

2-3 Desenho Básico

2-3-1 Directrizes Básicas

O presente Projecto constitui-se do fornecimento de equipamentos necessários à construção de infra-estruturas de abastecimento de água inclusive poços profundos, da construção de tais infra-estruturas e do fornecimento de camiões-cisterna. A seguir, estão descritas as directrizes de planeamento relativas à construção e ao fornecimento.

(1) Linhas Gerais de Planeamento

Entre as áreas de reassentamento, quanto àquelas nas quais se desenvolverão os recursos hídricos subterrâneos, o Japão irá providenciar a sonda-perfuratriz e os equipamentos afins, e executar as obras de construção dos poços profundos. Quanto às áreas onde estes recursos hídricos subterrâneos não podem ser obtidos, serão providenciados camiões-cisterna. Ao mesmo tempo, serão utilizadas as instalações de abastecimento de água já construídas pela parte angolana, e efectuadas construções referentes às instalações faltantes. Para o abastecimento de escolas e afins, serão, da mesma forma, fornecidos camiões-cisternas.

A parte Angolana tem a incumbência de preparar as instalações de abastecimento de água (girafa).

As linhas gerais do Projecto e a população beneficiária estão sumarizadas na Tabela 2.3.1.

Tabela 2.3.1 Linhas Gerais do Projecto

	Nome da Área	Linhas Gerais	Pop. Benef.
Áreas de Reassentamento	Benfica II	Captação ao reservatório com o uso de gerador e bomba submersível e distribuição por gravidade para chafariz público.	1.000
	Bitá Tanque	Captação e adução até os reservatórios com o uso de electricidade comercial e bombas submersíveis e distribuição por gravidade para chafarizes públicos.	3.500
	KM 45		2.000
	Funda(Chendovava)	Camiões-cisterna (cap. 15m ³) e reservatórios (cap. 15m ³)	11.000
	Km 30	Camiões-cisterna (cap. 9m ³) e reservatórios (cap. 9m ³)	3.500
	Boa Fé	Camiões-cisterna (cap. 9m ³)	4.000
Escolas		Abastecimento por meio de camiões-cisterna fornecidos às escolas dos 13 bairros.	32.170
Total			57.170

(2) Processo de Implementação do Projecto

O presente Projecto será planeado tendo em vista um período de implementação o mais curto possível, devido à urgente necessidade das instalações de abastecimento de água para consumo. O período de implementação, seguindo à estrutura da Cooperação Financeira Não-Reembolsável do Japão, será dividido em duas fases, quais sejam: Fase 1, onde serão fornecidos camiões-cisternas, que constituem a maior prioridade; e Fase 2, que se comporá do fornecimento dos equipamentos e materiais principais, ou seja, providência da sonda-perfuratriz e dos equipamentos afins que exigem longo tempo para serem fabricados. Na Fase 2, onde serão feitas as construções dos poços profundos e dos reservatórios, assim como o fornecimento dos camiões-cisternas restantes e dos equipamentos relacionados com a perfuração restantes. Desta forma, o projecto será executado através de 2 fases sobrepostas.

(3) Condições de Planeamento

1) Directrizes Relativas a Natureza e Sociedade

As estradas principais da Província de Luanda são asfaltadas e não representam problemas; no entanto, o acesso às Áreas de Reassentamento faz-se por vias de má trafegabilidade, não-asfaltadas de terra batida, sem contar que há também taludes com significativos gradientes. Portanto, o planeamento das especificações dos veículos deve ser feita considerando-se as condições de acesso durante o período das chuvas.

2) Directrizes Relativas às Obras de Construção

Em Angola, é possível contractar empreiteiras de acordo com a tipologia e classificação de profissões, sendo que no âmbito da legislação trabalhista é adoptado o sistema de semana de cinco dias. Contudo, no sector em questão, é comum as obras continuarem também nos finais de semana e, no caso, pagam-se adicionais aos trabalhadores. Estabelecer-se-á, portanto, 25 dias de trabalho mensal para o presente Projecto, visando o encurtamento do período de implementação.

3) Directrizes sobre o Emprego dos Equipamentos e Materiais Locais

Far-se-á uso preferencial dos equipamentos e materiais adquiríveis in situ. Assim, elementos tais como: cimento, cascalho, tijolos, armações de ferro, combustível,

equipamentos correlatos a bombas e materiais de tubulação, os quais não apresentam problemas nem de qualidade nem de tempo de entrega, serão todos adquiridos em Angola.

4) Directrizes sobre a Capacitação do Órgão Executivo no Âmbito da Operação e Manutenção

Os equipamentos de perfuração a serem fornecidos estão destinados a ser mantidos pelo NAS, entidade subordinada ao DAAS, após a conclusão das obras, e utilizados nos empreendimentos ulteriores de exploração de recursos hídricos subterrâneos.

A experiência e a capacidade administrativa do NAS são suficientemente reconhecíveis pelo que será discorrido no Item 2-4. Porém, para que os profissionais do NAS venham a dominar as manobras e as técnicas apropriadas de manutenção das sondas perfuratrizes de tecnologia inovada e estes equipamentos venham a ter a maior vida útil possível, decidiu-se que seus funcionários, quando da implementação do presente Projecto, participarão das obras, visando o aprimoramento de sua capacidade e conhecimentos técnicos.

As perfuratrizes a serem fornecidas através do presente Projecto estão previstas a ser utilizadas em projectos futuros de exploração de recursos hídricos subterrâneos, dentro da abrangência do Plano Nacional de Abastecimento de Água, subsidiados pelo UNICEF ou outros doadores. Nesta medida, não existem problemas de ordem orçamentária no que tange às peças sobressalentes, pois o NAS poderá solicitá-las ao UNICEF, ou ao outro organismo, quando da formulação de novos projectos.

Os camiões-cisterna, após entrega à DNA do Ministério da Energia e Águas, ficará sob custódia da ELISAL para serem empregados nos serviços de abastecimento. Para tanto, levando-se em consideração as questões de Operação e Manutenção, a selecção das viaturas terão como premissa a facilidade de aquisição de peças sobressalentes, de modo que a empresa que fornecerá os veículos devem ter sua representação em Angola.

5) Directrizes sobre o Escopo das Instalações, Equipamentos e Materiais

O abastecimento será feito através de dois tipos de sistemas: o de captação de poços profundos com uso da electricidade comercial ou gerador e o de serviço por camiões-cisterna, o que implica, conseqüentemente, em diferentes instalações.

As instalações de poços profundos captarão a água por meio de bombas submersíveis movidas à electricidade comercial e abastecerão a população através de chafarizes públicos. Os reservatórios actualmente existentes são do tipo semi-enterrado, de onde a população colhe a água directamente mergulhando os baldes, mas, visto que este sistema apresenta problemas de ordem sanitária, adoptar-se-ão reservatórios vedáveis de superfície, no presente Projecto.

Quanto ao fornecimento de energia para as bombas submersíveis até as áreas de reassentamento, excepto Benfica II, a parte Angolana incumbir-se-á de preparar a rede de energia, sendo esta a condição para o deferimento do auxílio do Japão, no que tange ao abastecimento por poços profundos.

Tabela-2.3.2 Composição das Instalações de Abastecimento

Área	Sistema Abastecim.	Composição de Equipamentos			
		Fonte d'Água	Método Abastecim.	Instalações Auxiliares	Inst. de Serviço
Áreas de Reassentamento	Captação com bombas submersíveis movidas a electricidade comercial ou gerador.	Furo	Painéis de controlo, bombas submersíveis	Tubagem, reservatórios, válvulas, fluxómetros etc.	Chafarizes públicos
					Reservatórios
Escolas	Camiões-cisterna	Pontos de abast. preparados por Angola (Girafas)	Camiões-cisterna	Preparadas pela parte Angolana	

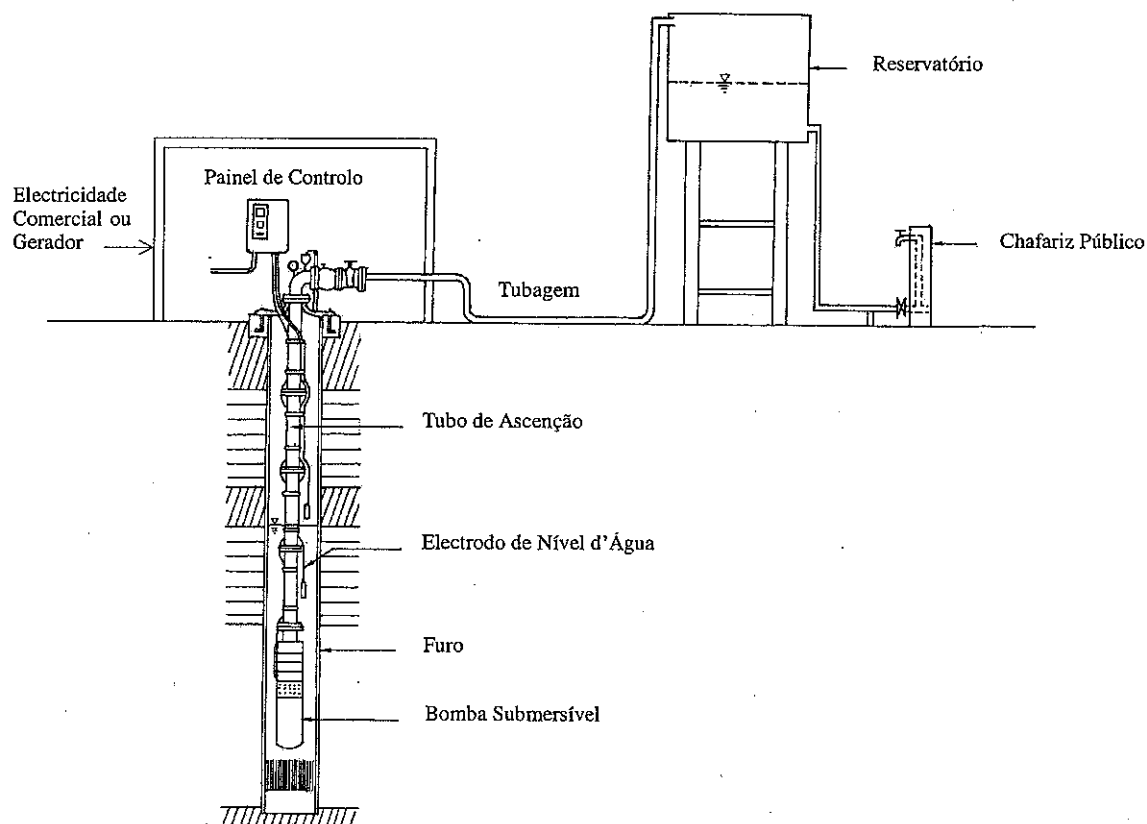


Figura 2.3.1 Instalações de Abastecimento por Furo com uso da Electricidade Comercial ou Gerador

As perfuratrizes, que são vitais para as obras de construção de poços profundos, serão seleccionados dentre aquelas com especificações compatíveis às condições geológicas, não só da área de abrangência do presente Projecto, mas também dos projectos ulteriores que venham a ser executados pelo NAS.

Ademais, todos os equipamentos e materiais necessários à execução do Projecto, mas que não constem do rol de fornecimento, serão a rigor trazidos pela própria empreiteira.

6) Normas e Padrões a Adoptar

No que tange às normas de construção das infra-estruturas, serão obedecidas às japonesas, enquanto que os padrões dos equipamentos serão, ou a JIS Japonesa, ou DIN, SABS ou BS que são utilizados em Angola.

2-3-2 Desenho Básico do Projecto

(1) Considerações sobre as Instalações de Abastecimento por Furo

1) Condições a Considerar

[Cálculo Hidráulico]

Os cálculos hidráulicos serão efectuados por meio de fórmulas e equações em uso no Japão.

Altura Manométrica Total (HMT)

$$\text{Alt.Manom.Total (HMT) (m)} = \text{Alt.Manométrica Real (Hg) (m)} + \text{Perda Total de Carga (J) (m)} \dots (1)$$

Onde: H_g : Altura da superfície do poço até a boca (m)

J : Perda de carga por atrito nas tubulações ($I \times L$) (m) + outras perdas de carga (m)

L : Extensão da tubulação (m)

I : Gradiente hidráulico (h/m)

“Outras perdas de carga” são aquelas devidas às curvas da tubulação e das válvulas e, supondo-se estas como sendo de 10% da “perda de carga por atrito nas tubulações”, temos:

$$HMT(m) = H_g(m) + (I \times L) \times 1.10 (m) \dots\dots\dots(1')$$

Altura Manométrica Real (Hg)

$$H_g = \text{Diferença relativa da cota do furo ao reservatório (h1) + Profundidade de captação de projecto no interior do furo (h2) + altura da saída d'água do reservatório} \dots\dots\dots(2)$$

Perda de Carga por Atrito (I)

Para o gradiente hidráulico, para obtenção da perda de carga por atrito, utilizar-se-á a fórmula de Hazen-Williams.

$$I = 10.666 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \dots\dots\dots(3)$$

Onde: C : coeficiente de velocidade, D : diâmetro interno do tubo (m), Q : vazão (m³/s)

Para o C , levar-se-á em consideração o desgaste por tempo de uso e adotar-se-á $C = 110$.

Vazão (Q)

À fórmula abaixo:

$$Q(m^3 / s) = \text{volumetotal}(m^3) \times 1.25 \div 3600 \div \text{tempodebombeamento}(h) \dots\dots\dots(4),$$

onde a perda por vazamento é de 20%, multiplica-se 1,25.

Tempo de Bombeamento (h)

Estabelecer-se-á, a rigor, um regime de 8 horas de funcionamento diário para as instalações de abastecimento.

2) Considerações Quantitativas de Furos, Reservatórios e Torneiras

O número de chafarizes será um (1) por Área de reassentamento, mas com válvulas de derivação para permitir a expansão futura. O número de torneiras, *a priori*, será calculado com base na razão de aproximadamente 400 pessoas por torneira e será instalado o número suficiente, levando-se em consideração a possibilidade de ampliação no futuro. Quanto ao tempo de funcionamento de cada torneira, estipulou-se um máximo diário de 6 horas (de manhã, de tarde e de noite, 2 horas por período), com considerações ao tempo de espera dos usuários, e a água será fornecida na vazão de aproximadamente 16 litros/minuto.

Os resultados dos cálculos estão resumidos nas tabelas a seguir..

Tabela-2.3.3 Considerações Quantitativas de Furos, Reservatórios e Torneiras

Poços Profundos								
Áreas de Reassentamento	População	Unidade Padrão a Abastecer (L/hab.×dia)	Volume de Demanda (m ³ /dia)	Volume de Captação (m ³ /dia)	Volume Captável (m ³ /h)	Tempo de Captação p/dia (hs)	No. de Furos	
							Contabilizado	Arredondado
Benfica II	1.000	15	15,0	18,75	4.5	6	0,694	1
Éta Tanque	3.500	15	52,5	65,625	2.5	8	3,281	4
Km45	2.000	15	30,0	37,5	2.5	8	1,875	2
Total	6.500							7
Reservatórios, Chafarizes públicos								
Áreas de Reassentamento	População	No. de Torneiras		Cap. de Reservatórios (m ³)				
		Contabilizado	Arredondado	Contabilizado	Arredondado	Número		
Benfica II	1.000	2,5	3	18,75	19	1 un.		
Éta Tanque	3.500	8,75	9	65,625	66	1 un.		
Km45	2.000	5	5	37,5	38	1 un.		
Total	6.500		17		123	3 un.		

3) Pressão Hidráulica Final

Quanto à pressão hidráulica das torneiras, será garantido 0,1 kg/cm², como pressão hidráulica final dentro dos limites do perímetro ampliado estimado para o futuro. Para tanto, o reservatório será elevado nos casos em que for necessário.

4) Material do Reservatório

Os reservatórios das instalações de abastecimento por água subterrânea podem ser de concreto, de plástico reforçado de fibra de vidro (FRP) ou de chapas de aço. A Tabela 2.3.4 mostra as vantagens e as desvantagens de cada um.

Tabela 2.3.4 Comparativo de Materiais e Métodos de Construção dos Reservatórios (15 t)

Item	Materiais de Reservatórios		
	Concreto	Paineis de FRP (montável)	Paineis Chapa de Aço (montável)
Qualidade (resistência p/ex.)	Se a supervisão de obras não for rigorosa, pode apresentar imperfeições tais como formação de favo de mel, rachas e más junções	Alta credibilidade quanto a resistência e qualidade.	Susceptível a enferrujamento (Vida útil de 5 a 10 anos mesmo com aplicação de medidas anti-corrosivas)
Gestão e Operação/ Manutenção	Em casos de vazamento, é necessário o conserto do corpo de reservatório.	De fácil gestão e Operação/ Manutenção	Serão necessárias pintura periódica e soldagem da parte enferrujada como medidas anti-corrosiva.
Adquiribilidade dos Materiais	Adquirível em Angola	Aquisição de paineis de FRP do Japão ou de um terceiro país.	Aquisição de paineis de chapa de aço de um terceiro país.
Período de Obras	Cerca de 90 dias por sítio	Cerca de 13 dias por sítio: Cerca de 10 dias p/ fundação e 2 a 3 dias para montagem	Similar ao FRP
Custo (inclusa fundação)	¥ 1.600 mil	¥ 3.400 mil	¥ 2.500 mil
Avaliação geral	Custo baixo, mas período de obras longo. Necessária supervisão rigorosa por um técnico japonês para garantir uma qualidade estável.	Leva 2 meses p/ aquisição de materiais, mas o período de obras é curto. O custo é alto, mas é mais durável do que o de concreto.	Período de obras igualável ao de FRP. Julga-se difícil a realização de obra anti-corrosiva periódica. Por consequência, a vida útil será curta.
	○	○	△

A ordem de implementação das obras deve levar em consideração o plano de perfuração dos poços e, portanto, assim será programada: as obras deverão ser iniciadas pelas áreas de Bitá Tanque e Km 45, que provavelmente apresentarão maiores dificuldades na obtenção da água subterrânea, deixando por último a área de Benfica II, que tem a maior probabilidade de sucesso. A construção das infra-estruturas de abastecimento para Bitá Tanque e Km 45, inclusos os reservatórios, só serão iniciados depois de se conhecer o volume de captação; contudo, o prazo de implementação será longo o suficiente mesmo em Bitá Tanque, com o maior volume de demanda e necessidade de 4 m de aterro, porque esta entrará em obras primeiro e, quanto à área de Km 45, também não apresenta suspeitas quanto à conclusão dentro do prazo. Por este motivo, acredita-se que não haverá problemas mesmo que se opte como material de construção o concreto armado, cujo tempo de implementação é o mais longo. Outrossim, quanto a Benfica II, que será implementado por último, poderá transpor as questões de período de implementação, através da execução em paralelo das obras de perfuração e de construção das infra-estruturas. Pelos motivos discutidos acima, adoptar-se-á o concreto armado como material de construção dos reservatórios. Note-se, porém, que será necessário um contingente de mão-de-obra com suficiente aprimoramento técnico, para os trabalhos de supervisão destas obras.

5) Tubagem de Distribuição

a) Tipos e Aplicações dos Tubos

As áreas-alvo de obra do Projecto, exceptuada uma parte baixa, localizam-se em sua maioria na área do planalto, sendo que, em ambos os casos, a superfície do solo é recoberta pela areia ou pelo solo argiloso. Portanto, não apresentam problemas quanto ao assentamento da tubulação.

Em Angola, tem sido usados tubos de aço galvanizado, de PEAD e de PVC. A Tabela 2.3.5 mostra um comparativo dos pontos fortes e fracos de cada um destes três materiais, com relação às condições locais.

Tabela 2.3.5 Comparativo dos Tubos de Aço Galvanizado, de PEAD e de PVC

Item		Tubo Aço Galvanizado (XGP)	Tubos de PVC	Tubos de PEAD
Aquisição	Preço(1-1/2")	610~750 ienes/m △	300~400 ienes/m ○	200~300 ienes/m ◎
	Período de entrega	Adquirível no mercado local ○	Adquirível no mercado local ○	Adquirível no mercado local ○
Transportabilidade		Cada tubo com 6m de comprimento, é carregável em um camião de pequeno porte. Porém, devido a seu peso, é difícil o transporte de grandes quantidades. △	Cada tubo com 6m de comprimento, é carregável em um camião de pequeno porte. ○	Tubos de cerca de 30 m podem ser transportados em camiões pequenos, em maços com cerca de 2 m de diâmetro. Porém, quando o diâmetro é grande, o manuseio torna-se difícil. ○
Aplicabilidade	Limitações quanto ao local de aplicação	Sem problemas para canalização à superfície do solo ○	Inaplicável à superfície do solo, por falta de resistência ao calor ×	Inaplicável à superfície do solo, por falta de resistência ao calor ×
	Flexibilidade do material	Necessárias curvas ×	Necessárias curvas ×	Desnecessárias as curvas em casos de torção leve. ○
	Facilidade de aplicação	Junção com uso de luvas e curvas ○	Junção com uso de luvas e curvas ○	Dependendo do volume a transportar, luvas são desnecessárias para até cerca de 100 m de canalização. ◎
Problemas nos pontos de junção, dependendo da qualidade de aplicação		Frequente vazamento por tensão mal distribuída nos pontos de junção. △	Com a torção forçada, a tensão se concentra nos pontos de junção e pode causar rompimento e vazamento. Tensão mal distribuída tende a concentrar-se nas luvas e pode causar rompimento/vazamento frequente. △	Por ter alta flexibilidade, a tensão não se concentra nas juntas. Portanto, quase não ocorre vazamentos nos pontos de junção. ◎
Obsolescência dos materiais de tubulação		Corrosível por ácido e sal; Resistente ao calor e ao congelamento △	Resistente a ácido e sal Frágil ao calor e ao congelamento △	Resistente a ácido e sal Frágil ao calor e ao congelamento △
Facilidade de manutenção pela comunidade		É difícil quebrar. É fácil consertar. ○	Quebra-se com facilidade com o sobrepeso. É fácil consertar. △	Quebra-se com facilidade com o sobrepeso. É fácil consertar. △
Avaliação geral e aplicação		É o mais caro e é inconveniente p/ transporte devido ao pesado. Porém, devido a sua rigidez e resistência ao calor, é utilizável na câmara de ascensão tubagem à superfície. ○	Utilizava-se com frequência, mas, devido a muitas ocorrências de vazamento, a tendência é substituir p/ PEAD. Não há razão p/ utilização preferencial no presente Projecto. △	A adopção deste material está em crescimento devido à facilidade de aplicação e pouca ocorrência de vazamento. É o mais apropriado p/ assentamento no subsolo. ○

Baseado no exposto acima, serão adotados, como padrões, os tubos de aço galvanizado, para os segmentos expostos à superfície do solo e da coluna dos poços, e os de PVC, para os segmentos que serão assentados sob o solo.

b) Resistência a Tracção (Espessura da Parede)

Os tubos de aço galvanizado, comercializados em Angola, têm a resistência a tracção de $1,57 \text{ N/mm}^2$, sendo, conseqüentemente, aplicável em toda a extensão de Bita Tanque, excepto para o tubo de ascensão na coluna do furo. Para o tubo de ascensão do furo em Bita Tanque, será fornecido material de tubagem com toleância a maiores pressões.

Em Angola são vendidos tubos de PEAD com resistências a tracção de 0,59, 0,98 e $1,57 \text{ N/mm}^2$ (PN6, 10 e 16, respectivamente) e, levando-se em consideração a resistência á carga, adoptar-se-ão tubos com resistência de $0,98 \text{ N/mm}^2$ (PN10). Válvulas, registos e outros acessórios também deverão obedecer a este padrão.

c) Equipamentos e Materiais Auxiliares

① Válvulas, Registos, Fluxômetros e Outros

Fluxômetro

Para que se faça o reconhecimento dos volumes de água que serão distribuídos dos reservatórios às comunidades, será necessário a mesma quantidade de fluxômetro que a do poço profundo. O equipamento deve ser instalado num ponto da tubulação de distribuição que não exija alta resistência a tracção e, portanto, será colocado no segmento de descida do reservatório à superfície, juntamente com o registo de correção.

Manômetro

Cada furo terá o seu manômetro acoplado à suas instalações.

Registo de Correção

Serão instalados: 1 junto ao furo, 1 à saída do reservatório, 1 a cada bifurcação e 1 ao ponto final.

Válvula de Retenção

Será instalado uma unidade junto ao furo.

Válvula de Aspersão

Serão instalados nos pontos de bifurcação.

Outros

Devem ser instaladas válvulas de ar e de descarga à medida da necessidade, na tubagem de distribuição.

② Luvas e Conexões

Curvas e conexões em T, além de luvas e afins, serão fornecidas de acordo com a necessidade.

d) Quantidades

As quantidades são mostradas em separado na Tabela 2.3.6, após a compilação dos resultados do cálculo da rede de tubulação.

Tabela 2.3.6 Quantidade de Tubos, Equipamentos e Materiais Auxiliares

Item	Padrão	Diâm.Int.	Total	Nome de Tubo
Tubo de Aço Galvanizado	Resist. Press. 1,57N/mm ²	1-1/2"~4"	80 m	GP
	Resist. Press. 2,10N/mm ²	2"	1.000 m	GP
		Subtotal	1.080 m	
Tubo de PEAD	Resist. Press. 0,98N/mm ²	90mm	100 m	110/10 HDPE
	"	73,6mm	90 m	90/10 HDPE
	"	61,2mm	1.280 m	75/10 HDPE
	"	51,4mm	4.360 m	63/10 HDPE
	"	40,8mm	5.070 m	50/10 HDPE
	Subtotal	10.900m		
Fluxômetro			7 un.	
Válvula de Retenção	Total	2"	7 un.	
Registo de Gaveta	Total	2"	7 un.	
Válvula de Drenagem (na tubagem)	Total	2"	7 un.	
Registo de Corrediça (na bifurcação)	Diâmetro total necessário		17 un.	
Registo de Corrediça (à entrada de reservatórios aos camiões)	Total	1-1/2"	10 un.	
Registo de Corrediça(à saída de reservatórios)	Diâmetro total necessário		13 un.	
Válvula de Drenagem do Lodo	Diâmetro total necessário		12 un.	
Válvula de Ar	Diâmetro total necessário		8 un.	
Válvula de Drenagem (nos reservatórios)			13 un.	

6) Bombas Submersíveis

As bombas de captação devem ter como fonte de alimentação a energia eléctrica commercial

ou o gerador. A tensão eléctrica deve ser trifásica de 380 V ou 220 V. A potência necessária do motor será calculada através da equação abaixo:

Potência das Bombas Submersíveis (Pm)

As potências necessárias das bombas submersíveis serão calculadas por meio da seguinte equação, inserindo nela os valores de volume captável e de altura manométrica total de cada furo, estipulando-se o bombeamento do volume estabelecido em oito horas diárias de operação.

$$p_m = \frac{p_w}{\eta} (1 + \alpha) = \frac{0.163 rQH}{\eta} (1 + \alpha) \dots\dots\dots(5)$$

Onde: P_m : potência do motor (kW); P_w : potência teórica (kW); r : densidade do fluido (água =1.0)
 Q : vazão; H : altura manométrica total; η : eficiência da bomba; α : margem de segurança

A eficiência da bomba é obtida através da tabela abaixo à esquerda (JIS B 8324) e a margem de segurança da bomba através da tabela abaixo à direita, do Padrão API.

Volume de Vazão M ³ /min	Eficiência da Bomba (Eficiência A) η	Capacidade do Motor	Margem de Segurança α
0,01 – 0,02	0,30	Menos de 19kw	0,25
0,02 – 0,03	0,35	22~55kw	0,15
0,03 – 0,04	0,40	Mais de 55kw	0,10
0,04 – 0,05	0,42		

Os resultados das considerações estão resumidos na Tabela 2.3.7 a seguir.

Tabela 2.3.7 Especificação de Bombas Submersíveis

Localidade	Nº Ref.	Vazão Demandada (m3/min)	HMT (m)	Potência (kw)	
				Calculada	Adoptada
Benfica II	W-1	0,075	130	4,73	5,58
Bita Tanque	W-2	0,042	190	3,87	5,5
	W-3	0,042	190	3,87	
	W-4	0,042	180	3,67	
	W-5	0,042	200	4,08	
Km 45	W-6	0,042	175	3,46	4,0
	W-7	0,042	150	3,07	

7) Painel de Controlo

O painel de controlo deverá ser munido de disjuntor anti-vazamento. Além disso, o sistema descrito no item 8, a seguir, deverá estar acoplado na face interior ou exterior deste, para que seja

igualmente controlado.

8) Instalações de Recepção de Energia Eléctrica e Gerador

As fontes de energia de bombas submersíveis serão fontes comerciais para as duas áreas (Bita Tanque e Km 45), pois a rede de transmissão eléctrica da ENE passa próxima à área de reassentamento. No caso da área de Benfica II, onde o poço profundo se localiza distante da rede de transmissão eléctrica, a energia será produzida através de gerador. No caso de fonte comercial, as obras de fiação até a área de assentamento ficarão por conta da parte Angolana.

a) Instalações de recepção de energia eléctrica

① Tensão eléctrica

Bita Tanque: 30KV

Km 45: 30KV

② Modo de recepção de energia eléctrica

A transmissão eléctrica será feita à alta tensão até os outros locais de poços profundos, levantando-se postes com fiação de entrada de energia eléctrica nas proximidades do poço profundo dentro de cada área de reassentamento (Veja desenho dos documentos). Será fornecida energia eléctrica em quantidade necessária através das instalações de transformação (transformadores, etc.) em cada poço profundo.

③ Instalações e quantidades necessárias para a recepção de energia

	Bita Tanque	Km 45	Total
. Poste (de concreto, altura 14 m)	15	5	20
. Transformador (30KV/0,4KV, 25KVA)	4	2	6
. Dispositivo de liga/desliga (Alta tensão-24KV, 630A-25MVA)	4	2	6
. Dispositivo de liga/desliga (Baixa tensão-380V, 400A x3P)	4	2	6
. Cabo (Alta tensão 50mm ²)	9.090	3.030	12.120m
. Cabo (Baixa tensão 3F+N(16mm ² +8mm ²))	80	40	120m

b) Gerador

A especificação do gerador para o poço profundo da área de Benfica II, de acordo com a

análise da norma de projecto de construção e instalações do Ministério das Construções, é mostrada abaixo. Como o PFL (Fator de Potência Total de Carga) é 0,8, tem-se:

$$10,82\text{kW} \div 0,8 = 13,5\text{KVA}.$$

Ou seja, a capacidade do gerador deve ser de 15KVA.

Tabela 2.3.8 Resultado da Análise da Especificação do Gerador

Bomba submersível	Potência do motor	Unidade	Kw	5,5
	Eficiência de carga	η		0,74
	Fator de potência de carga	Pf		0,83
	Taxa de carga do motor eléctrico	K		0,9
Regime regular	Potência do gerador	Pg 1	KVA	3,854
	Fator de potência total de carga	Pft		0,9
	Eficiência do gerador	ηg		0,7
	Potência do motor	Pe 1	Kw	4,955
No accionamento	Coefficiente de accionamento	B		7,2
	Coefficiente do modo de accionamento	C		1,0
	Taxa de queda da tensão eléctrica permissível	Vd		0,3
	Reactância média do gerador	Xd'		0,2
	Potência do gerador	Pg 2	KVA	8,82
	Eficiência do accionamento de carga	Pfs		0,4
	Taxa de introdução de carga instantânea do motor	K1		1,0
	Potência do gerador	Pe 2	Kw	10,82

9) Sistema de Controlo Automático da Captação

a) Liga/Desliga do Sistema de Bombeamento

O accionamento e o desligamento das motobombas submersíveis serão feitos manualmente. Porém, se o reservatório ficar cheio durante o funcionamento do motor, um mecanismo de bóia de nível, instalado no interior do reservatório, accionar-se-á, o interruptor de pressão captará a elevação da pressão hidráulica e parará automaticamente a motobomba. Neste caso, um dispositivo de alarme também se accionará para avisar o operador sobre a parada automática.

b) Dispositivo de Segurança da Motobomba Submersível

Quando o nível da água no interior do furo cair para abaixo do estabelecido, um electrodo instalado no interior do furo emitirá um sinal, e a bomba entrará em parada emergencial através do comando do relés do painel de controlo. O dispositivo de alarme accionar-se-á neste caso também.

Para electrodo acima referido, será utilizada a tensão eléctrica de 24 V fornecida pelo painel de controlo.

(2) Considerações sobre os Equipamentos e Materiais Relativos aos Furos

1) Directrizes Básicas de Escolha dos Equipamentos e Materiais

Para a escolha do tipo e da quantidade de equipamentos relativos à perfuração, foram estabelecidas seguintes directrizes, levando-se em consideração não só a execução sem contratempos das obras de perfuração do presente Projecto, como também a positiva aplicabilidade ulterior destes equipamentos no âmbito nacional em Angola.

- Serão seleccionados equipamentos com alta mobilidade, devido ao facto de os sítios de construção de poços profundos estarem dispersos numa ampla área geográfica.
- Para se obter melhores rendimentos nas obras de construção dos furos e das instalações anexas, terá como premissa a adopção de um sistema de divisão de trabalhos, formando-se uma equipa de cada nas áreas de escavação, de teste de bombeamento e de construção civil.
- A perfuratriz a seleccionar deve ter a compatibilidade para desde solos sedimentares até aqueles de rochas rígidas, para que, no futuro, a parte Angolana possa construir poços profundos em diversos estratos geológicos.
- Os equipamentos serão seleccionados levando-se em consideração: operabilidade, durabilidade, perspectivas futuras, grau de dificuldade para aquisição de peças sobressalentes, Operação e a Manutenção, desempenho, preço, serviços de assistência técnica etc.
- A quantidade de peças sobressalentes será aquela necessária para as obras de construção de poços profundos.
- Os equipamentos necessários serão seleccionados, baseando-se nos dados sobre organização, contingente de profissionais, nível técnico e desempenho do NAS,

além do rol de equipamentos e materiais de sua posse, entre outros.

- Será realizado o Treinamento em Serviço (OJT), a carácter de transferência tecnológica para que a parte Angolana possa vir, no futuro, desenvolver programas próprios de construção de furos.

2) Considerações sobre o Processo de Perfuração do Furo

a) Processo de Perfuração

Como referido anteriormente, será adoptado o processo de perfuração por circulação hidráulica.

b) Diâmetro Final e Diâmetro de Perfuração

Tendo em vista que a elevação da água será feita por meio da bomba submersível, o furo deverá ter diâmetro interno final maior que o diâmetro das bombas usuais.

Para bomba submersível, estabelecer-se-á um diâmetro externo máximo de 100 mm, visto que, para uma altura manométrica de 160 m e volume a captar de 2,5 a 4,5 m³/h, é facilmente adquirível bombas com esta faixa de diâmetro.

No que tange ao diâmetro interno do furo, quando o espaço entre a bomba e a parede interna do furo é pequeno e o volume a captar é grande, podem ocasionar a aceleração da velocidade do fluxo d'água, o que pode produzir vibrações localizadas do revestimento e conseqüentes influências negativas tais como o deslocamento do material filtrante do lado externo, mas, no caso, como o volume de captação de projecto é pequeno, este risco praticamente inexistente. Assim sendo, considera-se como adequado um diâmetro interno final de 5 polegadas (125 mm).

O diâmetro do furo é definido pela granulometria do material filtrante a ser disposto entre a parede do solo perfurado e o revestimento do poço. Se a granulometria do solo do aquífero for grande, a do material filtrante também pode ser grande, obtendo-se assim um rápido acomodamento por entre a lama de perfuração; no entanto, em casos como o das áreas de abrangência do presente Projecto, onde a granulometria do solo do aquífero é pequena, o material filtrante terá de ter um diâmetro abaixo de 2 a 3 mm. Neste caso, seu acomodamento na lama de perfuração de alta densidade é bastante lento, além do que o material pode ficar preso em qualquer saliência da parede do solo perfurado, não se acomodando mais além. Para evitar tal situação, é necessário calcular uma distância maior que o usual entre a parede de solo e o revestimento e, portanto, estabelece-se o diâmetro de perfuração em 11".

c) Tubo de Boca e Diâmetro de Perfuração do Antepoço

O solo, na sua face superficial é frouxo e apresenta altos riscos de desmoronamento, de forma que, ao alcançar os primeiros 20 m de perfuração, será colocado um tubo de boca provisório de proteção e, em seguida, será dada a continuidade à perfuração, a diâmetro de 11 polegadas.

Este tubo de boca provisório será retirado ao terminar a perfuração, para ser aproveitado em outras obras, de forma que precisa ter suficiente resistência para tal. Por este motivo, adoptar-se-á, como tubo de boca provisório, um tubo de aço do tipo “flash-joint” de 14” 3/4 (diâmetro externo de 318,5 mm e diâmetro interno de 297,9 mm).

d) Material Filtrante do Poço

Como material filtrante, será utilizado o cascalho silícico, que é facilmente obténível nos rios de Angola, o qual será peneirado, de maneira a optimizar sua estrutura granulométrica, de acordo com a distribuição granulométrica do solo e a medida da fenda.

O material filtrante será acomodado até pelo menos 10 m acima do topo da última tela, ou de acordo com as condições geológicas.

e) Limpeza e Desenvolvimento do Poço

O acabamento do poço será feita através de injeção d'água pura, além de turbilhamento e injeção de ar realizadas pelo compressor.

f) Vedação

O topo do filtro de cascalho será selado com material argiloso após a conclusão do furo e , por cima desta camada, virá o reaterro até 5 m abaixo do solo. De lá até o nível do solo, será totalmente selado com pasta de cimento.

3) Sonda de Perfuração

A sonda a ser fornecida deve ser tão eficiente quanto aquela que o NAS hoje possui. Deve ter também uma potência tal que permita perfurações com diâmetros relativamente amplos em solos desde os mais desmoronantes até aqueles de rocha rígida das camadas rochosas de base. Além disso, deve também ser do tipo montado em camião e munida de bombas de lama e de injeção, e torre articulável de perfuração hidráulica.

Temos as seguintes razões para a escolha dos equipamentos, baseado nas condições acima expostas:

- i) As sondas podem ser basicamente: de percussão, rotativas com circulação directa e rotativas com circulação inversa.

As sondas de percussão têm a vantagem de ter uma estrutura simples, de forma que a operação e os reparos são fáceis; porém, sua velocidade de perfuração é lenta e, quando se leva em consideração o prazo de obras, há que concluir que não se adequam ao presente Projecto. Além do mais, existe o problema de restrição dos raios de aplicabilidade, já que este tipo de equipamento não permitem perfurações de rochas rígidas.

As sondas rotativas com circulação hidráulica inversa, por sua vez, não se adequam às especificações dos furos do presente Projecto, visto que este tipo de equipamento é próprio para perfurações de diâmetros acima de ϕ 450mm.

Por fim, as sondas rotativas com circulação hidráulica tem a versatilidade de se adequarem a diversas condições geológicas, além do que podem ter uma estrutura de função dupla, ou seja, realizar perfurações pelo método rotativo pneumático e percussão a ar comprimido.

- ii) Pelo exposto acima, fica claro que as sondas rotativas de circulação direta são as que melhor se adequam ao presente Projecto, apenas com um porém: este tipo de sonda é apresentado em três versões: a de eixo de rodas, a de mesa rotativa e a de *top drive*, sendo que: a de eixo de rodas acarreta maior quantidade de trabalho durante as obras pelo facto de os mesmos terem pouca mobilidade (não é racional), sendo apropriada para obras de pequeno porte tais como a de sondagem. Por outro lado, a de mesa rotativa é apropriada para perfurações além dos 100 m. Portanto, a versão que melhor se adequa ao presente Projecto é a de *top drive*.

Tabela-2-3-9 Método de Perfuração



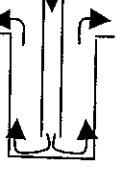
Tipo	Características e Sumário	Método de Perfuração	Rotativa 	Reta 	Circulação Directa 
Perfuração de Percussão	Perfuração é conduzida pelo impacto da queda livre da broca de uma certa altura. Há a história mais longa entre todos os métodos de perfuração o profunda. Enquanto a sonda é mais barata, não é propícia a estratos consolidados.	Percussão	Não	Arame	Colector de lama
Perfuração Rotativa do Tipo Eixo de Roda	Perfuração é conduzida pelos movimentos rotativos e retos do eixo de roda com o tubo de perfuração fixo. Compacto e apropriado à <i>core boring</i> .	Rotação	Eixo de roda	Eixo de roda	Circulação directa de água enlameada
Perfuração Rotativa do Tipo Mesa Rotativa	Perfuração é conduzida pelo movimento rotativo da mesa rotativa e pelo movimento reto do arame de suspensão. Embora seja possível a força rotativa grande, a sonda tende a ser grande.	Rotação	Mesa rotativa	Arame	Circulação directa de água enlameada
Perfuração Rotativa do Tipo Top Drive (Power Head Drive)	Perfuração é conduzida pelo movimento rotativo do motor hidráulico no topo do tubo de perfuração e pelo movimento reto do macaco hidráulico. A sonda é relativamente pequena e leve e tem eficiência alta incluindo a boa operacionabilidade.	Rotação	Motor hidráulico	Macaco hidráulico	Circulação directa de água enlameada
Perfuração Rotativa Reversa	A direcção de fluxo da água enlameada é reversa da do método normal da perfuração rotativa. É necessária muita água enlameada e propício a furo relativamente grande.	Rotação	Eixo de roda Mesa rotativa Motor hidráulico	Eixo de roda Arame Macaco hidráulico	Circulação reversa de água enlameada
Perfuração Rotativa Pneumática	Ar comprimido é utilizado, em vez da água enlameada, para retirar a lama na percussão rotativa. Eficiente, mas não é capaz de perfuração profunda.	Rotação	Eixo de roda Mesa rotativa Motor hidráulico	Eixo de roda Arame Macaco hidráulico	Ar comprimido, Espumante, Circulação directa
Perfuração de Percussão a Ar	Perfuração é conduzida pelo impacto do martelo rotativo no fim do tubo de perfuração rotativa pneumática. Altamente eficiente, mas incapaz de perfração profunda.	Rotação e percussão	Eixo de roda Mesa rotativa Motor hidráulico	Eixo de roda Arame Macaco hidráulico	Ar comprimido, Espumante, Circulação directa

Tabela-2-3-10 Comparativo de Sondas de Perfuração

◎Mito bom ○Bom △Um pouco mau ×Mau

Tipo de Sonda e Método de Perfuração	Cap. perfuração		Estrato aplicável			Aplicabilidade sob lençol freático	Aplicabilidade a f) e g)	Adquiribilidade de peças sobressalentes	Operacionabilidade	Durabilidade	Manutenção	Período de obras	Custo de operação	Preço	Avaliação geral
	Profund. (m)	Diâm. (mm)	Terra/areia	Rocha sediment	Rocha rígida										
a Percussão (Cable Tool)	100~200	100~600	○	△	×	△	×	○	○	◎	○	×	○	Barato	×
b Rotação Directa, Tipo Eixo de Roda	500~	46~1.500	○	○	△	○	○	○	○	○	○	△	○	Barato	△
c Rotação Directa, Tipo Mesa Rotativa	500~	46~1.500	○	○	△	○	○	△	△	△	△	△	○	Caro	△
d Rotação Directa, Top Drive, Tipo Power Head	500	46~1.500	○	◎	△	○	◎	△	△	△	△	△	○	Barato	△
e Rotação Reversa	100	46~1.500	○	△	△	○	×	×	△	○	△	△	-	Mais caro	×
f Rotação Pneumática	100	100~200	◎	○	×	△	-	△	△	○	△	-	-	-	-
g Percussão a Ar	100	100~200	×	△	◎	△	-	△	△	○	△	-	-	-	-
h Tipo Eixo de Rodas, Rotação Pneumática, Percussão a Ar	500~	46~1.500	◎	○	◎	○	-	△	△	○	△	○	○	Mais caro	○
i Tipo Mesa Rotativa, Rotação Pneumática, Percussão a Ar	500~	46~1.500	◎	○	◎	○	-	△	△	○	△	○	○	Mais caro	○
j Tipo Top Drive, Rotação Pneumática, Percussão a Ar	500	46~1.500	◎	◎	◎	○	-	△	△	○	△	◎	○	Mais caro	◎

obs.) h = b + f + g

i = c + f + g

j = d + f + g

- iii) Comparando-se os tipos **b**, **c** e **d** de sondas de circulação hidráulica com as **h**, **i**, **j**, que possuem dupla função: rotativa pneumática (f) e de percussão a ar (g) com a mesma potência de motor (HP), nota-se que praticamente não apresentam divergências quanto ao preço, operação e custos de manutenção, devendo o tipo ser escolhido de acordo com a eficiência do trabalho.

Pelas considerações acima, chega-se às directrizes sobre as máquinas perfuratrizes, de que a opção cabível é o tipo “top drive power swivel” hidráulico, que é o mesmo que aquele pertencente ao NAS. Serão também requisitos desses equipamentos a capacidade suficiente de perfurar até aproximadamente 200 m a 11” de diâmetro final, além da alta eficiência e a garantia de segurança no trabalho.

4) Compressor de Ar

Levando-se em consideração as condições geológicas locais, o compressor de ar deve possuir as seguintes especificações: pressão de 21 kg/cm² e vazão de compressão de mais de 25 m³/cm², além de ser do tipo acoplado ao camião, pela mobilidade.

5) Equipamentos de Testes de Bombeamento e Veículo Específico

a) Linhas Básicas dos Equipamentos

O teste de bombeamento deve impreterivelmente ser realizado, para calcular o volume captável e verificar se está a ocorrer a produção da vazão necessária. Outrossim, após o término do presente Projecto, a DNA prevê emprego dos mesmos em projectos próprios e exploração da água subterrânea.

A DNA, que tem a incumbência de administrar os poços do território nacional, não possui equipamentos específicos para realizar testes de bombeamento de poços, de modo que os dados hidrológicos tais como os volumes captáveis e abaixamento do lençol não estão suficientemente conhecidos. É necessário, entretanto, que a DNA possua um conjunto de equipamentos versáteis de teste de bombeamento carregável em camião, mesmo para que seja realizada a gestão (verificação do volume d'água) contínua dos poços a serem perfurados no presente Projecto.

No rol de componentes a fornecer, será necessário incluir viaturas específicas, levando-se em consideração o tipo de actividades a realizar.

b) Considerações sobre as Especificações dos Equipamentos

O equipamento deve ser do tipo montável em caminhão, pela mobilidade. Pela análise das condições locais, a bomba submersível deve possuir as especificações de 150 m de altura manométrica e 100 litros/minuto de vazão, além de ter um gerador como parte do conjunto. Quanto ao medidor de altura d'água subterrânea, deve ser capaz de medir até 200 m de profundidade.

[Tubo de Ascensão]

A extensão necessária do tubo de ascensão é de 150 m, para a coluna, + 10 m, para a superfície, num total de 160 m. Quanto ao material, poderá ser de aço (tubo de gás), PEAD, PVC ou mangueira para extinção de incêndios, cujas características estão sumariadas na tabela a seguir:

Tabela 2.3.11 Comparativo de Tubos de Ascensão

Item		a. Tubo de aço	b. Tubo de PEAD	c. Tubo de PVC
Diâmetro	mm	40	40	40
Comprimento unitário	M	3 (pedido especial)	50	3 (pedido especial)
Comprimento necessário	M	162	160	162
Método de emenda		rosqueamento	luva metálica rosqueamento	união de encaixe unilateral + porca
Peso total de tubo	N	6.178	1.528	1.528
Peso com água enchida	N	1.960	1.960	1.960
Volume (quando arrumado)	M ³	0,712	0,274	0,644
Método de sustentação de bomba no poço		Própria bomba	Arame	Arame
Guincho e método de guindagem		Guindar a parte superior do tubo com uso de guindaste ou guincho.	Guindar o arame fixado na bomba submersível.	Guindar o arame fixado na bomba submersível.
Preço por 160m	Ienes	52.000	32.000	24.000
Operacionalidade		Não há problemas de resistência mas é pesado. São 54 tubos leva tempo e mão de obra para instalação/retirada.	É prática a acomodação mas é volumoso. Ao retirar, estará cheia de água e o escoamento é trabalhoso. É enrolado ao armazenar, mas há riscos de deterioração.	O trabalho é igualável ao de aço. São 27 tubos que levam tempo e mão-de-obra para instalação/retirada. Há riscos de rompimento e deterioração.
Avaliação		○	×	×

Baseado no exposto acima, julga-se que é apropriada a adoção do tubo de aço.

6) Camião com guindaste

No que tange ao camião com guindaste, sobre o qual fizeram-se considerações em 2-2-2 (10) 1), será fornecido uma (1) unidade. Suas principais especificações são as seguintes:

- © Camião com guindaste com capacidade de até 6 toneladas

Especificação do camião: Motor Diesel com resfriamento a água; volante do lado esquerdo; 4×4

Capacidade de carga: Até aproximadamente 5 t, com acoplamento de guindaste com capacidade de 6 t.

Comprimento de carroceira: Mais de 6,0 m

7) Pick-Up (Cabine Dupla)

Será fornecido 1 pick-up de cabine dupla.

Suas principais especificações são as seguintes:

Especificação do pick-up: Motor diesel com resfriamento a água; volante do lado esquerdo; 4×4

Capacidade de carga: Mais de 500 kg; cilindrada: aproximadamente 2,5 litros.

8) Tanque de Água

O tanque a ser acoplado no camião-cisterna deve ser do tipo removível, devendo ter a capacidade de mais de 5 m³, levando-se em consideração o consumo máximo diário de água no local de obra. Outrossim, deve acompanhar, como acessório, uma bomba para carga/descarga de água no tanque.

9) Instalações de Oficina, Inclusa Equipagem para Reparos

As instalações de oficina, inclusa equipagem para consertos, deverá ser do tipo conjunto armazenável em contentor, para poder proceder a trabalhos de manutenções preventiva e correctiva in loco, além de ser de fácil manejo. As especificações dos principais equipamentos e ferramentas são listadas a seguir:

a) Gerador/Solda a Diesel

1 cjt.

- Corrente nominal: 30-280A,

Potência nominal: Unifásica : 3KVA Trifásica : 10KVA

Voltagem nominal: Unifásica : 220V Trifásica : 380V

- Acessórios

Máscara de solda, cabo de solda, suporte, braçadeira para terra, cabo de terra, terminal, martelete de desbaste e luvas de couro.

- b) Ferramentas de Solda a Gás
Maçarico de corte, maçarico de solda, válvula reguladora de pressão de gás, mangueira de gás, isqueiro, estrado de ferro, viatura para transporte de bomba etc.
- c) Ferramentas Eléctricas
Furadeira eléctrica, conjunto de brocas, rebolo de esmeril, lixa, cortador de alta velocidade etc.
- d) Compressor de Ar e Ferramentas Pneumáticas
 - Especificação do compressor:
Capacidade Máxima: 9.5kg/cm²; Volume do Tanque: 9.9 l; Monitor: 2.2kw
 - Ferramentas Pneumáticas
Pistola pulverizadora, mangueira de ar.
- e) Equipamentos de Lubrificação
Bomba para óleo lubrificante.
- f) Equipamentos de Serviço de Bateria
Cabo de *booster*, medidor de gravidade específica do fluido da bateria e carregador de alta velocidade.
- g) Ferramentas de Borracharia
Ferramentas para manuseio do bico, manômetro para pneumáticos, bicos, macaco etc.
- h) Ferramentas de Medição
Paquímetro, aferidor de mostradores, régua de ferro, medidor de passos de roscas e parafusos etc.
- i) Ferramentas em Geral
Conjunto de ferramentas mecânicas; conjunto conexões, chave dinamométrica, conjunto de extractores de engrenagens, calço de alavanca, guincho com correia, macaco hidráulico, prateleira de ferramentas, porta-pneumáticos, carreta etc.

10) Equipamentos Laboratoriais

Serão fornecidos apenas os equipamentos de medição da qualidade da água para uso em campo, sendo eles um (1) electroconductivímetro portátil (com capacidade de medir temperaturas também)

e um (1) medidor de PH.

Será fornecido um (1) perfilador eléctrico com registador automático e 200 m de cabo, capaz de medir o potencial espontâneo e a electrorresistividade (com micro-prospectos). Como acessórios, acompanharão a bateria e o rolo de papel para registo.

11) Considerações sobre os Materiais para o Furo

a) Filtro

O cálculo do comprimento da tela do filtro foi feito em concordância com o manual: "Engenharia Práctica de Poços Tubulares Profundos" (1969).

• Condições Geológicas

Granulometria média do aquífero : 0,1 mm

Porcentagem de vácuos : 0.3

Velocidade crítica de fluxo : 5 mm/sec

Volume de líquido percolado Q1 : 0.000705 m³/sec/m (a cada 1 m)

• Condições da Tubulação

Diâmetro interno da tubulação : 5 " (12.5 cm)

Porcentagem de abertura f : 0,05

Devido à grande profundidade dos furos e a conformação do aquífero que se apresenta em camadas alternadas com as argilosas a malha da tela será minorada e o comprimento alongado, para evitar a redução da resistência da parte onde ficará a tela.

• Vazão Requerida Q

Caso 1: 2.5 m³/h (Bita Tanque, Km45)

Caso 2: 4.5 m³/h (Benfica II)

Pelo exposto acima, o comprimento necessário de filtro é calculado através da seguinte equação:

$$\text{Caso 1} \quad L_s = Q \div (Q1 \times f) = 2,5/3600 / 0.000705 / 0,05 = 19,7 \text{ m}$$

$$\text{Caso 2} \quad L_s = Q \div (Q1 \times f) = 4,5/3600 / 0.000705 / 0,05 = 35,4 \text{ m}$$

Em Bita Tanque e Km 45, cujos aquíferos apresentam-se em camadas alternadas de granulometria quase que tão fina quanto aquela da camada argilosa, necessitará do seguinte comprimento de tela:

$$\text{Caso 1:} \quad 19,7 \div 0,5 = 39,4 \rightarrow 40 \text{ m}$$

A camada aquífera de Benfica II, por ser estimada como sendo quase que totalmente

contínua, calcula-se-á o comprimento do filtro da seguinte maneira:

Caso 2: 35,4 → 36 m

A malha do filtro será estabelecida em menos de 1 mm.

b) Material de Revestimento e Filtro

As profundidades dos poços planeados variam de 130 a 175 m. Os materiais geralmente utilizados para o revestimento e filtro dos furos são: PVC, aço, aço inox, FRP e FRPM.

Os tubos de PVC não são apropriados para furos além dos 100 m, devido a questões de resistência.

Os tubos de aço, embora não apresentem problemas quanto à resistência, não são adequados devido aos problemas de corrosão por água agressiva e corrosão galvânica.

Os tubos de FRP apresentam um único problema, que é a fragilidade da parte processada para colocação do filtro em profundidades em torno de 170 m.

Os tubos de FRPM não apresentam quaisquer problemas quanto à resistência, mas, por apresentar custo extremamente elevado, só poderá ser adoptato nos casos em que não houver outra alternativa.

Tabela 2.3.12 Comparativo de Material de Revestimento e Filtro

Material Item	PVC	Aço	Aço Inox	FRP Ti po espesso	FRPM
Resistência quando usado como filtro	Insuficiente	Suficiente	Suficiente	Insuficiente quando a % da abertura é alta.	Suficiente
Corrosão por agressividade d'água	Não ocorre	Ocorre	Não ocorre	Não ocorre	Não ocorre
Corrosão eléctrica	Não ocorre	Ocorre dependendo da combinação	Ocorre dependendo da combinação	Não ocorre	Não ocorre
Custo de aquisição de revestimento (ienes/m)	1.253	2.474	10.440	8.900	10.500~ 13.500
Avaliação	Resistência insuficiente ×	Corrosão ×	Caro △	Usar com 5% de abertura e espessura maior. ○	Mais caro △

Pela análise do exposto acima, decidiu-se por utilizar o revestimento de FRP reforçado através do aumento da espessura do tubo e da redução da malha do filtro.

No que tange ao comprimento necessário, será quantificado com adicionais relativos à taxa

de êxito, uma vez que o insucesso por falta de vazão só é detectável após ensaios de bombeamento e, a essa altura, será difícil retirar o revestimento.

Os quantitativos de fornecimento estão tabelados a seguir:

Tabela 2.3.13 Comprimento de Revestimento dos Poços de Projecto

Área	Profundidade do Poço de Projecto	Nº de Poços	Comprimento do Filtro (m)	Comprimento do Revestimento (m)
Benfica II	130 m	1	$36 \text{ m} \times 1 = 36 \text{ m}$	$94 \text{ m} \times 1 = 94 \text{ m}$
Bitá Tanque	175 m	4	$40 \text{ m} \times 4 = 160 \text{ m}$	$135 \text{ m} \times 4 = 540 \text{ m}$
Km 45	140 m	2	$40 \text{ m} \times 2 = 80 \text{ m}$	$100 \text{ m} \times 2 = 200 \text{ m}$
Total	Escavação total 1.110m		276 m	834 m
Comprimento calculado considerando a taxa de êxito	$1110 \times 1,3 \doteq 1.448 \text{ m}$		$276 \times 1,3 \doteq 360 \text{ m}$	$834 \times 0,70 = 1.088 \text{ m}$

c) Materiais Auxiliares da Tubulação dos Furos

Os centralizadores, que mantêm a tubulação alinhada na coluna do furo, devem ser instalados a cada 12 m, e são calculados levando-se em consideração uma margem para os furos sem êxito: 124 un.

Os tampões de fundo também são calculados levando-se em consideração os furos sem êxito: 10 un.

(3) Considerações sobre as Instalações de Abastecimento dos Camiões-Cisterna

1) Directrizes de Construção

Não serão levadas em consideração ampliações das instalações de abastecimento por camiões-cisterna, uma vez que o volume de abastecimento é fixo e, por conseqüência, a população também.

A instalação compõe-se de: reservatório, tubulação, chafariz público, válvula de descarga e outras instalações acessórias.

Será instalada uma (1) unidade de chafariz público próximo ao reservatório e, para evitar aglomerações, será instalada uma (1) torneira para cada 200 habitantes. Para possibilitar o abastecimento diário em seis horas de funcionamento (de manhã, de tarde e à noite, 2 horas por período), procurar-se-á manter uma pressão hidráulica tal a conseguir uma vazão de 8,3 l/min. e, para tanto, será estabelecido o nível mínimo das águas em 40 cm acima do nível das torneiras.

O entorno do reservatório será cercado, por motivos de segurança. O chão dos pontos de abastecimento dos caminhões e dos reservatórios será forrado com entulhos de concreto e conchas trituradas, material este de baixo custo, pois não é exigida resistência, mas que é suficiente para evitar erosões.

2) Reservatórios

a) Tipos de Reservatórios

Reservatório de 15m³

Serão 1.000 beneficiários e 5 torneiras instaladas.

Reservatório de 9m³

Serão 600 beneficiários e 3 torneiras instaladas.

b) Material e Método de Construção dos Reservatórios

Os períodos de obras de construção dos reservatórios a serem abastecidos pelos caminhões-cisterna são estimados em 105 a 125 dias, para concreto armado, e 13 dias, para FRP. Como não há problemas na implementação, será adotada a construção em concreto armado.

Tabela 2.3.14 Comparativo de Material e Método de Construção dos Reservatórios(15 t)
(Sobre o custo e outros, igual à Tabela-2.3.5)

Item	Material de Reservatórios		
	Concreto	Painéis de FRP (montável)	Painéis Chapa de Aço (montável)
Período de obras	Cerca de 90 dias por sítio. Compondo 6 grupos, se um grupo trabalhar em 2 sítios simultaneamente, o período de obras será de cerca de 105 dias. Compondo 4 grupos, se um grupo trabalhar em 3 sítios simultaneamente, serão necessários 125 dias. Um grupo será composto por cerca de 10 trabalhadores locais.	Cerca de 13 dias por sítio Cerca de 10 dias p/ fundação 2 a 3 dias para montagem	Similar ao FRP
Avaliação geral	O custo será baixo, mas o período de obras será longo. Será necessário um supervisor técnico para garantir a qualidade estável.	Levará 2 meses para o fornecimento de materiais, mas o período de obras será curto. As obras de fundação podem ser feitas durante a espera do material. A vida útil é mais longa do que a de concreto.	Período de obras é similar ao de FRP. Porém, considera-se difícil a execução das obras de manutenção anti-corrosiva periódicas, de modo que a vida útil será mais curta.
	○	○	△

c) Considerações sobre a Quantidade a Construir

É premissa a utilização efectiva de todos os reservatórios - existentes, em construção ou em planeamento. Considerando-se os aspectos de eficiência, o abastecimento será feito uma vez ao dia para cada reservatório e a capacidade desta deve ser, a rigor, igualável à do tanque da viatura.

Com base no acima referido, quantidade e volume dos reservatórios a serem construídos estão mostrados na Tabela 2.3.15 a seguir:

Tabela-2.3.15 Quantidade e Volume de Reservatórios Relativos aos Camiões-Cisterna

Área	População de Projecto (hab.)	Volume de Demanda (m ³ /dia)	Quant. e Capacid., dos Reservatórios Existentes ou Planeados a Construir	Volume Faltante (m ³)	Capacidade de Tanque dos Camiões-cisterna (m ³)	Quantidade de Reservatórios a Construir	
						Capaci., 9m ³	Capaci., 15m ³
Funda (Chendovava)	11.000	165	92m ³ (3sítios × 12m ³) (4 sítios × 10m ³)	73	15	—	5
Km 30	3.500	53	10m ³ (provisório) (Há plano de um reservatório de capac. desconhecida)	Aprox. 43	9	5	—
Boa Fé	4.000	60	30m ³ + α (1 sítio × 5m ³) (1 sítio × 35m ³) Também há planos de construção de reservatórios por ONGs e julga-se que a capacidade é suficiente.	0	15	—	—
Total	18.500	278	132 + α	116	—	5	5

(4) Considerações sobre os Camiões Cisterna

As capacidades e as quantidades de camiões-cisterna, assim como foram considerados no Item 2-2, serão: 6 unidades com capacidade de 15 m³ e 4 unidades com capacidade de 9 m³, perfazendo um total de 10 unidades.

As viaturas serão do tipo acoplado, ou seja, veículos específicos com os tanques acoplados. Os tanques terão bueiro.

A fonte de energia de sucção/descarga será abastecida do motor da própria viatura, pelo sistema P.T.O. e a potência deverá ser de 600 litros/minuto.

Para mangueira de sucção/descarga devem ser usados dois segmentos de mangueira de

diâmetro de 2,5" e comprimento de 3 m, conectados um ao outro. A extremidade desta mangueira, do lado do reservatório, deve ter roscas para conexão ao tubo que sai do reservatório.

Estas mangueiras deverão ter uma estrutura tal, que permita seu armazenamento nas laterais do tanque d'água. Como acessórios das mangueiras, serão necessários: gaxeta, peneira de lama e chave para mangueiras.

Os camiões de 9 m³ devem ter tracção nas duas, dentre as quatro rodas, e os de 15 m³ devem ter a tracção nas quatro, dentre as seis rodas.

Os motores dos mesmos devem ser de accionamento a diesel com resfriamento a água.

2.3.3 Especificações e Quantidades dos Equipamentos

Os equipamentos e materiais necessários para implementar o projecto serão fornecidos através da Cooperação Financeira Não-Reembolsável do Japão. As especificações e as quantidades deles, baseadas nos resultados de considerações e nas directrizes básicas, estão sumarizados na Tabela 2-3-16.

Tabela-2-3-16 (1) Especificações e Quantidades dos Equipamentos e Materiais

Nome e Especificação dos Equipamentos e Materiais	Qtidade.	1ª fase	2ª fase
1. Sonda Perfuratriz e Ferramentas			
1-1 Sonda de perfuração Tipo <i>Top Drive</i> , montável em caminhão, bivalente para rotação hidráulica e de percussão a ar Especificações do caminhão: Motor diesel; resfriamento a água; volante do lado esquerdo; 4x4, GVM ≥ 16.000 kg, c/ tomada de força p/ engranagem da sonda Capacidade de perfuração: Diâmetro de perfuração final - 11" Profundidade máxima - 200 m Capacidade de bomba de lama: Volume de expulsão ≥ 650 L/min.; Pressão ≥ 19 kg/cm ²	1 cjto.	1 cjto.	
1-2 Acessórios padronizados do equipamento acima	1 cjto.	1 cjto.	
1-3 Ferramentas do equipamento acima	1 cjto.		1 cjto.
a) Ferramentas de perfuração: P/ profundidade de perfuração de 200m (Ferramentas p/ perfuração com circulação hidráulica e p/ perfuração "DTH" e outros)	1 cjto.		1 cjto.
b) Ferramentas de revestimento (Revestimento de superfície, Ferramentas p/ ascensão/descida de revestimento e outros)	1 cjto.		1 cjto.
c) Ferramentas de recuperação de acidentes (Macaco hidráulico, <i>Inside/Outside Tap</i> etc.)	1 cjto.		1 cjto.
d) Ferramentas p/ lavagem de furo	1 cjto.		1 cjto.
2. Compressor de Ar Montável em Camião (P/ lavagem de furos e método de perfuração "DTH") Capacidade de compressor: ≥ 25 m ³ /min. x 21kg/cm ² Especificações de caminhão: Motor diesel; resfriamento a água; volante do lado esquerdo	1 cjto.	1 cjto.	
3. Equipamentos de Ensaio de Bombeamento			
3-1 Unidade de desenvolvimento de poços montável em caminhão Especificações de caminhão: Motor diesel; resfriamento a água; volante do lado esquerdo 4x4, GVM 10000 kg, ≥ 190 PS Capacidade de carga: ≥ 3 t Capacidade de guindaste: 2 t Comprimento de carroceira: $\geq 3,8$ m	1 cjto.	1 cjto.	
3-2 Bomba submersível Capacidade: Altura manométrica - 150m, Vazão ≥ 100 L/min Acessórios: Tubo de ascensão (40mm x 2,75 x 55un.), cabo, quadro de distribuição, dispositivo de superfície e <i>triangular notch weir</i> Gerador: 50Hz, 380V, ≥ 20 KVA	1 cjto.	1 cjto.	
3-3 Medidor de nível d'água Profundidade: 200 m	1 cjto.	1 cjto.	
4. Veículos de Apoio			
4-1 Camião cargueiro com guindaste Especificações de caminhão: Motor diesel; resfriamento a água; volante do lado esquerdo 4x4, carga admissível - aprox. 5 t, carroceira de madeira Capacidade de guindaste: 6 t Comprimento de carroceira: $\geq 6,0$ m	1 un.	1 un.	
4-2 Pick-Up Especificações: Motor diesel; resfriamento a água; volante do lado esquerdo 4x4, cabine dupla Capacidade de carga: ≥ 500 kg Potência de motor: Aprox. 80PS, cilindrada - aprox. 2.5 L Acessórios: Direcção hidráulica, ar condicionado, cinto de segurança, Para-choque dianteiro e traseiro, protecção para vidro traseiro etc.	1 un.	1 un.	

Tabela-2-3-16(2) Especificação e Quantidade dos Equipamentos e Materiais

Nome e Especificação dos Equipamentos e Materiais	Qtidade.	1ª fase	2ª fase
5. Tanque de Água Especificações: De aço, removível Acabamento interno em epoxi, bomba de água com sistema de engranagem por motor (500 L/mim.) Capacidade: Aprox. 5.000 L	1 un.		1 un.
6. Instalações de Oficina Inclusa Equipagem para Reparos	1 cjto.		1 cjto.
6-1 Gerador / solda a diesel 6-2 Ferramentas de solda a gás 6-3 Ferramentas eléctricas 6-4 Compressor de ar engrenado por motor 6-5 Ferramentas pneumáticas 6-6 Equipamentos de lubrificação 6-7 Equipamentos de serviços de bateria 6-8 Equipamentos de serviços de pneumáticos 6-9 Ferramentas de Medição 6-10 Ferramentas em Geral	1 un. 1 un. 1 cjto. 1 cjto. 1 cjto. 1 cjto. 1 cjto. 1 cjto. 1 cjto. 1 cjto.		1 un. 1 un. 1 cjto. 1 cjto. 1 cjto. 1 cjto. 1 cjto. 1 cjto. 1 cjto. 1 cjto.
7. Equipamentos Laboratoriais 7-1 Analisador simplificado de qualidade d'água (electrocondutivimetro c/ termómetro e medidor de PH) 7-2 Perfilador eléctrico (profundidade de medição - 200 m, potencial espontâneo, electrorresistividade, gama)	1 un.de cada 1 cjto.		1 un.de cada 1 cjto.
8. Camião-Cisterna			
8-1 Camião-cisterna (Capacidade 9 m ³) Especificações do camião: Motor diesel; esfriamento a água; volante do lado esquerdo, 4×2, GVW, ≥15,000kg Bomba de abastecimento c/ tomada de força Especificações do tanque: Volume do tanque: ≥9,000 L (c/ bueiro) Capacidade de bomba acoplada: ≥600 L/min. aprox. Sistema de Engrenagem: tomada de força Acessórios Mangueira de sucção/expulsão: 63.5mm(2.5in.)×3m - 2 un. Gaxeta de mangueira, filtro e chave p/ mangueira	4 un.	1 un.	3 un.
8-2 Camião-cisterna (Capacidade 15 m ³) Especificações do camião: Motor diesel; esfriamento a água; volante do lado esquerdo, 6×4, GVW, ≥24,000kg Bomba de abastecimento c/ tomada de força Especificações do tanque: Volume do tanque: ≥15,000 L (c/ bueiro) Capacidade de bomba acoplada: ≥600 L/min. aprox. Sistema de Engrenagem: tomada de força Acessórios Mangueira de sucção/expulsão: 63.5mm(2.5in.)×3m : 2 un. Gaxeta de mangueira, filtro e chave p/ mangueira	6 un.	3 un.	3 un.
8-3 Peças sobressalentes	1 cjto.	1 cjto.	1 cjto.

Tabela 2-3-16 (3) Especificação e Quantidade dos Equipamentos e Materiais

Materiais para obras, poços profundos e instalações de abastecimento

Nome e Especificação dos Equipamentos e Materiais	Qtidade	1ª fase	2ª fase
9. Materiais para o Furo			
9-1 Filtro de FRP: Diâmetro interno – 5”, porcentagem de abertura- 5 %, fenda - 0.75mm, Espessura - 5mm	360 m		360 m
9-2 Revestimento de FRP: Diâmetro interno – 5”	1.088 m		1.088 m
9-3 Centralizador: p/ o equipamento acima	124 un.		124 un.
9-4 Tampão de fundo	10 un.		10 un.
9-5 Fluido	1 cjto.		1 cjto.
9-6 Reagente para análise de teste da qualidade de água	1 cjto.		1 cjto.
9-7 Ferramentas de sonda de perfuração	1 cjto.		1 cjto.
9-8 Peças sobressalentes de sonda de perfuração, veículos auxiliares e outros (somente para substituição de peças obsoletas em obras)	1 cjto.		1 cjto.
10. Materiais para Instalações de Abastecimento			
10-1 Bomba submersível 4,0 kw – 2 un., 5,5kw – 5 un.	7 un.		7 un.
10-2 Pannel de controlo: P/ uso interior, c/ dispositivo anti-curto circuito	7 cjto.		7 cjto.
10-3 Materiais de tubagem: Tubo de aço galvanizado: Diâmetro interno – 1 1/2” ~ 4”	1.080 m		1.080 m
Tubo de PEAD Diâmetro interno – 40,8mm ~ 90,0 mm	10.900m		10.900m
10-4 Registos, válvulas e curvas	1 cjto.		1 cjto.
11. Materiais para Instalações de Energia Eléctrica			
11-1 Poste de Electricidade: De betão, Comprimento – 14 m	20 un.		20 un.
11-2 Transformador: 0,4 KV, 25 KVA	6 un.		6 un.
11-3 Disjuntor: Alta Tensão 24 KV, 630 A-25MVA	6 un.		6 un.
Baixa Tensão 380 V, 400 ^A × 3P	6 un.		6 un.
11-4 Cabo de Transmissão: Alta Tensão 50 mm ²	12.120m		12.120m
Baixa Tensão 3C-16 mm ²	120 m		120 m
11-5 Gerador: 15 KVA	1 un.		1 un.

2-4 Directrizes do Plano de Monitoramento

A meta superior do presente Projecto é o de “promover o assentamento definitivo da população deslocada, através da equipamentação das infra-estruturas de base para o quotidiano da população local e deslocada da área de abrangência do projecto”. Acredita-se que o assentamento da população deslocada só é possível através da equipamentação de infra-estruturas e da subsequente formação de aldeias e vilas. O Governo de Angola, sob este lema, está hoje a fazer desenrolar um processo organizado de reassentamento da população deslocada, onde de um lado tenta instigar o retorno da população deslocada para suas regiões de origem (para casos em que as condições existentes dessas regiões o permitem), de outro promove o assentamento definitivo daqueles que possuem técnicas de cultivo ou intentos de se dedicar à agricultura, dentre os deslocados cujas regiões de origem não permitem o seu retorno. Para tanto, tendo estabelecido áreas de reassentamento com terras aráveis, está a agilizar a equipamentação e a melhoria da situação sócio-econômica.

O presente Projecto faz parte do elenco deste plano de reassentamento e visa a concretização do abastecimento simples e estável de água a essas áreas destinadas ao assentamento definitivo, através de métodos eficazes, condizentes à demanda e a condições de natureza de cada uma das áreas.

Portanto, poderão servir como parâmetros quantificadores do nível de realização: os dados progressivos de: “tempo gasto para apanha d’água”, “volume abastecido (consumo) de água potável segura de fontes subterrâneas ou tratadas”, e “preço d’água” nas áreas destinadas ao reassentamento

(1) Tempo Gasto para Apanha d’Água

Resultados de pesquisas mostram que cada família despende actualmente cerca de 1 a 2 horas por dia na apanha de água, a qual é geralmente um afazer das donas de casa. Mudança progressiva do tempo gasto para esta tarefa, através da implementação do projecto, deverá ser monitorado da seguinte maneira, para vir a servir de parâmetro de avaliação dos efeitos de implementação.

Método : Pesquisa tipo enquête (amostragem)

Período : 1 ano e 6 anos ou mais após a conclusão

Alvo : Áreas de reassentamento abrangidas no Projecto

(2) Volume de Água Potável Segura Abastecido

Tendo em vista que actualmente é adoptado um sistema onde a água, mesmo aquela tratada, é colhida directamente do reservatório enterrado, cerca de 20% das localidades têm registado casos de doenças hídricas. Para a obtenção do parâmetro de avaliação, a água potável e segura deve ser entendida como aquela, seja proveniente do subsolo ou seja água tratada, servida por meio de bomba ou chafariz público.

O volume de abastecimento actual de água tratada é de 9 ℓ/hab./dia, mas, se baseado na definição acima, pode-se dizer que não há abastecimento de “água potável segura”. O volume de água potável segura a ser abastecido, através da implementação do Projecto, deve ser monitorado da seguinte maneira, para vir a servir de parâmetro de avaliação dos efeitos de implementação.

Método : Pesquisa tipo enquête (amostragem)

Período : 1 ano e 6 anos ou mais após a conclusão

Alvo : Áreas de reassentamento abrangidas no Projecto

(3) Preço da Água Potável

Para as áreas onde é previsto o abastecimento com água subterrânea, pode-se esperar a redução do preço da água pela implementação do Projecto, devido à passagem do sistema de cobrança que inclui a margem de lucros (dos camiões-cisterna ou dos proprietários de reservatórios) ao sistema onde o custo directo do poço é rateado, e esta redução será utilizada como parâmetro de avaliação dos efeitos de implementação. Outrossim, considera-se que a redução do preço da água tem relação recíproca com o aumento do volume de consumo e redução das divergências inter-regionais.

No tocante às áreas onde é previsto o abastecimento por camiões-cisterna, o preço da água está prevista a ser controlado pela administração pública através de leis regulamentadoras para camiões-cisterna, de maneira que a evolução do preço seria incluído como parâmetro de avaliação para o presente Projecto, mas, para efeitos de comparação com os preços vigentes e os da água subterrânea, serão procedidas às pesquisas de amostragem por enquête.

Método : Pesquisa tipo enquête (amostragem)

Período : 1 ano e 6 anos ou mais após a conclusão

Alvo : Áreas de reassentamento abrangidas no Projecto