

## **ADUTORA CAIÇARA – OLHO D'ÁGUA DO PAULO**

**PAULO AFONSO - BAHIA**

**PROJETO HIDRÁULICO**

**MEMORIAL DESCRITIVO**

### **- Introdução**

O presente projeto propõe a implantação de um sistema de abastecimento de água com vistas ao atendimento humano, beneficiando a população das localidades de Campos Novos, Olho d'água do Paulo, Nambebé e Arrasta-pé, no município de Paulo Afonso, Bahia.

### **1.0 - Localização**

A *Planta 1.0* a seguir explicita a localização do sistema preconizado bem como as comunidades atendidas e demais componentes deste sistema integrado de abastecimento.

### **2.0 - Metodologia Adotada**

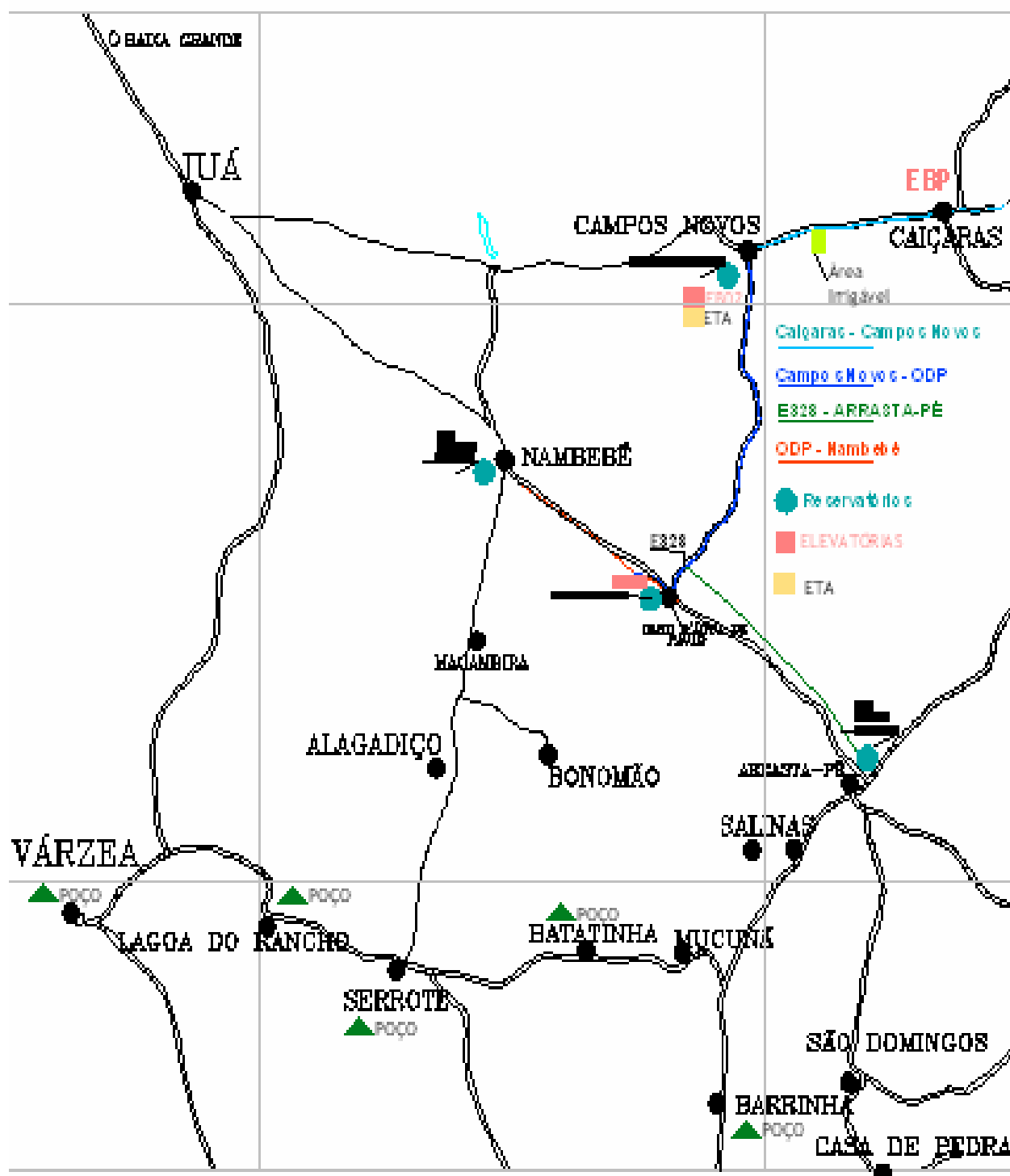
De posse das informações pertinentes ao levantamento topográfico e daquelas disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de Paulo Afonso (PMPA) no que tange a população a ser atendida, estabeleceram-se alguns parâmetros utilizados na elaboração dos cálculos da demanda futura.

Ressalta-se que a PMPA não forneceu à CODEVASF a evolução populacional das localidades, de modo a facultar os cálculos da população futura pelo método de progressão geométrica, tendo sido realizado um cadastramento das residências existentes, e, em função deste, considerou-se a população para o horizonte de projeto – 20 anos – como sendo o dobro da atual.

Os dados utilizados foram:

- Consumo hab / dia – 100 L;
- Nº Hab / residência – 05
- Horas de funcionamento do sistema – 20 hs / dia;
- Volume a ser reservado – 40 % do consumo total diário previsto.

# PLANTA 1.0 - Localização do Sistema



O *Quadro 2.1* a seguir explicita as vazões e volumes determinados e utilizados com vistas ao dimensionamento do sistema.

**Quadro 2.1 - Determinação da Vazão de Projeto**

Localidade	Nº Casas	Pop. Atendida Atual	Consumo Diário (L/hab.)	Volume Atual (m³/dia)	Volume Futuro 20 Anos (m³/dia)	Volume Reservatório (m³/dia)
<b>Caiçaras</b>	50	250	100	25	50	20
<b>Arrastapé</b>	100	500	100	50	100	40
<b>Campos Novos</b>	66	330	100	33	66	26
<b>Nambebé</b>	123	615	100	62	123	49
<b>Olho D'Água do Paulo</b>	33	165	100	17	33	13
<b>TOTAL</b>	<b>372,00</b>	<b>1.860,00</b>		<b>186,00</b>	<b>372,00</b>	<b>148,80</b>
Localidade	Volume Futuro 20 Anos (m³/dia)	Tempo de Operação (hs./dia)	Vazão por Localidade (m³/h)	K1	K2	Vazão Total (m³/h)
<b>Caiçaras</b>	50	20	2,50	1,20	1,50	4,50
<b>Arrastapé</b>	100	20	5,00	1,20	1,50	9,00
<b>Campos Novos</b>	66	20	3,30	1,20	1,50	5,94
<b>Nambebé</b>	123	20	6,15	1,20	1,50	11,07
<b>Olho D'Água do Paulo</b>	33	20	1,65	1,20	1,50	2,97
<b>TOTAL</b>	<b>372,00</b>		<b>18,60</b>			<b>33,48</b>

Definidas as vazões necessárias, calculou-se uma rede entre a EB Principal, em Caiçaras e Campos Novos, suficiente para a adução de **29,00 m<sup>3</sup>/h**.

Coube a PMPA a elaboração do levantamento topográfico dos eixos das adutoras, utilizado para o dimensionamento do sistema, cujos valores se encontram em tabelas anexas.

### **3.0 – Conceção Geral do Projeto**

Em linhas gerais, o projeto é composto de captação (EB principal e elevatórias de pressurização), ETA compacta, adução e sistema de distribuição, elementos de controle e proteção, e automação do sistema.

A captação se dará em um reservatório existente para atendimento a um projeto de irrigação pertencente à Prefeitura daquela cidade, de onde será tratada uma vazão de **34 m<sup>3</sup>/h**, não obstante a vazão da adutora ser a citada anteriormente (**29,00 m<sup>3</sup>/h**).

Isto ocorre porque a própria comunidade de Caiçaras terá acesso a água tratada, visto que, apesar de possuir rede de distribuição – inclusive um reservatório metálico elevado – esta é fornecida em seu estado bruto.

Assim, logo após a passagem pela ETA, a água tratada será armazenada em 04 reservatórios de fibra de vidro com capacidade de **25 m<sup>3</sup>** cada, e parte da vazão (**4,5 m<sup>3</sup>/h**) será imediatamente distribuída para aquela localidade, e o restante seguirá para o atendimento às demais.

Para **Campos Novos e Olho d'Água do Paulo** foram previstos reservatórios elevados metálicos, para a distribuição, bem como reservatórios apoiados de fibra de vidro que serão utilizados para o recalque visando as localidades de jusante.

Devido a sua condição topográfica, para **Arrasta-Pé e Nambebé** não foram necessários os reservatórios elevados, posto que, ao longo do seu comprimento, foram previstos apenas os de fibra, apoiados em cotas suficientes para que a água chegue por gravidade com pressão necessária ao atendimento das residências, ou seja, o volume a ser reservado ficará anteriormente a estas comunidades.

Com exceção de Caiçaras, previu-se rede de distribuição e interligação domiciliar em todas as localidades atendidas.

#### **3.1 - Elevatórias**

O projeto, em linhas gerais, prevê a captação em reservatório localizado na EBP de pressurização do já existente projeto de irrigação de Caiçaras, implantado há 10 anos pela administração municipal, visto que já existe uma estrutura na represa que abastece unidade, dispensando-se assim um trecho em recalque, além do que a infra-estrutura civil, pertinente a energia elétrica, vigilância e conservação não precisará ser erigida.

Foram previstas **04** estações elevatórias.

A **primeira** na EBP em Caiçaras, que elevará a água para o reservatório elevado ali existente, com capacidade para aduzir **4,5 m<sup>3</sup>/h**, com **AMT = 20 mca**, com bomba de apenas **1,5 CV**.

A **segunda**, na mesma localidade, aduzirá **29,00 m<sup>3</sup>/h** até a localidade de Campos Novos, necessitando de **83 mca** para o cumprimento da tarefa, através de motor de **15 CV** de potência.

Nos dois casos, a captação será afogada nos 04 reservatórios de **25,00 m<sup>3</sup>**, os quais serão interligados pelo sistema de vasos comunicantes.

Em Campos Novos, parte da vazão será destinada ao reservatório elevado (**5,94 m<sup>3</sup>/h**) enquanto o restante abastecerá um reservatório apoiado de fibra de vidro, também com **25,00 m<sup>3</sup>**, de a água será enviada para Olho d'Água do Paulo.

Trata-se esta justamente da **terceira** elevatória, situada em Campos Novos e que recalcará uma vazão de **23 m<sup>3</sup>/h**, necessitando de uma **AMT = 170 mca** e moto-bomba de **25 CV**, sendo que na **Estaca 328** deste trecho serão disponibilizados **09 m<sup>3</sup>/h** até a localidade de **Arrasta-Pé**, de forma que os **14 m<sup>3</sup>/h** restantes abasteçam os reservatórios elevado e apoiado existentes em **Olho D'Água do Paulo (ODP)**, que será atendida por uma vazão de **2,97 m<sup>3</sup>/h**.

Finalmente a **quarta** e última elevatória aduzirá **11 m<sup>3</sup>/h** até Nambebé, última localidade contemplada com o sistema, necessitando de **AMT = 50 mca** e **7,5 CV** de potência instalada.

Em **Arrasta-pé e Nambebé**, a água será armazenada em reservatórios de fibra de vidro postados em cotas superiores existentes no caminhamento da adutora, de modo que dispensará reservatórios de distribuição nas comunidades, posto que as pressões ali incidentes serão suficientes para o abastecimento direto das residências locais.

Foi previsto um tempo máximo para o funcionamento das elevatórias de **20 horas / dia** de modo a reduzir o custo dos investimentos, ao passo que, como em Nambebé e Arrasta-pé a adução se comporta também como distribuição, nestas previu-se um período de **24 horas**.

Ressalta-se que entre as 17 e 21:00 hs, entre segundas e sextas feiras, o valor das tarifas de energia elétrica torna proibitivo o acionamento dos motores.

Em Campos Novos haverá também uma pequena elevatória, com **4 CV** de potência, para o abastecimento do Reservatório Elevado II.

Foram previstas bombas comerciais, trifásicas, em 220 V, 02 para cada EB, sendo 01 de reserva.

### **3.2 – Adução e Distribuição**

No que concerne a adução, os trechos foram subdivididos do seguinte modo:

- Trecho 01 – Caiçaras – Campos Novos;
- Trecho 02 – Campos Novos – Olho d'Água do Paulo;
- Trecho 03 – Estaca 328 (trecho 02) – Arrasta-pé;

- Trecho 04 – Olho d'Água do Paulo – Nambebé;

### 3.2.1 – Trecho 01

Este trecho começa na ETA e termina em um reservatório postado a localidade de Campos Novos, mais precisamente na EB de pressurização e possui comprimento total de **4.741m**, composto de **1.720 m** de **TUBOS PVC VINILFER DEFOFO 150 mm** e **3.021 m** de **TUBOS PVC VINILFER DEFOFO 100 mm**.

Ressalta-se que o **TRECHO 01** se encerra na **ESTACA 11 do TRECHO 02**, conforme pode ser observado no perfil.

### 3.2.2 – Trecho 02

A EB de pressurização visando o atendimento à Olho d'água do Paulo situar-se-á na base do reservatório de **25 m<sup>3</sup>**, também .

Trata-se do trecho com maior altura de recalque (85 m) e comprimento (7.024,16 m), o que exigiu maiores cuidados e tubos capazes de suportar maiores pressões, tendo sido eleitos os de ferro fundido e VINILFER DEFOFO, ambos com 100 mm.

Isto posto, a rede é composta de **TUBOS FOFO 100 mm K7 (6.563,70 m)**, e **TUBOS PVC DEFOFO VINILFER 100 mm (460,47 m)**.

### 3.2.3 – Trecho 03

Este inicia na **Estaca 328** do Trecho 02, culminando no atendimento à comunidade de **Arrasta-Pé**, e a sua entrada nesta rede é controlada por uma válvula limitadora de vazão, até um reservatório de fibra de vidro de **20 m<sup>3</sup>**, postado na **Estaca 02**. A partir deste o sistema opera por gravidade, sendo que o próprio reservatório de passagem tem as funções de distribuição e de quebra-pressão. Tem comprimento total de **5.993,15 m**.

A tubulação é toda composta de **TUBOS PVC PBA JE 100 mm CL 12**.

Na **Estaca 293** foi prevista uma válvula de alívio e, na **Estaca 299** será colocada uma válvula limitadora de vazão, a qual manterá o fluxo constante, evitando-se assim o aumento indesejável da sobrepressão na rede.

### 3.2.4 – Trecho 04

A EB de pressurização situar-se-á na base de um reservatório de fibra de vidro de **25 m<sup>3</sup>** a ser colocado em **Olho d'Água do Paulo**, de onde a água será recalçada até a **Estaca 43**, vizinha a um cemitério existente, onde se acumulará em um reservatório de fibra de vidro de **20 m<sup>3</sup>** sobre base de

1,0 m de altura o qual, a exemplo do trecho anterior, este funcionará também como reservatório de distribuição para a comunidade de **Nambebé**.

A Rede é composta de **TUBOS PVC PBA JE 100 mm CL 12 (1.400 m)**, **TUBOS PVC PBA JE 100 mm CL 15 (380 m)** e **TUBOS PVC PBA JE 100 mm CL 20 (1.674 m)**.

Foram previstas válvulas de alívio na EB e na Estaca 171, bem como uma válvula limitadora de vazão na **Estaca 172**.

No que tange as redes de distribuição das localidades, há 01 reservatório elevado metálico para a distribuição em Olho D' Água do Paulo, e 02 para a distribuição em Campos Novos, posto que foi uma condição imposta pela topografia irregular. Neste caso específico, a localidade contará com 02 redes de distribuição distintas e mais uma pequena elevatória que abastecerá o denominado Reservatório Elevado 02.

Nas demais localidades – Nambebé e Arrasta-pé -, favorecidas pela topografia, os seus reservatórios de distribuição, em fibra de vidro, serão dispostos no caminhamento da adutora, nas Estacas 43 e 02, respectivamente.

Todas as redes de distribuição são compostas de tubos PVC PBA JE 50 mm DE 60 mm, exceto o Ramal 02 de Campos Novos, que possui diâmetro de 75 / 85 mm, até o denominado NÓ 01.

### **3.3 – Sistemas de Proteção**

Os principais sistemas de proteção previstos foram os seguintes:

-**Válvulas de Alívio** – Se tratam de artefatos que aliviam o sistema em caso de sobre-pressão proveniente de falta de energia brusca, má operação e dos transientes hidráulicos gerados.

São reguladas para que se abram e descarreguem o fluxo para a atmosfera, e são acionadas através de pilotos de 02 vias, posto que a sua abertura deverá ser do modo mais rápido possível, garantindo a integridade das tubulações.

- **Ventosas Combinadas** – São válvulas que expurgam o ar advindo do enchimento da rede e daquele misturado à água e que se acumula com o decorrer da operação e admitem ar quando do esvaziamento da tubulação, impedindo a formação de vácuo, a sub-pressão e, por conseguinte, o seu colapso.

- **Válvulas Limitadoras de Vazão** – Fundamentais para sistemas compostos de mais de 01 ramal, pois limita a vazão incidente em cada trecho, evitando o uso indevido e prejudicando aqueles que insistem, em sistemas públicos, na prática das ligações clandestinas. Operam através do diferencial de pressão causado pela presença de um orifício, previamente calculado em função da vazão e conectados a um piloto de 03 vias, especialmente projetado para tal fim. Garantem o equilíbrio hidráulico do projeto.

- **Estruturas de Proteção de Equipamentos** – Foram previstas caixas de concreto pré-moldadas com tampa para a proteção contra o vandalismo e ligações irregulares através das ventosas e descargas, bem como visando a proteção das válvulas dispostas no sistema.

- **Caixas de Quebra-pressão** – Dispostas no Trecho 04, servem para reduzir as pressões incidentes no sistema e, por conseguinte, diminuir os custos dos investimentos.

### 3.4 – Estação de Tratamento de Água

Em face da elevada turbidez à qual está sujeita a água a ser tratada nos períodos de chuvas intensas (acima de 300 NTU, com picos de mais de 600 NTU, ao longo de vários meses), recomenda-se a aplicação do método de *tratamento clássico* de clarificação (coagulação → floculação → decantação → filtração → desinfecção).

O método clássico de clarificação de águas superficiais é o único método de tratamento totalmente parametrizado pelas normas técnicas brasileiras (NBR-12216) e se constitui, de longe e de fato, na técnica mais segura e eficaz para obtenção de água potável a partir de mananciais sujeitos a teores muito elevados de sólidos suspensos, entre os quais tipicamente se integra a água do rio São Francisco e muitos dos seus principais afluentes (rio das Velhas, rio Carinhanha, rio Urucuia, rio Verde Grande, entre outros). Não obstante, há outros importantes afluentes (Rio Corrente, Rio Grande etc.), cujas águas se mantêm em níveis moderados de turbidez e cor verdadeira (150 NTU e 150 uC, respectivamente, como valores de pico em 10% ou menos do tempo), mesmo em períodos de chuvas severas, e por conta disso, são passíveis de tratamento por meio de uma técnica mais simples e econômica. Para estes casos poderá ser aplicada com grandes vantagens a técnica de clarificação por coagulação química seguida de filtração direta ascendente (filtros russos), via de regra com taxas de filtração limitadas a um máximo de  $120 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ , conforme prevê a própria NBR-12216.

A ETA pré-fabricada ora especificada está integralmente dimensionada e construída de acordo com os ditames de projeto da NBR-12216, constituindo-se das seguintes principais unidades e parâmetros:

- Coagulação química com coagulante metálico (sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro), dosado proporcionalmente à água bruta por meio de bomba dosadora eletrônica;
- Adição de substância alcalinizante (cal hidratada, carbonato de sódio ou outra), se necessária for, dosada proporcionalmente à água bruta por meio de bomba dosadora eletrônica;
- Mistura rápida através de calha Parshall, com gradiente de velocidade, no ponto de aplicação, de  $700 \text{ a } 1100 \text{ s}^{-1}$ ;
- Floculação hidráulica do tipo bandejas superpostas (bandejas com orifícios calibrados), com gradientes de velocidade decrescentes, no sentido do fluxo, compreendidos entre  $70 \text{ a } 10 \text{ s}^{-1}$ , e tempo de detenção hidráulica total entre 20 e 30 minutos;



- Decantação de alta taxa, com o uso de placas planas paralelas inclinadas a 60°, calculada para retenção de flocos com velocidade crítica de sedimentação maior ou igual a 1,74 cm/min; filtração rápida em leito misto (antracito e areia) pela técnica de taxa declinante variável, com filtros autolaváveis, com um mínimo de quatro filtros paralelos utilizando taxa de filtração média de, no máximo,  $360 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ ;
- Neutralização do pH da água filtrada, se necessária for, através da adição de substância alcalinizante (cal hidratada, carbonato de sódio ou outra), dosada proporcionalmente à água bruta por meio de bomba dosadora eletrônica; e, desinfecção da água filtrada através da adição de cloro ou um de um dos seus derivados (hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio, tricloro ou outro), dosado proporcionalmente à água bruta por meio de bomba dosadora eletrônica.

O lodo resultante do tratamento será encaminhado ao aterro sanitário do município.

Deve-se ressaltar, porém que a operação da ETA, no que tange o doseamento dos elementos e demais procedimentos, *deverá ficar a cargo do poder público municipal*.

### **3.5 – Automação do Sistema**

Decidiu-se por um sistema de automação simplificada, utilizada com sucesso em várias localidades e que consiste em um timer que ligará o motor em um intervalo pré-determinado – a cada “x” horas – o qual está diretamente associado a um pressostato, devidamente regulado. Assim, na medida em que os reservatórios forem sendo completados, as bóias metálicas se elevarão e fecharão a passagem, aumentando a pressão do sistema devido a redução da vazão demandada.

Quando todos os reservatórios estiverem cheios, ou seja, quando a pressão se elevar para atingir o “shut off” da bomba, o pressostato a indicará e enviará um comando ao quadro elétrico para que a bomba seja desligada. Após o tempo pré-determinado, o motor será de novo acionado pelo timer e, caso continue sem haver consumo, o pressostato mais uma vez enviará o sinal de desligamento para quadro de comando. Do contrário, o motor continuará funcionando até que todos os reservatórios estejam repletos novamente.

A maior vantagem deste sistema é o seu baixo custo e a dispensa de mão-de-obra para a sua operação, gerando uma economia significativa.

### **4.0 – Memorial de Cálculo**

Encontram-se anexos os quadros referentes ao memorial de cálculo e os dados da topografia que serviram de base para o dimensionamento hidráulico.

## **5.0 – Orçamento**

Também anexas estão as planilhas de orçamento separadas por obras civis e equipamentos hidromecânicos.

Foram previstas as escavações, reaterro, compactação, montagem, construções civis diversas, inclusive das bases para a instalação dos reservatórios elevados. Os valores praticados são referentes a **Setembro/2009**.

No orçamento encontram-se os custos diretos e indiretos com BDI proposto, estes referentes aos valores encontrados pela CODEVASF de modo a compor a planilha de preços total, sendo que os mesmos sofrerão variação em função da proposta da empresa vencedora. Todos os custos diretos e indiretos estão detalhados na Planilha Orçamentária.

## **ANEXOS**

- **TERMO DE REFERÊNCIA (06 Páginas)**
- **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – EQUIPAMENTOS (07 Páginas)**
- **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – SERVIÇOS (16 Páginas)**
- **ART**
- **ORÇAMENTOS DETALHADOS**
- ETA - (02 Páginas)
- TRECHO EB – C. NOVOS - (04 Páginas)
- TRECHO C. NOVOS – Olho Dágua - (04 Páginas)
- TRECHO E328 ODP – Arrastapé - (02 Páginas)
- TRECHO Olho D´Água do Paulo – Nambebé - (03 Páginas)
- DISTRIBUIÇÃO CAMPOS NOVOS
- DISTRIBUIÇÃO OLHO D PAULO
- DISTRIBUIÇÃO ARRASTA-PÉ
- DISTRIBUIÇÃO NAMBEBÉ
- CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO
- **MEMORIAL DE CÁLCULO**
- Planilha “Memorial Inicial EB – C. NOVOS - (03 Páginas)
- Planilha “Memorial C. NOVOS – Olho Dágua” - (05 Páginas)
- Planilha “Memorial E328 ODP – Arrastapé” - (05 Páginas)
- Planilha “Olho Dagua do Paulo - Nambebé” - (03 Páginas)
- **DESENHOS**
- Ligação de Pressão – Caiçaras
- Sucção – Caiçaras
- Ligação de Pressão – Campos Novos
- Sucção – Campos Novos
- Ligação de Pressão – Nambebé

- Sucção – Nambebé
- Subida Reservatório Apoiado Arrasta-Pé
- Subida Reservatório Apoiado Nambebé
- Válvulas FL / PR Arrasta-pé e Nambebé
- Entroncamento Arrasta-Pé (E 28)
- Descargas
- Ventosas
- ETA COMPACTA – DESENHOS ILUSTRATIVOS (02 páginas)

#### **-PLANTAS**

- Planta Adutora Caiçaras – Campos Novos
- Planta C. Novos – Olho Dágua do Paulo
- Planta E328 ODP – NAMBEBÉ
- Planta Olho Dágua do P. Arrasta-pé
- Planta Geral