA, V. A. (2001)

**Figura 22 – Esquema tarifário da CASAL <sup>4</sup>**

<sup>4</sup> Os valores atuais das tarifas e dos parâmetros P1 e P2 foram informados pela Gerência de Planejamento e Análise Econômica da CASAL, em maio de 2010.

O parâmetro “f” mostra que a CASAL estabelece um consumo mínimo mensal de 10m<sup>3</sup> por economia (ligação), ou seja, os usuários pagam à CASAL um valor fixo quando consomem volumes menores de 10m<sup>3</sup>/mês.

A Tabela 9 adiante apresenta valores da conta mensal a ser paga pelos usuários, conforme o volume consumido. Nessa simulação foram considerados os municípios saneados do interior de Alagoas (K=1,6).

**Tabela 9 – Conta mensal da CASAL para municípios saneados do interior de Alagoas**

CONSUMO (m <sup>3</sup> /mês)	USUÁRIOS			
	Residencial	Comercial	Industrial	Pública
0	30,72	70,88	79,52	64,64
5	30,72	70,88	79,52	64,64
10	30,72	70,88	79,52	64,64
15	62,31	127,04	152,00	147,36
20	99,14	183,20	224,48	230,08
25	138,05	239,36	296,96	312,80
30	178,01	295,52	369,44	395,52
40	259,49	407,84	514,40	560,96
50	342,02	520,16	659,36	726,40
100	759,36	1.081,76	1.384,16	1.553,60
200	1.598,75	2.204,96	2.833,76	3.208,00
300	2.439,19	3.328,16	4.283,36	4.862,40
500	4.120,69	5.574,56	7.182,56	8.171,20
1.000	8.325,18	11.190,56	14.430,56	16.443,20

\* Valores em R\$

É importante frisar que os dados da Tabela 9 referem-se à tarifa da água em função do consumo, e não ao seu custo de produção.

A CASAL faturou com o Sistema Coletivo do Sertão, no ano de 2008, cerca de 8,5 milhões de reais, entretanto, arrecadou apenas 6,8 milhões devido ao não pagamento por parte de alguns usuários, principalmente da categoria pública, cuja inadimplência atingiu quase 80%.

Em relação aos custos de produção, a CASAL, no mesmo ano, aduziu cerca de 2,6 milhões de metros cúbicos de água para abastecer o Sistema Coletivo do Sertão. Seu custo total foi de aproximadamente 11 milhões de reais, sendo que 4,8 milhões correspondem apenas aos custos com energia elétrica, conforme Tabela 10.

O custo médio unitário de produção foi de 4,15 R\$/m<sup>3</sup>, sendo que o custo apenas com energia elétrica foi de 1,81 R\$/m<sup>3</sup>.



**Tabela 10 – Parâmetros financeiros do Sistema Coletivo do Sertão no ano de 2008<sup>5</sup>**

PARÂMETROS	USUÁRIOS				TOTAL
	Residencial	Comercial	Industrial	Pública	
Volume Faturado (m <sup>3</sup> )	2.394.220,89	101.455,11	56.095,26	89.632,74	2.641.404,00
Valor Faturado (R\$)	6.945.932,22	303.028,66	159.031,54	1.079.272,82	8.487.265,24
Valor Arrecadado (R\$)	6.167.812,67	263.400,52	143.748,43	235.961,58	6.810.923,20
Inadimplência (%)	11,02	11,27	6,60	78,10	19,60
Custo total de adução de água no Sistema Coletivo do Sertão (R\$)					10.971.239,84
Custo com Energia Elétrica para adução de água no Sistema Coletivo do Sertão (R\$)					4.775.962,79

Segundo a Companhia, 93% dos usuários do Sistema Coletivo do Sertão estão enquadrados na categoria “residencial” e desses, 73% consomem apenas taxa mínima de 10m<sup>3</sup>/mês.

Os dados acima mostram que a CASAL gasta mais do que arrecada no Sistema Coletivo do Sertão, o que certamente acontece nos demais sistemas do interior. Essa diferença de custo é compensada pelos usuários da capital, cujas contas mensais possuem o maior coeficiente de ajuste ( $k=1,8$ ). Em outras palavras, os usuários do sistema de água e esgoto de Maceió pagam parte da conta de água dos usuários do interior, subsidiando os mesmos.

Essa é mais uma importante questão a ser sanada pelo Canal do Sertão, que visa viabilizar financeiramente o sistema de distribuição de água do interior.

#### **4.5. Oferta de Energia Elétrica em Alagoas**

De acordo com o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica para o Saneamento (PROCEL SANEAR, 2005), quase 2% do consumo total de energia elétrica do Brasil, o equivalente a sete bilhões de quilo watt hora (kWh) anuais, são consumidos por prestadores de serviços de água e esgotamento sanitário. Este consumo refere-se aos diversos usos nos processos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, com

<sup>5</sup> Valores informados pela Gerência de Planejamento e Análise Econômica da CASAL, em dezembro de 2009.

destaque para os equipamentos motor-bomba, que são, normalmente, responsáveis por 90% do consumo nestas instalações.

Para a adoção de estratégias para a otimização do uso de energia elétrica faz-se necessário o perfeito conhecimento da sistemática de tarifação, pois a legislação brasileira permite às concessionárias calcular as faturas em função do: a) consumo, kWh; b) demanda, kW; c) fator de potência e d) diferentes tipos de tarifas.

O serviço de energia elétrica no Estado de Alagoas é ofertado por concessão, pela Eletrobrás - Distribuição Alagoas. No início do ano de 2010 essa concessionária era denominada CEAL - Companhia Energética de Alagoas. O objetivo da Eletrobrás é explorar os serviços de energia elétrica, conforme o respectivo contrato de concessão, realizando, para tanto, estudos, projetos, construção e operação de usinas produtoras, subestações, linhas de transmissão e redes de distribuição de energia elétrica, e a prática dos atos de comércio necessários ao desempenho dessas atividades (CEAL, 2008).

Para a aplicação das tarifas, a Eletrobrás obedece às disposições da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), especialmente sua Resolução Homologatória n° 837, de 25 de agosto de 2009.

#### **4.5.1. Parâmetros para Tributação**

As contas de energia elétrica dependem do consumo, da demanda, do fator de potência e dos diferentes tipos de tarifas. A seguir, são apresentadas as definições de cada um desses parâmetros.

**Consumo:** refere-se ao registro do quanto de energia elétrica foi consumida durante determinado período. No cálculo das faturas é considerado o período mensal e este é expresso em kWh (quilo watts hora).

**Demanda:** corresponde ao consumo de energia dividido pelo tempo adotado na verificação. Conforme a legislação brasileira, para fins de faturamento, este período é de 15 minutos.

**Demanda Registrada:** Corresponde ao maior valor de demanda medido em intervalos de 15 minutos durante o período, em média considera-se um mês.

**Demanda Contratada:** Cabe ao usuário, com base nas cargas instaladas e processo produtivo, definir o valor de demanda necessário. O fator que está considerado pela concessionária ao definir os equipamentos para atender a solicitação de serviço como: transformadores, dispositivos de proteção e/ou eventualmente até subestações.

**Demanda Percentual:** Considerando o período de 11 meses anteriores ao mês em questão, seleciona-se a máxima demanda registrada e calcula-se 85% deste valor.

**Fator de Potência:** Geralmente em circuitos elétricos têm-se potências ativas e reativas. As potências ativas referem-se ao somatório dos valores dispensados a realização de trabalho como: aquecimento, resfriamento, iluminação e acionamento de equipamentos. Enquanto as potências reativas são associadas à manutenção de campos elétricos, como os que ocorrem nas espiras dos motores elétricos. Ao somar vetorialmente as potências ativas e reativas têm-se a potência total. Desta forma, define-se como fator de potência, a razão entre potência ativa e potência total, e seu valor varia de 0 a 1. A legislação brasileira, determina que o fator de potência deverá ter como limite mínimo o valor de 0,92. Caso ocorram valores menores, o consumidor será penalizado. O registro do fator de potência ocorre em intervalos horários. Para o cálculo da fatura seleciona-se o menor valor ocorrido no mês em questão.

#### **4.5.2. Sistema Tarifário da ELETROBRÁS**

Em estudos realizados nos anos 80, foi constatado que o perfil de comportamento do consumo ao longo do dia encontra-se vinculado aos hábitos do consumidor e às características próprias de cada região. Foi também caracterizado que o sistema elétrico brasileiro, em quase sua totalidade, possui geração por meio de hidroelétricas. Portanto, o maior potencial de geração concentra-se no período chuvoso.

Por outro lado, quando o período seco se estende, muitas vezes é necessário que ocorra racionamento de energia elétrica, devido o fato de as barragens encontrarem-se em níveis muito baixos.

Com base nestas características originou-se, em 1982, a nova estrutura tarifária horo-sazonal, em que as tarifas têm valores diferenciados segundo os horários do dia e os períodos do ano, conforme descrito abaixo:

### **Divisão do Dia**

- Horário de ponta: Corresponde ao intervalo de três horas consecutivas, ajustado de comum acordo entre a concessionária e o cliente, situado no período compreendido das 17:30h às 20:30h;
- Horário fora de ponta: Corresponde ao intervalo de doze horas e trinta minutos, não consecutivas, situado no período compreendido das 06:00h às 17:30h e das 20:30 às 21:30h;
- Horário Reservado: Corresponde ao intervalo de oito horas e trinta minutos consecutivas, situado no período compreendido das 21:30h às 06:00h. É o horário de menor consumo, portanto, de maior incentivo tarifário para os irrigantes.

### **Divisão do Ano**

- Período Seco: Compreende o intervalo entre os meses de maio a novembro de cada ano (sete meses);
- Período Úmido: Compreende o intervalo situado entre os meses de dezembro de um ano a abril do ano seguinte (cinco meses).

As tabelas abaixo ilustram a classificação dos grupos consumidores, bem como todas as tarifas aplicadas pela Eletrobrás. Os valores das tarifas não possuem a incidência de quaisquer tributos, devendo ainda ser aplicado os custos de Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS), Programa de Integração Social (PIS) e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS).

Tabela 11 – Descontos de energia elétrica para grupos consumidores

DESCONTOS PERCENTUAIS % (OBS: DESCONTOS NA TARIFA CHEIA)		
Unidade Consumidora	Demanda	Consumo
Rural - (Alta tensão)	10%	10%
Rural Irrigação - (Alta tensão)	10%	90%
Rural Irrigação - (Baixa tensão)	-	73%
Cooperativas - (Alta tensão)	50%	50%
Água - Esgoto - Saneamento - (Alta tensão)	15%	15%
Água - Esgoto - Saneamento - (Baixa tensão)	-	15%

Fonte: CEAL (2010)

Tabela 12 – Cobrança de ICMS sobre a energia elétrica

COBRANÇA DE ICMS (ÍNDICE x TARIFA)	Percentual	Índice
Residencial baixa renda e residência normal até 30 kWh	0%	ISENTO
Residencial baixa renda e residencial normal de 31 a 150 kWh	17%	1,204819
Residencial Trifásico até 100 kWh	0%	ISENTO
Residencial acima de 150 kWh	25%	1,333333
Comercial até 150 kWh	17%	1,204819
Comercial acima de 150 kWh	25%	1,333333
Demais Classes (Baixa e Alta Tensão)	17%	1,204819
Poder Público Estadual Classe 05.02	0%	ISENTO
Suprimento	0%	ISENTO
<b>NOTA: A taxa de iluminação pública é cobrada conforme convênio entre a CEAL e Prefeitura de cada município</b>		
<b>ÍNDICE DE AUMENTO (médio)</b>		
<b>-16,46%</b>		

Fonte: CEAL (2010)

Tabela 13 – Tarifas de energia elétrica para alta tensão – convencional

TARIFAS ALTA TENSÃO (Resolução Aneel Nº 873 de 25/08/2009 - Aplicação: 28/08/2009)					
Convencional Subgrupos	Demanda (R\$/kW)	Consumo (R\$/kW)	Convencional Subgrupo	Demanda (R\$/kW)	Consumo (R\$/kW)
A2 - 88 a 138 kV	0,00	0,00000	A3 69 kV	0,00	0,00000
A3a - 30 kV a 44 kV	0,00	0,00000	<b>A4 - 2,3 a 25 kV</b>	<b>35,52</b>	<b>0,12043</b>
AS - Subterrâneo	0,00	0,00000	A4 - Tarifa Suprimento em 13,8 kV	0,00	0,00000
A3 - Tarifa Suprimento em 69 kV	0,00	0,00000			

Fonte: CEAL (2010)

Tabela 14 – Tarifas de energia elétrica para alta tensão – horo-sazonal azul

Horo-sazonal Azul - Demanda (R\$/kW)					
Segmentos Horário/Subgrupo	Ponta	Fora Ponta	Segmentos	Ponta	Fora Ponta
A1 - 230 kV ou mais	0,00	0,00	A2 - 88 a 138 kV	0,00	0,00
<b>A3 - 69 kV</b>	<b>33,68</b>	<b>7,28</b>	A3a - 30 a 44 kV	0,00	0,00
<b>A4 - 2,3 a 25 kV</b>	<b>41,61</b>	<b>11,42</b>	AS - Subterrâneo	0,00	0,00
Horo-sazonal Azul - Consumo (R\$/kWh)					
Segmentos Sazonal/Subgrupos	Ponta Seca	Ponta Úmida	Fora Ponta Seca	Fora Ponta Úmida	
A1 - 230 kV ou mais	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
A2 - 88 a 138 kV	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
<b>A3 - 69 kV</b>	<b>0,16981</b>	<b>0,15349</b>	<b>0,10555</b>	<b>0,09608</b>	
A3a - 30 a 44 kV	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
<b>A4 - 2,3 a 25 kV</b>	<b>0,16981</b>	<b>0,15349</b>	<b>0,10555</b>	<b>0,09608</b>	
AS - Subterrâneo	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
Ultrapassagem Horo-sazonal Azul - Demanda (R\$/kW)					
Segmento Horo-Sazonal/Subgrupo	Ponta Seca/Úmida	Fora Ponta Seca/Úmida	Subgrupo	Ponta Seca/Úmida	Fora Ponta Seca/Úmida
A1 - 230 kV ou mais	0,00	0,00	A2 - 88 a 138 kV	0,00	0,00
<b>A3 - 69 kV</b>	<b>101,04</b>	<b>21,85</b>	A3a - 30 a 44 kV	0,00	0,00
<b>A4 - 2,3 a 25 kV</b>	<b>124,83</b>	<b>34,26</b>	AS - Subterrâneo	0,00	0,00

Fonte: CEAL (2010)

Tabela 15 – Tarifas de energia elétrica para alta tensão – horo-sazonal verde

Horo-sazonal Verde - Demanda (R\$/kWh)				
Subgrupos	Demanda			
A3a - 30 a 44 kV	0,00			
<b>A4 - 2,3 a 25 kV</b>	<b>11,42</b>			
AS - Subterrâneo	0,00			
Horo-sazonal Verde - Consumo (R\$/kWh)				
Segmentos Horo-Sazonal/Subgrupo	Ponta Seca	Ponta Úmida	Fora Ponta Seca	Fora Ponta Úmida
A3a - 30 a 44 kV	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>A4 - 2,3 a 25 kV</b>	<b>1,13599</b>	<b>1,11967</b>	<b>0,10555</b>	<b>0,09608</b>
AS - Subterrâneo	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ultrapassagem Horo-sazonal Verde - Demanda (R\$/kW)				
Subgrupo	Demanda Período Seco ou Úmido			
A3a - 30 a 44 kV	0,00			
<b>A4 - 2,3 a 25 kV</b>	<b>34,26</b>			
AS - Subterrâneo	0,00			

Fonte: CEAL (2010)

Considerando, os parâmetros de tributação e a sistemática horo-sazonal, têm-se as tarifas convencional e horo-sazonal. O cálculo das faturas no sistema convencional considera apenas os parâmetros de tributação, enquanto que no sistema horo-sazonal são considerados os parâmetros de tributação e as variações horo-sazonais azul e verde.

A tarifa azul aplica-se às unidades consumidoras que possuem processo produtivo contínuo e enquadram-se no Grupo A. A adoção desta é obrigatória aos consumidores dos tipos A-1, A-2 e A-3 e opcional aos demais.

A tarifa verde aplica-se aos consumidores com capacidade de modulação do processo produtivo. Esta é opcional aos consumidores dos Grupos A-3a, A-4 e A-S.

## 5. O CANAL DO SERTÃO ALAGOANO

Delmiro Gouveia sempre foi o principal foco de desenvolvimento do sertão alagoano e vizinhanças, desde séculos passados, inclusive com a implantação do primeiro aproveitamento hidrelétrico do rio São Francisco, em Paulo Afonso, e das primeiras unidades fabris. Atualmente outros municípios estão se destacando, como o de Canindé do São Francisco, impulsionado pelas obras e conseqüente operação da Usina Hidro Elétrica (UHE) de Xingó e do Projeto Califórnia.

Um dos fatores que dificulta o desenvolvimento da região é a escassez de recursos hídricos que, a se manter, sem a implantação do Canal do Sertão, implicará no agravamento do quadro atual, com a redução ainda maior dos índices de qualidade de vida da população, em especial a de baixa renda.

Com a concepção do Sistema Integrado de Aproveitamento dos Recursos Hídricos para o Sertão Alagoano, o Estado de Alagoas deu início à sua participação no sentido de implementar intervenções no sertão que permitissem a oferta de água às populações rurais, de maneira a solucionar a angustiada situação dessa região do Estado quanto ao fenômeno da seca.

De acordo com a SEINFRA (2007), com a implementação do sistema, o Governo do Estado de Alagoas objetiva ao atendimento das seguintes metas:

- a) Oferta de água tratada para consumo das populações urbanas das cidades e distritos mais populosos;
- b) Geração de renda e de oferta de alimentos durante todo o ano, utilizando-se o trabalho comunitário nas unidades econômicas pontuais;
- c) Abastecimento de água aos perímetros de irrigação;



- d) Fornecimento de água para o gado e para as mínimas necessidades dos pequenos proprietários;
- e) Através da introdução da piscicultura, criar condições para ofertar alimento de alto valor protéico a baixo custo;
- f) Treinamento e orientação em métodos agrícolas modernos, através da implantação de áreas pilotos de irrigação.

O então projeto do Canal de Adução do Sistema Integrado de Aproveitamento Hídrico do Sertão Alagoano foi lançado pelo Governo do Estado de Alagoas em 1992, visando promover o desenvolvimento sócio-econômico do sertão e agreste do Estado, abrangendo 06 micro-regiões e 42 municípios (SEMARH, 2009).

Incorporado ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), o Canal está sendo implantado dentro de uma parceria entre o Governo Federal, através do Ministério da Integração Nacional (MINT) e o Governo do Estado de Alagoas, através da SEINFRA.

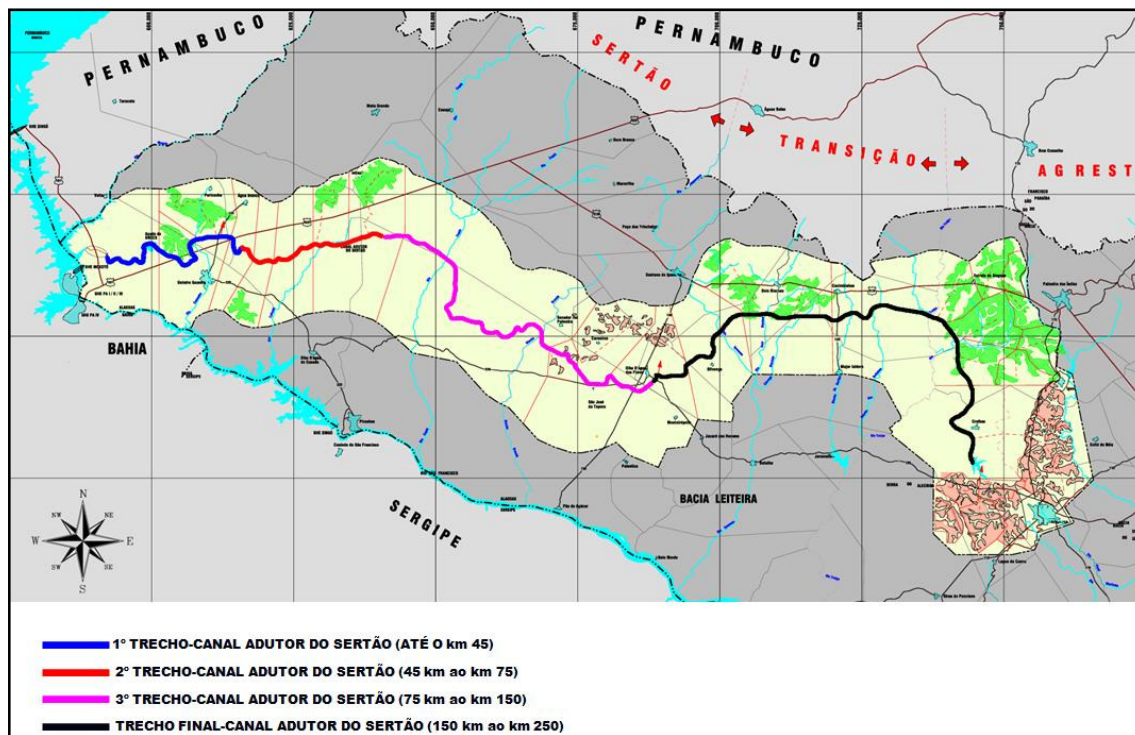
Quando concluído, o Canal do Sertão possibilitará a irrigação de uma área superior 26.000ha, sendo capaz de impactar positivamente na qualidade de vida do alto sertão, bacia leiteira e agreste alagoano.

O Canal do Sertão inicia-se através de uma estrutura de tomada d'água, associada a uma estação elevatória implantada em um dos braços do reservatório de Moxotó, junto ao povoado São José, próximo à usina Apolônio Sales (Moxotó).

Da estação elevatória, com nível da água (N.A.) normal na cota 252m, parte uma linha de adução de 1.700m de extensão até um ponto de transição na cota 288m, de onde, por gravidade, a água é veiculada através de uma tubulação em sifão de 2.000m de extensão até o início da calha do canal, na cota de 282,65m, que serpenteia o sertão com 250km de extensão.

Os estudos e projetos elaborados em fases anteriores estabeleceram que a vazão final de projeto seria de 40m<sup>3</sup>/s. Todavia, estudos mais aprofundados das demandas, realizados pelo Consórcio Hydros/Tecnosolo para a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), definiram que a vazão total do projeto será de 32m<sup>3</sup>/s.

O empreendimento foi projetado para ser construído em trechos individuais, de forma que pudesse ser operado independentemente da conclusão das obras do trecho subsequente. Assim, o projeto de execução do Canal foi previsto em 04 trechos independentes, conforme Figura 23.



Fonte: SEINFRA (2007)

**Figura 23 – Divisão dos trechos do Canal do Sertão**

### 5.1. Justificativa para a Implantação do Canal do Sertão

Os atuais sistemas coletivos de abastecimento de água do alto sertão, da bacia leiteira e do agreste encontram-se em estado precário, visto que a vazão do sistema não atende satisfatoriamente a população da região. As zonas rurais são abastecidas através de carros-pipa, enquanto as zonas urbanas chegam a passar até 5 dias por semana sem água.

Além disso, novas demandas estão sendo adicionadas aos sistemas coletivos sem que haja um planejamento prévio, especialmente no que se refere à infraestrutura geral de suporte (captação, elevação, reservação, etc.), o que concorre para uma significativa restrição nas vazões projetadas.

Há poucos anos as estações elevatórias da CASAL operavam em regime de 12 por 12 horas, visando evitar os altos custos gerados pelo

consumo de energia elétrica nos horários de ponta. Com o aumento do consumo, a CASAL foi forçada a mudar o horário de funcionamento das bombas, as quais passaram a operar em regime de 24 horas por dia, onerando sobremaneira os custos de fornecimento de água para a empresa (SEMARH, 2009).

A topografia da região é outro fator impactante na composição dos custos da água, pois interfere diretamente no consumo da energia elétrica utilizada na sua adução. Embora os municípios alagoanos estejam localizados às margens do rio São Francisco, as cotas para bombeamento de água chegam a ultrapassar 500m, como por exemplo, nos municípios de Mata Grande, Canapi e Inhapi. A Figura 24 ilustra um exemplo de desnível na margem do rio São Francisco.



**Figura 24 – Desníveis no rio São Francisco**

O Canal do Sertão irá garantir a oferta de água para toda a região do semi-árido alagoano. Sua estrutura física demanda uma operação, manutenção e consumo de energia elétrica a custos relativamente baixos quando comparados com o sistema atual.

Também permitirá que o regime de bombeamento do Canal passe a trabalhar no horário fora de ponta no que se refere às tarifas de energia elétrica, o que proporcionará uma grande economia nos custos anuais com eletricidade, concorrendo fortemente para a viabilização econômico-financeira do projeto almejado.

## **5.2. Outorga de Uso dos Recursos Hídricos pelo Canal do Sertão**

O Governo de Alagoas ainda não tem dados suficientes para estimar o custo exato da água do Canal do Sertão, nem tampouco a experiência necessária em gestão de canais.

A Resolução da ANA (BRASIL. ANA, 2009) concedeu outorga preventiva de uso de recursos hídricos pelo Canal do Sertão, com prazo de vigência de 8 meses, podendo ser convertida em outorga de direito de uso de recursos hídricos, por solicitação do Estado de Alagoas. Entretanto, a renovação da outorga está condicionada a:

- a) “Apresentação dos métodos de irrigação utilizados, com as respectivas áreas e culturas a serem implantadas, do calendário de implantação das culturas anuais e da eficiência de irrigação de cada método de irrigação utilizado”;
- b) “Apresentação da sustentabilidade do arranjo institucional e administrativo, com a definição de atribuições e competências para a gestão do sistema em questão, aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) de Alagoas”;
- c) “Apresentação da sustentabilidade financeira do empreendimento, em particular a compatibilidade dos custos de operação e manutenção com as receitas auferidas quando da instituição da cobrança dos serviços de operação e gestão do sistema, e apresentação da sustentabilidade técnica e operacional considerando as estruturas componentes do empreendimento em questão”.

Antes do vencimento da vigência, a ANA cancelou a outorga preventiva pelo não cumprimento das condicionantes estabelecidas no prazo concedido.

Preocupada com esse quadro, a SEMARH continua trabalhando para atender aquelas condicionantes, bem como solicitou à ANA outorga definitiva para a operação do primeiro trecho do canal (45km). Além disso, solicitou outorga preventiva de 3 anos para operar o trecho do km 45 ao km 150 do Canal.

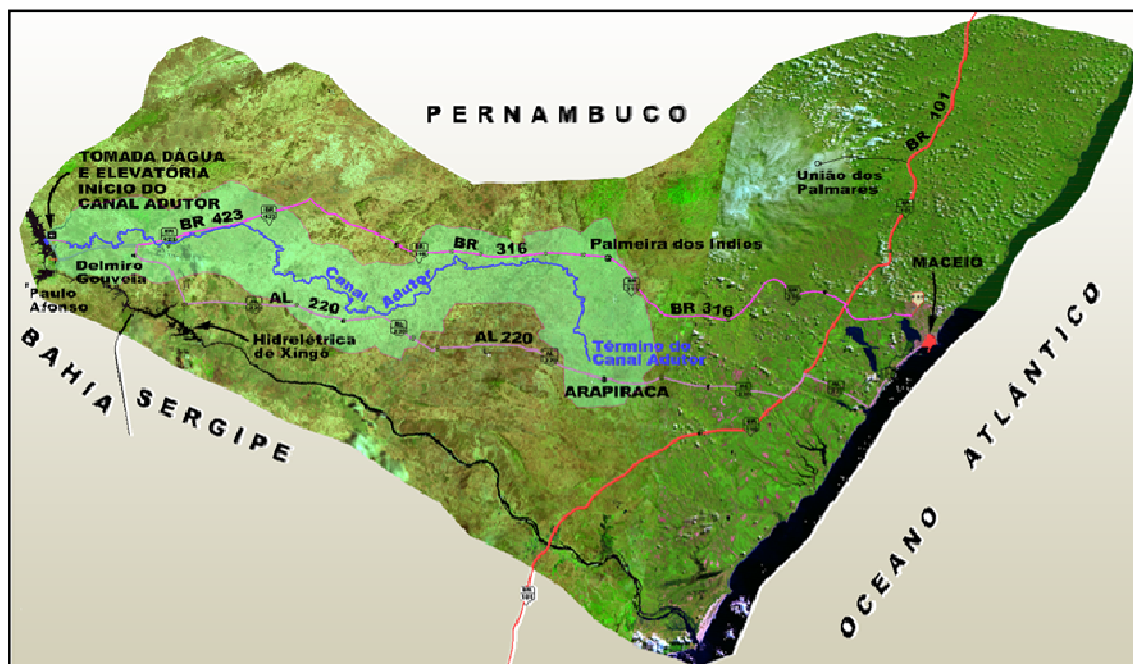
Diante desse cenário observa-se a necessidade iminente de se conhecer estudos sobre outros canais, sobre as atividades desenvolvidas por suas unidades gestoras, sua sustentabilidade financeira, arranjo institucional, métodos de irrigação, etc., especialmente aqueles com estruturas semelhantes às do Canal do Sertão, inseridos em regiões de clima e oferta hídrica similares. É o exemplo do Canal de Integração do Estado do Ceará, gerido pela COGERH.

Essa estratégia de estudo permite conhecer as vantagens e desvantagens dos modelos existentes, bem como as ações de sucesso e de fracasso das unidades gestoras. Dessa forma é possível obter resultados mais consistentes para auxiliar o Governo de Alagoas nas suas tomadas de decisão.

Com esse objetivo o autor, enquanto servidor da SEMARH, visitou a COGERH ao longo de 04 dias, no mês de março de 2009, onde conheceu pessoalmente todas as instalações da Companhia, seu sistema de gestão, os Canais da Integração e do Trabalhador, a forma com que os canais são operados, bem como os açudes Catanhão e Pacajús.

### **5.3. O Traçado do Canal do Sertão**

O Canal do Sertão tem seu alinhamento básico definido segundo o sentido SW-NE, tendo sido desenvolvido entre as elevações 283m e 265m, numa extensão de total de 250km até a região de Arapiraca. A Figura 25 apresenta o arranjo geral do Canal do Sertão.



Fonte: SEINFRA (2007)

Figura 25 – Arranjo geral do Canal do Sertão

O Consórcio Hydros & Tecnosolo (2002) elenca, de acordo com a Tabela 16 e a Figura 26, os municípios pertencentes à área de influência do Canal do Sertão, segundo as regiões dos sistemas coletivos de abastecimento da CASAL.

Tabela 16 – Municípios pertencentes à área de influência do Canal do Sertão

REGIÃO	MUNICÍPIOS	ABASTECIMENTO ATUAL
REGIÃO DO SERTÃO	Água Branca	Sistema Coletivo do Sertão
	Canapi	Sistema Coletivo do Sertão
	Delmiro Gouveia	Sistema Coletivo do Sertão
	Inhapi	Sistema Coletivo do Sertão
	Mata Grande	Sistema Coletivo do Sertão
	Olho d'Água do Casado	Sistema Coletivo do Sertão
	Pariconha	Sistema Coletivo do Sertão
	Piranhas	Sistema Isolado
REGIÃO DA BACIA LEITEIRA	Batalha	Sistema Coletivo da Bacia Leiteira
	Belo Monte	Sistema Coletivo da Bacia Leiteira
	Cacimbinhas	Sistema Coletivo da Bacia Leiteira
	Carneiros	Sistema Coletivo da Bacia Leiteira
	Dois Riachos	Sistema Coletivo da Bacia Leiteira
	Jacaré dos Homens	Sistema Coletivo da Bacia Leiteira
	Jaramataia	Sistema Coletivo da Bacia Leiteira
	Major Isidoro	Sistema Coletivo da Bacia Leiteira
	Maravilha	Sistema Coletivo da Bacia Leiteira
	Monteirópolis	Sistema Coletivo da Bacia Leiteira

REGIÃO	MUNICÍPIOS	ABASTECIMENTO ATUAL
REGIÃO DA BACIA LEITEIRA	Olho D'Água das Flores	Sistema Coletivo da Bacia Leiteira
	Olivença	Sistema Coletivo da Bacia Leiteira
	Ouro Branco	Sistema Coletivo da Bacia Leiteira
	Palestina	Sistema Coletivo da Bacia Leiteira
	Pão de Açúcar	Sistema Isolado
	Poço das Trincheiras	Sistema Coletivo da Bacia Leiteira
	Santana do Ipanema	Sistema Coletivo da Bacia Leiteira
	São José da Tapera	Sistema Coletivo da Bacia Leiteira
	Senador Rui Palmeira	Sistema Coletivo da Bacia Leiteira
REGIÃO DO AGRESTE	Arapiraca	Sistema Coletivo do Agreste
	Craíbas	Sistema Coletivo do Agreste
	Igaci	Sistema Coletivo do Agreste
	Feira Grande	Sistema Coletivo do Agreste
	Lagoa da Canoa	Sistema Coletivo do Agreste
	Girau do Ponciano	Sistema Coletivo do Agreste
	Limoeiro de Anadia	Sistema Isolado
	Coité do Noia	Sistema Isolado
	Taquarana	Sistema Isolado
	Traipu	Sistema Isolado
REGIÃO DE CARANGUEJEIRA	Estrela de Alagoas	Sistema Coletivo de Carangueja
	Minador do Negrão	Sistema Coletivo de Carangueja
	Palmeira dos Índios	Sistema Coletivo de Carangueja
	Paulo Jacinto	Sistema Isolado
	Quebrangulo	Sistema Isolado
	Mar Vermelho	Sistema Isolado
	Tanque d'Arca	Sistema Isolado
	Belém	Sistema Isolado

Fonte: CONSÓRCIO HYDROS & TECNOSOLO (2002)

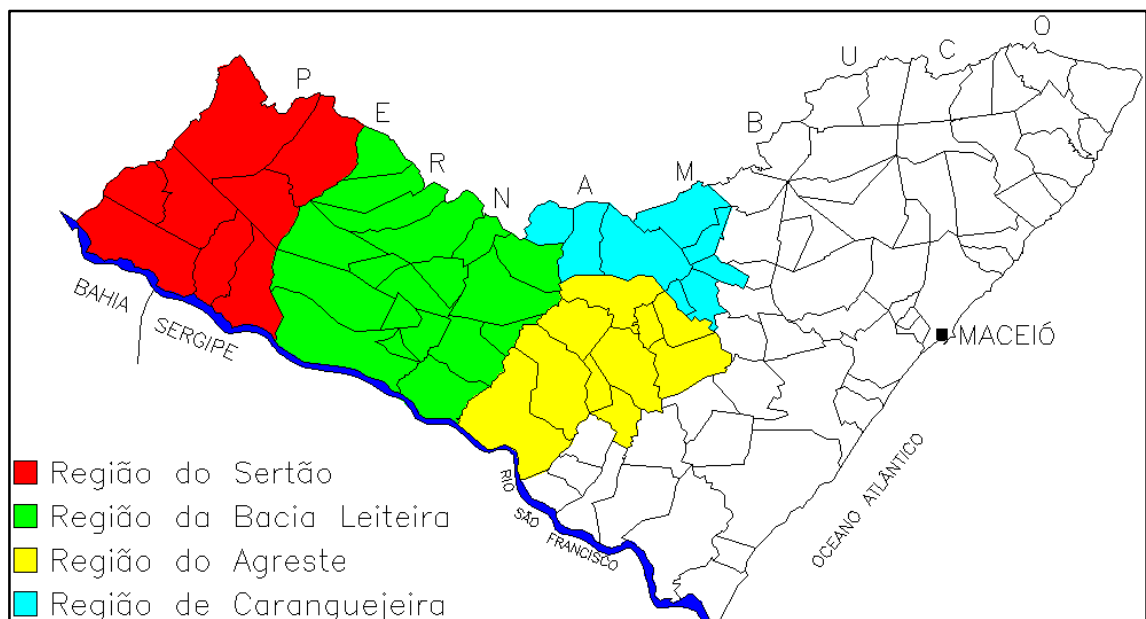


Figura 26 – Regiões e municípios pertencentes à área de influência do Canal do Sertão

## 5.4. Detalhes da Operação do Canal do Sertão

A estrutura física do Canal do Sertão é constituída por uma tomada d'água, seguida por um canal de aproximação que percorre até sua estação elevatória. Daí parte uma linha de recalque que segue por um sistema de sifão invertido até atingir o canal trapezoidal. O empreendimento também é dotado de estruturas especiais como bueiros, túneis, pontes canal, travessias sobre o Canal, sifões e comportas.

### 5.4.1. Tomada d'Água

A tomada d'água se localiza no reservatório de Moxotó, no complexo hidrelétrico de Paulo Afonso I, II, III, Moxotó/PA IV.

O ponto de tomada d'água foi concebido para que houvesse garantia da adução de água à estação elevatória, mesmo em condições de estiagem mais adversas. A Figura 27 ilustra o ponto de tomada d'água do Canal do Sertão.



Fonte: SEINFRA (2007)

Figura 27 – Ponto de tomada d'água do Canal do Sertão



### 5.4.2. Canal de Aproximação

A implantação da tomada d'água implicou na necessidade de construção de uma ensecadeira de terra e de um canal de aproximação para aduzir as águas captadas até a estação elevatória. A Figura 28 ilustra o canal de aproximação até a estação elevatória do Canal do Sertão.



Fonte: O AUTOR

**Figura 28 – Canal de aproximação até a estação elevatória**

### 5.4.3. Estação Elevatória

A estação elevatória está projetada para abrigar 12 conjuntos de bombeamento com vazão nominal de  $2,67\text{m}^3/\text{s}$ , rotação de 600RPM e potência de 2.000CV, por unidade. Após a instalação completa, a estação dotará de uma potência total de 24.000CV, com capacidade de aduzir uma vazão de  $32\text{m}^3/\text{s}$ . A Tabela 17 resume as características dos conjuntos motor-bomba do Canal do Sertão.

**Tabela 17 – Características dos conjuntos motor-bomba do Canal do Sertão**

12 MOTORES	12 BOMBAS
Potencia: 2.000CV	Vazão Unitária: $2,67\text{m}^3/\text{s}$
Rotação máxima: 600 RPM	Vazão Total: $32\text{m}^3/\text{s}$
Potência total Instalada: 24.000CV	

A estação elevatória bombeia água da cota mínima de 249,52m, ao longo de 1.700m, até a estrutura de transição da linha de recalque para o sistema de sifão invertido, na cota máxima de 288,05m. A partir desse ponto, todo o escoamento do Canal do Sertão se dá por gravidade.

A Figura 29 e a Figura 30 ilustram, respectivamente, a fachada posterior da estação elevatória, e uma visão aérea da ensecadeira, canal de aproximação e estação elevatória. A estação foi edificada apenas do lado da margem direita do canal de aproximação, para abrigar 6 conjuntos de bombeamento. A outra parcela da estação será construída à medida que o Canal demandar maior vazão.



Fonte: O AUTOR

**Figura 29 – Fachada posterior da estação elevatória do Canal do Sertão**



Fonte: SEINFRA (2007)

**Figura 30 – Ensecadeira, canal de aproximação e estação elevatória do Canal do Sertão**

#### **5.4.4. Linha de Recalque**

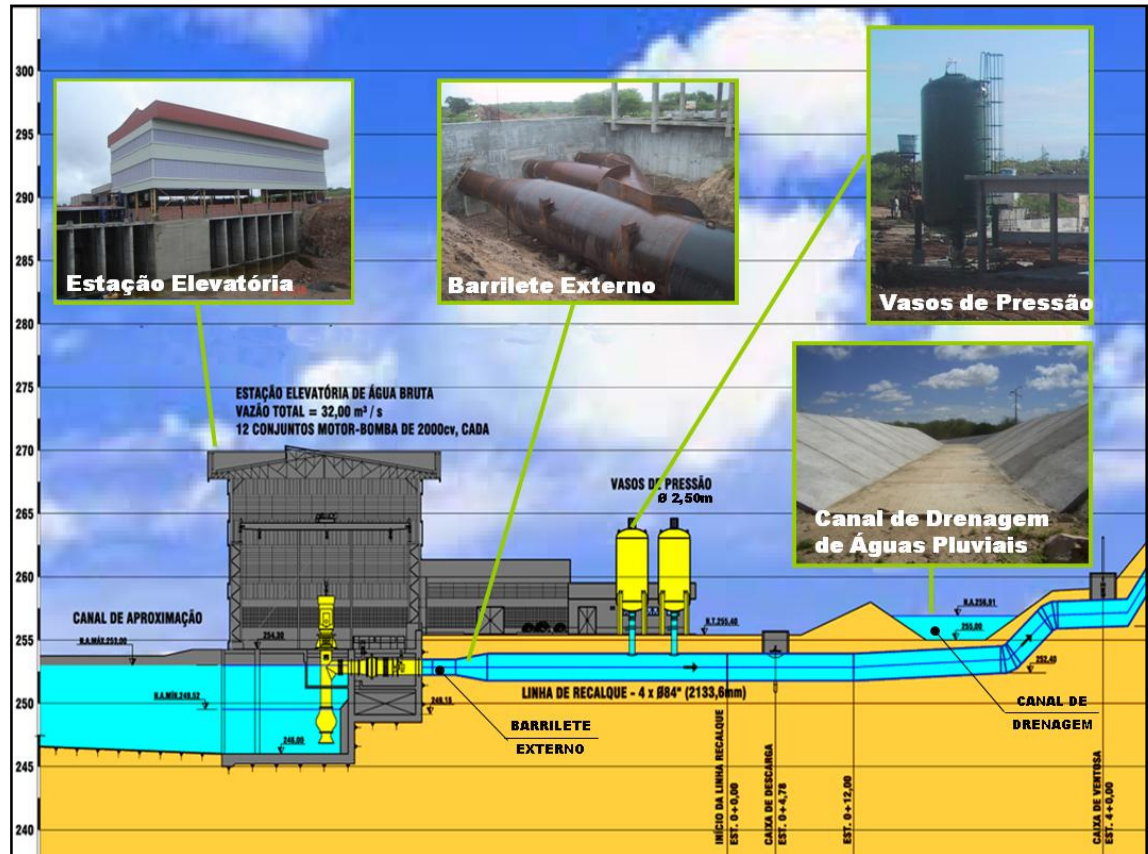
Da estação elevatória partem 4 linhas de recalque paralelas, em aço carbono, com 2,10m de diâmetro e 1.700m de extensão, com capacidade de aduzir uma vazão  $8,0\text{m}^3/\text{s}$ . Cada linha de recalque é alimentada por 3 conjuntos de bombeamento. A Figura 31 apresenta uma planta baixa da estação elevatória, ilustrando as linhas de recalque.



Fonte: SEINFRA (2007)

**Figura 31 – Planta baixa da estação elevatória**

A Figura 32 apresenta um corte transversal do canal de aproximação até as linhas de recalque, ilustrando detalhes da estação elevatória, barrilete externo, vasos de pressão e canal de drenagem de águas pluviais.

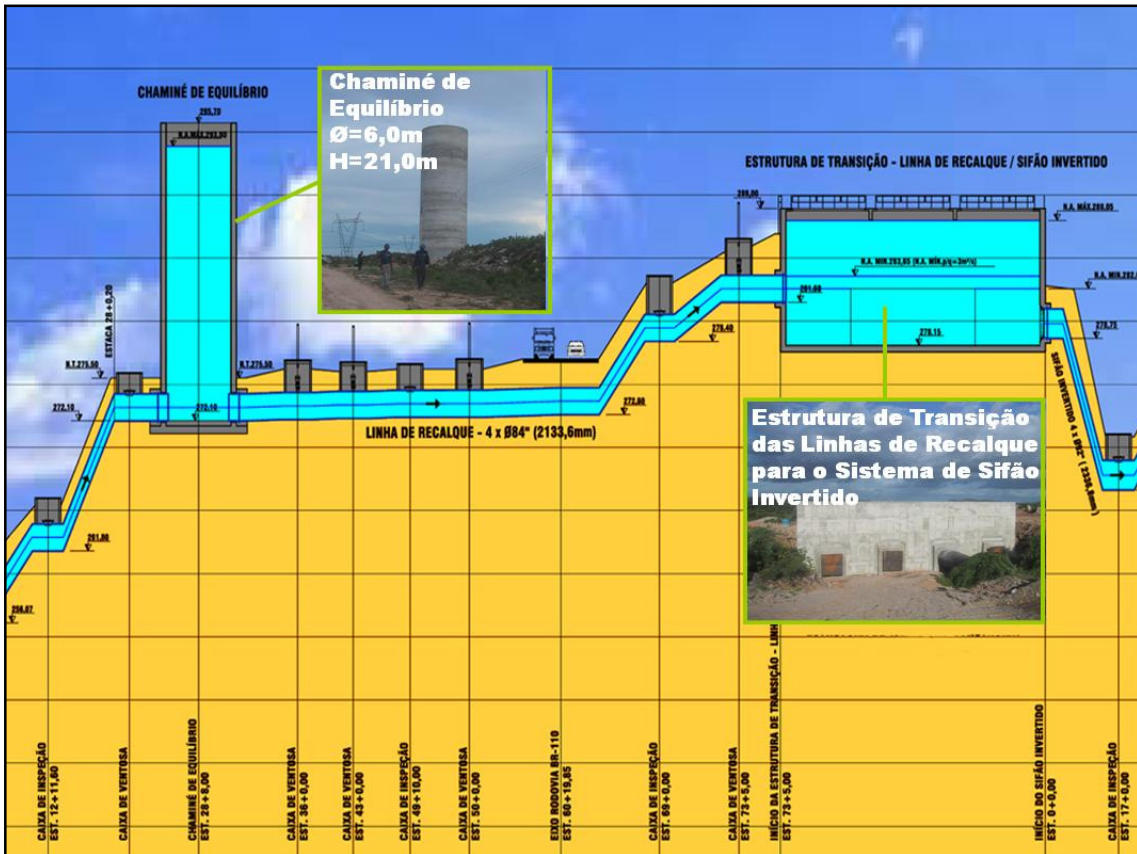


Fonte: SEINFRA (2007)

Figura 32 – Canal de aproximação até as linhas de recalque

As linhas de recalque passam por uma chaminé de equilíbrio com diâmetro de 6,0m e altura de 21,0m até uma estrutura de transição para um sistema de sifão invertido. Essa estrutura de transição é construída em concreto armado, composta de 4 compartimentos individuais que possibilitam a manutenção de cada linha, sem prejuízo do funcionamento das demais adutoras.

A Figura 33 ilustra um corte transversal mostrando os detalhes do percurso das linhas de recalque até a transição com o sistema de sifão invertido.

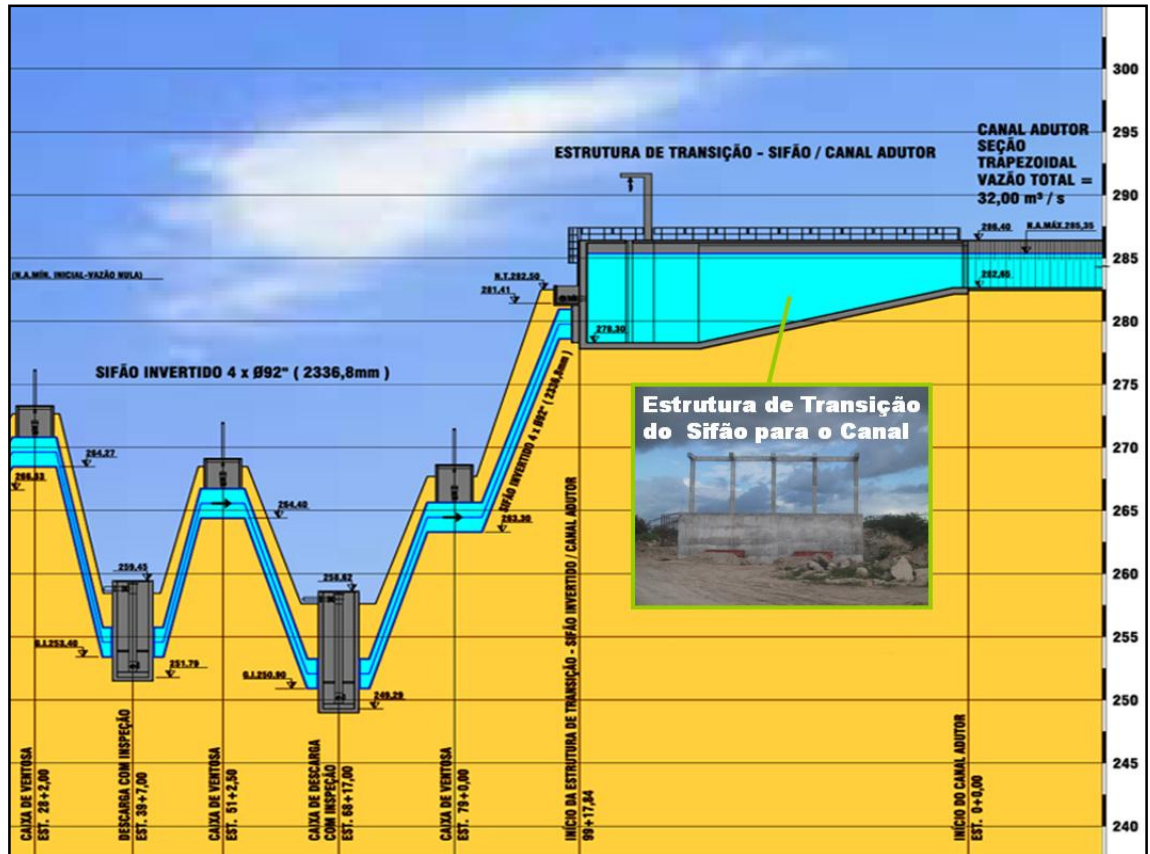


Fonte: SEINFRA (2007)

**Figura 33 – Transição das linhas de recalque para o sistema de sifão invertido**

O sistema de sifão invertido é constituído por 4 tubulações paralelas em aço carbono de 2,30m de diâmetro e extensão de 2.100m. Esse trecho escoá por gravidade até a estrutura de transição do sistema de sifão invertido para o canal trapezoidal.

A Figura 34 ilustra um corte transversal mostrando os detalhes do percurso do sistema de sifão invertido até a estrutura de transição para o canal trapezoidal.



Fonte: SEINFRA (2007)

**Figura 34 – Transição do sistema de sifão invertido para o canal trapezoidal**

#### 5.4.5. Canal Trapezoidal

O canal trapezoidal se inicia no ponto denominado quilômetro zero (Km 0), ilustrado na Figura 35, de onde segue por gravidade ao longo de 250km, até o final de seu percurso, em Arapiraca. A Figura 36 ilustra uma vista aérea de trechos do Canal do Sertão.



Fonte: SEINFRA (2007)

**Figura 35 – Quilômetro zero do Canal do Sertão**



Fonte: SEINFRA (2007)



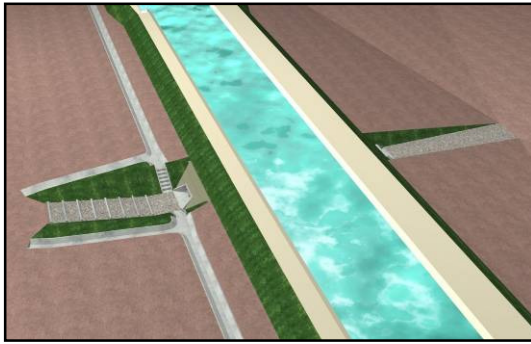
**Figura 36 – Vista aérea de trechos do Canal do Sertão**

Seu traçado acompanha a topografia da região de modo a manter inclinação da base e velocidade de escoamento constantes.

#### **5.4.6. Estruturas Especiais**

O Canal do Sertão é dotado de estruturas especiais como bueiros, túneis, pontes canal, travessias sobre o canal, sifões e comportas. As figuras abaixo ilustram algumas dessas estruturas especiais.

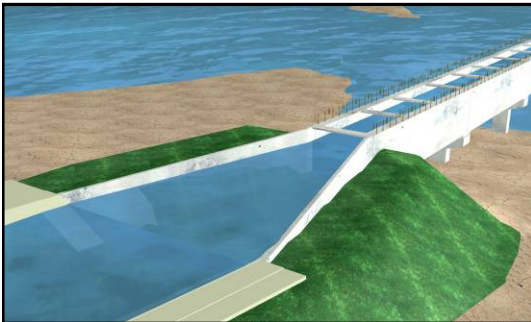




(a) Desenho esquemático



(b) Fotografia aérea

**Figura 37 – Estrutura especial: bueiros**

(a) Desenho esquemático



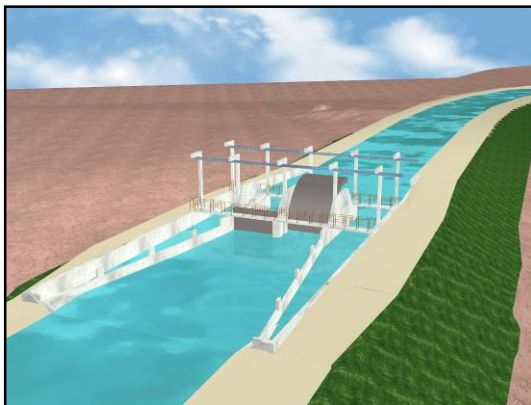
(b) Fotografia da obra

**Figura 38 – Estrutura especial: ponte canal**

(a) Travessia em construção



(b) Travessia concluída

**Figura 39 – Estrutura especial: travessia sobre o Canal**

(a) Desenho esquemático



(b) Fotografia da obra

**Figura 40 – Estrutura especial: comporta de controle**

## 6. DEMANDAS DO CANAL DO SERTÃO

A faixa diretamente beneficiável pelo Canal do Sertão foi dividida em perímetros detentores de atividades econômicas com modelos de exploração específicos. Na divisão geral estão separados os perímetros de irrigação e os perímetros de sequeiro. (CONSÓRCIO HYDROS & TECNOSOLO, 2002, p.102)

O consumo de água para dessedentação animal foi desconsiderado porque o percentual de consumo para essa classe de usuário é ínfimo se comparado com os percentuais para irrigação ou abastecimento humano.

As demandas de água ao longo da faixa beneficiável do Canal foram estimadas considerando os três principais usuários detentores do uso consumptivo:

- a) Aproveitamento Hidroagrícola (perímetros de irrigação);
- b) Demanda Rural Difusa (perímetros de sequeiro);
- c) Abastecimento de Água Urbano e Rural.

Os estudos das características naturais e sócio-econômicas da área de abrangência do Canal do Sertão identificam 03 zonas distintas:

- a) Zona do sertão – da captação até o rio Ipanema;
- b) Zona de transição – entre os rios Ipanema e Traipu;
- c) Zona do agreste – do rio Traipu até o final do Canal.

Segundo o Consórcio Hydros & Tecnosolo (2003, p.60), esse zoneamento é utilizado para diferenciar as demandas de água difusas para a exploração agropecuária de sequeiro. Na zona do agreste a demanda será

maior que na zona do sertão devido à expectativa de incidir maior percentual de solos irrigáveis disseminados dentro das áreas de fazendas. Será também referencial para a distribuição espacial das atividades econômicas na faixa diretamente beneficiável pelo empreendimento.

Dessa forma o Canal do Sertão atende a diversas atividades ao longo do seu percurso. A Tabela 18 elenca todos os usuários inseridos nos cálculos das vazões de projeto do empreendimento. Os dados de área dos perímetros e demanda individual serão apresentados mais adiante.

**Tabela 18 – Usuários do Canal do Sertão**

---

**APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA**

Perímetros Irrigados de Arapiraca	AR-1 a AR-9
Perímetros Irrigados de Estrela de Alagoas	EA-1 a EA-8
Perímetros Irrigados de Dois Riachos	DR-1 e DR-2
Perímetros Irrigados de Riacho Grande	RG-1 a RG-3
Perímetros Irrigados de Inhapi	IN-1 e IN-2
Perímetros Irrigados de Delmiro Gouveia	DG-1
Perímetros Irrigados de Pariconha	PC-1 e PC-2

---

**DEMANDA RURAL DIFUSA**

Perímetros de Sequeiro da Zona do Agreste	ASA-1 e ASA-2
Perímetros de Sequeiro da Zona de Transição	AST-1 a AST-5
Perímetros de Sequeiro da Zona do Sertão	ASS-1 a ASS-7

---

**ABASTECIMENTO DE ÁGUA URBANO E RURAL**

Sistema Coletivo da Zona do Agreste	SCA
Sistema Coletivo da Zona de Transição	SCT
Sistema Coletivo da Zona do Sertão	SCS

---

Fonte: CONSÓRCIO HYDROS & TECNOSOLO (2002)

O Canal foi dividido em 23 trechos identificados por letras “A-B” a “X-Y”. Em cada trecho foi alocada a vazão de cada derivação para os usuários descritos na Tabela 18. A Tabela 19 a seguir mostra a demanda dos usuários ao longo da extensão do Canal do Sertão.

Tabela 19 – Demanda dos usuários ao longo do Canal do Sertão

TRECHO	ZONA	EXTENSÃO DO TRECHO (m)	EXTENSÃO ACUMULADA (m)	USUÁRIO	VAZÃO DEMANDADA (L/s)	VAZÃO DEMANDADA ACUMULADA (L/s)		
A-B	Sertão	22.530,12	22.530,12	ASS-1	220,77	220,77		
B-C		15.000,00	37.530,12	PC-1	439,86	660,63		
C-D		6.200,00	43.730,12	ASS-2	112,00	772,64		
				PC-2	671,10	1.443,74		
D-E		9.600,00	53.330,12	SCS	340,00	1.783,74		
				ASS-3	77,24	1.860,98		
E-F		4.200,00	57.530,12	DG-1	282,23	2.143,21		
F-G		8.400,00	65.930,12	ASS-4	31,54	2.174,75		
				ASS-5	137,27	2.312,01		
G-H		18.200,00	84.130,12	IN-1	306,93	2.618,95		
				IN-2	580,42	3.199,37		
H-I		7.546,29	91.676,41	ASS-6	150,94	3.350,31		
				-	0,00	3.350,31		
I-J	23.445,97	115.122,38	ASS-7	614,51	3.964,82			
J-K	22.007,74	137.130,12	AST-1	201,01	4.165,83			
			RG-1	135,36	4.301,19			
K-L	Transição	7.600,00	144.730,12	RG-2	512,11	4.813,30		
L-M		18.600,00	163.330,12	AST-2	566,73	5.380,03		
M-N		14.800,00	178.130,12	RG-3	370,47	5.750,50		
				SCT	844,00	6.594,50		
N-O		20.600,00	198.730,12	AST-3	371,46	6.965,96		
O-P		4.400,00	203.130,12	DR-1	1.057,58	8.023,54		
P-Q		11.800,00	214.930,12	DR-2	840,02	8.863,56		
Q-R		7.200,00	222.130,12	AST-4	278,06	9.141,62		
R-S		18.903,77	241.033,89	AST-5	669,32	9.810,94		
S-T		6.096,23	247.130,12	EA-1	761,95	10.572,89		
	EA-2			889,08	11.461,97			
	EA-3			422,60	11.884,57			
	EA-4			526,20	12.410,77			
	EA-5			1.927,96	14.338,73			
T-U	6.000,00	253.130,12	EA-6	871,43	15.210,16			
			EA-7	506,17	15.716,33			
U-V	4.200,00	257.330,12	EA-8	817,51	16.533,84			
V-X	8.400,00	265.730,12	ASA-1	129,51	16.663,35			
			ASA-2	775,79	17.439,14			
			SCA	845,00	18.284,14			
			AR-1	1.363,26	19.647,40			
			AR-2	1.892,20	21.539,60			
			AR-3	1.067,33	22.606,93			
			X-Y	21.658,19	287.388,31	AR-4	955,28	23.562,21
						AR-5	976,30	24.538,51
						AR-6	1.352,28	25.890,79
			AR-7	2.151,45	28.042,24			
			AR-8	1.409,77	29.452,01			
			AR-9	978,82	30.430,83			

Fonte: CONSÓRCIO HYDROS &amp; TECNOSOLO (2002)

Observando o objetivo desse trabalho de estudar o Canal do Sertão até seu quilômetro 64,7, serão considerados os usuários pertencentes aos trechos “A-B” até “F-G”, todos inseridos na zona do sertão.

Segundo a COHIDRO (2004), as vazões demandadas pelos perímetros de irrigação de Pariconha 1, Pariconha 2 e Delmiro Gouveia são, respectivamente, 253,9; 489,7 e 236,0L/s, como pode ser observado na Figura 42, Figura 44 e Figura 46 mais adiante.

Assim, esse estudo irá contemplar uma demanda total de 1.898,42L/s, detalhados na Tabela 20, a qual apresenta um resumo dos usuários pertencentes aos trechos “A-B” a “F-G”, com suas respectivas demandas.

**Tabela 20 – Resumo das demandas de vazão do Canal do Sertão (km 64,7)**

<b>USUÁRIOS</b>	<b>DEMANDA (L/s)</b>	<b>DEMANDA (%)</b>
<b>Perímetros de Irrigação</b>		
DG-1	236,00	12,43%
PC-1	253,90	13,37%
PC-2	489,70	25,80%
<i>SUBTOTAL 1</i>	<i>979,60</i>	<i>51,60%</i>
<b>Perímetros de Sequeiro</b>		
ASS-1	220,77	11,63%
ASS-2	112,00	5,90%
ASS-3	77,24	4,07%
ASS-4	31,54	1,66%
ASS-5	137,27	7,23%
<i>SUBTOTAL 2</i>	<i>578,82</i>	<i>30,49%</i>
<b>Sistemas Coletivos</b>		
SCS	340,00	17,91%
<i>SUBTOTAL 3</i>	<i>340,00</i>	<i>17,91%</i>
<b>TOTAL</b>	<b>1.898,42</b>	<b>100%</b>

### **6.1. Perímetros de Irrigação**

Os perímetros irrigados, ou aproveitamentos hidroagrícola, ao longo do Canal do Sertão são os maiores consumidores de água do empreendimento, com uma área total irrigada de 26.943,25ha. Possuem uma área total de mais de 160.000ha de regiões irrigáveis e não irrigáveis, demandando uma vazão superior a 24m<sup>3</sup>/s.

A concepção dos projetos considera a manutenção de um turno de rega fixo de 01 dia (irrigação de alta frequência) com a adoção de uma

jornada diária de irrigação variável ao longo do ano, observando-se, no entanto, a jornada de 20 horas por dia para o mês de maior demanda. Isso significa que não seria necessária nenhuma reservação, desde que o sistema operasse no mês crítico com esta jornada exigida. Nesse caso, a vazão demandada na adução é igual à vazão demandada na distribuição, já considerando as eficiências de distribuição e aplicação da água nos lotes. COHIDRO (2004).

A Tabela 21 relaciona os perímetros irrigados, ilustrando a área e vazão de projeto de cada um deles.

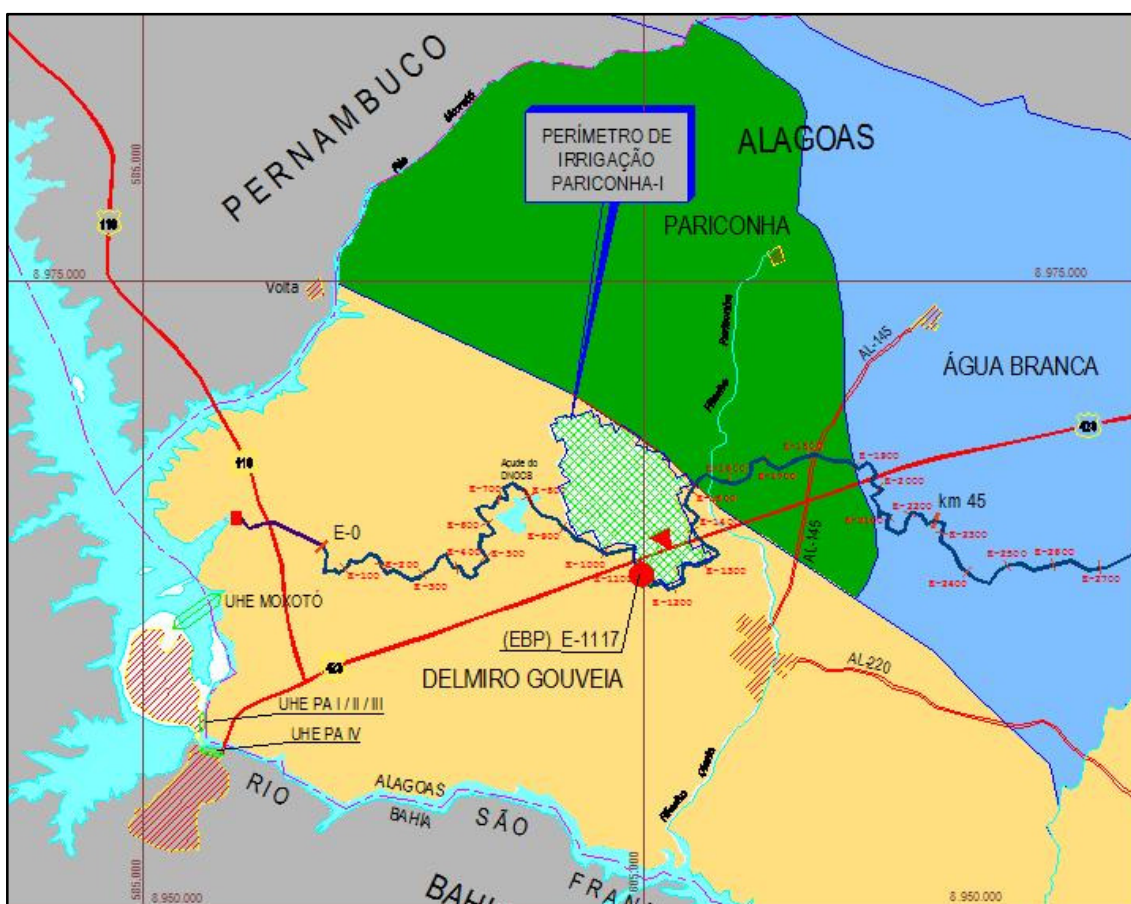
Tabela 21 – Perímetros de irrigação: áreas e vazões de projeto

PERÍMETROS IRRIGADOS	ZONA	ÁREA (ha)			VAZÃO (L/s)			Total
		Total	Irrigável	Não Irrigável	Sequeiro	Irrigação	Sequeiro	
AR-9	Agreste	2.291,05	1.532,09	758,96	721,01	961,08	17,74	978,82
AR-8	Agreste	3.114,47	2.213,80	900,67	855,64	1.388,72	21,05	1.409,77
AR-7	Agreste	4.576,45	3.385,32	1.191,13	1.131,57	2.123,61	27,84	2.151,45
AR-6	Agreste	3.811,90	2.091,62	1.720,28	1.634,27	1.312,07	40,20	1.352,27
AR-5	Agreste	2.395,09	1.523,90	871,19	827,63	955,94	20,36	976,30
AR-4	Agreste	2.300,63	1.492,74	807,89	767,50	936,40	18,88	955,28
AR-3	Agreste	4.314,76	1.600,34	2.714,42	2.578,70	1.003,89	63,44	1.067,33
AR-2	Agreste	5.217,75	2.931,24	2.286,51	2.172,18	1.838,77	53,44	1.892,21
AR-1	Agreste	2.989,10	2.141,65	847,45	805,08	1.343,46	19,80	1.363,26
EA-8	Agreste	5.280,54	2.321,46	2.959,08	2.811,13	748,35	69,15	817,50
EA-7	Agreste	4.247,04	1.360,97	2.886,07	2.741,77	438,73	67,45	506,18
EA-6	Agreste	4.495,36	2.563,19	1.932,17	1.835,56	826,28	45,15	871,43
EA-5	Agreste	7.992,80	5.823,44	2.169,36	2.060,89	1.877,26	50,70	1.927,96
EA-4	Agreste	2.775,69	1.542,96	1.232,73	1.171,09	497,36	28,81	526,17
EA-3	Agreste	2.777,23	1.196,34	1.580,89	1.501,85	385,66	36,95	422,61
EA-2	Agreste	5.497,40	2.543,89	2.953,51	2.805,83	820,05	69,02	889,07
EA-1	Agreste	6.904,12	2.008,75	4.895,37	4.650,60	647,55	114,40	761,95
DR-2	Transição	9.623,47	2.686,69	6.936,78	6.589,94	726,67	113,35	840,02
DR-1	Transição	14.459,07	3.231,88	11.227,19	10.665,83	874,13	183,45	1.057,58
RG-3	Transição	10.356,27	791,93	9.564,34	9.086,12	214,19	156,28	370,47
RG-2	Transição	14.058,14	1.111,25	12.946,89	12.299,55	300,56	211,55	512,11
RG-1	Transição	3.012,73	338,93	2.673,80	2.540,11	91,67	43,69	135,36
IN-1	Sertão	7.361,53	1.231,80	6.129,73	5.823,24	255,68	51,24	306,92
IN-2	Sertão	12.515,08	2.388,40	10.126,68	9.620,35	495,76	84,66	580,42
DG-1	Sertão	5.839,47	1.171,70	4.667,77	4.434,38	243,21	39,02	282,23
PC-2	Sertão	3.674,02	3.214,60	459,42	436,45	667,25	3,84	671,09
PC-1	Sertão	11.328,58	1.732,60	9.595,98	9.116,18	359,64	80,22	439,86
<b>SUBTOTAL 1</b>		<b>163.209,74</b>	<b>56.173,48</b>	<b>107.036,26</b>	<b>101.684,45</b>	<b>22.333,94</b>	<b>1.731,68</b>	<b>24.065,62</b>

Fonte: CONSÓRCIO HYDROS &amp; TECNOSOLO (2002)

### 6.1.1. Perímetro de Irrigação de Pariconha 1

O perímetro de Pariconha 1 está localizado entre os municípios de Pariconha e Delmiro Gouveia, sendo a maior parte de sua área (75%) localizada no Município de Pariconha no Estado de Alagoas. Esta região situa-se no extremo oeste do Estado de Alagoas, próximo às divisas com os estados da Bahia e de Pernambuco, e pertence à região ambiental do Sertão Alagoano. A Figura 41 apresenta o mapa de localização da área do perímetro de Irrigação de Pariconha 1.



Fonte: COHIDRO (2004)

**Figura 41 – Localização do perímetro de irrigação de Pariconha 1**

O sistema será composto por uma estação de bombeamento principal (EBP), cuja captação será feita diretamente no Canal Adutor do Sertão em sua estaca 22km + 300m.



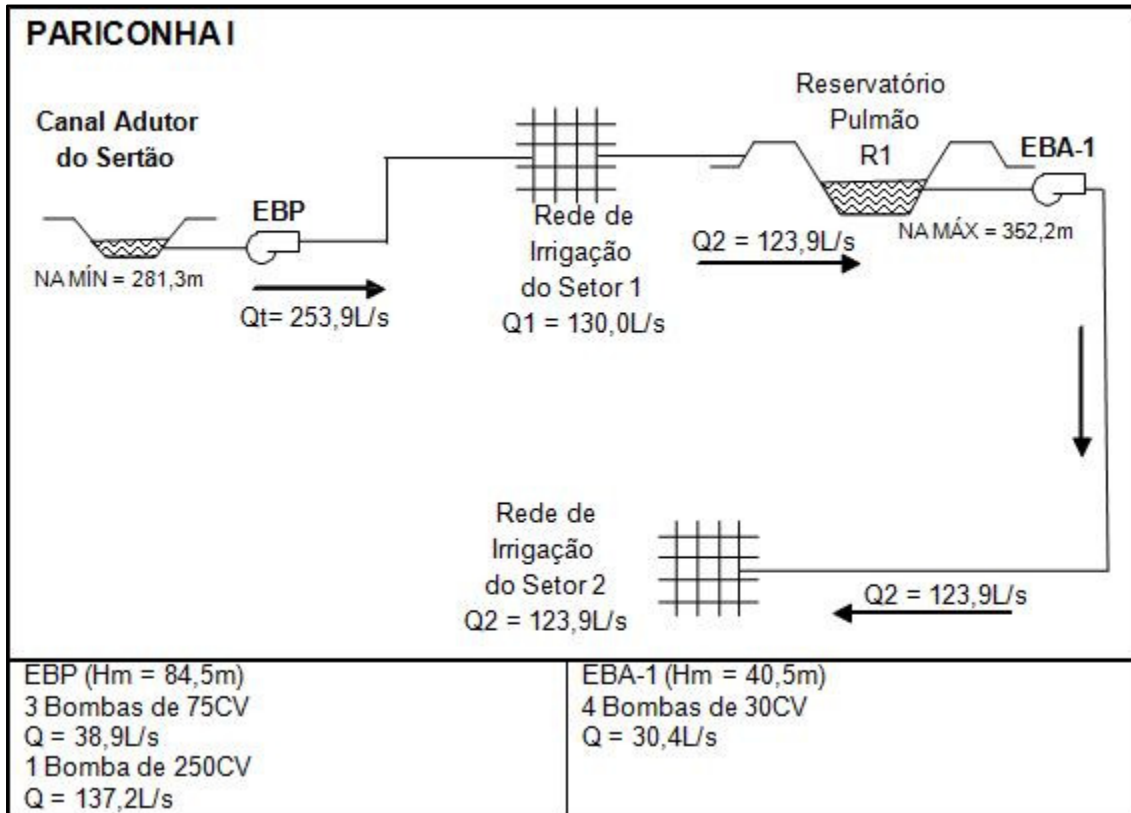
De acordo com os dados da COHIDRO (2004), o planejamento físico do perímetro de irrigação de Pariconha 1 estabeleceu, com base no zoneamento de pressões, dois setores distintos.

A estação de bombeamento principal pressurizará diretamente a rede de distribuição do setor 1 e também bombeará as vazões de demanda do setor 2 para um reservatório pulmão denominado de Reservatório 1, situado em uma cota elevada dimensionado para armazenar um volume correspondente a 2 horas de bombeamento pleno da vazão demandada por este setor, permitindo a compensação das vazões bombeadas e demandadas como também, proporcionando condições adequadas para a automação do sistema através da implantação de sensores de nível nesse reservatório.

Este reservatório pulmão será dotado de uma estação de bombeamento denominada de estação de bombeamento auxiliar 1 (EBA-1) que pressurizará diretamente a rede de tubulações ramificada que distribuirá a vazão demandada pelo setor 2.

A extensão da adução entre o Canal e o perímetro é de 3.124m. O ramal principal terá uma extensão de 13.042m e os ramais secundários somam 10.325m. A vazão de projeto da captação é de 253,90L/s. A cota do nível d'água no Canal no local da tomada é de 281,3m. O desnível geométrico entre esse ponto e o ponto mais elevado ao longo da rede de distribuição é de 125m.

A Figura 42 apresentada na seqüência ilustra, em linhas gerais, a concepção de engenharia proposta.

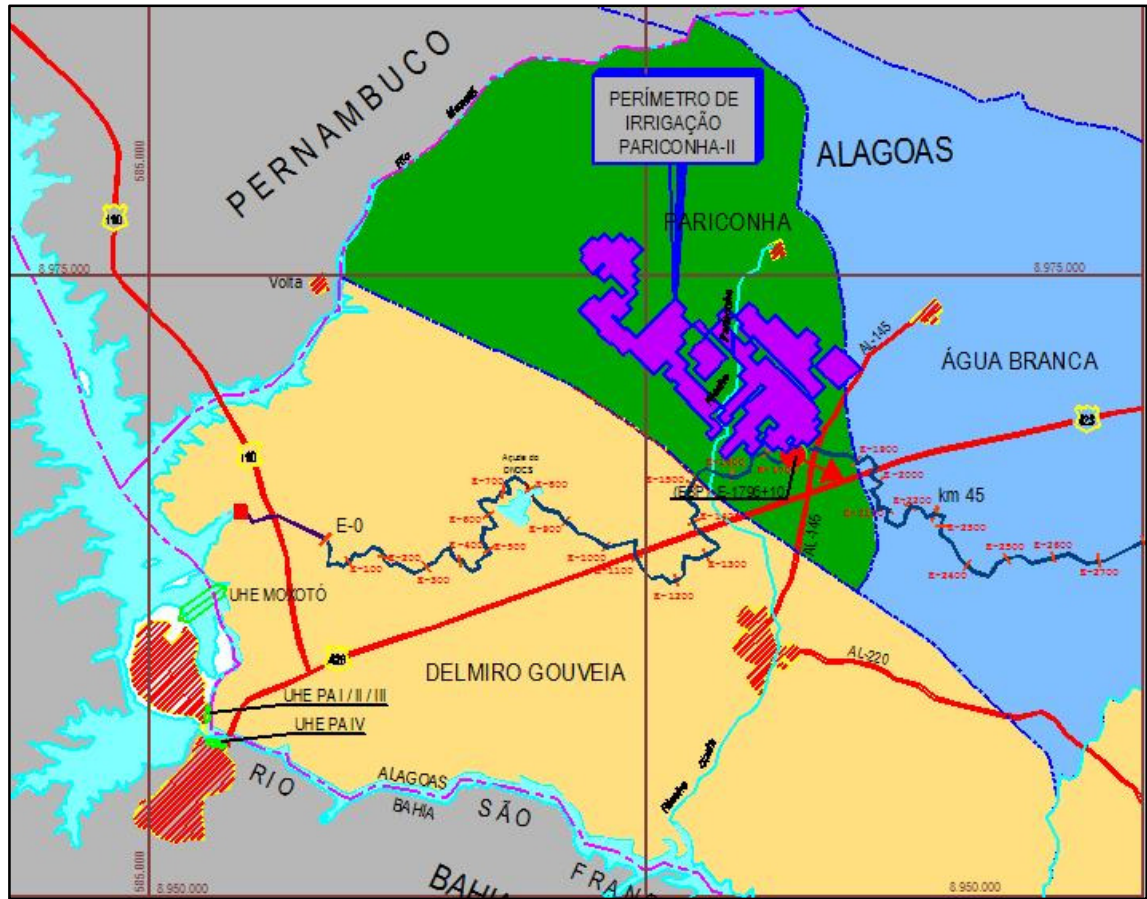


Fonte: COHIDRO (2004)

**Figura 42 – Perímetro de irrigação de Pariconha 1**

### 6.1.2. Perímetro de Irrigação de Pariconha 2

O perímetro de Pariconha 2 está localizado entre os municípios de Pariconha e Delmiro Gouveia sendo a maior parte de sua área (75%) localizada no Município de Pariconha no Estado de Alagoas. Esta região situa-se no extremo oeste do Estado de Alagoas, próximo às divisas com os estados da Bahia e de Pernambuco, e pertence à região ambiental do Sertão Alagoano. A Figura 43 apresenta o mapa de localização da área do perímetro de irrigação de Pariconha 2.



Fonte: COHIDRO (2004)

**Figura 43 – Localização do perímetro de irrigação de Pariconha 2**

O sistema será composto por uma estação de bombeamento principal (EBP), cuja captação será feita diretamente no Canal Adutor do Sertão em sua estaca 35km + 930m.

De acordo com os dados da COHIDRO (2004), o planejamento físico do perímetro de irrigação de Pariconha 2 estabeleceu, com base no zoneamento de pressões, três setores distintos.

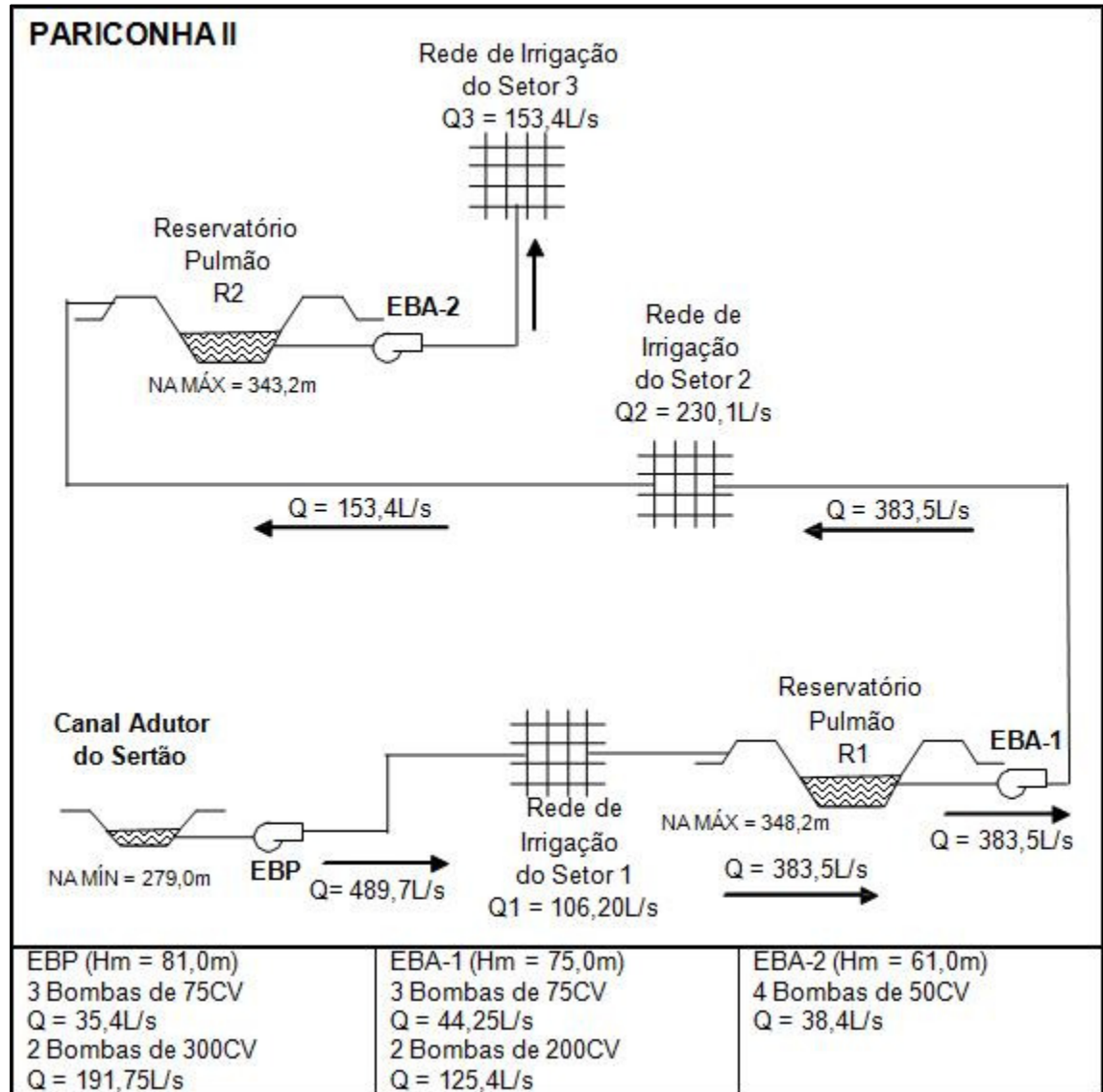
A estação de bombeamento principal pressurizará diretamente a rede de distribuição do setor 1 e também bombeará as vazões de demanda dos demais setores (2 e 3) para um reservatório pulmão denominado de Reservatório 1, situado em uma cota elevada dimensionado para armazenar um volume correspondente a 2 horas de bombeamento pleno da vazão demandada pelos dois setores, permitindo a compensação das vazões bombeadas e demandadas como também, proporcionando condições

adequadas para a automação do sistema através da implantação de sensores de nível nesse reservatório.

Este reservatório pulmão será dotado de uma estação de bombeamento denominada de estação de bombeamento auxiliar 1 (EBA-1) que pressurizará diretamente a rede de tubulações ramificada que distribuirá a vazão demandada pelo setor 2 e, também bombeará a vazão de demanda do setor 3 para um segundo reservatório pulmão denominado de Reservatório 2. Este reservatório também estará situado em uma cota favorável e será dimensionado para armazenar um volume correspondente a 2 horas de bombeamento pleno da demanda correspondente ao setor 3 . O reservatório R2 será dotado de uma nova estação de bombeamento denominada de estação de bombeamento auxiliar 2 (EBA-2) que pressurizará diretamente a rede de tubulações ramificada que distribuirá a vazão demandada pelo setor 3.

A extensão da adução entre o Canal e o perímetro é de 11.054m. O ramal principal terá uma extensão de 2.544m e os ramais secundários somam 43.530m. A vazão de projeto da captação é de 489,70L/s. A cota do nível d'água no Canal no local da tomada é de 279m. O desnível geométrico entre esse ponto e o ponto mais elevado ao longo da rede de distribuição é de 217,00m.

A Figura 44 apresentada na seqüência ilustra, em linhas gerais, a concepção de engenharia proposta.



Fonte: COHIDRO (2004)

**Figura 44 – Perímetro de irrigação de Pariconha 2**

### 6.1.3. Perímetro de Irrigação de Delmiro Gouveia

O perímetro de Delmiro Gouveia está localizado no município de Delmiro Gouveia no Estado de Alagoas. Esta região situa-se no extremo oeste do Estado de Alagoas, próximo às divisas com os estados da Bahia e de Pernambuco, e pertence à região ambiental do Sertão Alagoano.

A Figura 45 apresenta o mapa de localização da área do perímetro de irrigação Delmiro Gouveia.



Fonte: COHIDRO (2004)

**Figura 45 – Localização do perímetro de irrigação de Delmiro Gouveia**

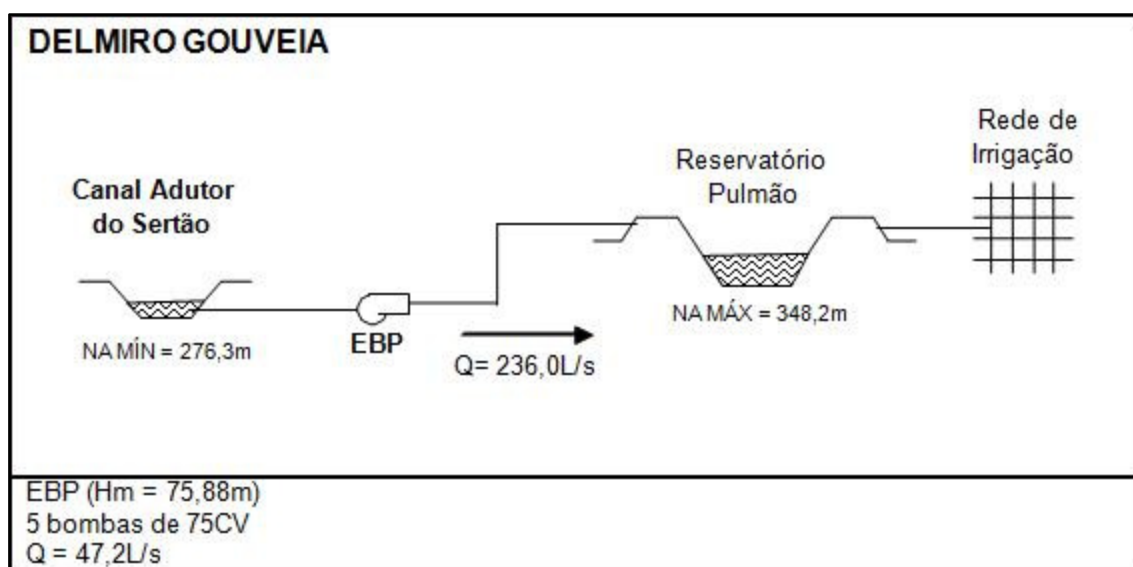
O sistema será composto por uma estação de bombeamento principal (EBP), cuja captação será feita diretamente no Canal Adutor do Sertão em sua estaca 49km + 340m.

De acordo com os dados da COHIDRO (2004), esta estação de bombeamento recalcará para um reservatório pulmão, situado em uma cota elevada capaz de pressurizar diretamente todos os lotes de irrigação. O reservatório foi dimensionado para armazenar um volume correspondente a 2 horas de bombeamento pleno, permitindo a compensação das vazões bombeadas e demandadas como também, a automação do sistema através de sensores de nível no reservatório.

Este reservatório pulmão será dotado de uma tomada d'água que permitirá a pressurização direta por gravidade das redes de tubulações ramificadas que distribuirão as vazões demandadas para um único setor de irrigação.

O ramal principal terá uma extensão de 5.902m e os ramais secundários somam 15.980m. A vazão de projeto da captação é de 276,30L/s. A cota do nível d'água no Canal no local da tomada é de 276,3m. O desnível geométrico entre esse ponto e o ponto mais elevado ao longo da rede de distribuição é de 75,88m.

A Figura 46 apresentada na seqüência ilustra, em linhas gerais, a concepção de engenharia proposta.



Fonte: COHIDRO (2004)

**Figura 46 – Perímetro de irrigação de Delmiro Gouveia**

## 6.2. Perímetros de Sequeiro

Os perímetros de sequeiro, ou demanda rural difusa, ocorrem ao longo do eixo de integração, atendendo a fazendas de agropecuária de sequeiro para as quais se aloca água para áreas irrigáveis difusas, dando sustentabilidade aos negócios da exploração agropecuária.

A Tabela 22 relaciona os perímetros de sequeiro, ilustrando a área e vazão de projeto de cada um deles.

Tabela 22 – Perímetros de sequeiro: áreas e vazões de projeto

PERÍMETROS DE SEQUEIRO	ZONA	ÁREA (ha)			VAZÃO (L/s)		Total	
		Total	Irrigável	Não Irrigável	Sequeiro	Irrigação		
ASA-2	Agreste	33.195,82	-	33.195,82	31.536,03	-	775,79	775,79
ASA-1	Agreste	5.541,63	-	5.541,63	5.264,55	-	129,51	129,51
AST-5	Transição	40.961,97	-	40.961,97	38.913,87	-	669,32	669,32
AST-4	Transição	17.017,37	-	17.017,37	16.166,50	-	278,06	278,06
AST-3	Transição	22.733,12	-	22.733,12	21.596,46	-	371,46	371,46
AST-2	Transição	34.683,51	-	34.683,51	32.949,33	-	566,73	566,73
AST-1	Transição	12.301,83	-	12.301,83	11.686,74	-	201,01	201,01
ASS-7	Sertão	73.505,47	-	73.505,47	69.830,20	-	614,51	614,51
ASS-6	Sertão	18.055,25	-	18.055,25	17.152,49	-	150,94	150,94
ASS-5	Sertão	16.419,76	-	16.419,76	15.598,77	-	137,27	137,27
ASS-4	Sertão	3.772,46	-	3.772,46	3.583,84	-	31,54	31,54
ASS-3	Sertão	9.238,98	-	9.238,98	8.777,03	-	77,24	77,24
ASS-2	Sertão	13.398,37	-	13.398,37	12.728,45	-	112,00	112,00
ASS-1	Sertão	26.407,93	-	26.407,93	25.087,53	-	220,77	220,77
<b>SUBTOTAL 2</b>		<b>327.233,47</b>	<b>-</b>	<b>327.233,47</b>	<b>310.871,80</b>	<b>-</b>	<b>4.336,16</b>	<b>4.336,16</b>

Fonte: CONSÓRCIO HYDROS &amp; TECNOSOLO (2002)



### 6.3. Abastecimento de Água Urbano e Rural

O abastecimento urbano e rural atenderá a todas as populações da região de influência direta, não atendidas por outros sistemas, até a vida útil do empreendimento. Segundo o Consórcio Hydros & Tecnosolo (2002), o consumo máximo diário *per capita* é de 180L/hab/dia para o contingente total urbano e rural.

A Tabela 23 relaciona os sistemas coletivos para abastecimento de água urbano e rural, ilustrando a vazão de projeto de cada um deles.

Nos primeiros 64km do Canal haverá oferta de água apenas para o Sistema Coletivo do Sertão.

**Tabela 23 – Abastecimento de água urbano e rural: vazões de projeto**

<b>ABASTECIMENTO DE ÁGUA URBANO E RURAL</b>	<b>VAZÃO (L/s)</b>
Sistema Coletivo da Zona do Agreste – SCA	845,00
Sistema Coletivo da Zona de Transição – SCT	844,00
Sistema Coletivo da Zona do Sertão – SCS	340,00
<b><i>SUBTOTAL 3</i></b>	<b>2.029,00</b>

Fonte: CONSÓRCIO HYDROS & TECNOSOLO (2002)

## **7. ESTIMATIVA DO CUSTO DA ÁGUA DO CANAL DO SERTÃO**

### **7.1. Custo com Energia Elétrica para o Canal do Sertão**

A outorga preventiva concedida pela ANA, em 2009, estabelece que a vazão máxima de captação no trecho Moxotó - Rio Capiá é de 12.981,82m<sup>3</sup>/h (3,61m<sup>3</sup>/s), durante 20 horas por dia, 30 dias por mês, perfazendo um volume mensal captado de 7.789.092m<sup>3</sup>.

O custo unitário da água (R\$/m<sup>3</sup>) varia conforme a vazão demandada. Quanto maior for a demanda pela água, menor será seu custo unitário. Em outras palavras, o custo da água não é fixo; ele varia dentro de uma faixa que pode ter amplitude grande ou pequena, em função da vazão demandada. Esses custos serão representados através de curvas de custo unitário.

#### **7.1.1. Cálculo das Tarifas de Energia Elétrica**

Ainda não existe uma entidade para gerir o Canal do Sertão, sendo desconhecida a forma como esta entidade contrataria os serviços de oferta de energia elétrica da Eletrobrás.

Para se calcular o custo de energia elétrica do Canal do Sertão, há de se considerar algumas hipóteses, buscando sempre a melhor opção entre, por exemplo: a) optar pela tarifa convencional, horo-sazonal azul ou horo-sazonal verde; b) funcionar no horário de ponta ou apenas no horário fora de ponta; c) adaptar-se ao grupo consumidor que possibilite maiores descontos; d) buscar isenções fiscais nas tarifas.

A tensão instalada pela Eletrobrás na região de captação do Canal do Sertão é de 13,8KV. Isso enquadra o Canal como unidade consumidora rural de alta tensão, no subgrupo A4 – 2,3 a 25KV.

Em relação às tarifas, será considerado que o empreendimento visa ofertar sua vazão máxima. Assim, em relação à energia elétrica, considerando que o empreendimento funcionará na maior parte do tempo ofertando sua capacidade máxima, o custo de consumo se torna mais importante que o custo de demanda. Nesse sentido, serão adotadas as tarifas para alta tensão, horo-sazonal verde, cujo custo é um terço do custo da tarifa horo-sazonal azul, conforme Tabela 15.

O custo total da energia elétrica é composto pela parcela de demanda e de consumo. Entretanto, existe apenas uma única tarifa demanda para operar tanto na ponta, como fora de ponta. É possível observar da Tabela 15 que, no grupo horo-sazonal verde, a tarifa de consumo é de 1,11967 R\$/kWh para o período de ponta úmida e de 0,09608 R\$/kWh para o período fora de ponta úmida, ou seja, uma diferença de mais de 11 vezes.

Assim, quanto à divisão do dia, atendendo a Resolução nº 408/2009 da ANA, será considerado que a estação de bombeamento do Canal do Sertão irá aduzir água durante 20 horas por dia, 30 dias por mês, sem que sua estação de bombeamento funcione no horário de ponta. Isso concorre para tarifas menores e direciona o funcionamento da estação nos horários em que há descontos nas tarifas.

Em relação à divisão do ano, sabe-se que a região do sertão alagoano possui cinco meses úmidos e sete meses secos. A tarifa da Eletrobrás é diferente para cada um desses períodos. No cálculo dos custos com energia elétrica, será considerada a média ponderada das tarifas em relação aos períodos do ano. Assim, os resultados representarão o custo médio anual com energia elétrica.

A Tabela 11, que descreve os descontos nas tarifas da Eletrobrás, embora disponibilizada no *site* da Companhia naquele formato, possui algumas lacunas. De acordo com o setor das tarifas da Eletrobrás, os descontos aplicados às tarifas, em relação às unidades consumidoras rurais, ainda consideram o *horário reservado*, conforme a Tabela 24.

**Tabela 24 – Descontos corrigidos para unidade consumidora rural**

Unidade Consumidora	DESCONTOS PERCENTUAIS % (OBS: DESCONTOS NA TARIFA CHEIA)					
	Demanda			Consumo		
	Ponta	Fora de Ponta	Reservado	Ponta	Fora de Ponta	Reservado
Rural - (Alta tensão)	0%	10%	10%	0%	10%	10%
Rural Irrigação - (Alta tensão)	0%	10%	10%	0%	10%	90%

Fonte: CEAL (2010)

Quanto aos tributos PIS e COFINS que deverão incidir nas tarifas de energia elétrica serão consideradas as médias ocorridas no ano de 2009, conforme a Tabela 25 e a Tabela 26.

**Tabela 25 – PIS em 2009**

PIS (%) em 2009		
01/12/2009	31/12/2009	0,92
01/11/2009	30/11/2009	0,98
01/10/2009	31/10/2009	1,00
01/09/2009	30/09/2009	1,10
01/08/2009	31/08/2009	1,10
01/07/2009	31/07/2009	0,99
01/06/2009	30/06/2009	1,17
01/05/2009	31/05/2009	1,04
01/04/2009	30/04/2009	1,09
01/03/2009	31/03/2009	1,06
01/02/2009	28/02/2009	1,06
01/01/2009	31/01/2009	1,17
<b>Média em 2009</b>		<b>1,06</b>

Fonte: CEAL (2010)

**Tabela 26 – COFINS em 2009**

COFINS (%) em 2009		
01/12/2008	31/12/2008	4,25
01/11/2008	30/11/2008	4,70
01/10/2008	31/10/2008	4,60
01/09/2008	30/09/2008	5,07
01/08/2008	31/08/2008	5,05
01/07/2008	31/07/2008	4,55
01/06/2008	30/06/2008	5,37
01/05/2008	31/05/2008	4,79
01/04/2008	30/04/2008	5,05
01/03/2008	31/03/2008	4,87
01/02/2008	29/02/2008	4,86
01/01/2008	31/01/2008	5,38
<b>Média em 2009</b>		<b>4,88</b>

Fonte: CEAL (2010)

Quanto ao ICMS será aplicada a tarifa de 17%, conforme Tabela 12. Em relação aos parâmetros físicos, o peso específico da água, o rendimento do conjunto motor-bomba e a perda de carga das linhas de recalque até o quilômetro zero do Canal, serão considerados, respectivamente, 1.000kgf/m<sup>3</sup>, 85% e 10% da altura geométrica.

Considerando as hipóteses acima, serão calculadas as tarifas finais de demanda e de consumo de energia elétrica.

A tarifa final de demanda depende da tarifa da Eletrobrás, dos descontos e dos tributos aplicáveis à unidade de consumo. Assim, a tarifa final de demanda será calculada conforme a equação abaixo:

$$DEM_f = DEM_{CEAL}x(1 - DESC_{UC})x(1 + PIS + COFINS + ICMS)$$

Equação 3

A tarifa final de consumo depende da tarifa da Eletrobrás no horário fora de ponta, do período do ano, dos descontos e dos tributos aplicáveis à unidade de consumo. Assim, a tarifa final de consumo será calculada conforme a equação abaixo:

$$CONS_f = \left[ \left( \frac{CFP_S x P_S}{P_S + P_U} \right) + \left( \frac{CFP_U x P_U}{P_S + P_U} \right) \right] x(1 - DESC_{UC})x(1 + PIS + COFINS + ICMS)$$

Equação 4

Onde:

$DEM_f =$	Tarifa final de demanda, inseridos descontos e tributos;
$DEM_{CEAL} =$	Tarifa de demanda da CEAL, sem descontos e tributos (Tabela 15);
$CONS_f =$	Tarifa final de consumo, inseridos descontos e tributos;
$CFP_S =$	Tarifa de consumo da CEAL, sem descontos e tributos, referentes ao horário fora de ponta, no período seco (Tabela 15);
$CFP_U =$	Tarifa de consumo da CEAL, sem descontos e tributos, referentes ao horário fora de ponta, no período úmido (Tabela 15);
$P_S =$	Quantidade de meses correspondentes ao período seco;
$P_U =$	Quantidade de meses correspondentes ao período úmido;
$DESC_{UC} =$	Desconto aplicado à unidade consumidora (Tabela 24);
$PIS =$	Tributo PIS (Tabela 25);
$COFINS =$	Tributo COFINS (Tabela 26);
$ICMS =$	Tributo ICMS (Tabela 12).

Os resultados estão apresentados na Tabela 27.

**Tabela 27 – Tarifa final de energia elétrica do Canal do Sertão**

$DEM_f = 19,51 \text{ R\$/kW}$	$CONS_f = 0,11905 \text{ R\$/kWh}$
--------------------------------	------------------------------------

### 7.1.2. Cálculo do Custo com Energia Elétrica para o Canal do Sertão

Para calcular o custo com energia elétrica para captação de água pelo Canal do Sertão é necessário calcular os custos referentes à demanda e ao consumo.

#### Custo de Demanda de Energia Elétrica

A estação de bombeamento do Canal do Sertão possui 12 conjuntos motor-bomba de 2.000CV, cada uma. Sua potência instalada é de 24.000CV, capaz de aduzir 32m<sup>3</sup>/s, ou seja, cada conjunto motor-bomba pode aduzir 2,67m<sup>3</sup>/s. Será admitido, para fins de cálculo do custo em função da vazão, que a estação de bombeamento demandará a menor potência possível para aduzir uma dada vazão. Por exemplo, para aduzir 2m<sup>3</sup>/s é necessário apenas 1 conjunto motor-bomba, demandando uma potência de 2.000CV. Para aduzir 10m<sup>3</sup>/s são necessários 4 conjuntos motor-bomba, demandando, nesse caso, uma potência de 8.000CV. O custo anual de energia elétrica demandada para captação de água no Canal do Sertão será calculado através da equação abaixo:

$$Custo_{DEM} = 12 \times DEM_f \times P_{DEM}$$

**Equação 5**

#### Onde:

$Custo_{DEM}$  = Custo de demanda (R\$/ano);

$DEM_f$  = Tarifa final de demanda, inseridos descontos e tributos (R\$/kW);

$P_{DEM}$  = Potência demandada (kW).

#### Custo de Consumo de Energia Elétrica

Para calcular o custo de consumo para captação de água pelo Canal do Sertão em função de sua vazão é necessário conhecer a potência demandada para a respectiva vazão. A potência da estação de bombeamento será calculada conforme a equação abaixo:

$$P = \frac{\gamma g Q H_m}{\eta}$$

**Equação 6**

**Onde:**

$P =$	Potência útil (kW);
$\gamma =$	Peso específico da água (1.000kg/m <sup>3</sup> );
$g =$	Aceleração da gravidade (9,81m/s <sup>2</sup> );
$Q =$	Vazão (m <sup>3</sup> /s);
$H_m =$	Altura manométrica (m);
$\eta =$	Rendimento do conjunto motor-bomba (decimal).

A altura manométrica será determinada pela diferença entre o nível máximo (288,05m conforme Figura 33) e o nível mínimo (249,52 conforme Figura 32) de bombeamento, aplicando-se as perdas de carga sofridas nas linhas de recalque, admitida como 10% da diferença da altura geométrica. Assim, a altura manométrica adotada será de 42,38m. Quanto ao conjunto motor-bomba, será adotado um rendimento de 85%.

O custo de consumo também depende do tempo de funcionamento dos conjuntos motor-bomba ao longo do mês. Assim, o custo anual de energia elétrica consumida para captação de água no Canal do Sertão pode ser obtido através da equação abaixo:

$$Custo_{CONS} = 12 \times 630 \times P \times CONS_f$$

**Equação 7****Onde:**

$Custo_{CONS} =$	Custo de consumo (R\$/ano);
$P =$	Potência útil (kW);
$CONS_f =$	Tarifa final de consumo, inseridos descontos e tributos (R\$/kWh).

**Custo Total e Custo Unitário de Energia Elétrica**

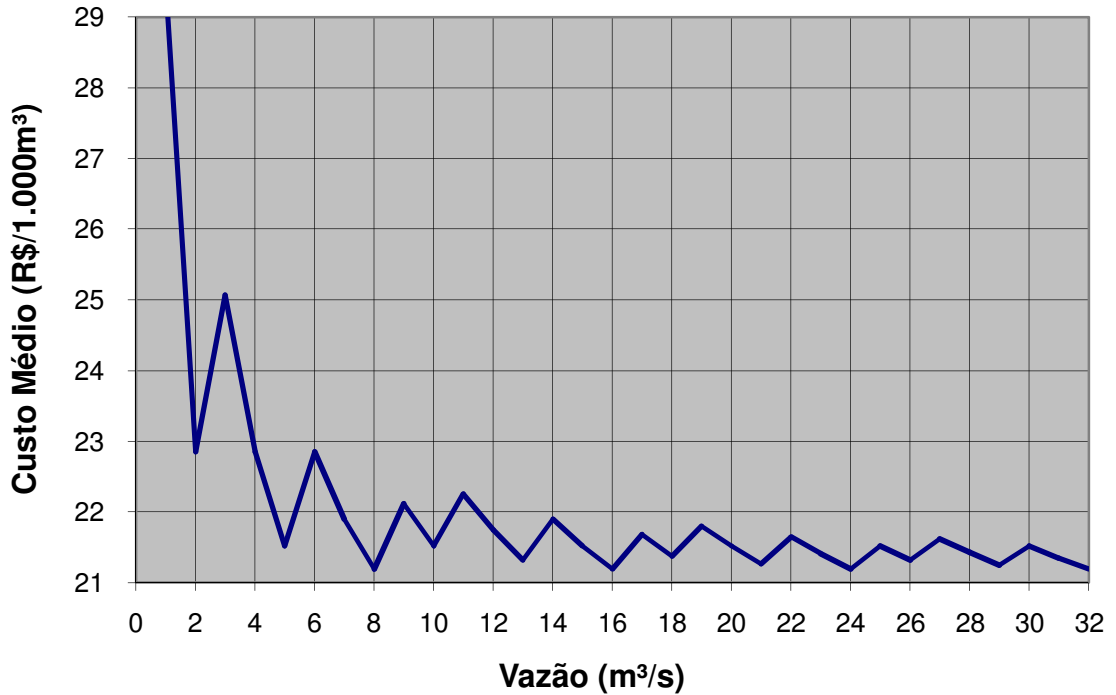
O custo total é o somatório do custo de demanda com o custo de consumo. O custo unitário é a razão entre o custo total e o volume de água aduzida com o respectivo custo. A Tabela 28 e o Gráfico 2 e Gráfico 3 apresentam o custo anual com energia elétrica, em função da vazão, para captação de água pelo Canal do Sertão.

**Tabela 28 – Custo anual da energia elétrica na captação pelo Canal do Sertão**

Vazão (L/s)	Volume (m³/ano)	Custo Demanda (R\$/ano)	Custo Consumo (R\$/ano)	Custo Total (R\$/ano)	Custo Unitário (R\$/1.000m³)
0	0,00	344.265,01	-	344.265,01	-
100	2.592.000	344.265,01	41.926,20	386.191,21	148,99
200	5.184.000	344.265,01	83.852,40	428.117,41	82,58
300	7.776.000	344.265,01	125.778,60	470.043,61	60,45
400	10.368.000	344.265,01	167.704,80	511.969,81	49,38
500	12.960.000	344.265,01	209.631,00	553.896,01	42,74
600	15.552.000	344.265,01	251.557,20	595.822,21	38,31
700	18.144.000	344.265,01	293.483,40	637.748,41	35,15
800	20.736.000	344.265,01	335.409,60	679.674,61	32,78
900	23.328.000	344.265,01	377.335,80	721.600,81	30,93
1.000	25.920.000	344.265,01	419.262,00	763.527,01	29,46
1.100	28.512.000	344.265,01	461.188,20	805.453,21	28,25
1.200	31.104.000	344.265,01	503.114,41	847.379,41	27,24
1.300	33.696.000	344.265,01	545.040,61	889.305,61	26,39
1.400	36.288.000	344.265,01	586.966,81	931.231,81	25,66
1.500	38.880.000	344.265,01	628.893,01	973.158,01	25,03
1.600	41.472.000	344.265,01	670.819,21	1.015.084,21	24,48
1.700	44.064.000	344.265,01	712.745,41	1.057.010,41	23,99
1.800	46.656.000	344.265,01	754.671,61	1.098.936,61	23,55
<b>1.898 *</b>	<b>49.196.160</b>	<b>344.265,01</b>	<b>795.759,28</b>	<b>1.140.024,29</b>	<b>23,17</b>
1.900	49.248.000	344.265,01	796.597,81	1.140.862,81	23,17
2.000	51.840.000	344.265,01	838.524,01	1.182.789,01	22,82
3.000	77.760.000	688.530,01	1.257.786,01	1.946.316,02	25,03
4.000	103.680.000	688.530,01	1.677.048,02	2.365.578,03	22,82
5.000	129.600.000	688.530,01	2.096.310,02	2.784.840,03	21,49
6.000	155.520.000	1.032.795,02	2.515.572,03	3.548.367,04	22,82
7.000	181.440.000	1.032.795,02	2.934.834,03	3.967.629,05	21,87
8.000	207.360.000	1.032.795,02	3.354.096,03	4.386.891,05	21,16
9.000	233.280.000	1.377.060,02	3.773.358,04	5.150.418,06	22,08
10.000	259.200.000	1.377.060,02	4.192.620,04	5.569.680,07	21,49
11.000	285.120.000	1.721.325,03	4.611.882,05	6.333.207,08	22,21
12.000	311.040.000	1.721.325,03	5.031.144,05	6.752.469,08	21,71
13.000	336.960.000	1.721.325,03	5.450.406,06	7.171.731,08	21,28
14.000	362.880.000	2.065.590,03	5.869.668,06	7.935.258,09	21,87
15.000	388.800.000	2.065.590,03	6.288.930,06	8.354.520,10	21,49
16.000	414.720.000	2.065.590,03	6.708.192,07	8.773.782,10	21,16
17.000	440.640.000	2.409.855,04	7.127.454,07	9.537.309,11	21,64
18.000	466.560.000	2.409.855,04	7.546.716,08	9.956.571,12	21,34
19.000	492.480.000	2.754.120,04	7.965.978,08	10.720.098,13	21,77
20.000	518.400.000	2.754.120,04	8.385.240,09	11.139.360,13	21,49
21.000	544.320.000	2.754.120,04	8.804.502,09	11.558.622,13	21,23
22.000	570.240.000	3.098.385,05	9.223.764,09	12.322.149,14	21,61
23.000	596.160.000	3.098.385,05	9.643.026,10	12.741.411,15	21,37
24.000	622.080.000	3.098.385,05	10.062.288,10	13.160.673,15	21,16
25.000	648.000.000	3.442.650,06	10.481.550,11	13.924.200,16	21,49
26.000	673.920.000	3.442.650,06	10.900.812,11	14.343.462,17	21,28
27.000	699.840.000	3.786.915,06	11.320.074,12	15.106.989,18	21,59
28.000	725.760.000	3.786.915,06	11.739.336,12	15.526.251,18	21,39
29.000	751.680.000	3.786.915,06	12.158.598,12	15.945.513,19	21,21
30.000	777.600.000	4.131.180,07	12.577.860,13	16.709.040,20	21,49
31.000	803.520.000	4.131.180,07	12.997.122,13	17.128.302,20	21,32
32.000	829.440.000	4.131.180,07	13.416.384,14	17.547.564,20	21,16

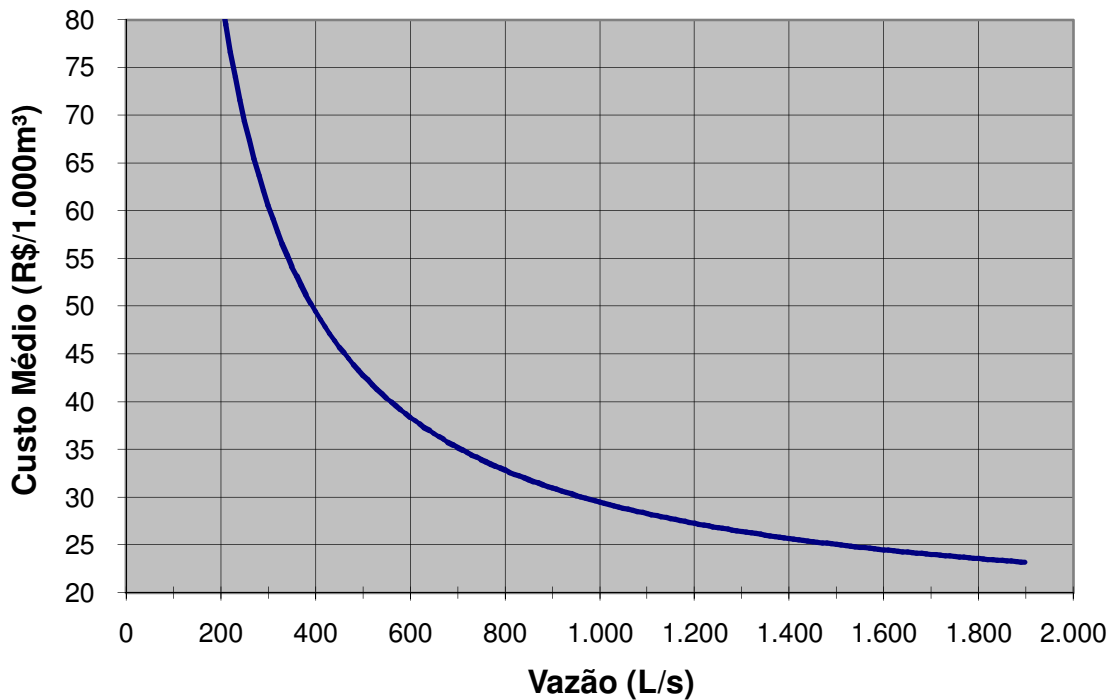
(\*) Custos referentes à vazão demandada pelos os usuários até o km 64,7 (Tabela 20).





**Gráfico 2 – Custo unitário da energia elétrica na captação pelo Canal do Sertão**

Os picos de máximo observados no Gráfico 2 ocorrem quando o sistema necessita ativar mais um conjunto motor-bomba para atender a vazão demandada. Isso aumenta os custos de demanda naquele instante.



**Gráfico 3 – Custo unitário da energia elétrica na captação pelo Canal do Sertão (km 64,7)**

Para atender a demanda do Canal do Sertão até o quilômetro 64,7 é necessário operar com apenas 1 conjunto motor-bomba. Por essa razão a curva do custo unitário do Gráfico 3 possui um formato decrescente uniforme. Se o Canal bombear uma vazão menor que 200L/s o custo unitário da água, apenas com energia elétrica, será superior a 80,00R\$/1.000m<sup>3</sup>, chegando a atingir o valor de 150,00R\$/1.000m<sup>3</sup> para uma vazão de 100L/s.

## 7.2. Custo com Energia Elétrica para os Perímetros de Irrigação

Ao longo do traçado do Canal do Sertão há diversos perímetros de irrigação. Os proprietários particulares desses perímetros irão captar água do empreendimento para irrigar suas terras. Cada perímetro de irrigação terá sua própria estação de bombeamento implantada às margens do Canal, conforme Figura 47.



**Figura 47 – Estação de bombeamento principal de perímetros de irrigação**

A água estará disponível na estação de bombeamento principal dos perímetros de irrigação, entretanto, o irrigante deverá bombeá-la para seus reservatórios pulmão, a partir dos quais abastecerá suas redes de irrigação.

Os custos calculados no item anterior referem-se à energia elétrica utilizada na captação de água pelo Canal do Sertão. Esses custos, mais adiante, serão rateados entre todos os usuários.

Por outro lado, a água aduzida para os perímetros de irrigação, a partir da estação de bombeamento principal de cada um dos perímetros,

abastecerá apenas aos irrigantes particulares. Esses custos não deverão ser rateados entre os usuários, recaindo apenas sobre os particulares interessados, ou seja, sobre os irrigantes.

Para isso é necessário conhecer o sistema de abastecimento de água de cada um dos perímetros de irrigação.

Os desenhos esquemáticos dos perímetros de irrigação abordados nesse trabalho, contendo informações de vazão demandada, desníveis topográficos e, quantidade, potência e vazão dos conjuntos motor-bomba foram apresentados no item 6.1.

### 7.2.1. Cálculo das Tarifas de Energia Elétrica para os Irrigantes

Os cálculos para se determinar o custo adicional com energia elétrica dos perímetros de irrigação são semelhantes aos cálculos efetuados para a captação pelo Canal do Sertão, no item 7.1.1.

Nesse caso a unidade consumidora é classificada como rural – irrigação (alta tensão), onde, pelas mesmas razões, serão adotadas as tarifas horo-sazonal verde.

Também será admitido que os perímetros de irrigação irão aduzir água durante 20 horas por dia, 30 dias por mês, sem que suas estações de bombeamento funcionem no horário de ponta. Quanto aos descontos aplicados às tarifas, será admitido o disposto na Tabela 24.

Em relação aos tributos que deverão incidir nas tarifas de energia elétrica, também serão aplicados PIS, COFINS e ICMS.

Assim, as tarifas finais de demanda e de consumo serão calculadas conforme as equações abaixo:

$$DEM_f = DEM_{CEAL} \times (1 - DESC_{UC}) \times (1 + PIS + COFINS + ICMS)$$

Equação 8

$$CONS_f = \left[ \left( \frac{CFP_S \times P_S}{P_S + P_U} \right) + \left( \frac{CFP_U \times P_U}{P_S + P_U} \right) \right] \times \left[ \left( \frac{H_{FP}}{H_{FP} + H_{RES}} \right) \times (1 - DESC_{UC-FP}) + \left( \frac{H_{RES}}{H_{FP} + H_{RES}} \right) \times (1 - DESC_{UC-RES}) \right] \times (1 + PIS + COFINS + ICMS)$$

Equação 9

**Onde:**

$DEM_f =$	Tarifa final de demanda, inseridos descontos e tributos;
$DEM_{CEAL} =$	Tarifa de demanda da CEAL, sem descontos e tributos (Tabela 15);
$CONS_f =$	Tarifa final de consumo, inseridos descontos e tributos;
$CFP_S =$	Tarifa de consumo da CEAL, sem descontos e tributos, referentes ao horário fora de ponta, no período seco (Tabela 15);
$CFP_U =$	Tarifa de consumo da CEAL, sem descontos e tributos, referentes ao horário fora de ponta, no período úmido (Tabela 15);
$P_S =$	Quantidade de meses correspondentes ao período seco;
$P_U =$	Quantidade de meses correspondentes ao período úmido;
$H_{FP} =$	Quantidade de horas correspondente ao período fora de ponta;
$H_{RES} =$	Quantidade de horas correspondente ao período reservado;
$DESC_{UC} =$	Desconto aplicado à unidade consumidora (Tabela 24);
$DESC_{UC-FP} =$	Desconto aplicado à unidade consumidora no horário fora de ponta (Tabela 24);
$DESC_{UC-RES} =$	Desconto aplicado à unidade consumidora no horário reservado (Tabela 24);
$PIS =$	Tributo PIS (Tabela 25);
$COFINS =$	Tributo COFINS (Tabela 26);
$ICMS =$	Tributo ICMS (Tabela 12).

Os resultados estão apresentados na Tabela 29.

**Tabela 29 – Tarifa final de energia elétrica para os irrigantes**

$DEM_f = 19,51 \text{ R\$/kW}$	$CONS_f = 0,07621 \text{ R\$/kWh}$
--------------------------------	------------------------------------

### 7.2.2. Cálculo do Custo com Energia Elétrica para os Perímetros de Irrigação

Pode-se observar do item 7.1.2 que o custo total com energia elétrica depende, entre outros parâmetros, da potência instalada no sistema. As estações de bombeamento dos perímetros de irrigação são constituídas por diferentes combinações de conjuntos motor-bomba para atender a vazão demandada. Nesse caso, será admitido, para fins de cálculo dos custos em função da vazão, que as estações de bombeamento sempre demandarão a menor potência instalada possível para aduzir uma dada vazão.

Por exemplo, para aduzir 30L/s até a última rede do perímetro de irrigação de Pariconha 2, são necessários a ativação de: 1 conjunto motor-bomba de 75CV na EBP; 1 conjunto motor-bomba de 75CV na EBA-1; 1 conjunto motor-bomba de 50CV na EBA-2, demandando uma potência instalada de 200CV. Enquanto que para aduzir 110L/s até a mesma rede de irrigação, são necessários a ativação de: 1 conjunto motor-bomba de 300CV na EBP; 1 conjunto motor-bomba de 200CV na EBA-1; 3 conjuntos motor-bomba de 50CV na EBA-2, demandando uma potência instalada de 650CV.

Os cálculos para determinar o custo com energia elétrica das estações de bombeamento dos perímetros de irrigação foram efetuados considerando os mesmos parâmetros admitidos para o Canal do Sertão, observando-se a Figura 42, Figura 44 e Figura 46, bem como as tarifas finais de energia elétrica para os irrigantes (Tabela 29).

O custo total com energia elétrica para os perímetros de irrigação é composto por duas parcelas: a) custo de captação de água pelo Canal do Sertão; b) custo de captação de água pelas estações de bombeamento dos perímetros de irrigação. A primeira parcela ainda é composta por custo de energia elétrica consumida e custo de energia elétrica demandada.

O custo de consumo é inerente à vazão aduzida por cada usuário, podendo ser mensurada individualmente. Entretanto, o custo de demanda da estação de bombeamento do Canal do Sertão é comum a todos os usuários e depende somente da demanda máxima de cada um deles, havendo consumo ou não. Esse custo de demanda, comum aos usuários, será rateado entre eles de forma proporcional, segundo sua vazão máxima demandada, conforme a Tabela 20.

As tabelas abaixo apresentam os custos com energia elétrica dos perímetros de irrigação, discriminando as parcelas de demanda e de consumo, referentes à operação das estações de bombeamento dos perímetros de irrigação e do Canal do Sertão.

**Tabela 30 – Custo com energia elétrica do perímetro de irrigação de Delmiro Gouveia**

Vazão (L/s)	Custo de Demanda (R\$/ano)		Custo de Consumo (R\$/ano)		Custo Total (R\$/ano)	Custo Unitário (R\$/1.000m <sup>3</sup> )
	Perímetro	Canal	Perímetro	Canal		
0	12.909,94	42.796,93	-	-	55.706,86	
10	12.909,94	42.796,93	4.805,57	4.192,62	64.705,05	249,63
20	12.909,94	42.796,93	9.611,14	8.385,24	73.703,24	142,17
30	12.909,94	42.796,93	14.416,70	12.577,86	82.701,43	106,35
40	12.909,94	42.796,93	19.222,27	16.770,48	91.699,62	88,44
50	25.819,88	42.796,93	24.027,84	20.963,10	113.607,74	87,66
60	25.819,88	42.796,93	28.833,41	25.155,72	122.605,93	78,84
70	25.819,88	42.796,93	33.638,97	29.348,34	131.604,12	72,53
80	25.819,88	42.796,93	38.444,54	33.540,96	140.602,30	67,81
90	25.819,88	42.796,93	43.250,11	37.733,58	149.600,49	64,13
100	38.729,81	42.796,93	48.055,68	41.926,20	171.508,62	66,17
110	38.729,81	42.796,93	52.861,24	46.118,82	180.506,80	63,31
120	38.729,81	42.796,93	57.666,81	50.311,44	189.504,99	60,93
130	38.729,81	42.796,93	62.472,38	54.504,06	198.503,18	58,91
140	38.729,81	42.796,93	67.277,95	58.696,68	207.501,37	57,18
150	51.639,75	42.796,93	72.083,52	62.889,30	229.409,49	59,00
160	51.639,75	42.796,93	76.889,08	67.081,92	238.407,68	57,49
170	51.639,75	42.796,93	81.694,65	71.274,54	247.405,87	56,15
180	51.639,75	42.796,93	86.500,22	75.467,16	256.404,06	54,96
190	64.549,69	42.796,93	91.305,79	79.659,78	278.312,18	56,51
200	64.549,69	42.796,93	96.111,35	83.852,40	287.310,37	55,42
210	64.549,69	42.796,93	100.916,92	88.045,02	296.308,56	54,44
220	64.549,69	42.796,93	105.722,49	92.237,64	305.306,75	53,54
230	64.549,69	42.796,93	110.528,06	96.430,26	314.304,93	52,72
236,0	64.549,69	42.796,93	113.411,40	98.945,83	319.703,85	52,26

Tabela 31 – Custo com energia elétrica do perímetro de irrigação de Pariconha 1

Vazão (L/s)	Custo de Demanda (R\$/ano)		Custo de Consumo (R\$/ano)		Custo Total (R\$/ano)	Custo Unitário (R\$/1.000m³)
	Perímetro	Canal	Perímetro	Canal		
0	18.073,91	46.042,96	-	-	64.116,88	
10	18.073,91	46.042,96	6.603,13	4.192,62	74.912,62	194,23
20	18.073,91	46.042,96	13.206,25	8.385,24	85.708,37	111,11
30	18.073,91	46.042,96	19.809,38	12.577,86	96.504,12	83,40
40	30.983,85	46.042,96	26.412,51	16.770,48	120.209,80	77,92
50	30.983,85	46.042,96	33.015,63	20.963,10	131.005,55	67,93
60	30.983,85	46.042,96	39.618,76	25.155,72	141.801,30	61,28
70	36.147,83	46.042,96	46.221,89	29.348,34	157.761,02	58,43
80	49.057,76	46.042,96	52.825,01	33.540,96	181.466,70	58,81
90	49.057,76	46.042,96	59.428,14	37.733,58	192.262,45	55,39
100	49.057,76	46.042,96	66.031,27	41.926,20	203.058,20	52,65
110	49.057,76	46.042,96	72.634,39	46.118,82	213.853,94	50,41
120	53.361,08	46.042,96	79.237,52	50.311,44	228.953,00	49,47
130	58.525,05	46.042,96	85.840,65	54.504,06	244.912,72	48,85
140	71.434,99	46.042,96	92.443,77	58.696,68	268.618,41	49,75
150	71.434,99	46.042,96	99.046,90	62.889,30	279.414,16	48,30
160	71.434,99	46.042,96	105.650,03	67.081,92	290.209,90	47,03
170	71.434,99	46.042,96	112.253,15	71.274,54	301.005,65	45,91
180	84.344,93	46.042,96	118.856,28	75.467,16	324.711,33	46,77
190	84.344,93	46.042,96	125.459,41	79.659,78	335.507,08	45,78
200	89.508,90	46.042,96	132.062,54	83.852,40	351.466,80	45,56
210	89.508,90	46.042,96	138.665,66	88.045,02	362.262,55	44,73
220	102.418,84	46.042,96	145.268,79	92.237,64	385.968,23	45,49
230	102.418,84	46.042,96	151.871,92	96.430,26	396.763,98	44,73
240	102.418,84	46.042,96	158.475,04	100.622,88	407.559,73	44,03
250	102.418,84	46.042,96	165.078,17	104.815,50	418.355,47	43,39
253,9	102.418,84	46.042,96	167.653,39	106.450,62	422.565,82	43,15

Tabela 32 – Custo com energia elétrica do perímetro de irrigação de Pariconha 2

Vazão (L/s)	Custo de Demanda (R\$/ano)		Custo de Consumo (R\$/ano)		Custo Total (R\$/ano)	Custo Unitário (R\$/1.000m <sup>3</sup> )
	Perímetro	Canal	Perímetro	Canal		
0	34.426,50	88.803,62	-	-	123.230,12	
10	34.426,50	88.803,62	10.061,80	4.192,62	137.484,54	252,95
20	34.426,50	88.803,62	20.123,59	8.385,24	151.738,96	139,59
30	34.426,50	88.803,62	30.185,39	12.577,86	165.993,37	101,80
40	47.336,44	88.803,62	40.247,19	16.770,48	193.157,73	88,85
50	47.336,44	88.803,62	50.308,98	20.963,10	207.412,14	76,32
60	60.246,38	88.803,62	60.370,78	25.155,72	234.576,50	71,93
70	60.246,38	88.803,62	70.432,57	29.348,34	248.830,91	65,40
80	73.156,31	88.803,62	80.494,37	33.540,96	275.995,27	63,47
90	73.156,31	88.803,62	90.556,17	37.733,58	290.249,68	59,34
100	73.156,31	88.803,62	100.617,96	41.926,20	304.504,10	56,02
110	86.066,25	88.803,62	110.679,76	46.118,82	331.668,45	55,48
120	94.672,88	88.803,62	120.741,56	50.311,44	354.529,50	54,36
130	103.279,50	88.803,62	130.803,35	54.504,06	377.390,54	53,41
140	103.279,50	88.803,62	140.865,15	58.696,68	391.644,95	51,47
150	103.279,50	88.803,62	150.926,95	62.889,30	405.899,37	49,79
160	103.279,50	88.803,62	160.988,74	67.081,92	420.153,79	48,31
170	116.189,44	88.803,62	171.050,54	71.274,54	447.318,14	48,41
180	116.189,44	88.803,62	181.112,33	75.467,16	461.572,56	47,18
190	116.189,44	88.803,62	191.174,13	79.659,78	475.826,97	46,08
200	129.099,38	88.803,62	201.235,93	83.852,40	502.991,33	46,27
210	129.099,38	88.803,62	211.297,72	88.045,02	517.245,74	45,32
220	142.009,31	88.803,62	221.359,52	92.237,64	544.410,10	45,53
230	154.919,25	88.803,62	231.421,32	96.430,26	571.574,45	45,72
240	154.919,25	88.803,62	241.483,11	100.622,88	585.828,87	44,91
250	163.525,88	88.803,62	251.544,91	104.815,50	608.689,91	44,80
260	163.525,88	88.803,62	261.606,71	109.008,12	622.944,33	44,08
270	176.435,82	88.803,62	271.668,50	113.200,74	650.108,68	44,30
280	185.042,44	88.803,62	281.730,30	117.393,36	672.969,72	44,22
290	185.042,44	88.803,62	291.792,09	121.585,98	687.224,14	43,60
300	197.952,38	88.803,62	301.853,89	125.778,60	714.388,49	43,81
310	197.952,38	88.803,62	311.915,69	129.971,22	728.642,91	43,25
320	197.952,38	88.803,62	321.977,48	134.163,84	742.897,33	42,71
330	210.862,32	88.803,62	332.039,28	138.356,46	770.061,68	42,93
340	210.862,32	88.803,62	342.101,08	142.549,08	784.316,10	42,44
350	210.862,32	88.803,62	352.162,87	146.741,70	798.570,51	41,98
360	210.862,32	88.803,62	362.224,67	150.934,32	812.824,93	41,54
370	219.468,94	88.803,62	372.286,47	155.126,94	835.685,97	41,56
380	232.378,88	88.803,62	382.348,26	159.319,56	862.850,32	41,78
390	245.288,82	88.803,62	392.410,06	163.512,18	890.014,68	41,99
400	245.288,82	88.803,62	402.471,85	167.704,80	904.269,10	41,59
410	245.288,82	88.803,62	412.533,65	171.897,42	918.523,51	41,22
420	258.198,75	88.803,62	422.595,45	176.090,04	945.687,87	41,43
430	258.198,75	88.803,62	432.657,24	180.282,66	959.942,28	41,07
440	271.108,69	88.803,62	442.719,04	184.475,28	987.106,64	41,28
450	271.108,69	88.803,62	452.780,84	188.667,90	1.001.361,05	40,94
460	284.018,63	88.803,62	462.842,63	192.860,52	1.028.525,41	41,14
470	284.018,63	88.803,62	472.904,43	197.053,14	1.042.779,82	40,82
480	284.018,63	88.803,62	482.966,23	201.245,76	1.057.034,24	40,52
489,7	284.018,63	88.803,62	492.726,17	205.312,60	1.070.861,02	40,23



O custo de demanda de energia elétrica das estações de bombeamento dos perímetros de irrigação é crescente devido à necessidade de acionar seus conjuntos motor-bomba à medida que aumenta a vazão demandada. Isso não ocorre na captação do Canal do Sertão, pois sua estação de bombeamento é capaz de atender a demanda máxima de todos os usuários do Canal, até o quilômetro 64,7, com a operação de apenas um conjunto motor-bomba.

O custo de consumo de energia elétrica das estações de bombeamento dos perímetros de irrigação é maior do que o custo da estação de bombeamento do Canal do Sertão, embora os irrigantes possuam maiores descontos em suas tarifas de energia elétrica. Isso ocorre porque as estações dos perímetros de irrigação precisam aduzir água a alturas geométricas significativamente superiores à estação do Canal do Sertão.

Os gráficos abaixo mostram a curva do custo unitário da energia elétrica dos perímetros de irrigação.

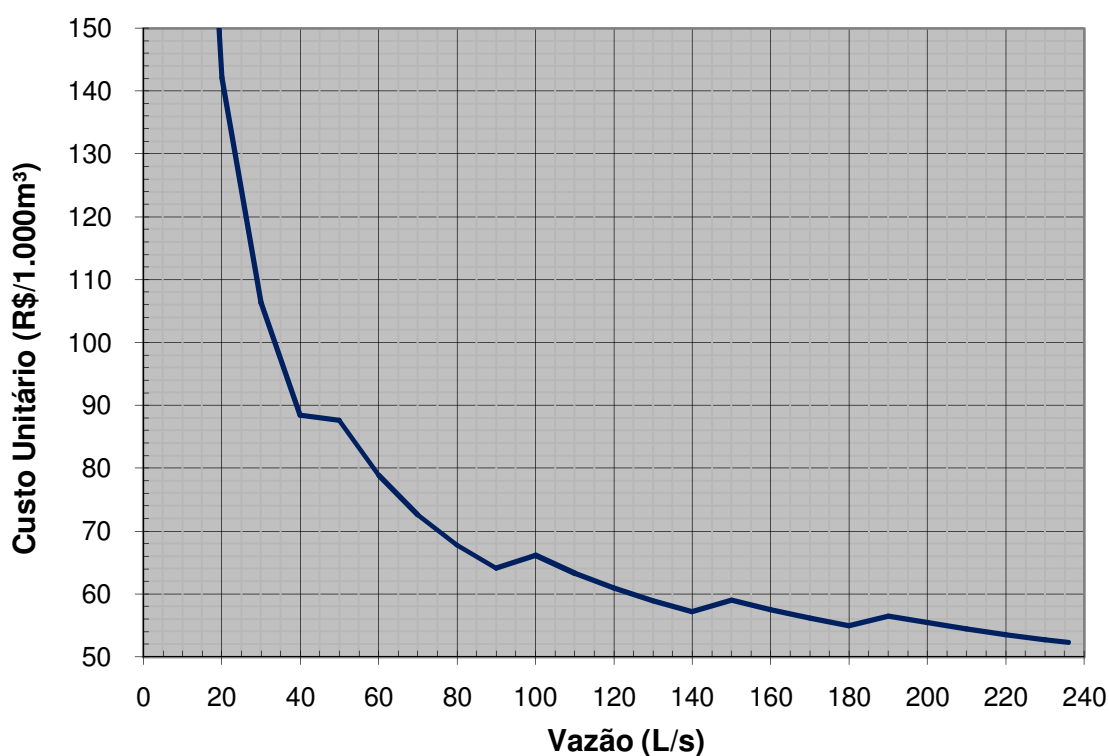


Gráfico 4 – Custo unitário da energia elétrica do perímetro de Delmiro Gouveia

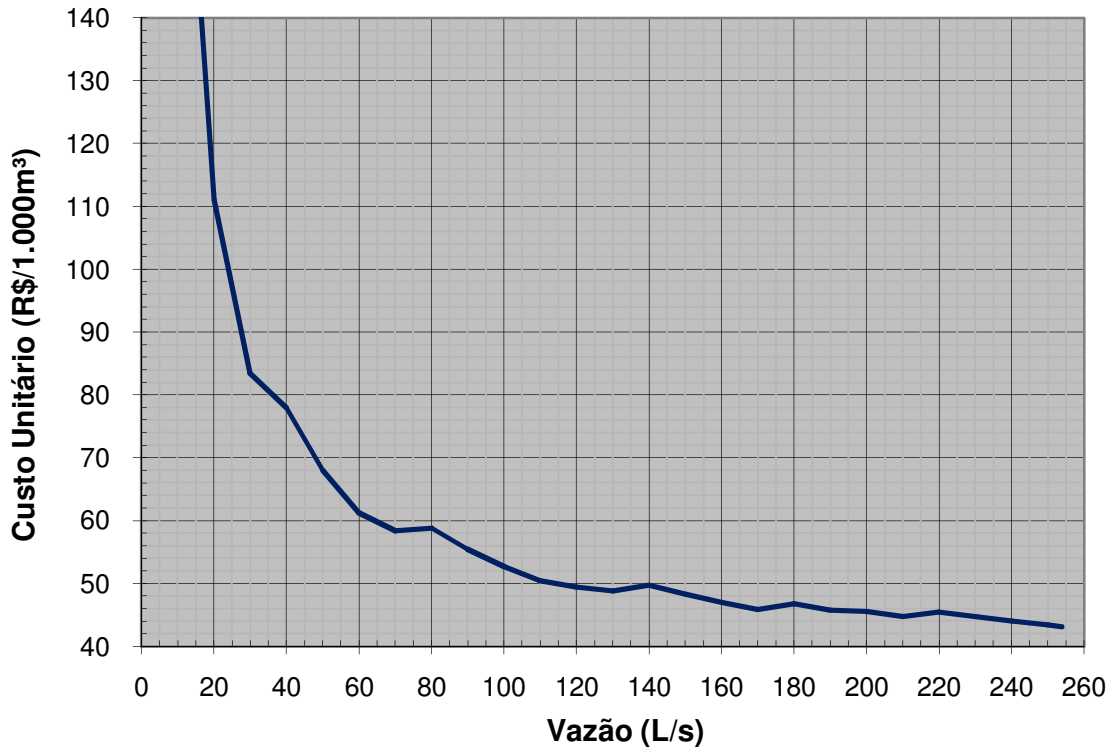


Gráfico 5 – Custo unitário da energia elétrica do perímetro de Pariconha 1

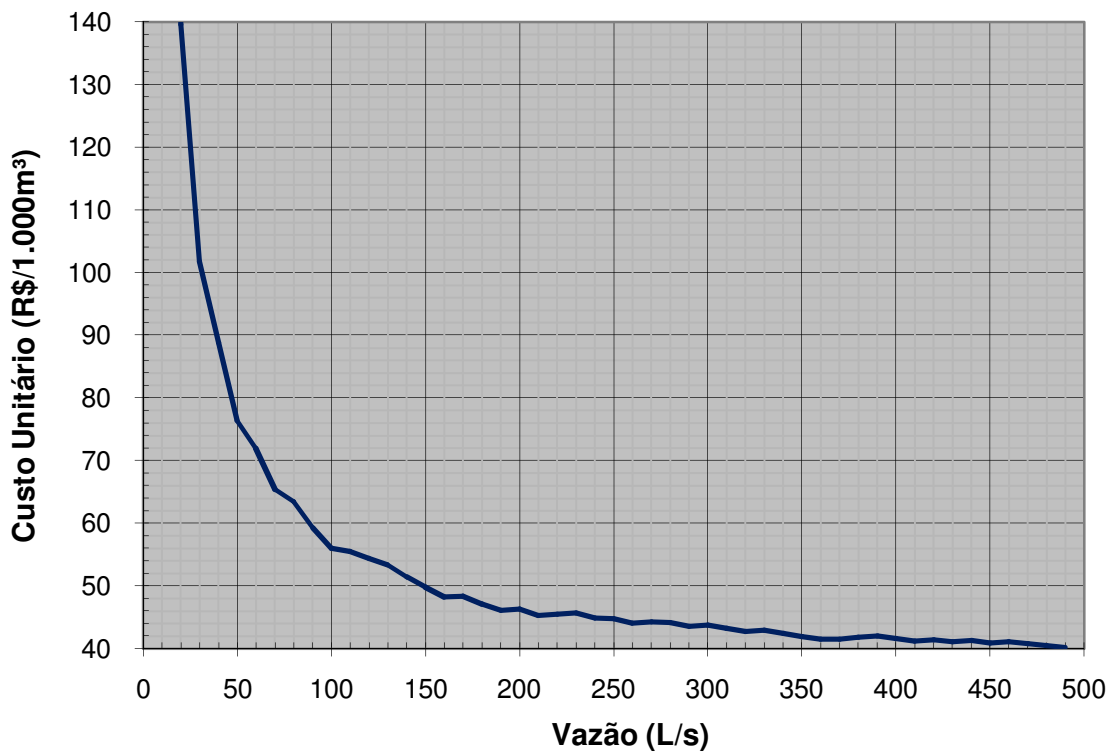


Gráfico 6 – Custo unitário da energia elétrica do perímetro de Pariconha 2

### 7.3. Extrapolação do Custo Total do Canal do Sertão Segundo o Modelo da COGERH

Os estudos de Pinheiro, J.C.V. (2008) elaborados para a COGERH apresentam os custos detalhados da água bruta do Canal da Integração do Ceará.

As informações sobre custos de operação e manutenção, bem como da gestão do Canal da Integração datam do ano de 2007. Os custos de administração da COGERH foram separados por estrutura hídrica, ou seja, nos custos de pessoal irão incidir apenas a parcela da administração da COGERH que contribui na gestão do Canal da Integração, subdivididos em administração e vigilância, como pode ser observado na Tabela 33.

Os custos de manutenção do Canal da Integração foram feitos com materiais e serviços eventuais e complementares, capazes de manter o Canal sempre limpo e funcional. O Canal poderá até não ser utilizado num determinado ano, mas deverá estar sempre apto a transferir água no momento, período de tempo e vazão necessários. A Tabela 33 apresenta os componentes do custo da água do Canal da Integração quando sua estação de bombeamento opera na capacidade máxima de 22m<sup>3</sup>/s.

**Tabela 33 – Custo anual da água do Canal de Integração (vazão máxima)**

<b>SERVIÇOS</b>	<b>CUSTOS (R\$/ano)</b>
Administração	1.224.880,00
Vigilância	1.299.751,00
Manutenção de canal	54.013,00
Manutenção de veículos	45.247,00
Combustível e lubrificante	69.116,00
Materiais diversos	29.933,00
<i>Energia elétrica (demanda)</i>	<i>108.524,00</i>
<i>Energia elétrica (consumo)</i>	<i>10.380.800,00</i>
Captação e análise da água	24.168,00
Outros custos	13.571,00
<b>TOTAL</b>	<b>13.250.003,00</b>

Fonte: PINHEIRO, J.C.V. (2008)

O item “outros custos” contemplam aqueles que isoladamente são desprezíveis, mas ganham alguma relevância quando em conjunto. São

custos de transporte, de telefonia, despesas de correios, água e esgotos e bens de pequeno valor.

Mais adiante os custos apresentados acima foram reagrupados em 4 grandes grupos, os quais representam custos com operação (administração + materiais diversos + outros custos), manutenção (manutenção de canal + manutenção de veículos + combustível e lubrificante + captação e análise da água), energia elétrica (energia elétrica demandada + energia elétrica consumida) e vigilância do Canal da Integração.

O objetivo desse reagrupamento é estimar o custo da água do Canal do Sertão conforme esses mesmos grupos. A Tabela 34 apresenta o custo da água do Canal da Integração segundo cada um desses grupos.

**Tabela 34 – Custo anual da água do Canal de Integração (reagrupado)**

<b>ITENS</b>	<b>CUSTOS (R\$/ano)</b>	<b>PERCENTUAL (%)</b>
Operação	1.268.384,00	9,57
Manutenção	192.544,00	1,45
Energia Elétrica	10.489.324,00	79,16
Vigilância	1.299.751,00	9,81
<b>TOTAL</b>	<b>13.250.003,00</b>	<b>100,00</b>

O custo anual com energia elétrica do Canal da Integração (R\$10,5 milhões) representa aproximadamente 80% do seu custo total, o que indica que a energia elétrica é um bom parâmetro para estimar o custo da água do Canal do Sertão. A comparação dos custos dos dois empreendimentos deve considerar que ambos operam em sua capacidade máxima projetada.

O custo com energia elétrica do Canal da Integração é da mesma ordem de grandeza em relação ao Canal do Sertão (R\$17,6 milhões), sendo que o Canal do Sertão consome mais energia elétrica, pois sua capacidade de adução é 45% maior.

O custo da captação de água pelo Canal do Sertão foi estimado considerando todas as despesas com operação, manutenção, energia elétrica e vigilância, quando o Canal do Sertão opera em sua capacidade máxima de produção (32m<sup>3</sup>/s). Essa estimativa foi efetuada de acordo com o modelo da COGERH, conforme Equação 1, segundo os grupos apresentados na Tabela 34. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 35.

**Tabela 35 – Custo anual da água do Canal do Sertão – vazão máxima (km 250)**

<b>ITENS</b>	<b>CUSTOS (R\$/ano)</b>	<b>PERCENTUAL (%)</b>
Operação	1.243.513,73	6,14
Manutenção	188.768,63	0,93
Energia Elétrica	17.547.564,20	86,64
Vigilância	1.274.265,69	6,29
<b>TOTAL</b>	<b>20.254.112,24</b>	<b>100,00</b>

A Tabela 36 apresenta o custo da captação de água pelo Canal do Sertão para atender as demandas até o quilômetro 64,7, operando na capacidade máxima de produção desse trecho (1.898L/s), calculados de forma equivalente à anterior.

**Tabela 36 – Custo anual da água do Canal do Sertão – vazão máxima (km 64,7)**

<b>ITENS</b>	<b>CUSTOS (R\$/ano)</b>	<b>PERCENTUAL (%)</b>
Operação	321.821,35	17,49
Manutenção	48.853,32	2,65
Energia Elétrica	1.140.024,29	61,94
Vigilância	329.779,96	17,92
<b>TOTAL</b>	<b>1.840.478,92</b>	<b>100,00</b>

A partir desse resultado é possível calcular o custo da captação de água em função da vazão demandada.

Dentre os componentes do custo total da água, a energia elétrica consumida é a única parcela variável; todos os demais custos são fixos, o que significa que os usuários terão custos, mesmo que não utilizem água do Canal. Esses custos fixos são referentes à operação, manutenção, vigilância e demanda de energia elétrica necessários para manter o sistema apto a atender as demandas projetadas a qualquer tempo.

Conhecendo o custo total da água (Tabela 36), bem como o custo variável (Tabela 28), ambos referentes à vazão máxima do Canal do Sertão no quilômetro 64,7 (1.898L/s), o custo de demanda para a mesma vazão será a diferença entre essas parcelas.

Pode-se observar ainda, na Tabela 28, que o custo de demanda de energia elétrica é constante até o quilômetro 64,7 do Canal, isto é, o custo fixo da água deve ser o mesmo para vazões até 1.898L/s.

A Tabela 37 apresenta o custo da captação de água pelo Canal do Sertão, em função da vazão demandada, até o quilômetro 64,7, calculados a partir dos resultados da Tabela 28 e Tabela 36. Mais adiante esses custos serão rateados entre os usuários atendidos pelo Canal até esse trecho.

**Tabela 37 – Custo anual da água do Canal do Sertão em função da vazão (km 64,7)**

Vazão (L/s)	Volume (m <sup>3</sup> /ano)	Custo Fixo (R\$/ano)	Custo Variável (R\$/ano)	Custo Total (R\$/ano)	Custo Unitário (R\$/1.000m <sup>3</sup> )
0	0	1.044.719,64	0,00	1.044.719,64	-
100	2.592.000	1.044.719,64	41.926,20	1.086.645,84	419,23
200	5.184.000	1.044.719,64	83.852,40	1.128.572,04	217,70
300	7.776.000	1.044.719,64	125.778,60	1.170.498,24	150,53
400	10.368.000	1.044.719,64	167.704,80	1.212.424,44	116,94
500	12.960.000	1.044.719,64	209.631,00	1.254.350,64	96,79
600	15.552.000	1.044.719,64	251.557,20	1.296.276,84	83,35
700	18.144.000	1.044.719,64	293.483,40	1.338.203,04	73,75
800	20.736.000	1.044.719,64	335.409,60	1.380.129,24	66,56
900	23.328.000	1.044.719,64	377.335,80	1.422.055,44	60,96
1.000	25.920.000	1.044.719,64	419.262,00	1.463.981,64	56,48
1.100	28.512.000	1.044.719,64	461.188,20	1.505.907,84	52,82
1.200	31.104.000	1.044.719,64	503.114,41	1.547.834,04	49,76
1.300	33.696.000	1.044.719,64	545.040,61	1.589.760,24	47,18
1.400	36.288.000	1.044.719,64	586.966,81	1.631.686,44	44,96
1.500	38.880.000	1.044.719,64	628.893,01	1.673.612,64	43,05
1.600	41.472.000	1.044.719,64	670.819,21	1.715.538,84	41,37
1.700	44.064.000	1.044.719,64	712.745,41	1.757.465,05	39,88
1.800	46.656.000	1.044.719,64	754.671,61	1.799.391,25	38,57
1.898	49.196.160	1.044.719,64	795.759,28	1.840.478,92	37,41

#### 7.4. Rateio dos Custos da Água entre os Usuários do Canal do Sertão

O rateio dos custos da água, nesse caso, consiste em dividir os custos fixos entre os usuários de forma proporcional à sua demanda máxima. Os custos variáveis de cada usuário são somados aos custos fixos rateados.

Utilizando esse método, o custo da água para os usuários foi obtido através rateio do custo fixo da captação de água pelo Canal do Sertão (Tabela 37), conforme a demanda máxima dos usuários (Tabela 20), adicionando-se a essa parcela o custo variável referente ao consumo de energia elétrica de cada usuário.

Os perímetros de irrigação ainda possuem custos adicionais com energia elétrica para operar suas estações de bombeamento particulares. Esses custos foram calculados no item 7.2.2. Portanto, o custo da água para os perímetros de irrigação é o somatório da parcela do custo rateado da captação de água pelo Canal do Sertão com a parcela dos custos de energia elétrica para operar as estações de bombeamento de cada perímetro de irrigação.

Os resultados obtidos estão apresentados da Tabela 38 até a Tabela 46. As tabelas apresentam as vazões demandadas por cada usuário, em valores absolutos e em percentual em relação à demanda total. A série de vazões foi discretizada a partir da demanda nula até a demanda máxima, em intervalos de 10L/s.

O custo fixo equivale ao somatório dos custos do Canal do Sertão com operação, manutenção, energia elétrica demandada e vigilância. Representa todas as despesas diretas e indiretas do empreendimento, de forma que o Canal do Sertão esteja apto a transferir água a qualquer momento. Significa que mesmo que os usuários não consumam sua demanda máxima, incidirá em seus custos a mesma parcela de custo fixo.

O custo variável representa tão somente as despesas com o consumo de energia elétrica. Significa que para o usuário irá incidir apenas o custo equivalente a energia elétrica efetivamente utilizada para atender sua demanda. É um custo crescente, proporcional a vazão aduzida.

O custo total corresponde ao somatório do custo fixo com o custo variável, enquanto que o custo unitário representa o custo total do usuário para aduzir um volume de 1.000m<sup>3</sup>, em função da vazão. O custo unitário é inversamente proporcional a vazão, visto que aumentando o consumo, o custo fixo é diluído com o custo variável. Significa que, quanto mais próximo da demanda máxima for o consumo do usuário, menor será o custo por cada metro cúbico de água consumido.

Para proporcionar uma melhor interpretação, os resultados estão apresentados sob a forma de gráficos, no item 7.5 mais adiante, relacionando a demanda, vazão, custo unitário e custo total da água para os usuários.

**Tabela 38 – Custo da água para o Sistema Coletivo do Sertão**

<b>SCS</b>				
<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Demanda (L/s)</b>		<b>Demanda (%)</b>	
	<b>340,00</b>		<b>17,91%</b>	
	<b>Custo Fixo (R\$/ano)</b>	<b>Custo Variável (R\$/ano)</b>	<b>Custo Total (R\$/ano)</b>	<b>Custo Unitário (R\$/1.000m<sup>3</sup>)</b>
0	187.105,42	0,00	187.105,42	-
10	187.105,42	4.192,62	191.298,04	738,03
20	187.105,42	8.385,24	195.490,66	377,10
30	187.105,42	12.577,86	199.683,28	256,79
40	187.105,42	16.770,48	203.875,90	196,64
50	187.105,42	20.963,10	208.068,52	160,55
60	187.105,42	25.155,72	212.261,14	136,48
70	187.105,42	29.348,34	216.453,76	119,30
80	187.105,42	33.540,96	220.646,38	106,41
90	187.105,42	37.733,58	224.839,00	96,38
100	187.105,42	41.926,20	229.031,62	88,36
110	187.105,42	46.118,82	233.224,24	81,80
120	187.105,42	50.311,44	237.416,86	76,33
130	187.105,42	54.504,06	241.609,48	71,70
140	187.105,42	58.696,68	245.802,10	67,74
150	187.105,42	62.889,30	249.994,72	64,30
160	187.105,42	67.081,92	254.187,34	61,29
170	187.105,42	71.274,54	258.379,96	58,64
180	187.105,42	75.467,16	262.572,58	56,28
190	187.105,42	79.659,78	266.765,20	54,17
200	187.105,42	83.852,40	270.957,82	52,27
210	187.105,42	88.045,02	275.150,44	50,55
220	187.105,42	92.237,64	279.343,06	48,99
230	187.105,42	96.430,26	283.535,68	47,56
240	187.105,42	100.622,88	287.728,30	46,25
250	187.105,42	104.815,50	291.920,92	45,05
260	187.105,42	109.008,12	296.113,54	43,94
270	187.105,42	113.200,74	300.306,16	42,91
280	187.105,42	117.393,36	304.498,78	41,96
290	187.105,42	121.585,98	308.691,40	41,07
300	187.105,42	125.778,60	312.884,02	40,24
310	187.105,42	129.971,22	317.076,64	39,46
320	187.105,42	134.163,84	321.269,26	38,73
330	187.105,42	138.356,46	325.461,88	38,05
340,00	187.105,42	142.549,08	329.654,50	37,41



**Tabela 39 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 1**

<b>ASS-1</b>				
<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Demanda (L/s)</b>		<b>Demanda (%)</b>	
	<b>220,77</b>		<b>11,63%</b>	
	<b>Custo Fixo (R\$/ano)</b>	<b>Custo Variável (R\$/ano)</b>	<b>Custo Total (R\$/ano)</b>	<b>Custo Unitário (R\$/1.000m<sup>3</sup>)</b>
0	121.491,95	0,00	121.491,95	-
10	121.491,95	4.192,62	125.684,57	484,89
20	121.491,95	8.385,24	129.877,19	250,53
30	121.491,95	12.577,86	134.069,81	172,41
40	121.491,95	16.770,48	138.262,43	133,35
50	121.491,95	20.963,10	142.455,05	109,92
60	121.491,95	25.155,72	146.647,67	94,30
70	121.491,95	29.348,34	150.840,29	83,14
80	121.491,95	33.540,96	155.032,91	74,77
90	121.491,95	37.733,58	159.225,53	68,26
100	121.491,95	41.926,20	163.418,15	63,05
110	121.491,95	46.118,82	167.610,77	58,79
120	121.491,95	50.311,44	171.803,39	55,24
130	121.491,95	54.504,06	175.996,01	52,23
140	121.491,95	58.696,68	180.188,63	49,66
150	121.491,95	62.889,30	184.381,25	47,42
160	121.491,95	67.081,92	188.573,87	45,47
170	121.491,95	71.274,54	192.766,49	43,75
180	121.491,95	75.467,16	196.959,11	42,22
190	121.491,95	79.659,78	201.151,73	40,84
200	121.491,95	83.852,40	205.344,35	39,61
210	121.491,95	88.045,02	209.536,97	38,50
220	121.491,95	92.237,64	213.729,59	37,48
220,77	121.491,95	92.560,47	214.052,43	37,41

**Tabela 40 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 2**

<b>ASS-2</b>				
<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Demanda (L/s)</b>		<b>Demanda (%)</b>	
	<b>112,00</b>		<b>5,90%</b>	
	<b>Custo Fixo (R\$/ano)</b>	<b>Custo Variável (R\$/ano)</b>	<b>Custo Total (R\$/ano)</b>	<b>Custo Unitário (R\$/1.000m<sup>3</sup>)</b>
0	61.634,73	0,00	61.634,73	-
10	61.634,73	4.192,62	65.827,35	253,96
20	61.634,73	8.385,24	70.019,97	135,07
30	61.634,73	12.577,86	74.212,59	95,44
40	61.634,73	16.770,48	78.405,21	75,62
50	61.634,73	20.963,10	82.597,83	63,73
60	61.634,73	25.155,72	86.790,45	55,81
70	61.634,73	29.348,34	90.983,07	50,14
80	61.634,73	33.540,96	95.175,69	45,90
90	61.634,73	37.733,58	99.368,31	42,60
100	61.634,73	41.926,20	103.560,93	39,95
110	61.634,73	46.118,82	107.753,55	37,79
112,00	61.634,73	46.957,34	108.592,07	37,41

**Tabela 41 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 3**

<b>ASS-3</b>				
<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Demanda (L/s)</b>		<b>Demanda (%)</b>	
	<b>77,24</b>		<b>4,07%</b>	
	<b>Custo Fixo (R\$/ano)</b>	<b>Custo Variável (R\$/ano)</b>	<b>Custo Total (R\$/ano)</b>	<b>Custo Unitário (R\$/1.000m<sup>3</sup>)</b>
0	42.505,95	0,00	42.505,95	-
10	42.505,95	4.192,62	46.698,57	180,16
20	42.505,95	8.385,24	50.891,19	98,17
30	42.505,95	12.577,86	55.083,81	70,84
40	42.505,95	16.770,48	59.276,43	57,17
50	42.505,95	20.963,10	63.469,05	48,97
60	42.505,95	25.155,72	67.661,67	43,51
70	42.505,95	29.348,34	71.854,29	39,60
77,24	42.505,95	32.383,80	74.889,75	37,41

**Tabela 42 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 4**

<b>ASS-4</b>				
<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Demanda (L/s)</b>		<b>Demanda (%)</b>	
	<b>31,54</b>		<b>1,66%</b>	
	<b>Custo Fixo (R\$/ano)</b>	<b>Custo Variável (R\$/ano)</b>	<b>Custo Total (R\$/ano)</b>	<b>Custo Unitário (R\$/1.000m<sup>3</sup>)</b>
0	17.356,78	0,00	17.356,78	-
10	17.356,78	4.192,62	21.549,40	83,14
20	17.356,78	8.385,24	25.742,02	49,66
30	17.356,78	12.577,86	29.934,64	38,50
31,54	17.356,78	13.223,52	30.580,30	37,41

**Tabela 43 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 5**

<b>ASS-5</b>				
<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Demanda (L/s)</b>		<b>Demanda (%)</b>	
	<b>137,27</b>		<b>7,23%</b>	
	<b>Custo Fixo (R\$/ano)</b>	<b>Custo Variável (R\$/ano)</b>	<b>Custo Total (R\$/ano)</b>	<b>Custo Unitário (R\$/1.000m<sup>3</sup>)</b>
0	75.541,06	0,00	75.541,06	-
10	75.541,06	4.192,62	79.733,68	307,61
20	75.541,06	8.385,24	83.926,30	161,89
30	75.541,06	12.577,86	88.118,92	113,32
40	75.541,06	16.770,48	92.311,54	89,04
50	75.541,06	20.963,10	96.504,16	74,46
60	75.541,06	25.155,72	100.696,78	64,75
70	75.541,06	29.348,34	104.889,40	57,81
80	75.541,06	33.540,96	109.082,02	52,61
90	75.541,06	37.733,58	113.274,64	48,56
100	75.541,06	41.926,20	117.467,26	45,32
110	75.541,06	46.118,82	121.659,88	42,67
120	75.541,06	50.311,44	125.852,50	40,46
130	75.541,06	54.504,06	130.045,12	38,59
137,27	75.541,06	57.552,10	133.093,16	37,41

**Tabela 44 – Custo da água para o Perímetro de Irrigação de Delmiro Gouveia**

<b>DG-1</b>				
<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Demanda (L/s)</b>		<b>Demanda (%)</b>	
	<b>236,00</b>		<b>12,43%</b>	
	<b>Custo Fixo (R\$/ano)</b>	<b>Custo Variável (R\$/ano)</b>	<b>Custo Total (R\$/ano)</b>	<b>Custo Unitário (R\$/1.000m<sup>3</sup>)</b>
0	142.783,11	0,00	142.783,11	-
10	142.783,11	8.998,19	151.781,30	585,58
20	142.783,11	17.996,38	160.779,49	310,15
30	142.783,11	26.994,56	169.777,68	218,34
40	142.783,11	35.992,75	178.775,86	172,43
50	155.693,05	44.990,94	200.683,99	154,85
60	155.693,05	53.989,13	209.682,18	134,83
70	155.693,05	62.987,31	218.680,37	120,52
80	155.693,05	71.985,50	227.678,55	109,80
90	155.693,05	80.983,69	236.676,74	101,46
100	168.602,99	89.981,88	258.584,87	99,76
110	168.602,99	98.980,07	267.583,05	93,85
120	168.602,99	107.978,25	276.581,24	88,92
130	168.602,99	116.976,44	285.579,43	84,75
140	168.602,99	125.974,63	294.577,62	81,18
150	181.512,93	134.972,82	316.485,74	81,40
160	181.512,93	143.971,00	325.483,93	78,48
170	181.512,93	152.969,19	334.482,12	75,91
180	181.512,93	161.967,38	343.480,31	73,62
190	194.422,86	170.965,57	365.388,43	74,19
200	194.422,86	179.963,75	374.386,62	72,22
210	194.422,86	188.961,94	383.384,81	70,43
220	194.422,86	197.960,13	392.382,99	68,81
230	194.422,86	206.958,32	401.381,18	67,33
236,00	194.422,86	212.357,23	406.780,10	66,50

**Tabela 45 – Custo da água para o Perímetro de Irrigação de Pariconha 1**

<b>PC-1</b>				
<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Demanda (L/s)</b>		<b>Demanda (%)</b>	
	<b>253,90</b>		<b>13,37%</b>	
	<b>Custo Fixo (R\$/ano)</b>	<b>Custo Variável (R\$/ano)</b>	<b>Custo Total (R\$/ano)</b>	<b>Custo Unitário (R\$/1.000m<sup>3</sup>)</b>
0	157.797,64	0,00	157.797,64	-
10	157.797,64	10.795,75	168.593,39	650,44
20	157.797,64	21.591,49	179.389,13	346,04
30	157.797,64	32.387,24	190.184,88	244,58
40	170.707,58	43.182,99	213.890,56	206,30
50	170.707,58	53.978,73	224.686,31	173,37
60	170.707,58	64.774,48	235.482,06	151,42
70	175.871,55	75.570,23	251.441,78	138,58
80	188.781,49	86.365,97	275.147,46	132,69
90	188.781,49	97.161,72	285.943,21	122,58
100	188.781,49	107.957,47	296.738,96	114,48
110	188.781,49	118.753,21	307.534,70	107,86
120	193.084,80	129.548,96	322.633,76	103,73
130	198.248,78	140.344,71	338.593,49	100,48
140	211.158,71	151.140,46	362.299,17	99,84
150	211.158,71	161.936,20	373.094,92	95,96
160	211.158,71	172.731,95	383.890,66	92,57
170	211.158,71	183.527,70	394.686,41	89,57
180	224.068,65	194.323,44	418.392,09	89,68
190	224.068,65	205.119,19	429.187,84	87,15
200	229.232,63	215.914,94	445.147,56	85,87
210	229.232,63	226.710,68	455.943,31	83,76
220	242.142,57	237.506,43	479.648,99	84,11
230	242.142,57	248.302,18	490.444,74	82,27
240	242.142,57	259.097,92	501.240,49	80,57
250	242.142,57	269.893,67	512.036,24	79,02
253,90	242.142,57	274.104,01	516.246,58	78,44

Tabela 46 – Custo da água para o Perímetro de Irrigação de Pariconha 2

PC-2				
Vazão (L/s)	Demanda (L/s)		Demanda (%)	
	489,70		25,80%	
	Custo Fixo (R\$/ano)	Custo Variável (R\$/ano)	Custo Total (R\$/ano)	Custo Unitário (R\$/1.000m <sup>3</sup> )
0	303.913,34	0,00	303.913,34	-
10	303.913,34	14.254,42	318.167,76	1.227,50
20	303.913,34	28.508,83	332.422,17	641,25
30	303.913,34	42.763,25	346.676,59	445,83
40	316.823,28	57.017,67	373.840,94	360,57
50	316.823,28	71.272,08	388.095,36	299,46
60	329.733,22	85.526,50	415.259,71	267,01
70	329.733,22	99.780,91	429.514,13	236,73
80	342.643,15	114.035,33	456.678,48	220,23
90	342.643,15	128.289,75	470.932,90	201,87
100	342.643,15	142.544,16	485.187,32	187,19
110	355.553,09	156.798,58	512.351,67	179,70
120	364.159,72	171.053,00	535.212,71	172,07
130	372.766,34	185.307,41	558.073,75	165,62
140	372.766,34	199.561,83	572.328,17	157,72
150	372.766,34	213.816,25	586.582,59	150,87
160	372.766,34	228.070,66	600.837,00	144,88
170	385.676,28	242.325,08	628.001,36	142,52
180	385.676,28	256.579,50	642.255,77	137,66
190	385.676,28	270.833,91	656.510,19	133,31
200	398.586,22	285.088,33	683.674,55	131,88
210	398.586,22	299.342,74	697.928,96	128,22
220	411.496,15	313.597,16	725.093,32	127,16
230	424.406,09	327.851,58	752.257,67	126,18
240	424.406,09	342.105,99	766.512,09	123,22
250	433.012,72	356.360,41	789.373,13	121,82
260	433.012,72	370.614,83	803.627,54	119,25
270	445.922,66	384.869,24	830.791,90	118,71
280	454.529,28	399.123,66	853.652,94	117,62
290	454.529,28	413.378,08	867.907,36	115,46
300	467.439,22	427.632,49	895.071,71	115,11
310	467.439,22	441.886,91	909.326,13	113,17
320	467.439,22	456.141,32	923.580,54	111,35
330	480.349,16	470.395,74	950.744,90	111,15
340	480.349,16	484.650,16	964.999,31	109,50
350	480.349,16	498.904,57	979.253,73	107,94
360	480.349,16	513.158,99	993.508,15	106,47
370	488.955,78	527.413,41	1.016.369,19	105,98
380	501.865,72	541.667,82	1.043.533,54	105,95
390	514.775,66	555.922,24	1.070.697,90	105,92
400	514.775,66	570.176,66	1.084.952,31	104,64
410	514.775,66	584.431,07	1.099.206,73	103,43
420	527.685,59	598.685,49	1.126.371,08	103,47
430	527.685,59	612.939,91	1.140.625,50	102,34
440	540.595,53	627.194,32	1.167.789,85	102,39
450	540.595,53	641.448,74	1.182.044,27	101,34
460	553.505,47	655.703,15	1.209.208,62	101,42
470	553.505,47	669.957,57	1.223.463,04	100,43
480	553.505,47	684.211,99	1.237.717,46	99,48
489,70	553.505,47	698.038,77	1.251.544,24	98,60

## 7.5. Gráficos da Demanda x Custo Unitário x Custo Total dos Usuários do Canal do Sertão

Os gráficos seguintes ilustram os resultados obtidos nas tabelas acima, os quais representam o custo total da água do Canal do Sertão para cada um de seus usuários, até o km 64,7.

É importante ressaltar que os custos aqui apresentados consideram o consumo de energia elétrica, operação, manutenção e vigilância do Canal. A esses resultados ainda deverão incidir os custos devido à cobrança pelo uso da água na bacia do rio São Francisco. Esses custos se devem tanto pela captação (10,00R\$/1.000m<sup>3</sup>) como pelo consumo (20,00R\$/1.000m<sup>3</sup>) de água bruta.

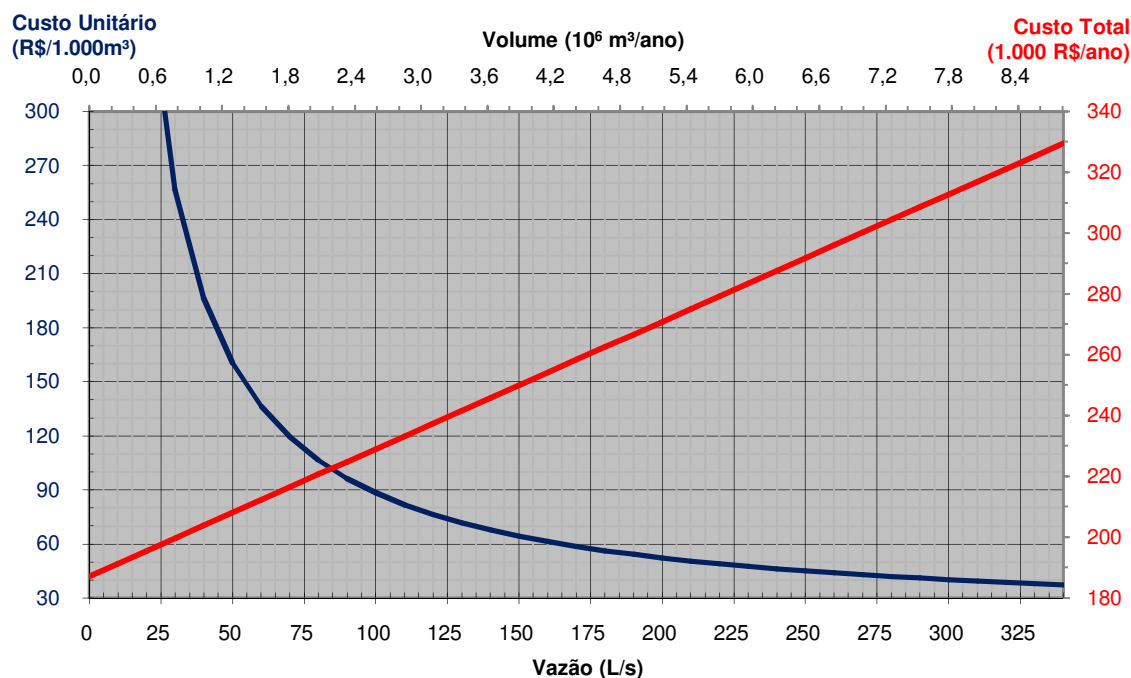


Gráfico 7 – Custo da água para o Sistema Coletivo do Sertão

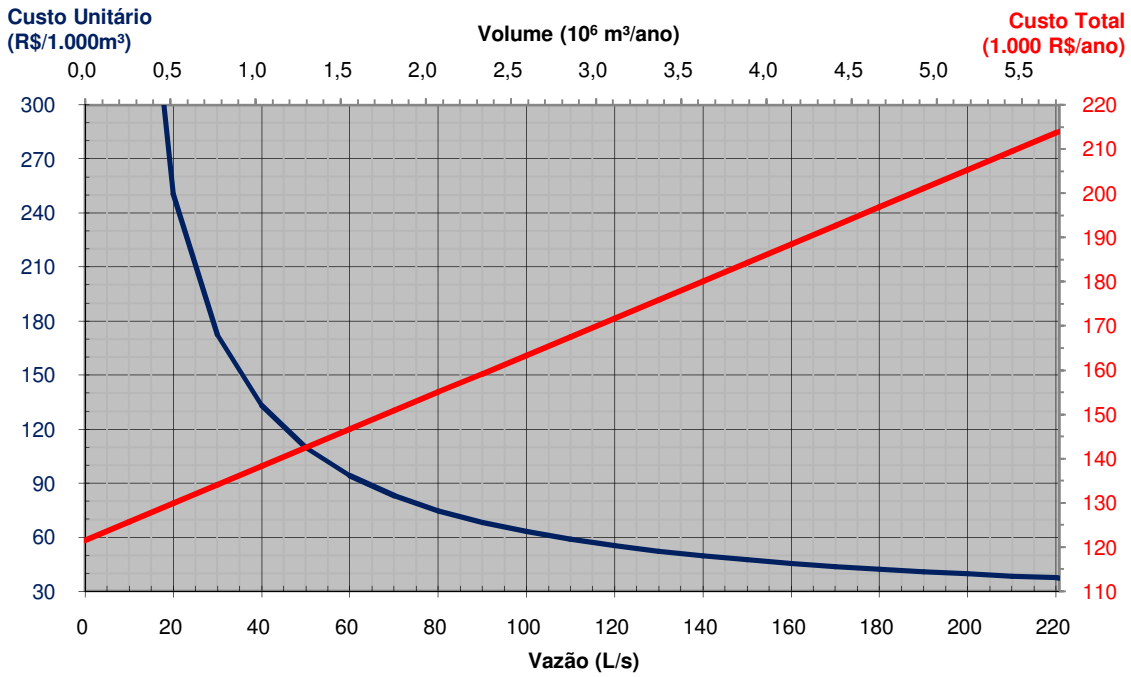


Gráfico 8 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 1

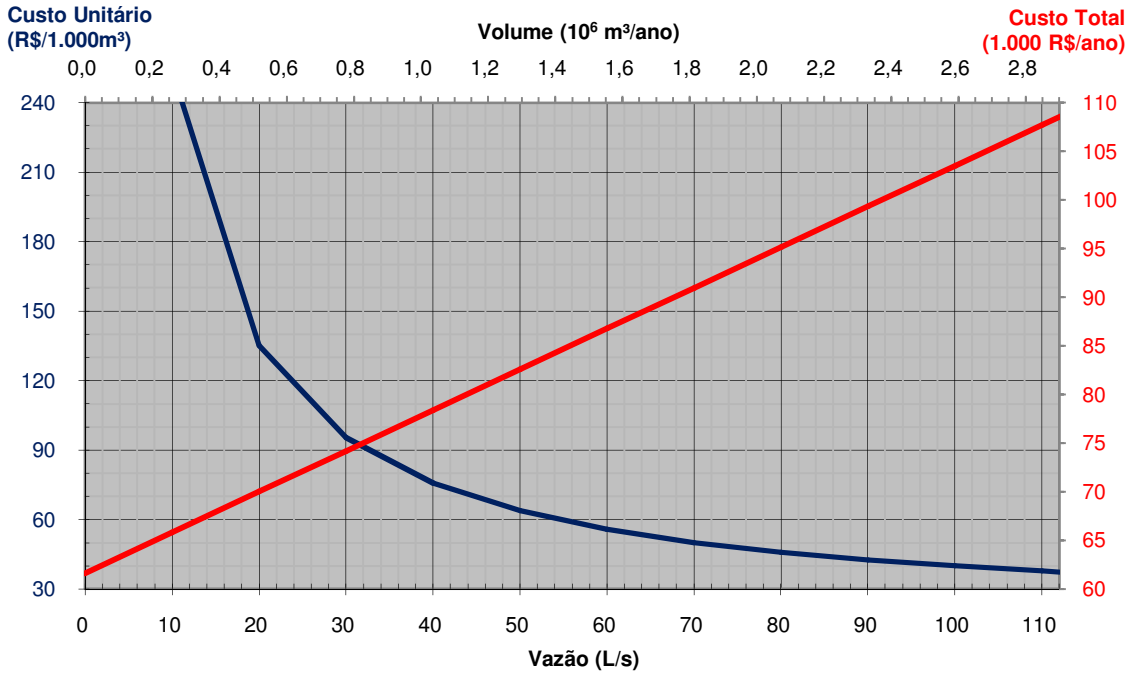


Gráfico 9 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 2



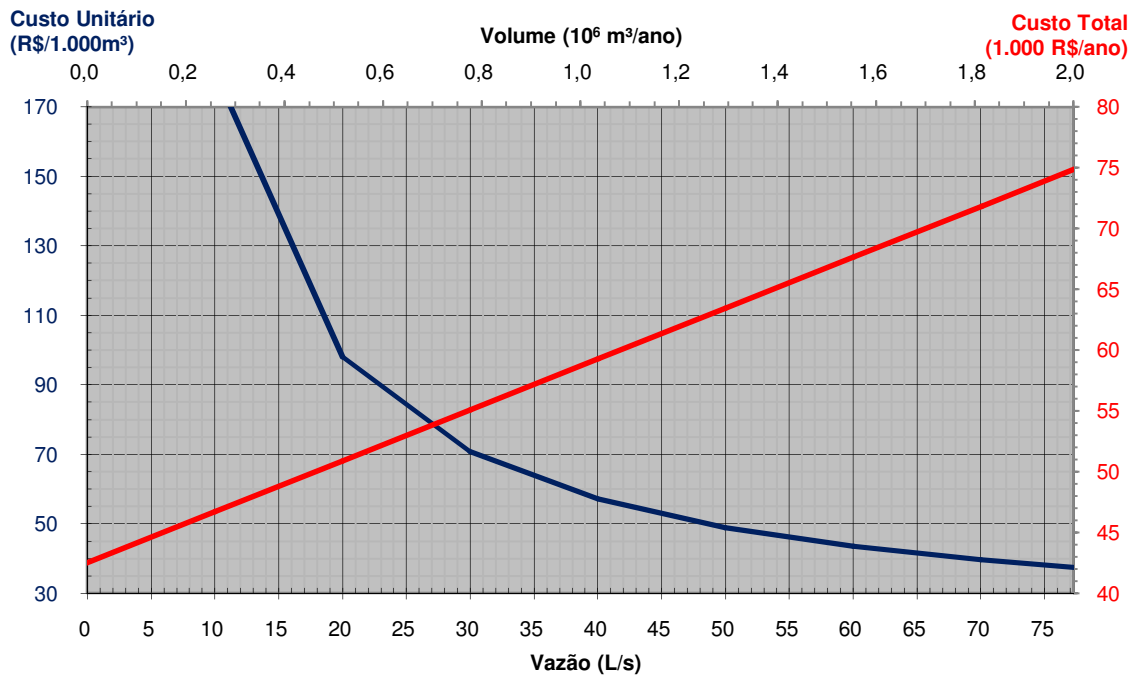


Gráfico 10 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 3

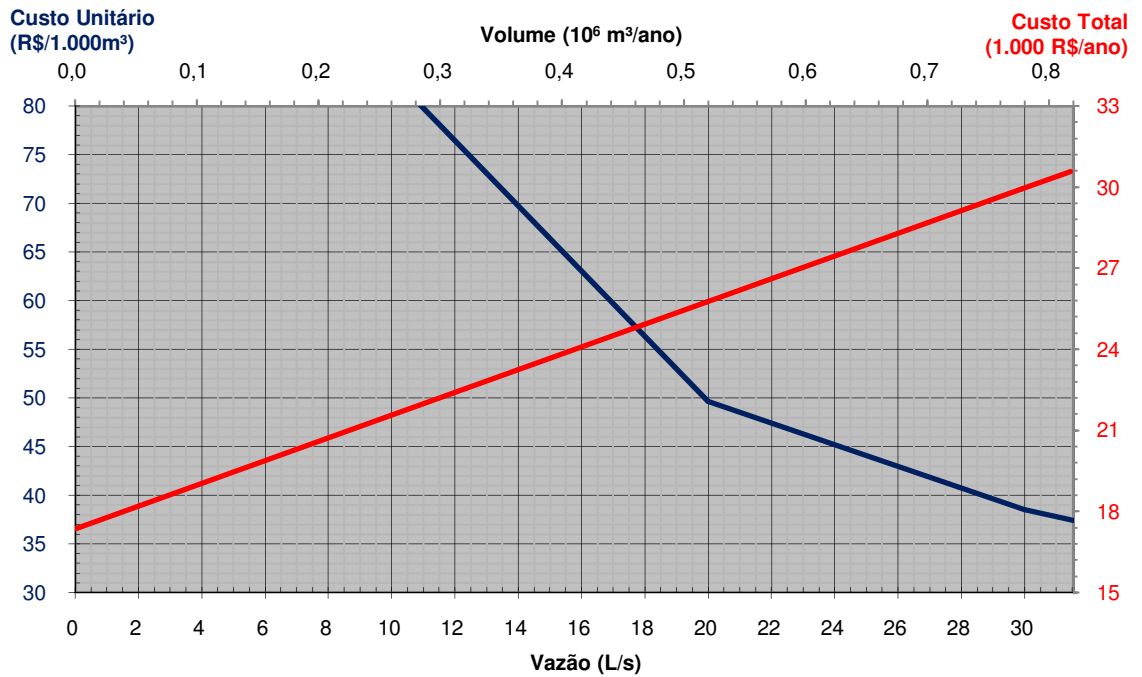


Gráfico 11 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 4

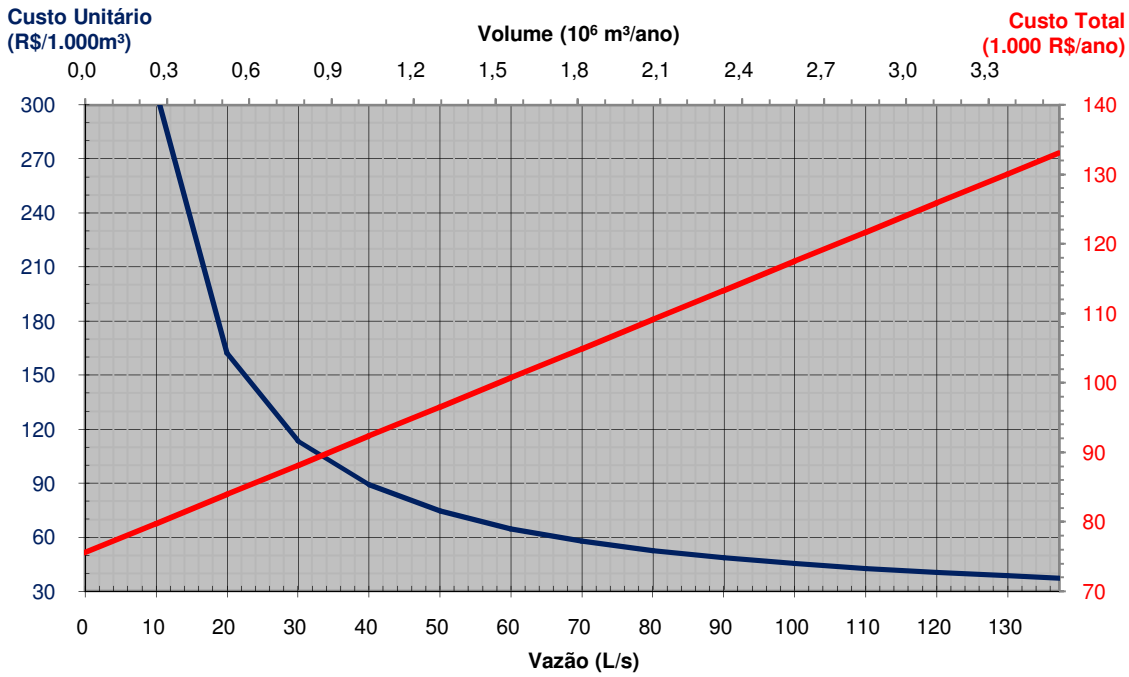


Gráfico 12 – Custo da água para o Perímetro de Sequeiro do Sertão 5

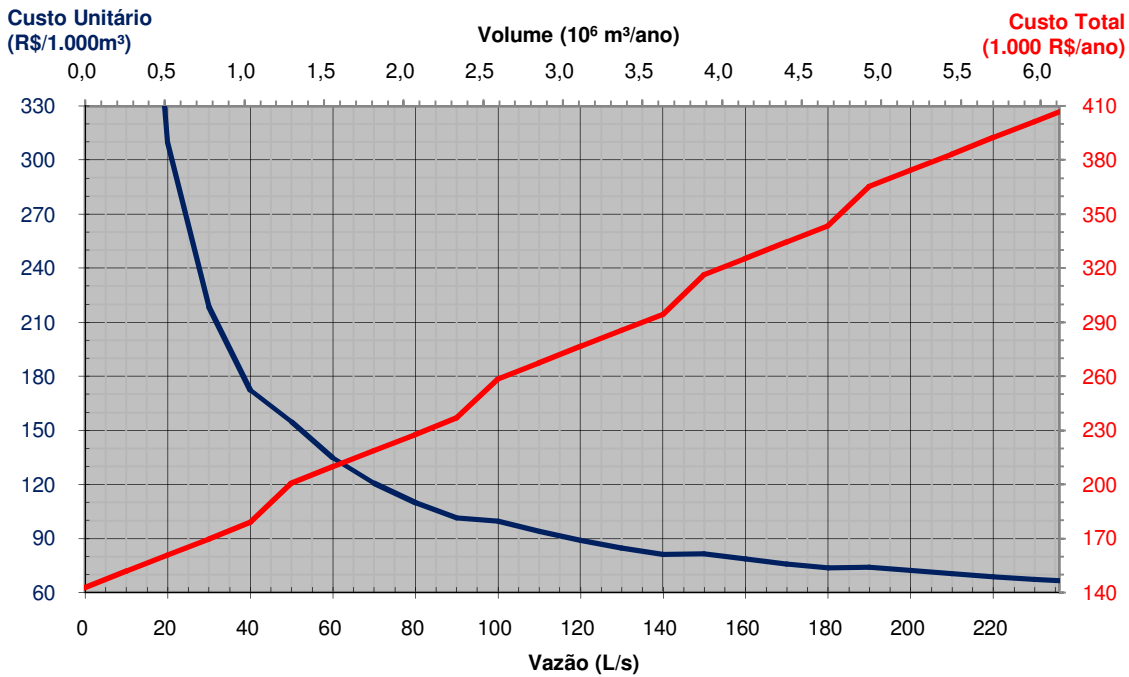
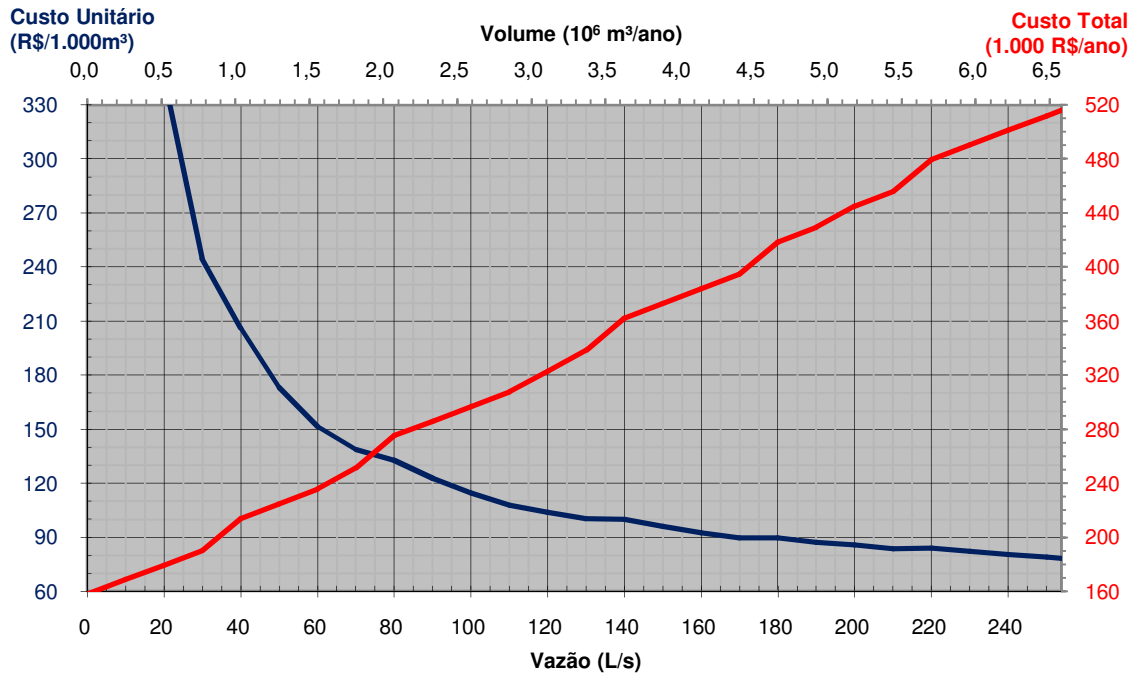
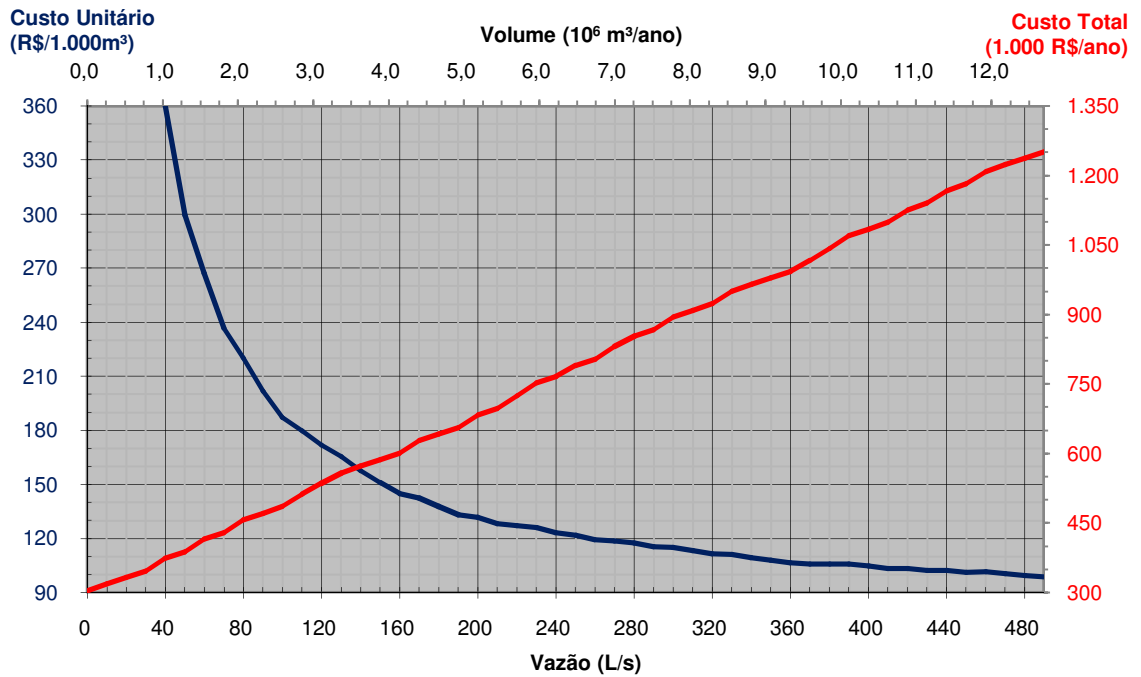


Gráfico 13 – Custo da água para o Perímetro de Irrigação de Delmiro Gouveia



**Gráfico 14 – Custo da água para o Perímetro de Irrigação de Pariconha 1**



**Gráfico 15 – Custo da água para o Perímetro de Irrigação de Pariconha 2**

Para comparar o custo da água entre os usuários, as respectivas curvas de custo unitário foram agrupadas no Gráfico 16.

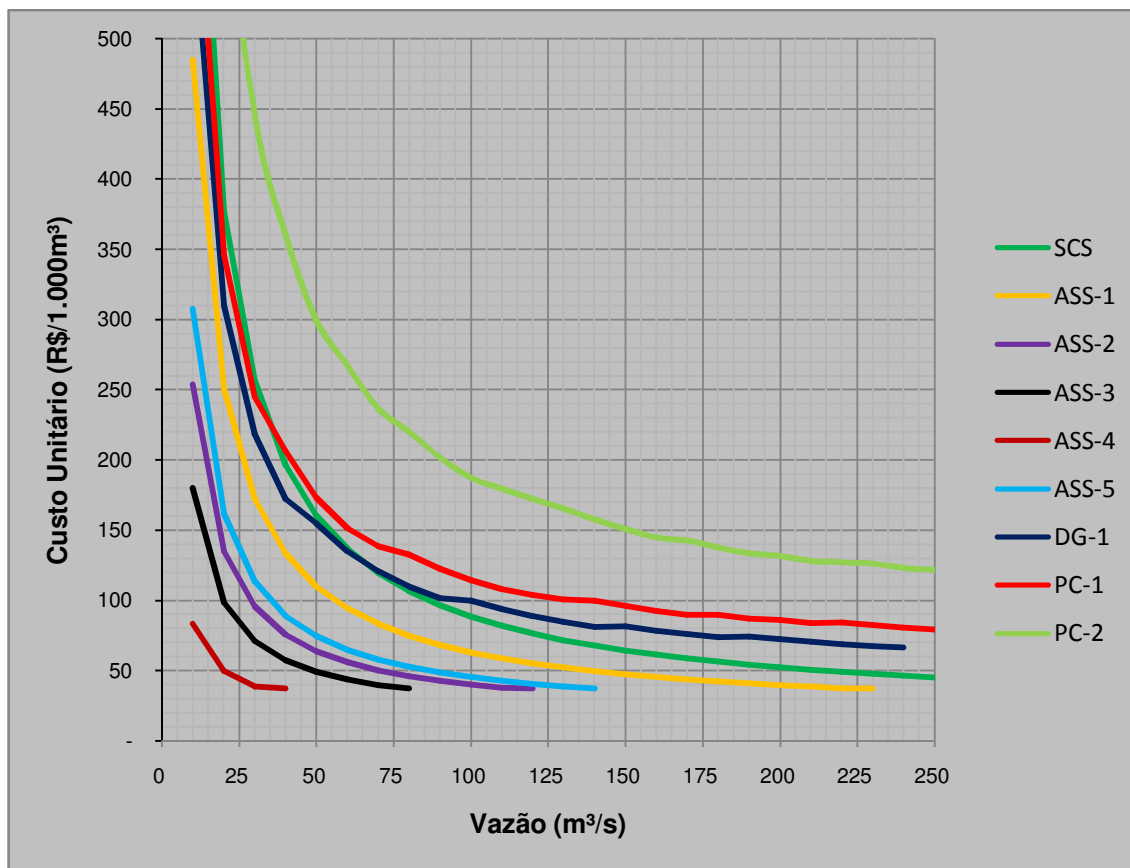


Gráfico 16 – Custo da água agrupado para todos os usuários

De forma similar, a Tabela 47 apresenta o custo da água quando os usuários utilizam a capacidade máxima do sistema.

Tabela 47 – Custo da água quando o sistema opera na capacidade máxima

USUÁRIOS	VAZÃO MÁXIMA (L/s)	CUSTO UNITÁRIO (R\$/1.000m³)	CUSTO TOTAL (R\$1.000/ano)
SCS	340,00	37,41	329,65
ASS-1	220,77	37,41	214,05
ASS-2	112,00	37,41	108,59
ASS-3	77,24	37,41	74,89
ASS-4	31,54	37,41	30,58
ASS-5	137,27	37,41	133,09
DG-1	236,00	66,50	406,78
PC-1	253,90	78,44	516,25
PC-2	489,70	98,60	1.251,54

## 8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O custo total da água do Canal do Sertão Alagoano foi estimado, até seu km 64,7, pelo somatório dos custos de energia elétrica, operação, manutenção e vigilância do Canal.

O custo com energia elétrica foi calculado em função da vazão demandada, tanto para a estação de bombeamento do Canal do Sertão, como para as estações de bombeamento dos perímetros de irrigação, conforme suas características físicas e as tarifas de energia elétrica vigentes da Eletrobrás.

Os custos com operação, manutenção e vigilância do Canal do Sertão foram estimados conforme o modelo do Canal da Integração do Ceará, de forma proporcional às suas extensões.

O custo total da água foi rateado entre os usuários segundo suas demandas máximas, observando que cada perímetro de irrigação possui sua própria estação de bombeamento.

Aos resultados apresentados ainda deverão incidir os custos devido à cobrança pelo uso da água na bacia do rio São Francisco. O mesmo deve ser considerado nas discussões abaixo.

Os valores cobrados pelo uso da água dos rios São Francisco, Guandu e PCJ são semelhantes, o que significa que há uma tendência de consenso nacional acerca dos valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos do Brasil. Destaque para o Estado de São Paulo, que é mais rígido quanto aos lançamentos de carga orgânica nos corpos hídricos. A Tabela 48 apresenta um resumo dos valores de cobrança.

**Tabela 48 – Valores cobrados pelo uso da água dos rios São Francisco, Guandu e PCJ**

<b>REGIÃO HIDROGRÁFICA</b>	<b>Captação de água bruta (R\$/1.000m<sup>3</sup>)</b>	<b>Consumo de água bruta (R\$/1.000m<sup>3</sup>)</b>	<b>Lançamento de carga orgânica (R\$/1.000kg)</b>	<b>Transposição de bacia (R\$/1.000m<sup>3</sup>)</b>
São Francisco	10,00	20,00	70,00	-
Guandu (demais atividades)	8,00	20,00	(depende do uso)	15% (do arrecadado)
PCJ (Federal e Estadual)	10,00	20,00	100,00	15,00

Quando o Canal do Sertão opera na sua capacidade máxima, o custo unitário da água para o Sistema Coletivo do Sertão e para todos os Perímetros de Sequeiro que pertencem ao trecho estudado (64,7km) é o mesmo: 37,41R\$/1.000m<sup>3</sup>. Isso acontece porque a parcela de custo fixo de demanda é dissolvida ao máximo pelos usuários.

Nessa mesma situação de consumo máximo, o custo anual da água para os usuários é diferente, pois suas vazões máximas são diferentes. O custo anual da água é maior para o SCS (cerca de R\$ 330 mil por ano) e é menor para o ASS-4 (cerca de R\$ 31 mil por ano).

Quanto aos perímetros de irrigação, quando estes operam na capacidade máxima do sistema, o custo unitário da água do perímetro de Delmiro Gouveia é de 66,50R\$/1.000m<sup>3</sup>; Pariconha 1, de 78,44R\$/1.000m<sup>3</sup> e Pariconha 2, de 98,60R\$/1.000m<sup>3</sup>. Além da diferença entre suas demandas, os perímetros de irrigação possuem estações de bombeamento próprias e alturas geométricas diferentes. Isso explica porque o custo unitário da água é diferente entre os irrigantes e é maior que os demais usuários. Pelos mesmos motivos, o custo anual da água é maior para PC-2 (cerca de R\$ 1.252 mil por ano) e é menor para o DG-1 (cerca de R\$ 407 mil por ano).

Notoriamente, quanto menor for o volume de água aduzida pelo Canal, menor será o custo total para os usuários. Contudo, o cenário mais eficiente do empreendimento ocorre quando o sistema opera na sua capacidade máxima, pois, embora o custo total seja o máximo, o custo unitário da água é o mínimo. Além disso, nesse cenário, o Canal abasteceria todos os seus usuários, 100% da sua demanda, atendendo assim as justificativas apresentadas para sua implementação.

A Tabela 49 mais adiante apresenta os uma comparação dos custos anuais de captação de água pelo Canal da Integração (COGERH) e do Sistema Coletivo do Sertão (CASAL), com uma estimativa dos custos do Canal do Sertão, operando na sua capacidade máxima até o km 64,7. Os dados da COGERH e da CASAL são do ano de 2008.

**Tabela 49 – Comparação dos custos da COGERH, CASAL e do Canal do Sertão**

<b>SISTEMAS</b>	<b>Volume Faturado (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Custo Total (R\$)</b>	<b>Custo Energia Elétrica (R\$)</b>	<b>Custo médio unitário (R\$/1.000m<sup>3</sup>)</b>
COGERH (Canal da Integração)	32.000.000	782.000,00	170.000,00	25,15 <sup>(1)</sup>
CASAL (SCS)	2.641.404	10.971.239,84	4.775.962,79	4.153,56
CANAL DO SERTÃO	49.207.046	1.840.478,92	1.140.024,29	37,41

<sup>(1)</sup> Informação referente a 2007.

Os custos do Canal do Sertão apresentados na tabela acima consideram a captação de água apenas pelo empreendimento, não contemplando, nesse caso, os custos particulares dos perímetros de irrigação (energia elétrica). Assim, o custo médio unitário para todos os usuários desse trecho (64,7km) é de 37,41R\$/1.000m<sup>3</sup>.

O custo anual com energia elétrica para operar as estações de bombeamento dos perímetros de irrigação, na capacidade máxima do sistema é de R\$ 1.224.778,11. Com isso, o custo anual total de energia elétrica para atender aos usuários do Canal até o km 64,7 é de cerca de R\$ 2,36 milhões.

O modelo da COGERH ainda apresenta um custo unitário menor do que o do Canal do Sertão, entretanto, na mesma ordem de grandeza. Isso se dá pelo fato de os desníveis geométricos do canal cearense serem menores que os do canal alagoano. Por outro lado, o custo médio unitário praticado atualmente pela CASAL, no Sistema Coletivo do Sertão, é mais de 110 vezes superior ao custo estimado para o Canal do Sertão, o que corrobora para a garantia da sustentabilidade do empreendimento.

Ainda sobre o custo total da adução de água pelo Canal do Sertão, incidem os custos oriundos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Admitindo que, do volume total anual captado, 40% seja consumido pelos usuários (ou nos processos de produção) e que 60% retorna ao corpo

hídrico, com uma carga orgânica de 200mg/L, o custo pela aplicação do instrumento da cobrança ocorre de acordo com a Tabela 50.

**Tabela 50 – Valor da cobrança pelo uso dos recursos hídricos do Canal até o km 64,7**

VOLUME ADUZIDO: 49.207.046m<sup>3</sup>/ano

TIPO DE USO	VALOR	TAXA	QUANT	TOTAL (R\$)
Captação de água bruta	10R\$/1.000m <sup>3</sup>	60%	29.524.228m <sup>3</sup>	295.242,28
Consumo de água bruta	20R\$/1.000m <sup>3</sup>	40%	19.682.819m <sup>3</sup>	393.656,37
Lançamento de Efluentes	70R\$/1.000kg	200mg/L	5.904,85kg	413.339,19
<b>TOTAL (R\$/ano)</b>				<b>1.102.237,84</b>

Com isso, além dos custos com operação, manutenção, vigilância e energia elétrica, incidirá também, sobre o custo total da água do Canal do Sertão, o custo devido à cobrança pelo uso dos recursos hídricos, o que aumentará o valor do custo médio unitário da água. A Tabela 51 apresenta o custo final da água do Canal do Sertão, com todos os seus componentes e o percentual em relação ao custo total, quando o sistema opera em sua capacidade máxima.

**Tabela 51 – Custo final da água do Canal do Sertão até o km 64,7**

ITEM	UNIDADE	VALOR	%
Volume Captado (m <sup>3</sup> /ano)	m <sup>3</sup> /ano	49.207.046,00	---
Operação, Manutenção e Vigilância (R\$)	R\$/ano	700.454,63	23,8%
Energia Elétrica (R\$)	R\$/ano	1.140.024,29	38,7%
Cobrança pelo uso da água (R\$)	R\$/ano	1.102.237,84	37,5%
Custo Total (R\$)	R\$/ano	2.942.716,76	100,0%
Custo médio unitário	R\$/1.000m <sup>3</sup>	59,80	---

Observa-se agora que a cobrança pelo uso da água aumenta de maneira significativa seu custo total. A parcela da cobrança é da mesma ordem de grandeza da parcela de energia elétrica, que eleva o custo unitário da água para cerca de 60,00 R\$/1.000m<sup>3</sup>. Finalmente, os custos com a gestão dos recursos hídricos do Canal tornam-se pequenos, cerca de 1/4 do total, quando comparado com os demais.



Este estudo não procurou gerar informações sobre tarifas. Trata tão somente do custo de adução da água. Portanto não é possível utilizar os resultados para compará-los com os preços praticados pela CASAL. Por outro lado, fornece elementos indispensáveis para elaboração de uma proposta tarifária para o Canal do Sertão, incluindo aí subsídios, com recuperação total ou parcial dos custos. Propostas tarifárias poderão ser apresentadas em trabalhos futuros baseados nos resultados desse estudo.

Em junho de 2010, após os trâmites licitatórios, foi contratada a construtora OAS para executar as obras do Canal do Sertão correspondentes ao trecho 3 (km 64,7 ao 92,93). No mesmo mês, foi contratada a construtora Odebrecht para executar o trecho 4 (km 92,93 ao 123,4). Finalmente, em agosto de 2010, foi contratada a construtora Queiroz Galvão para executar o trecho 5 do Canal (km 123,4 ao 150,0). Com isso, trabalhos futuros também poderão estimar o custo da água para os demais usuários do Canal do Sertão, uma vez que brevemente estes serão contemplados pelo empreendimento.

A metodologia aqui utilizada possibilitou a estimativa do custo da água do Canal do Sertão considerando, exceto a parcela com energia elétrica, o modelo de gestão do Canal Cearense. Os valores foram calculados considerando todos os custos que incidem sobre a COGERH para aduzir água exclusivamente para o Canal da Integração. Dessa forma, os custos obtidos espelham um sistema de gestão com estrutura hídrica semelhante ao do Ceará, que não é o caso de Alagoas.

A governância do Ceará é diferente da governância de Alagoas. O Governo do Estado do Ceará recebeu grande aporte financeiro da União para investir na sua estrutura hídrica. Por mais de 8 anos o Ceará vem aperfeiçoando a SRH, SOHIDRA e a COGERH. O Governo do Ceará apresentou um diagnóstico para a população, mostrando que se não houvesse investimentos em estruturas hídricas, a água se esgotaria no Estado. Convencidos disso, foi mais fácil para a população aceitar a cobrança pela água, com baixos índices de inadimplência. O Estado de Alagoas precisa de projetos a curto, médio e longo prazo para criar e aperfeiçoar sua estrutura hídrica.

## REFERÊNCIAS

ANA (2004). *Atlas de obras prioritárias para a região semi-árida*. Programa de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semi-Árido Brasileiro. Brasília.

ANA (2010). *Cobrança pelo uso dos recursos hídricos*. Descreve a cobrança pelo uso dos recursos hídricos do rio São Francisco. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/cobrancauso/BaciaSF.asp>>. Acesso em: 15 out.

BRASIL. ANA (2009). Resolução n. 408, de 29 de junho de 2009. Emite outorga preventiva de uso de recursos hídricos ao Estado de Alagoas para captação de águas pelo Canal do Sertão Alagoano. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/Resolucoes/resolucoes2009/408-2009.pdf>>. Acesso em: 16 nov.

BRASIL. ANEEL (2009). Resolução Homologatória n. 873, de 25 de agosto de 2009. Homologa o resultado da segunda revisão tarifária periódica e fixa as Tarifas de Uso dos Sistemas de Distribuição – TUSD e o valor da Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica – TFSEE, referentes à Companhia Energética de Alagoas – CEAL. Disponível em: <[www.aneel.gov.br/cedoc/reh2009873.pdf](http://www.aneel.gov.br/cedoc/reh2009873.pdf)>. Acesso em: 13 jul.

CASAL (2009). *Áreas abastecidas pela CASAL*. Descreve e apresenta ilustrações dos municípios abastecidos pela CASAL, bem como apresenta os serviços prestados pela Companhia. Disponível em: <<http://www.casal.al.gov.br/>>. Acesso em: 9 nov.

CBHSF (2010). *Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco*. Descreve a caracterização geral da bacia do rio São Francisco. Disponível em: <<http://www.saofrancisco.cbh.gov.br/baciasf.aspx#caracterizacaogeral>>. Acesso em: 15 out.

CEAL (2008). *Estatuto Social da CEAL*. Maceió.

CEAL (2010). *Tarifas de energia elétrica praticadas pela CEAL*. Apresenta tabela de tarifas, PIS, COFINS e variação tarifária praticadas pela CEAL. Disponível em: <[http://www.ceal.com.br/tarifas\\_tabela.aspx#06](http://www.ceal.com.br/tarifas_tabela.aspx#06)>. Acesso em: 18 fev.

CEARÁ (2008). Decreto n. 29.373, de 08 de agosto de 2008. Regulamenta o Art. 7º da Lei n. 11.996 de 24 de julho de 1992 e suas alterações posteriores, no tocante à cobrança pelo uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado*, Fortaleza-CE, 11 ago. p. 6.

COGERH (2008). *Sistema Adutor Castanhão*. Região Metropolitana de Fortaleza. Apresentação digital em *slides*. Fortaleza.

COGERH (2009 a). *Relatório de Gestão 2008*. Fortaleza.

COGERH (2009 b). *Relatório de Arrecadado x Faturado*. Período: janeiro a dezembro de 2008. Fortaleza.

COGERH (2009 c). *Relatório de Inadimplência*. Período: acumulado até 30/12/2008. Fortaleza.

COGERH [199?]. *Estatuto Social*. Fortaleza.

COHIDRO (2004). *Projeto básico dos perímetros de irrigação associados ao Canal do Sertão Alagoano*. Relatório n. RT-0804-055-002-01. Estudo contratado pela SEINFRA.

CONSÓRCIO HYDROS & TECNOSOLO (2002). *Estudo de Viabilidade do Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Projeto Sertão Alagoano*. Estudo de Sustentabilidade do Projeto Canal do Sertão Alagoano. Relatório n. SAL-00-ET-007-RT-R3. Estudo contratado pela CODEVASF.

CONSÓRCIO HYDROS & TECNOSOLO (2003). *Estudo de Viabilidade do Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Projeto Sertão Alagoano*. Relatório dos Estudos de Concepção. Relatório n. SAL-00-ET-011-RT-R2. 1v. Estudo contratado pela CODEVASF.

GUANDU (2010). *Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu*. Descreve as atividades desenvolvidas pelo comitê, bem como as legislações que o regulamenta. Disponível em: <<http://www.comiteguandu.org.br/bacia.php>>. Acesso em: 15 out.

INEA (2010). *Instituto Estadual do ambiente*. Descreve a forma de arrecadar e administrar os recursos provenientes da aplicação da cobrança na Bacia do Rio Guandu. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/mais/financeiro.asp>>. Acesso em: 15 out.

PCJ, Agência (2010). *Agência de Água PCJ*. Apresenta informações sobre as bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Disponível em: <<http://www.agenciadeaguapcj.org.br/index.htm#>>. Acesso em: 15 out.

PCJ, Comitês (2010). *Comitês PCJ*. Apresenta informações sobre as Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá e a Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba e Jaguari. Disponível em: <<http://www.comitepcj.sp.gov.br/comitespcj.htm>>. Acesso em: 15 out.

PEDROSA, V.A. (2001). *Tarifas nas empresas de saneamento*. 171p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001.

PEDROSA, V.A. *et al.* (2008). O custo da oferta de água no Sistema Bacia Leiteira. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, IX, 2008, Salvador. *Anais...* Salvador. p.4.

PINHEIRO, J.C.V. (2008). *Determinação dos custos da água bruta e de um fundo financeiro por sistemas hídricos da Região Metropolitana de Fortaleza*. Estudo contratado pela COGERH.

PROCEL (2009). *Informações sobre o setor elétrico*. A Eletrobrás apresenta o programa PROCEL e presta informações sobre o setor elétrico do Brasil. Disponível em:  
<<http://www.eletrobras.com/elb/procel/main.asp?ViewID={D81425AF-257E-44E9-8B0F-1F885CD35D6D}>>. Acesso em: 13 jul.

RIO DE JANEIRO (2003). Lei n. 4.247, de 16 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. Disponível em:  
<[http://www.inea.rj.gov.br/l\\_estadual/lei4247.asp](http://www.inea.rj.gov.br/l_estadual/lei4247.asp)>. Acesso em: 15 out.

SÃO PAULO (2005 a). Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ n° 025/05, de 21/10/2005, alterada pela Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ n° 027/05, de 30/11/05. Estabelece mecanismos e sugere os valores para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio da União nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí e dá outras providências. Disponível em:  
<<http://www.comitepcj.sp.gov.br/Paginas.php?CodPagina=423>>. Acesso em: 15 out.

SÃO PAULO (2005 b). Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ n° 048/06, de 28/09/2006, alterada pela Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ AD REFERENDUM n° 053/06, de 21/11/2006. Aprova a proposta para implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo, nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí e dá outras providências. Disponível em:  
<<http://www.comitepcj.sp.gov.br/Paginas.php?CodPagina=420>>. Acesso em: 15 out.

SEINFRA (2007). *Canal Adutor do Sertão Alagoano*. Apresentação digital em slides. Maceió.

SEMARH (2009). *Termos de referência para contratação de consultoria especializada para modelagem do sistema de gestão do Canal do Sertão Alagoano*. Maceió.