



CONTRATO Nº SA-18301/2005

**“PAD-PREÇO”
(padronização de preços)**

**ELABORAÇÃO DE INDICADORES DE CONSTRUÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO
DE OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA PARA ABASTECIMENTOS
URBANOS DE ÁGUA, PARA UTILIZAÇÃO COMO FERRAMENTA AUXILIAR ÀS
ANÁLISES A SEREM REALIZADAS NO ÂMBITO DO
CERTIFICADO DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DA OBRA HÍDRICA
CERTOH**

**RELATÓRIO FINAL
(Relatório 04 Revisado)**

APRESENTADO POR

Miguel Fernández y Fernández
engenheiro consultor
miguel@aquacon.com.br

DEZEMBRO2005

“Elaboração de indicadores de construção, operação e manutenção de obras de infra-estrutura hídrica para abastecimentos urbanos de água, para utilização como ferramenta auxiliar às análises a serem realizadas no âmbito do Certificado de Avaliação da Sustentabilidade da Obra Hídrica – CERTOH”

Produto 04 - Relatório 04

Relatório Final

ÍNDICE:

	• Carta de Apresentação	
00	RESUMO	01 a 11
01	IMPLANTAÇÃO	12 a 41
02	OPERAÇÃO	42 a 68
03	MANUTENÇÃO	69 a 91
04	ANEXO	CD

RELATÓRIO FINAL (VOLUME 4)

Índice Detalhado:

	Carta de apresentação	•
	RESUMO	00
	Introdução	00.01
	Metodologia Utilizada	00.02
	Figura 00.02_1: Parâmetros de Demanda	_
	Figura 00.02_2a: Índices Paramétricos usados nas estimativas	_
Figura 00.02_2b:	Simplificação adotada – Relação Operação / Manutenção da Mão-de-obra e Despesas Diretas	_
	Figura 00.02_3: Taxa de Ociosidade por ano	_
	Figura 00.02_4: Índices paramétricos para Adutoras	_
	Figura 00.02_5: Vazão Nominal (QDMaC) x Diâmetro nominal (DN)	_
	Figura 00.02_6: Equivalências de População e Demanda de Vazão.	_
	Exemplo de Uso	00.03
	Figura 00.03_1: Exemplo de cálculo do preço do m ³ de água tratada	_
	IMPLANTAÇÃO	01
	Adutoras	01.01
	Figura 01.01_1: Tabela de distribuição de materiais de escavação de vala	_
Figura 01.01_1a:	Curva de Estimativa de preço de implantação de adutora (todos os materiais) - semi-rural - D1	_
	Figura 01.01_1c: Curva de Estimativa de preço de implantação de adutora (todos os materiais) - rural - D1	_
	Figura 01.01_6a: Curva para estimativa de preço de implantação de adutoras semi-rurais (FFD - PN10) - D1	_
	Figura 01.01_6c: Curva para estimativa de preço de implantação de adutoras rurais (FFD - PN10) - D1	_
Figura 01.01_7a:	Curva para estimativa de preço de implantação de adutoras semi-rurais (PVC DEFoFo) - D1	_
	Figura 01.01_7c: Curva para estimativa de preço de implantação de adutoras rurais (PVC DEFoFo) - D1	_
	Figura 01.01_8a: Curva para estimativa de preço de implantação de adutoras semi-rurais (AÇO) - D1	_
	Figura 01.01_8c: Curva para estimativa de preço de implantação de adutoras rurais (AÇO) - D1	_
	Figura 01.01_9a: Curva para estimativa de preço de implantação de adutoras semi-rurais (RPVC) - D1	_
	Figura 01.01_9c: Curva para estimativa de preço de implantação de adutoras rurais (RPVC) - D1	_
	Captações	01.02
	Figura 01.02_1a: "Barramento Tipo" - seção transversal ao córrego	_
	Figura 01.02_1b: Corte AA	_
	Figura 01.02_2: Curva para estimativa de preço de implantação de barragem com tomada a fio d'água	_
Figura 01.02_3:	Curva para estimativa de preço de implantação de barragem para captação com regularização	_
	Estações de Bombeamento	01.03
	Figura 01.03_1a: Desenho da Estação de Bombeamento padrão adotado (50 l/s)	_
	Figura 01.03_1b: Desenho da Estação de Bombeamento padrão adotado (250, 500, 1.000 l/s)	_
Figura 01.03_2a:	Curva para estimativa de preço de implantação estação de bombeamento "ao tempo" pela potência instalada	_
Figura 01.03_2c:	Curva para estimativa de preço de implantação de estação de bombeamento "ao tempo" pela vazão nominal	_
	Figura 01.03_2d: Curva para estimativa de preço de implantação de estação de bombeamento "ao tempo" pela população	_
	Figura 01.03_3a: Curva para estimativa de preço de implantação estação de bombeamento "coberta" pela potência instalada	_
	Figura 01.03_3c: Curva para estimativa de preço de implantação de estação de bombeamento "coberta" pela vazão nominal	_
	Figura 01.03_3d: Curva para estimativa de preço de implantação de estação de bombeamento "coberta" pela população	_
	Figura 01.03_4: Curva para estimativa de preço de estação de bombeamento padrão "ao tempo x coberta"	_
	Estação de Tratamento de Água	01.04
	Figura 01.04_1a: Desenho da ETA padrão adotado	_
Figura 01.04_2a:	Curva para estimativa de preço de implantação de ETAs	_
	OPERAÇÃO	02
	Introdução e Premissas:	
	Por tipo de despesas	>
	Figura 02_1: Salários considerados (base mensal)	_
	Figura 02_2a: Valor anual de mão-de-obra operação de um sistema de água função da vazão	_
	Figura 02_2d: 1.000 l/s - Composição da equipe de trabalho para operar e manter o sistema de água	_
	Figura 02_3: Orçamento de despesas diretas para operação e manutenção mensal de sistema 1m ³ /s	_
	Por unidade do Sistema	>
	Figura 02_4: Consumo de Produtos Químicos no Tratamento	_
	Adutora	02.01
	Figura 02.01_1a e b – Tabela-Resumo: Preço para Operação de Adutora e conversão Vazão / Diâmetro	_
	Figura 02.01_2 – Adutora, Valor Anual de Operação função da Vazão Nominal (DMaC)	_
	Figura 02.01_3 – Adutora, Valor Presente para 30 anos de Operação função da Vazão Nominal	_
	Captação	02.02
	Figura 02.02_1 – Tabela-Resumo: Preço para Operação de Captação e Barramento	_
	Figura 02.02_2 – Captação e Barramento, Valor Anual de Operação função da Vazão Nominal (DMaC)	_
Figura 02.02_3 –	Captação e Barramento, Valor Presente para 30 anos de Operação função da Vazão Nominal (DMaC)	_
	Estação de Bombeamento (EB)	02.03
	Figura 02.03_1 – Gráfico Auxiliar Potência Instalada x Vazão Nominal (DMaC) para diferentes AMTs	_
	Figura 02.03_2a – Tabela Resumo: Preço Anual de Operação para EB	_

Figura 02.03_2b – Gráfico para estimar o Valor Anual de Operação de EB função da Potência Instalada _
Figura 02.03_3a – Tabela Resumo: Valor Presente Operação EB função Vazão ou AMT para 04 horizontes _
Figura 02.03_3b – Gráfico para estimar Valor Presente Operação EB, função Potência Instalada e período _
Figura 02.03_3c – Gráfico Valor Presente Operação EB 30 anos função Vazão Nominal e altura manométrica _
Figura 02.03_4 – Gráfico Auxiliar Valor Presente só de energia, função da potência, para quatro horizontes _

Estação de Tratamento de Água 02.04

Figura 02.04_1a – Tabela Resumo estimativa Anual Operação ETA _
Figura 02.04_1b – Gráfico Valor Anual Operação 10^º ano x Vazão Nominal _
Figura 02.04_1c – Gráfico Valor Anual Médio Operação x Vazão Nominal _
Figura 02.04_2a – Tabela Resumo: Valor Presente Operação ETA x Vazão Nominal para 30 anos _
Tabela 02.04_2b – Gráfico Valor Presente Operação ETA 30 anos função da Vazão Nominal _

MANUTENÇÃO 03

Introdução, Considerações e Premissas

Figura 03_2: Valor anual de mão-de-obra de um sistema de água função da vazão nominal (DMaC)

Adutora 03.01

Figura 03.01_1 – Tabela-Resumo: Preço para Manutenção de Adutora e conversão Vazão Nominal / Diâmetro _
Figura 03.01_2a – Adutora, Valor Anual de Manutenção função da Vazão Nominal (DMaC) _
Figura 03.01_2b – Adutora, Valor Anual de Manutenção função da Diâmetro Nominal _
Figura 03.01_3a – Adutora, Valor Presente para 30 anos de Manutenção função da Vazão Nominal (DMaC) _
Figura 03.01_3b – Adutora, Valor Presente para 30 anos de Manutenção função do Diâmetro Nominal _

Captação 03.02

Figura 03.02_1 – Tabela-Resumo: Preço para Manutenção de Captação de Água _
Figura 03.02_2 – Captação, Valor Anual de Manutenção função da Vazão Nominal (DMaC) _
Figura 03.02_3 – Captação, Valor Presente para 30 anos de Manutenção função da Vazão Nominal (DMaC) _

Estação de Bombeamento 03.03

Figura 03.03_1 – Tabela Resumo: Preço Anual de Manutenção para EB _
Figura 03.03_2a – Gráfico para estimar o Valor Anual de Manutenção de EB função da Vazão Nominal (DMaC) _
Figura 03.03_2b – Gráfico para estimar o Valor Anual de Manutenção de EB função da Potência Instalada _
Figura 03.03_3a – Gráfico para estimar Valor Presente Manutenção EB, função Vazão Nominal (DMaC) _
Figura 03.03_2b – Gráfico para estimar Valor Presente Manutenção EB, função Potência Instalada _

Estação de Tratamento de Água 03.04

Figura 03.04_1 – Tabela Resumo estimativa Anual Manutenção ETA _
Figura 03.04_2 – Gráfico Valor Anual Médio Manutenção em função da Vazão Nominal (DMaC) _
Figura 03.04_3 – Gráfico Valor Presente Manutenção ETA 30 anos função da Vazão Nominal (DMaC) _

ANEXO:

CD (Compact Disc) com íntegra dos trabalhos deste volume _

mff200 – 015b/05

Rio de Janeiro, 30 de dezembro de 2005

À
Agência Nacional de Águas
SPS - Área 5 - Quadra 3 - Bloco B
70610-200 – Brasília / DF

À atenção de: Paulo Lopes Varella Neto – Superintendente de Programas e Projetos
Referência: Contrato UNESCO Nº SA-18301/2005
Assunto: Entrega do relatório nº 04

Prezados Senhores,

Em continuação ao contrato de consultoria com essa ANA, com a finalidade de elaborar indicadores de construção, operação e manutenção de obras de infra-estrutura hídrica para reservação e adução de água bruta, para utilização como ferramenta auxiliar às análises a serem realizadas no âmbito dos CERTOHs para a região Nordeste do Brasil, apresento o quarto relatório, em conformidade com os Termos de Referência recebido de V.Sas.

PRODUTO 04 – Relatório 04 – Relatório Final: Consolidação dos resultados e apresentação dos indicadores de sustentabilidade das obras de infra-estrutura hídrica.
constando de:

Resumo Executivo, consolidando todo o trabalho em forma de “manual”: Preços para Implantação, para Operação e para Manutenção das unidades de captação, de bombeamento, de tratamento e de adução, em função da capacidade ou de parâmetro dimensional.

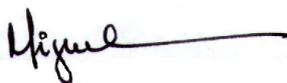
Trata-se do quarto relatório de um conjunto de quatro, compondo documento destinado a apresentar indicadores padronizados (preços) para valorar estimativas orçamentárias para construção, para operação e para manutenção de unidades para abastecimento de água a comunidades urbanas entre 5.000 e 500.000 habitantes, para a Região Nordeste do Brasil, de forma a permitir a avaliação de sustentabilidade operacional.

O relatório 04 foi rebatizado de “Relatório Final”.

As “Figuras” apresentadas (tabelas, gráficos, etc), são auto-explicativas e sua construção é apresentada em meio magnético (CD anexo)

Fico no aguardo de seus comentários.

Atenciosamente,



Anexo: citado

00 - RESUMO

00.01_ Introdução

A Agência Nacional de Águas, no desenvolvimento suas múltiplas atribuições, depara-se, com freqüência, com a necessidade de julgar ou estimar **preços** de implantação, operação e manutenção de unidades e de sistemas de abastecimento de água.

A grande maioria das vezes, esses **preços** são subsídios importantíssimos em estudos preliminares, de viabilidade, planos diretores, estudos de alternativas, ante-projetos, etc., quando orçamentos ainda são impossíveis, trabalhando-se mesmo com "estimativas".

Ora, é justamente nessa fase que são tomadas decisões sobre como, quando e onde fazer investimentos de forma que apresentem a melhor eficácia e os recursos disponíveis possam ser alocados de forma a atender à sociedade da maneira mais correta e mais justa.

Os técnicos encarregados de trabalhar com esses assuntos, sentiam na prática uma falta de critérios que homogeneizassem as estimativas e tornassem as análises comparáveis. Verificou-se que não havia procedimentos nem bibliografia que satisfizesse as necessidades acima mostradas.

Este trabalho busca preencher essa lacuna, oferecendo aos que atuam no setor, preços estabelecidos com critérios entendidos como "médios", ensejando avaliações rápidas que, junto com o bom-senso do profissional (que nunca se pretende diminuir) permitam conclusões com melhor acurácia do que aconteceu até hoje.

O Trabalho foi contratado pela ANA no âmbito do "CERTOH" (Certificado de Avaliação da Sustentabilidade da Obra Hídrica), para ajudar nas análises de confronto dos recursos disponíveis com os custos estimados em cada "empreendimento"

O "alcance" foi assim estabelecido, em linhas gerais:

- Unidades e sistemas dimensionados com equivalência para atender populações dentre 5.000 e 500.000 habitantes
- As seguintes unidades: Captação, Adução, Bombeamento e Tratamento.
- Utilizar a "geografia" do Nordeste Brasileiro como ambiente para simplificações e generalizações
- Apresentação final através de "Curvas de Preços" de "implantação", de "operação" e de "manutenção"

As "restrições" que devem ser sempre levadas em conta pelos usuários deste trabalho são:

- Os resultados aqui originados, embora aprovados pela ANA, não significa que necessariamente nem permanentemente representem o ponto de vista e a política da Agência Nacional de Águas a este respeito.
- Os resultados aqui apresentados não o estado-da-arte a que se chegou, podem ser alterados a qualquer tempo, sem aviso prévio, podem e devem ser utilizados como diretriz mas sempre sob o discernimento de profissionais responsáveis e habilitados a perceber erros, enganos e aplicabilidade.

- este estudo visa fornecer meios para estimativas de custo a nível de ante-projeto mas não elimina a necessidade de estudos e orçamentos detalhados
- A citação de marcas ou produtos ou métodos não representa endosso ou recomendação de uso.

Concluindo, os resultados são apresentados por

- **tipo de lançamento de despesa (Implantação, Operação, Manutenção) e por**
- **tipo de unidade (Captação, Adução, Estação de Bombeamento e Estação de Tratamento de Água),**

através de uma forma (estrutura) que permite, de forma simples, avaliar investimentos e despesas em sistemas de abastecimento de água, logo a avaliação de sustentabilidade do empreendimento em análise, de forma coerente e uniforme, dentro de critérios técnicos e dentro de parâmetros acordados e razoáveis.

Assim, este quarto relatório, ou RELATÓRIO FINAL registra o trabalho executado, e o disponibiliza para uso prático.

00.02_ Metodologia Utilizada

Este "Relatório Final" consubstancia um trabalho desenvolvido em etapas, apresentadas em relatórios durante o seu desenvolvimento que foram sendo discutidos e aprovados ao longo de sua feitura. As "atividades" principais foram:

- Coleta, tabulação e consolidação de dados de construção, operação e manutenção de cada componente dos tipos de empreendimentos listados, para a Região Nordeste.
- Estabelecer projetos-padrão e respectivos quantitativos para um número finito de capacidades, dentro da faixa de população adotada (usaram-se vazões de 60, 250, 500 e 1.000 l/s)
- Elaboração de orçamentos de construção, operação e manutenção, sobre os quantitativos levantados de cada componente de sistema, para a Região Nordeste, para cada capacidade.
- Comparação das estimativas realizadas com dados disponíveis de obras implantadas
- Consolidação e validação dos preços, tabulação dos resultados
- Montagem para apresentação das tabulações por "curvas de preços"

Para estabelecer os projetos-padrão que seriam orçados para definir "pontos" das curvas a serem traçadas, foi necessário assumir determinados quantitativos "médios" que viriam a formar o preço unitário médio, como por exemplo, os preços por metro de Adutora foram obtidos depois de definir uma adutora com 10km de extensão, ou nas Estações de Bombeamento o número de bombas.

Os "Parâmetros" usados nos orçamentos, como sobrelargura de vala de assentamento de tubulação, dosagem e preço de produto químico, distribuição de valores de mão de obra entre operação e manutenção, etc. denominamos de "Índices Paramétricos" e constam do Quadro 00.01_1 a seguir, para quem quiser conhecê-los.

Muitos parâmetros também são apresentados nos textos de introdução dos respectivos capítulos (01-Implantação, 02-Operação e 03-Manutenção) deste Relatório Final, à medida que são utilizados. Outros estão anotados nas próprias "curvas de preço".

Figura 00.02_1: Parâmetros de Demanda

Parâmetros de Demanda	unidade	5.000 hab.	50.001 hab.
		a 50.000 hab.	a 500.000 hab.
Consumo PerCapita médio no presente trabalho	ℓ/hab.dia	150	170
Coefficiente Dia Maior Consumo (K ₁) presente trabalho	%	+20	+15
Consumo PerCapita Dia Maior Consumo presente trabalho	ℓ/hab.dia	180	200
Cobertura (iab) presente trabalho		90	85
Perdas Físicas admitidas presente trabalho	%	10	10
Demanda PerCapita média água bruta presente trabalho	ℓ/hab.dia	167	189

Figura 00.02_2a: Índices Paramétricos usados nas estimativas

COEFICIENTES E ÍNDICES		
Conversões		
R\$ / US\$	2,50	em Set05
R\$ / kW.h	0,30	em Set05
IGP	327,45	em Set05
Financeiro / Custos		
US\$ / kW.h	0,12	fornecimento de energia na tensão de 440v
Juros ao ano	12%	
BDI (Benefícios e Despesas Indiretas)	35%	sobre todos os custos orçados
Impostos	20%	sobre total final, incluído imposto de renda
Seguro durante a Obra	0,75%	ao ano, nos custos de fornecimento e construção
Seguro para Operação e Manutenção	0,75%	ao ano, sobre o valor do serviço + insumos
Seguro das Instalações	0,50%	ao ano, sobre o valor de implantação em média
Técnicos		
K _{1DMaC}	1,20	coeficiente do dia de maior consumo
η _{motor}	87%	rendimento do motor
η _{bomba}	77%	rendimento da bomba
η _{conjunto motobomba}	67%	rendimento do grupo motor-bomba
n° de horas / ano	8.760	
Perda de carga total na ETA (m)	5,0	
Consumo diversos de Energia Elétrica	20%	perda de carga
Consumo de Produtos Químicos		
Cloro (R\$ / kg)	2,06	em Set05
Cloro (ppm)	5,0	
Cal hidratada (R\$ / kg)	0,125	
Cal hidratada (ppm)	30,0	
Coagulante – sulfato de alumínio (R\$ / kg)	0,25	
Coagulante – sulfato de alumínio (ppm)	60,0	
Despesas Diretas	17,5%	da mão-de-obra de operação e manutenção

Figura 00.02_2b: Simplificação adotada – Relação Operação / Manutenção da Mão-de-obra e Despesas Diretas

% Mão-de-Obra e Despesas Diretas para **Operação**

Taxa de Operação ao ano														
ano 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
50,0%	49,3%	48,6%	47,9%	47,2%	46,6%	45,9%	45,2%	44,5%	43,8%	43,1%	42,4%	41,7%	41,0%	40,3%
Taxa de Operação ao ano														
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
39,7%	39,0%	38,3%	37,6%	36,9%	36,2%	35,5%	34,8%	34,1%	33,4%	32,8%	32,1%	31,4%	30,7%	30,0%

% Mão-de-Obra e Despesas Diretas para **Manutenção**

Taxa de Manutenção ao ano														
ano 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
50,0%	50,7%	51,4%	52,1%	52,8%	53,4%	54,1%	54,8%	55,5%	56,2%	56,9%	57,6%	58,3%	59,0%	59,7%
Taxa de Manutenção ao ano														
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
60,3%	61,0%	61,7%	62,4%	63,1%	63,8%	64,5%	65,2%	65,9%	66,6%	67,2%	67,9%	68,6%	69,3%	70,0%

Figura 00.02_3: Taxa de Ociosidade por ano

Taxa de ociosidade ao ANO					
ANO		ANO		ANO	
1	30,0%	11	0,0%	21	0,0%
2	26,7%	12	0,0%	22	0,0%
3	23,3%	13	0,0%	23	0,0%
4	20,0%	14	0,0%	24	0,0%
5	16,7%	15	0,0%	25	0,0%
6	13,3%	16	0,0%	26	0,0%
7	10,0%	17	0,0%	27	0,0%
8	6,7%	18	0,0%	28	0,0%
9	3,3%	19	0,0%	29	0,0%
10	0,0%	20	0,0%	30	0,0%

Figura 00.02_4: Índices paramétricos para Adutoras

	semirural	rural
Extensão do trecho (m)	10.000	10.000
Sondagem		
distância entre os furos (m)	50	100
nº de furos	200	100
% sondagem percussão	95%	95%
% sondagem rotativa	5%	5%
profundidade média furos (m)	2	2
Desmatamento e Limpeza		
% terreno desmatável	50%	50%
largura da faixa a ser desmatada (m)	3	3
nº de árvores por extensão terreno desmatado	5	10
Mobil./canteiro/desmob./limpeza/retirada entulho		
% considerado	5%	5%
Cercas protetoras de vala		
% de terreno c/ cerca	35%	15%
Passadiços p/ pedestres		
distância entre passadiços (m)	200	1000
largura do passadiço (m)	0,5	0,5
extensão do passadiço fora da vala (m)	1,15	1,15
Passadiços p/ carros		
distância entre passadiços (m)	1000	2000
largura do passadiço (m)	2,5	2,5
extensão do passadiço fora da vala (m)	1,15	1,15
Movimento de terra		
Material de 1ª categoria	85%	85%
Material de 2ª categoria	10%	10%
Material de 3ª categoria -	5%	5%
Total	100%	100%
Escavação / Escoramento		
sobre largura da vala (= largura da vala - DN) (m)	0,6	0,6
profundidade mínima da geratriz superior do tubo (m)	0,85	0,75
% de aumento relativo a prof. Média	10%	10%
profundidade média da geratriz superior do tubo (m)	0,935	0,825
Proteção		
Proteção Catódica (% do fornecimento da tubulação)	15%	15%
Carga, Descarga e Transporte material escavado		
% empolamento	40%	40%
densidade adotada p/ o solo (kg/m³)	1,8	1,8
% carga manual e descarga mecânica	50%	25%
% carga e descarga mecânica	50%	75%
distância média de transporte (km)	10	2
% transporte velocidade 50km/h	50%	75%
% transporte velocidade 25km/h	50%	25%
Fornecimento e assentamento de tubulação		
fornecimento posto no local (EMOP)		
assentamento (EMOP)		
% adotado para verba de acessórios	15%	15%
Conjunto de acessórios de tubulação		
	a cada 10 km	a cada 10 km
Ventosas	15,00	15,00
Descargas	15,00	15,00
Válvulas Seccionadoras / PIG	2,00	2,00

Tanques "one way"	2,00	2,00
Travessia aérea sobre córrego ou similar	1,00	1,00
Travessia de rodovias método não destrutivo	1,00	1,00
Ligações prediais		
nº de ligações prediais	0	0
largura da vala da ligação predial (m)	0,3	0,3
distância eixo da rua + passeio até o cavalete (m)	5	5
Pavimentação		
de chão	85%	100%
de paralelepípedo + blocrete	5%	0%
de asfalto + paralelo	5%	0%
asfalto pesado	5%	0%
total	100%	100%
sobrelargura para o escoramento (m)	0,2	0,2
essespura da base de macadame (m)	0,05	0,05
% da área com meio-fio a ser arrancado / recolocado	0%	0%

Escavação / Escoramento - Semirural	50mm	75mm	100mm	150mm	200mm	250mm	300mm	350mm	400mm	450mm	500mm	600mm	700mm	800mm	900mm	1000mm	1100mm	1200mm	1500mm
% referente grau dificuldade devido interferências	1,00%	1,53%	2,05%	2,58%	3,11%	3,63%	4,16%	4,68%	5,21%	5,74%	6,26%	6,79%	7,32%	7,84%	8,37%	8,89%	9,42%	9,95%	10,47%
% das valas escoradas	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
% escoramento com rebaixamento de lençol	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Escavação / Escoramento - Rural	50mm	75mm	100mm	150mm	200mm	250mm	300mm	350mm	400mm	450mm	500mm	600mm	700mm	800mm	900mm	1000mm	1100mm	1200mm	1500mm
% referente grau dificuldade devido interferências	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
% das valas escoradas	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
% escoramento com rebaixamento de lençol	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Assentamento Tubulação - Semirural	50mm	75mm	100mm	150mm	200mm	250mm	300mm	350mm	400mm	450mm	500mm	600mm	700mm	800mm	900mm	1000mm	1100mm	1200mm	1500mm
Preço assentamento FFD (% EMOP FFD)			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Relação assentamento PVC / FFD (EMOP)			0,62	0,81	0,70	0,66	0,85												
Preço assentamento PVC (% EMOP PVC)			1,00	1,00	1,00	1,00													
Relação assentamento AÇO / FFD (EMOP)			3,33	2,45	1,99	1,87	1,68	1,59	1,46	1,34	1,35	1,32	1,40	1,24	1,33	1,20	1,07		
Preço assentamento AÇO (% EMOP AÇO)			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Preço assentamento RPVC (% EMOP FFD)			1,05	1,05	1,05	1,05	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,15	1,15						
Assentamento Tubulação - Rural	50mm	75mm	100mm	150mm	200mm	250mm	300mm	350mm	400mm	450mm	500mm	600mm	700mm	800mm	900mm	1000mm	1100mm	1200mm	1500mm
Preço assentamento FFD (% EMOP FFD)			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Relação assentamento PVC / FFD (EMOP)			0,62	0,81	0,70	0,66	0,85												
Preço assentamento PVC (% EMOP PVC)			1,00	1,00	1,00	1,00													
Relação assentamento AÇO / FFD (EMOP)			3,33	2,45	1,99	1,87	1,68	1,59	1,46	1,34	1,35	1,32	1,40	1,24	1,33	1,20	1,07		
Preço assentamento AÇO (% EMOP AÇO)			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Preço assentamento RPVC (% EMOP FFD)			1,05	1,05	1,05	1,05	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,15	1,15						
Reaterro	50mm	75mm	100mm	150mm	200mm	250mm	300mm	350mm	400mm	450mm	500mm	600mm	700mm	800mm	900mm	1000mm	1100mm	1200mm	1500mm
volume do tubo (m³/m) - Semirural e Rural	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400	0,450	0,500	0,600	0,700	0,800	0,900	1,000	1,100	1,200	1,500
volume do tubo (m³/m) - Semirural e Rural	0,002	0,004	0,008	0,018	0,031	0,049	0,071	0,096	0,126	0,159	0,196	0,283	0,385	0,503	0,636	0,785	0,950	1,131	1,767
Reaterro - Semirural	50mm	75mm	100mm	150mm	200mm	250mm	300mm	350mm	400mm	450mm	500mm	600mm	700mm	800mm	900mm	1000mm	1100mm	1200mm	1500mm
Preço reaterro FFD (% EMOP)			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Relação Reaterro FFD / PVC (EMOP)																			
Preço reaterro PVC (% EMOP FFD)			1,15	1,15	1,15	1,15	1,15												
Preço reaterro AÇO (% EMOP FFD)			1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Preço reaterro RPVC (% EMOP FFD)			1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25						
Reaterro - Rural	50mm	75mm	100mm	150mm	200mm	250mm	300mm	350mm	400mm	450mm	500mm	600mm	700mm	800mm	900mm	1000mm	1100mm	1200mm	1500mm
Preço reaterro FFD (% EMOP)			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Relação Reaterro FFD / PVC (EMOP)																			
Preço reaterro PVC (% EMOP FFD)			1,15	1,15	1,15	1,15	1,15												
Preço reaterro AÇO (% EMOP FFD)			1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Preço reaterro RPVC (% EMOP FFD)			1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25						

Figura 00.02_5: Vazão Nominal (Q_{DMaC}) x Diâmetro nominal (DN)

Q_{DMaC} l/s	DN mm	v m/s	Habitantes ≈
10	100	1,27	5.000
50	200	1,59	25.000
60	250	1,22	30.000
100	300	1,41	50.000
200	400	1,59	100.000
250	450	1,57	115.000
300	450	1,89	140.000
350	500	1,78	160.000

Q_{DMaC} l/s	DN mm	v m/s	Habitantes ≈
400	550	1,68	190.000
450	600	1,59	210.000
500	600	1,77	235.000
600	700	1,56	280.000
700	700	1,82	330.000
800	800	1,59	375.000
900	800	1,79	420.000
1.000	800	1,99	500.000

* Relação utilizada neste trabalho

** Relação sugerida na falta de estudo de diâmetro econômico

** A equivalência por habitantes é baseada nas premissas deste trabalho, conforme tabela a seguir (Figura 00.02_6).

Figura 00.02_6: Equivalências de População e Demanda de Vazão.

Habitantes	Per Capita médio ℓ/hab.dia	Perdas %	Demanda per capita média de água bruta ℓ/hab.dia	Cobertura %	Consumo médio diário da cidade m³/dia	Consumo médio da cidade ℓ/s	K ₁	Vazão Nominal (D _{MaC}) ℓ/s
5.000	150	0,9	167	0,9	750	9	1,20	10
10.000	150	0,9	167	0,9	1.500	17	1,20	20
25.000	150	0,9	167	0,9	3.750	43	1,20	52
50.000	150	0,9	167	0,9	7.500	87	1,20	104
75.000	170	0,9	189	0,85	12.042	139	1,15	160
100.000	170	0,9	189	0,85	16.056	186	1,15	214
200.000	170	0,9	189	0,85	32.111	372	1,15	427
300.000	170	0,9	189	0,85	48.167	557	1,15	641
500.000	170	0,9	189	0,85	80.278	929	1,15	1.069

00.03 - Exemplo de uso

Apresenta-se a seguir um exemplo de possível uso deste trabalho:

exemplo 1: Qual o preço do metro cúbico de água tratada produzido em um sistema de x m³ com altura média de bombeamento de y mca, considerando a vida média do sistema de z anos e adução com w de extensão.

A matriz da figura 00.03_1 apresenta a resposta para 5 vazões diferentes ($x = 60, 100, 250, 500$ e 1.000 ℓ/s), considerando $y = 150$ m.c.a, o tempo de exploração $z = 30$ anos e comprimento de adução de $w = 10$ km, condições normais, ou seja, próximas à media do que se encontra na realidade.

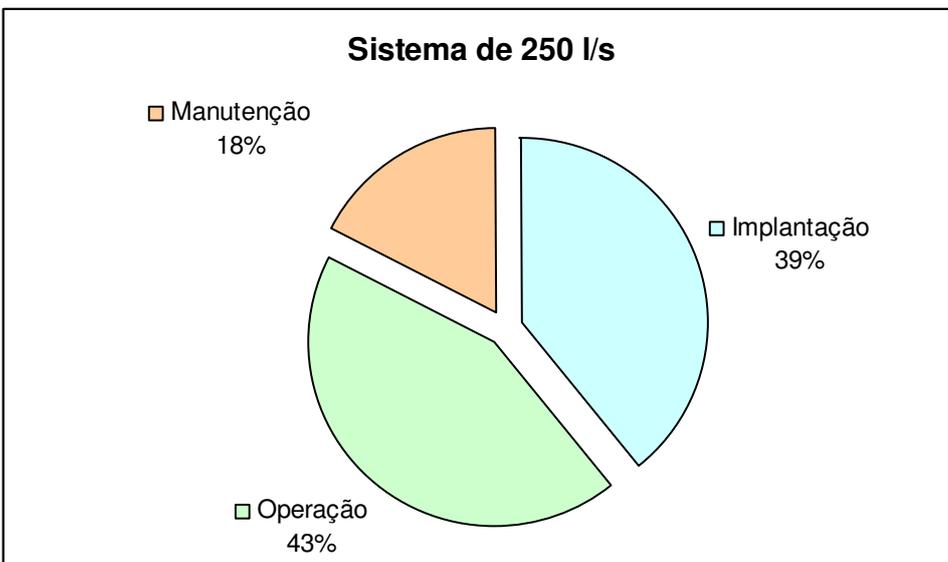
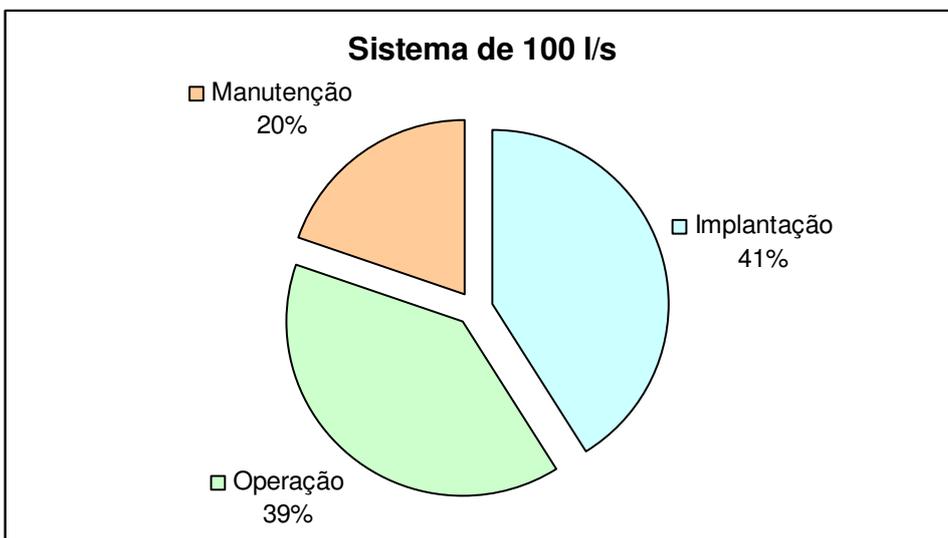
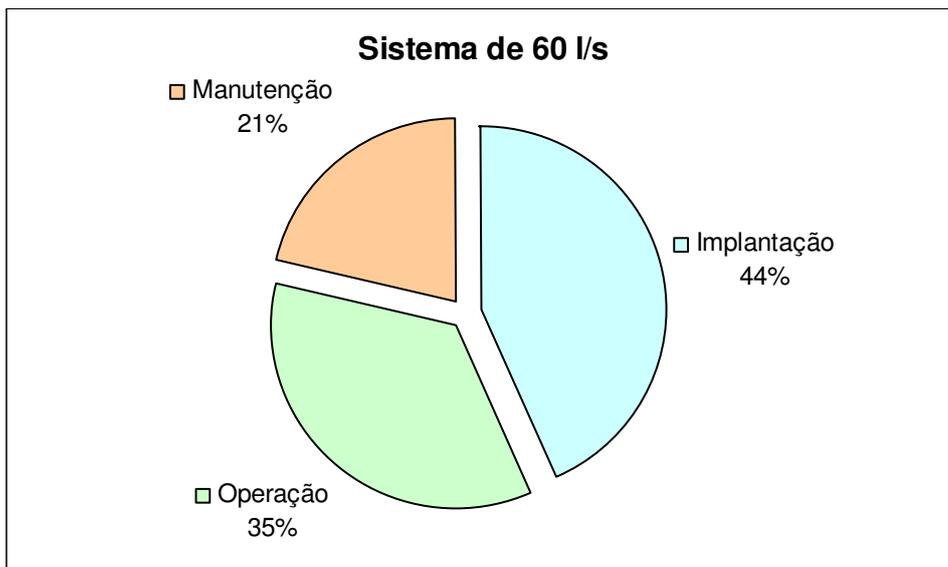
Observe-se que o valor do metro cúbico de água produzido apresenta forte sensibilidade à economia de escala pelo tamanho do sistema, e que o valor de implantação representa bem menos da metade do preço. Note-se ainda que neste trabalho não estão incluídos valores do sistema de distribuição

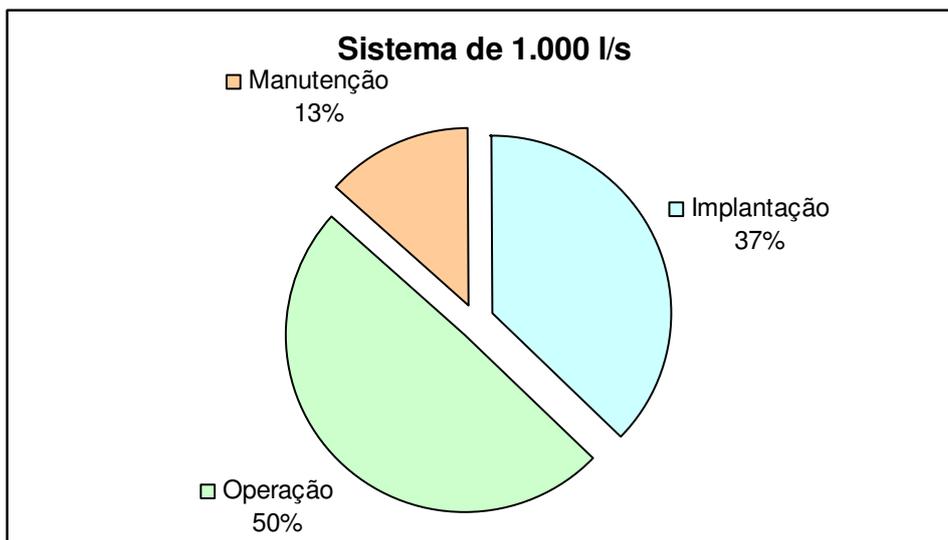
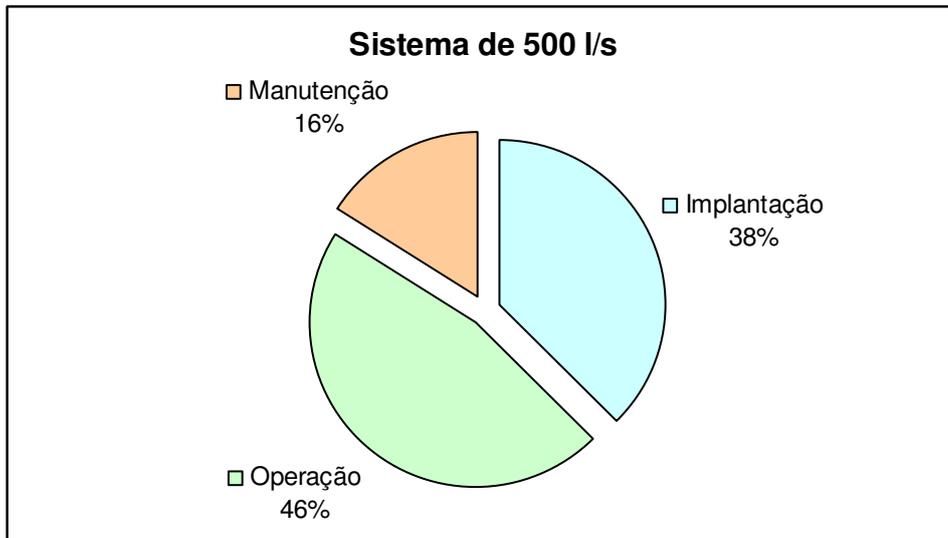
Outros exercícios desse tipo podem ser feitos pelo uso criterioso dos dados aqui disponibilizados. É fácil perceber a utilidade.

Figura 00.03_1: Exemplo de cálculo do preço do m³ de água tratada

Características: zona rural, terreno tipo D1, funcionando 30 anos, distância 10km, 150 mca, captação a fio d'água e estação de bombeamento "ao tempo", tratamento convencional completo.

Vazão Nominal do Sistema	ℓ/s		60	100	250	500	1.000
População Equivalente	Habitantes		30.000	50.000	115.000	235.000	500.000
DN adotado	mm		250	300	450	600	800
IMPLANTAÇÃO			Figura				
Aduтора	R\$ Set05	01.01_1c	3.600.000,00	4.100.000,00	6.800.000,00	10.500.000,00	17.200.000,00
Captação	R\$ Set05	01.02_2	200.000,00	230.000,00	335.000,00	500.000,00	780.000,00
EBs (2x 75mca)	R\$ Set05	01.03_4	1.500.000,00	1.800.000,00	2.900.000,00	4.000.000,00	5.500.000,00
ETA	R\$ Set05	01.04_2a	3.200.000,00	3.800.000,00	5.750.000,00	8.700.000,00	14.800.000,00
Sub-total Implantação	R\$ Set05		8.500.000,00	9.930.000,00	15.785.000,00	23.700.000,00	38.280.000,00
OPERAÇÃO							
Aduтора	R\$ Set05	02.01_3	680.000,00	800.000,00	1.200.000,00	1.550.000,00	2.050.000,00
Captação	R\$ Set05	02.02_3	700.000,00	800.000,00	1.230.000,00	1.600.000,00	2.100.000,00
EBs (2x 75mca)	R\$ Set05	02.03_3c	2.500.000,00	4.000.000,00	9.000.000,00	17.000.000,00	33.000.000,00
ETA	R\$ Set05	02.04_2b	3.000.000,00	3.800.000,00	6.100.000,00	9.100.000,00	13.900.000,00
Sub-total Operação	R\$ Set05		6.880.000,00	9.400.000,00	17.530.000,00	29.250.000,00	51.050.000,00
MANUTENÇÃO							
Aduтора	R\$ Set05	03.01_3a	900.000,00	1.050.000,00	1.650.000,00	2.500.000,00	3.500.000,00
Captação	R\$ Set05	03.02_3	510.000,00	580.000,00	820.000,00	1.100.000,00	1.400.000,00
EBs (2x 75mca)	R\$ Set05	03.03_3a	1.000.000,00	1.150.000,00	1.650.000,00	2.275.000,00	2.950.000,00
ETA	R\$ Set05	03.04_3	1.800.000,00	2.000.000,00	3.000.000,00	4.200.000,00	5.800.000,00
Sub-total Manutenção	R\$ Set05		4.210.000,00	4.780.000,00	7.120.000,00	10.075.000,00	13.650.000,00
TOTAL	R\$ Set05		19.590.000,00	24.110.000,00	40.435.000,00	63.025.000,00	102.980.000,00
Produção em 30 anos	m ³		36.783.590	61.305.984	153.264.960	306.529.920	613.059.840
Valor por m³ produzido	R\$ / m ³		0,53	0,39	0,26	0,21	0,17





01 - IMPLANTAÇÃO

01.01 - Adutoras

Introdução e Premissas para avaliar os preços de Implantação de “Adutoras”

Tratando-se de adução de água bruta ou de sistemas de produção (não estão incluídos no escopo do trabalho os sistemas de distribuição, onde se incluem os reservatórios de distribuição), não há trechos “urbanos”.

Foram consideradas duas situações, denominadas “rurais” e “semi-rurais”

A diferença fundamental é que nas adutoras ditas Rurais”, há um mínimo de custos referentes a interferências subterrâneas e sinalização de trânsito, de acessos e de segurança de transeuntes.

Também foram feitos exercícios com dois diferentes “mix” de material de escavação de vala, conforme tabela a seguir.

Figura 01.01_1: Tabela de distribuição de materiais de escavação de vala

Distribuição	Material		
	1ª categoria	2ª categoria	3ª categoria
D1	85%	10%	5%
D2	60%	25%	15%

Esses exercícios servem para dar uma idéia da “sensibilidade” do preço final face essas variáveis. No caso acima, a relação entre os preços D1 / D2 resultou da ordem de 9 a 10%.

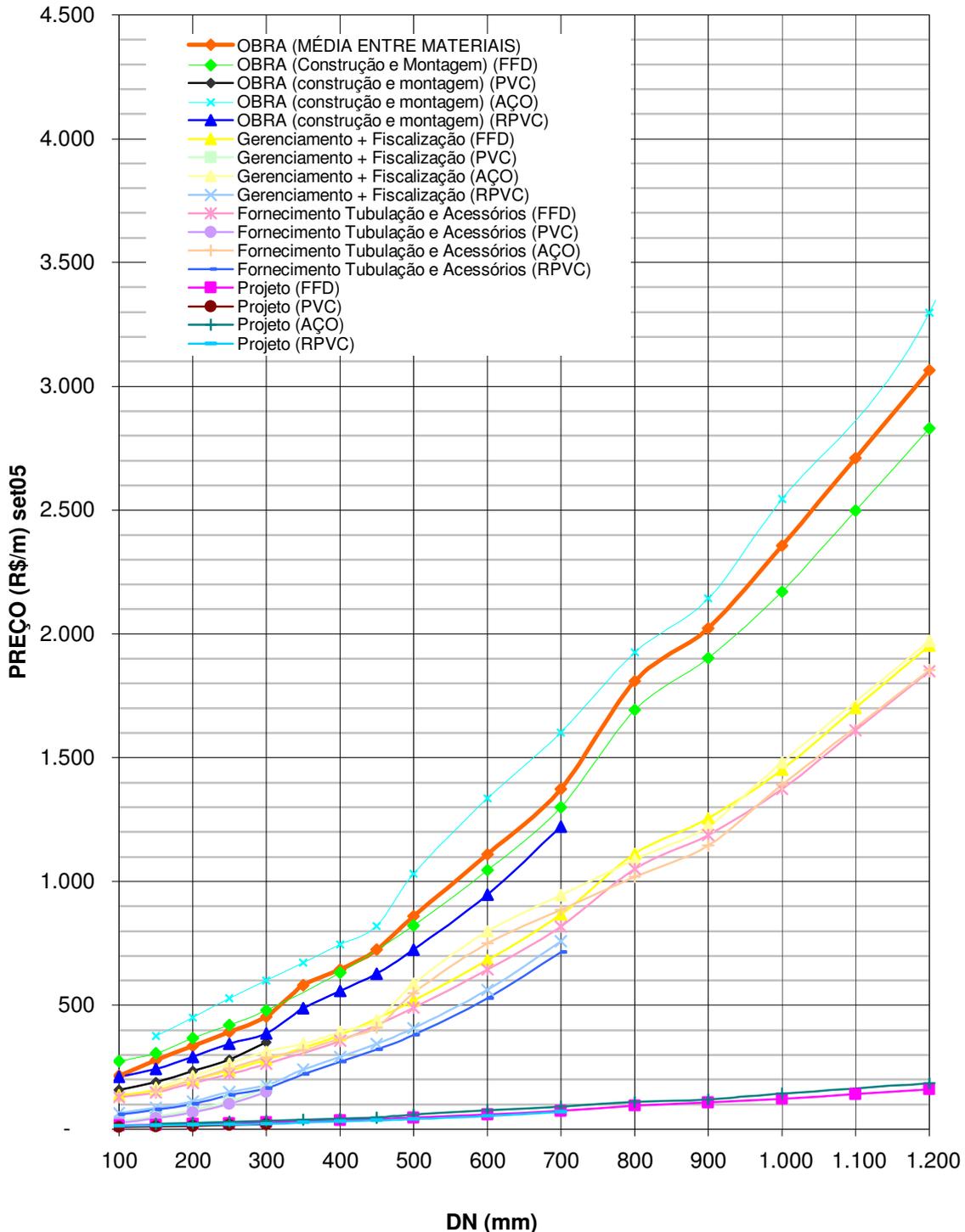
As “figuras” apresentadas indicam claramente em seus títulos ou notas quais as considerações adotadas em cada caso.

Atendendo solicitação da ANA, foram feitas diversas composições para diversos materiais: FFD, Aço, RPVC e PVC. Além do preço do material, o consultor adotou um “coeficiente” de dificuldade (ou de facilidade) de um material em relação ao outro, durante a instalação, basicamente no assentamento e no reaterro da vala (alguns materiais exigem maiores cuidados que os outros, o que se reflete nos custos). Considerações similares também são pertinentes ao assunto Preços de “manutenção”.

Foram assumidos alguns “índices Paramétricos” claramente explícitos nas tabelas e figuras a seguir, considerando ainda uma geografia assumida como “média” para a região NE.

As “**curvas de preço**” a que se chegou estão apresentadas nas páginas seguintes.

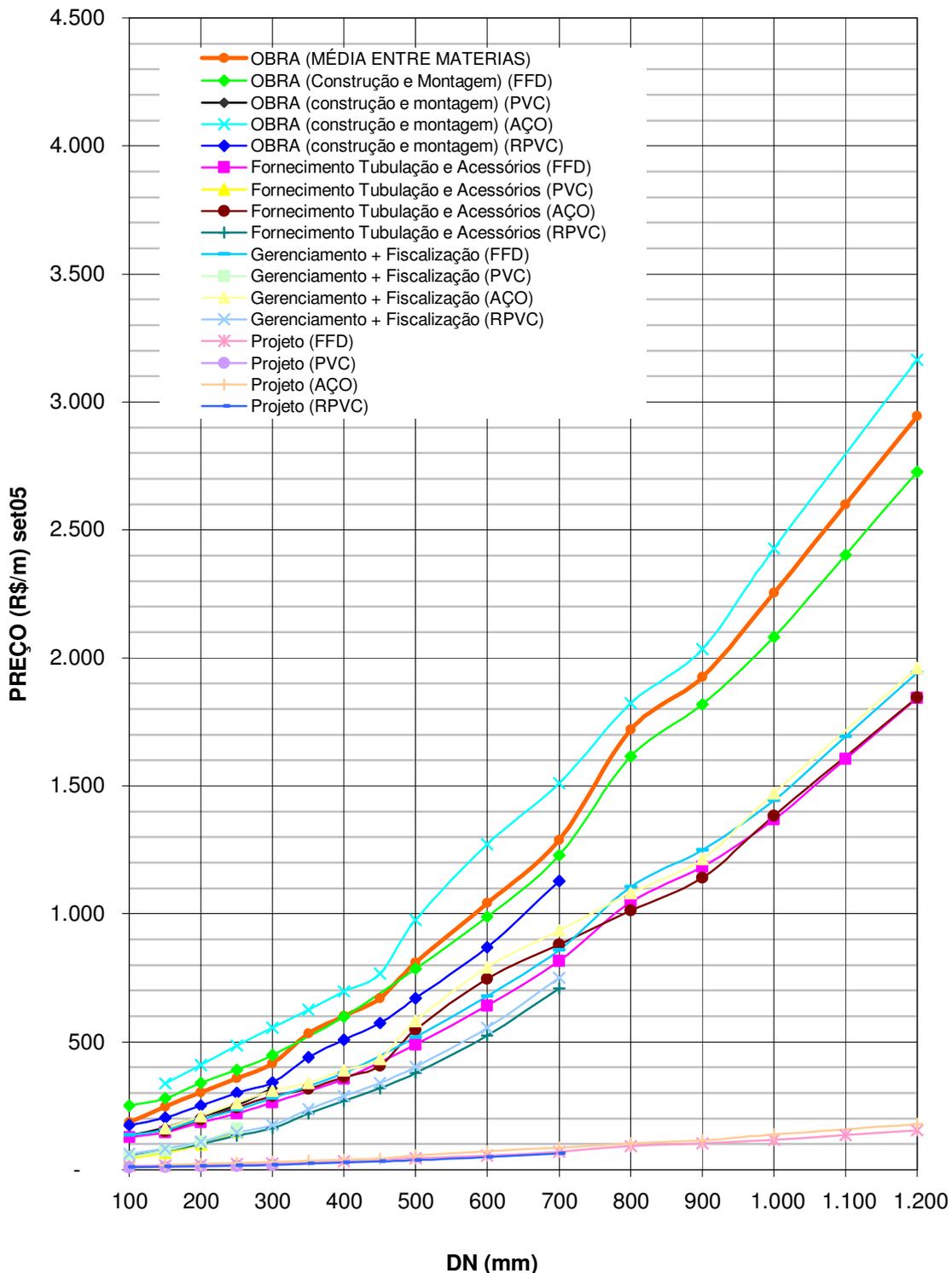
Figura 01.01_1a: Curva de Estimativa de Preços de Implantação de Adutora (todos os materiais)
 Semi-Rural – D1 [Escavação 85%, 10%, 5%]



Notas:

- Os valores destas curvas destinam-se apenas a estimativas e estudos comparativos de soluções, não substituindo, em nenhuma hipótese, orçamentos específicos.
- Inclui fornecimento de tubulação (PN10 - FFD ou PVC até DN 300), acessórios, escavação, reaterro, projeto, supervisão, garantias, testes e operação inicial por 15 dias, seguros, custos financeiros, impostos, BDI, etc., considerando um mix de tipo de terreno, lençol d'água, área rural e pavimentada, e material de tubulação que for mais barata naquele diâmetro, em tubos ponta e bolsa normatizados. Todo o fornecimento e serviços de 1ª categoria.
- Não inclui custos de desapropriações de terrenos, de aprovações, de licenças, de qualquer taxa, exceto os impostos normais sobre empreiteiros e fornecedores, nem custos de natureza jurídica ou de natureza financeira, inclusive derivados de interrupções durante os testes, ou correlatos a

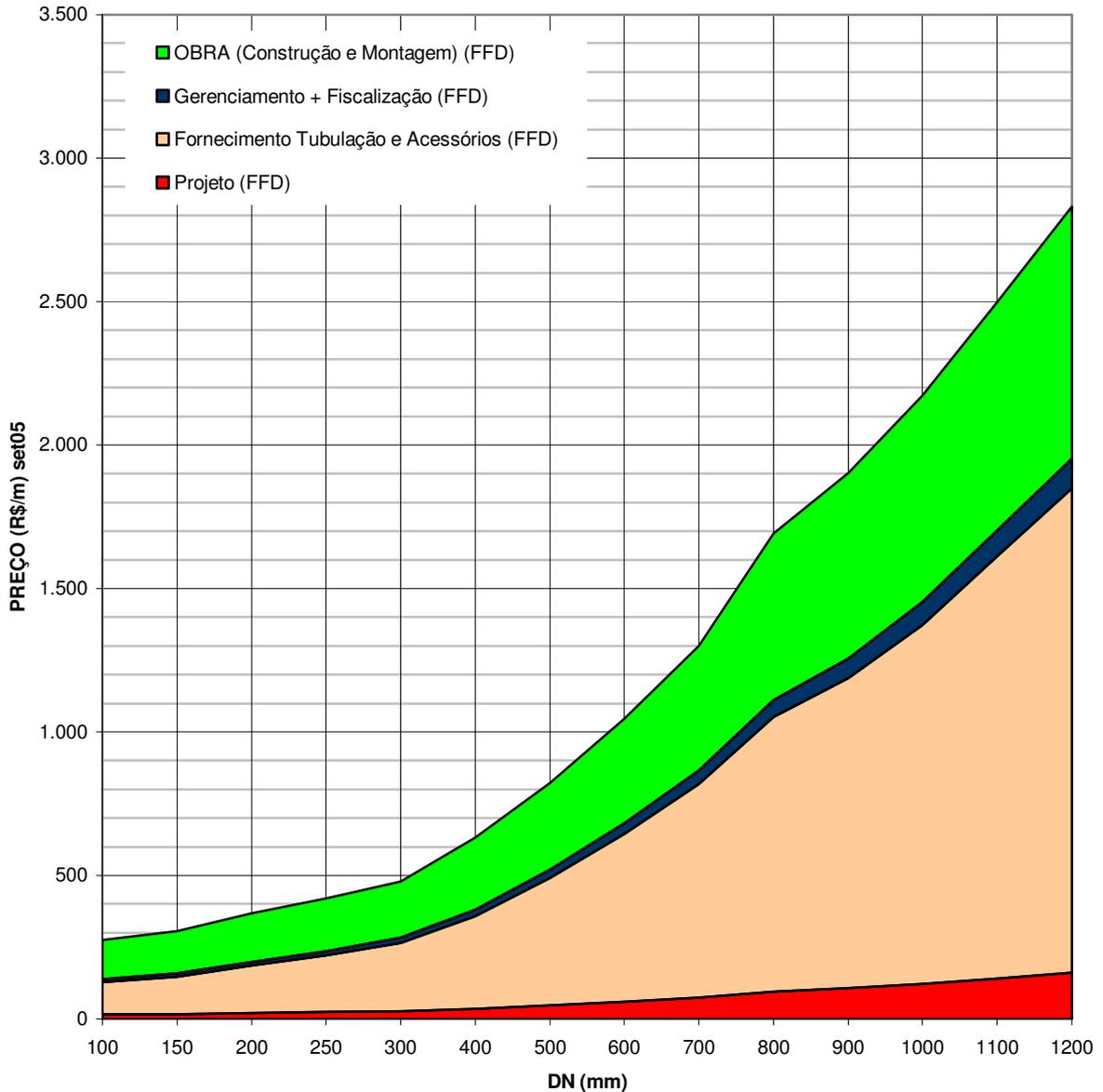
Figura 01.01_1c: : Curva de Estimativa de Preços de Implantação de Adutora (todos os materiais)
Rural – D1 [Escavação 85%, 10%, 5%]



Notas:

- Os valores destas curvas destinam-se apenas a estimativas e estudos comparativos de soluções, não substituindo, em nenhuma hipótese, orçamentos específicos.
- Inclui fornecimento de tubulação (PN10 - FFD ou PVC até DN 300), acessórios, escavação, reaterro, projeto, supervisão, garantias, testes e operação inicial por 15 dias, seguros, custos financeiros, impostos, BDI, etc., considerando um mix de tipo de terreno, lençol d'água, área rural e pavimentada, e material de tubulação que for mais barata naquele diâmetro, em tubos ponta e bolsa normatizados. Todo o fornecimento e serviços de 1ª categoria.
- Não inclui custos de desapropriações de terrenos, de aprovações, de licenças, de qualquer taxa, exceto os impostos normais sobre empreiteiros e fornecedores, nem custos de natureza jurídica ou de natureza financeira, inclusive derivados de interrupções durante os testes, ou correlatos a qualquer um destes itens.

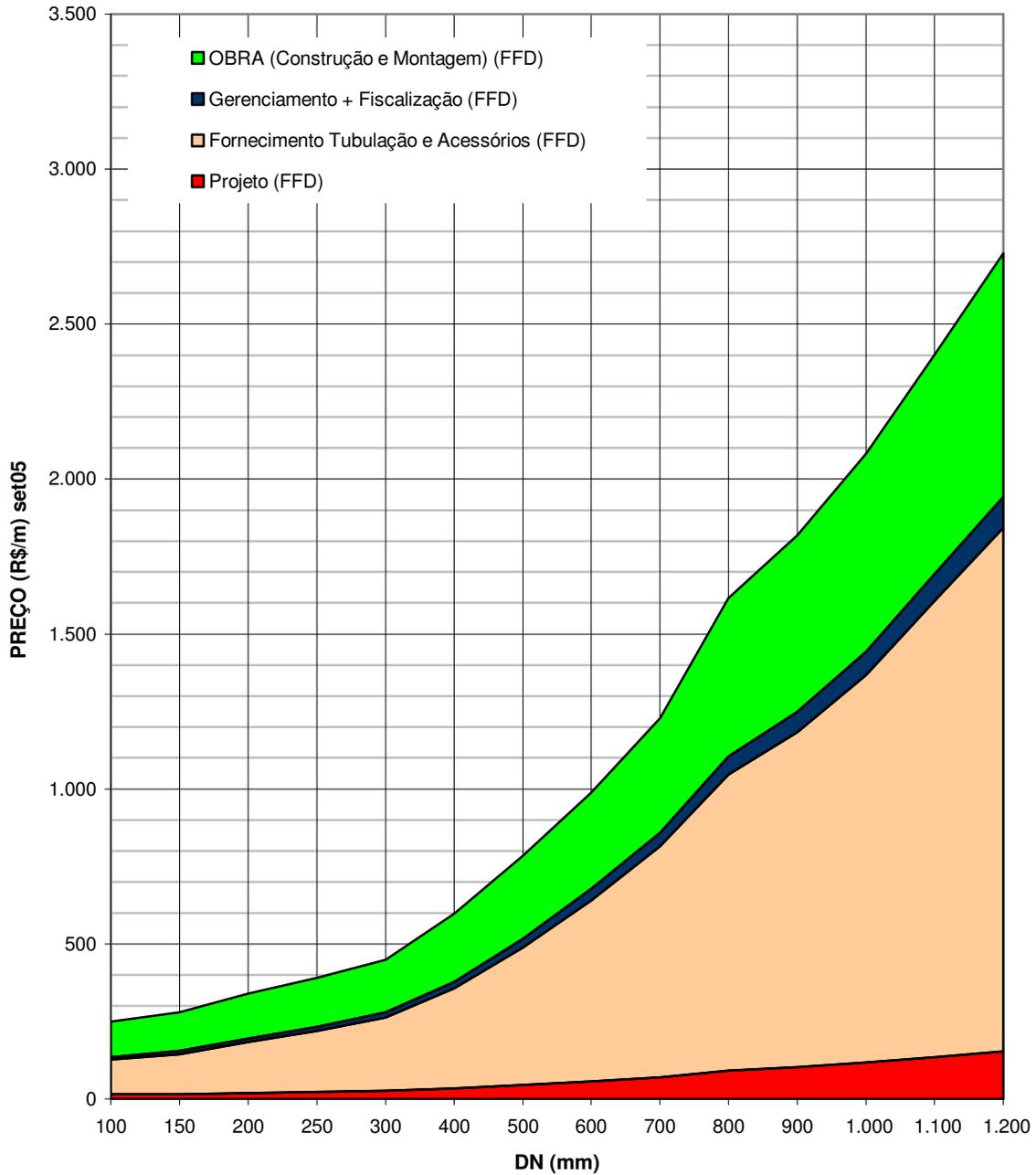
**Figura 01.01_6a: Curva para Estimativa de Preço de Implantação de Adutoras Semi-Rurais (FFD - PN 10)
 D1 - [Escavação 85%, 10%, 5%]**



Notas:

- 1) Os valores destas curvas destinam-se apenas a estimativas e estudos comparativos de soluções, não substituindo, em nenhuma hipótese, orçamentos específicos.
- 2) Inclui fornecimento de tubulação (PN10 - FFD), acessórios, escavação, reaterro, projeto, supervisão, garantias, testes e operação inicial por 15 dias, seguros, custos financeiros, impostos, BDI, etc., considerando um mix de tipo de terreno, lençol d'água, área rural e pavimentada, e material de tubulação que for mais barata naquele diâmetro, em tubos ponta e bolsa normalizados. Todo o fornecimento e serviços de 1a categoria.
- 3) Não inclui custos de desapropriações de terrenos, de aprovações, de licenças, de qualquer taxa, exceto os impostos normais sobre empreiteiros e fornecedores, nem custos de natureza jurídica ou de natureza financeira, inclusive derivados de interrupções durante os testes, ou correlatos a qualquer um destes itens.

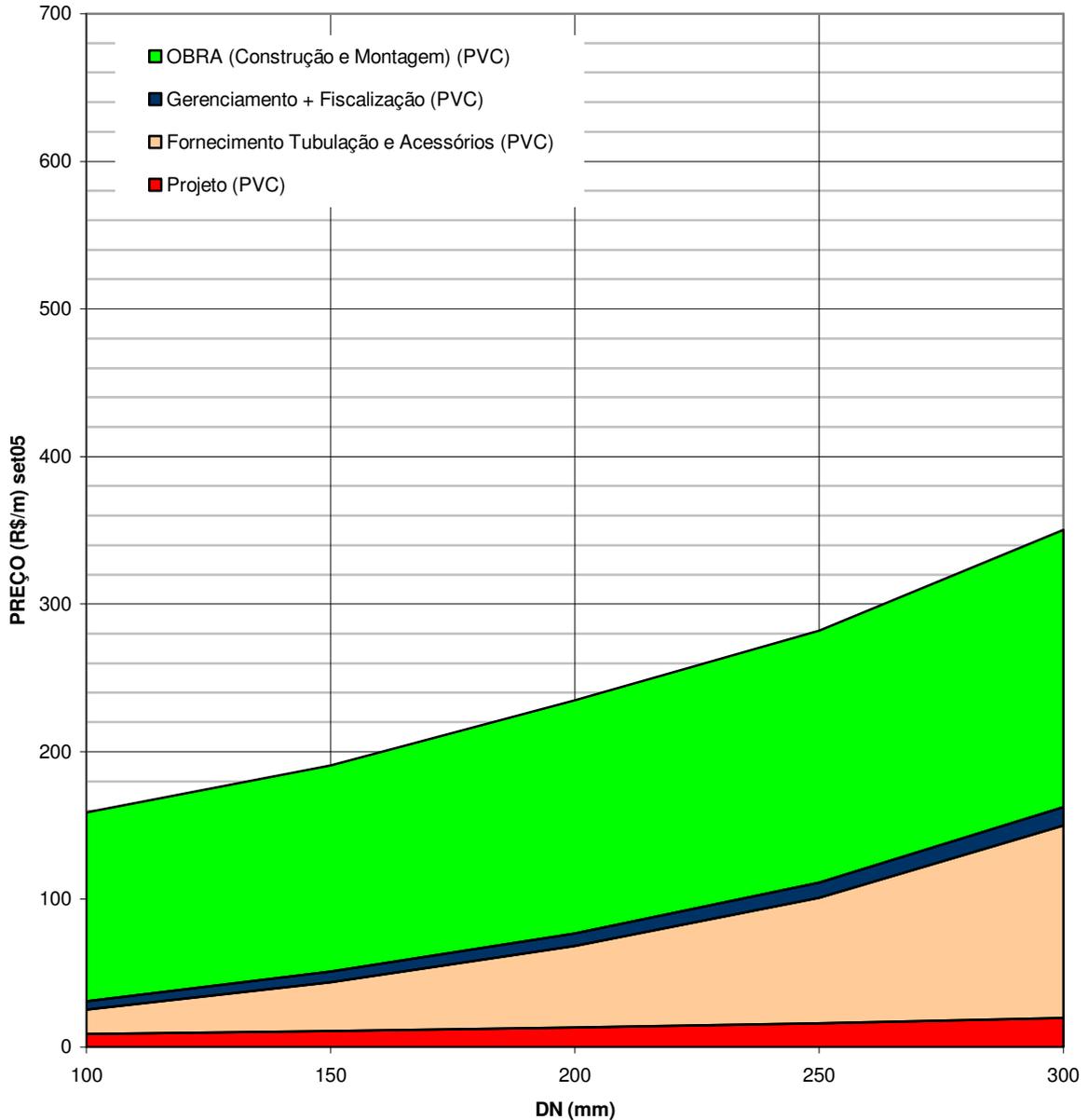
**Figura 01.01_6c: Curva para Estimativa de Preço de Implantação de Adutoras Rurais (FFD-PN10)
 D1 - [Escavação 85%, 10%, 5%]**



Notas:

- 1) Os valores destas curvas destinam-se apenas a estimativas e estudos comparativos de soluções, não substituindo, em nenhuma hipótese, orçamentos específicos.
- 2) Inclui fornecimento de tubulação (PN10 - FFD), acessórios, escavação, reaterro, projeto, supervisão, garantias, testes e operação inicial por 15 dias, seguros, custos financeiros, impostos, BDI, etc., considerando um mix de tipo de terreno, lençol d'água, área rural e pavimentada, e material de tubulação que for mais barata naquele diâmetro, em tubos ponta e bolsa normatizados. Todo o fornecimento e serviços de 1ª categoria.
- 3) Não inclui custos de desapropriações de terrenos, de aprovações, de licenças, de qualquer taxa, exceto os impostos normais sobre empreiteiros e fornecedores, nem custos de natureza jurídica ou de natureza financeira, inclusive derivados de interrupções durante os testes, ou correlatos a qualquer um destes itens.

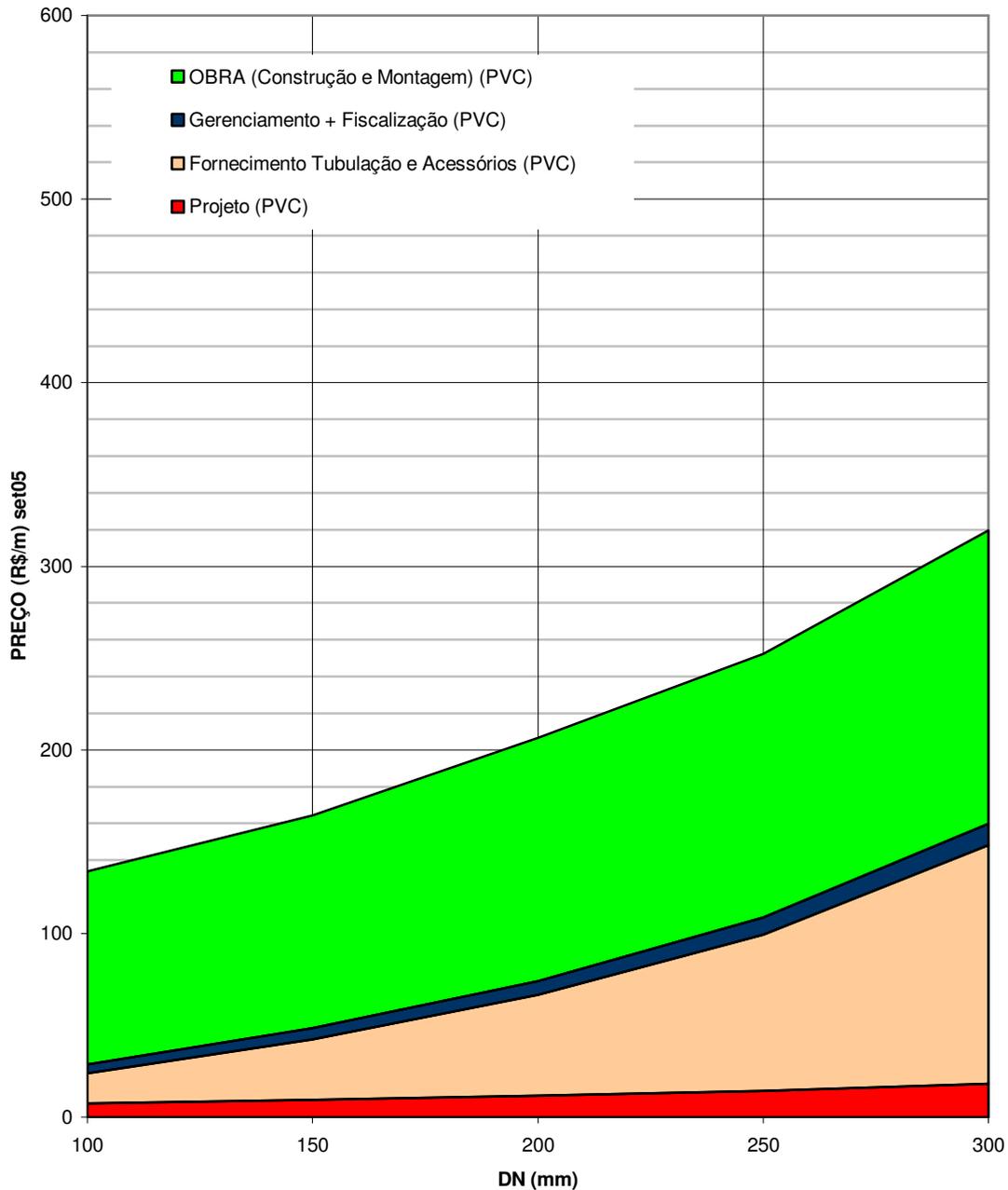
Figura 01.01_7a: Curva para Estimativa de Preço de Implantação de Adutoras Semi-Rurais (PVC DEFoFo) - D1 - [Escavação 85%, 10%, 5%]



Notas:

- Os valores destas curvas destinam-se apenas a estimativas e estudos comparativos de soluções, não substituindo, em nenhuma hipótese, orçamentos específicos.
- Inclui fornecimento de tubulação (PN10 - FFD), acessórios, escavação, reaterro, projeto, supervisão, garantias, testes e operação inicial por 15 dias, seguros, custos financeiros, impostos, BDI, etc., considerando um mix de tipo de terreno, lençol d'água, área rural e pavimentada, e material de tubulação que for mais barata naquele diâmetro, em tubos ponta e bolsa normatizados. Todo o fornecimento e serviços de 1a categoria.
- Não inclui custos de desapropriações de terrenos, de aprovações, de licenças, de qualquer taxa, exceto os impostos normais sobre empreiteiros e fornecedores, nem custos de natureza jurídica ou de natureza financeira, inclusive derivados de interrupções durante os testes, ou correlatos a qualquer um destes itens.

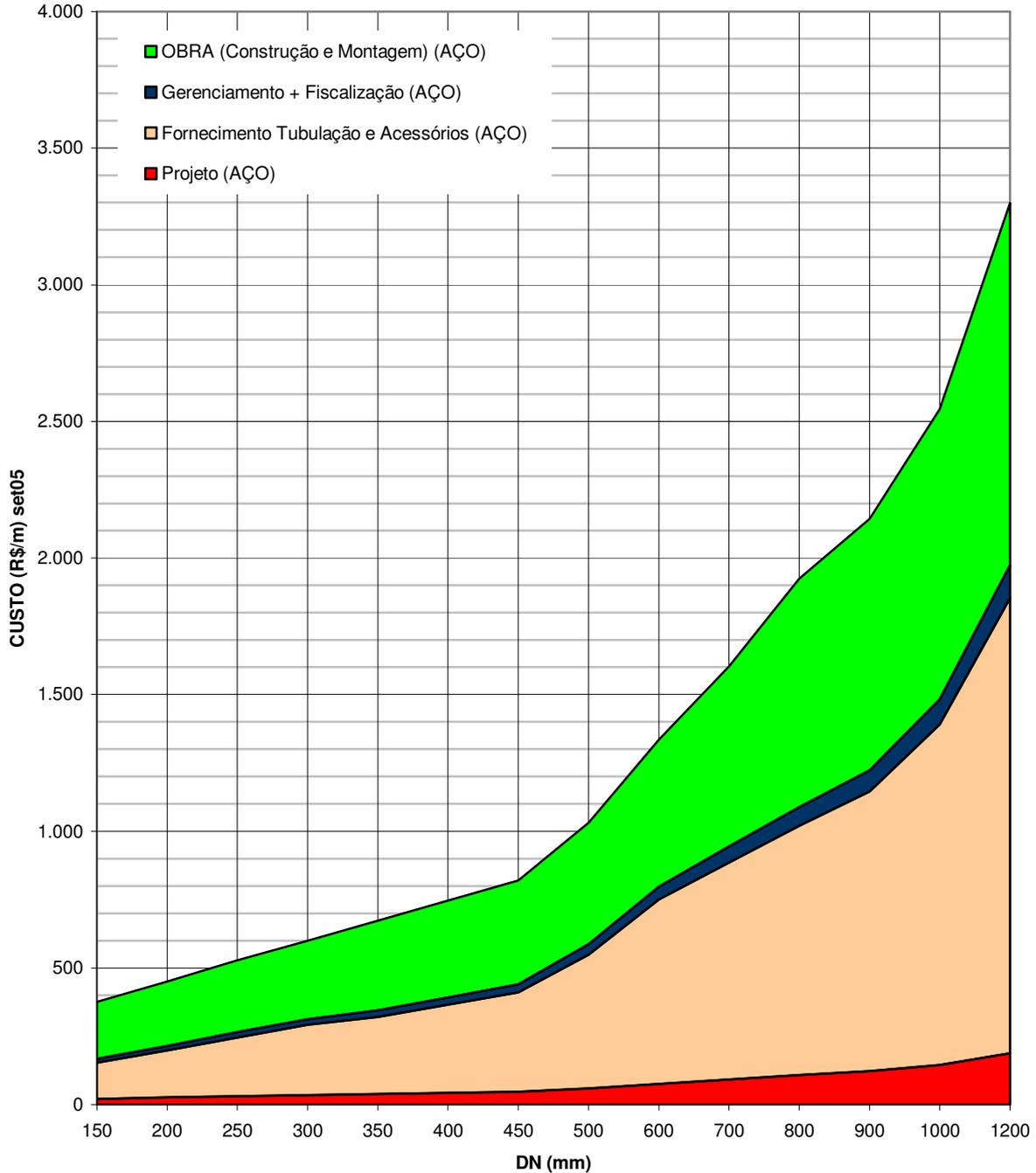
**Figura 01.01_7c: Curva para Estimativa de Preço de Implantação de Adutoras Rurais (PVC DEFoFo)
 D1 - [Escavação 85%, 10%, 5%]**



Notas:

- 1) Os valores destas curvas destinam-se apenas a estimativas e estudos comparativos de soluções, não substituindo, em nenhuma hipótese, orçamentos específicos.
- 2) Inclui fornecimento de tubulação (PN10 - FFD), acessórios, escavação, reaterro, projeto, supervisão, garantias, testes e operação inicial por 15 dias, seguros, custos financeiros, impostos, BDI, etc., considerando um mix de tipo de terreno, lençol d'água, área rural e pavimentada, e material de tubulação que for mais barata naquele diâmetro, em tubos ponta e bolsa normalizados. Todo o fornecimento e serviços de 1a categoria.
- 3) Não inclui custos de desapropriações de terrenos, de aprovações, de licenças, de qualquer taxa, exceto os impostos normais sobre empreiteiros e fornecedores, nem custos de natureza jurídica ou de natureza financeira, inclusive derivados de interrupções durante os testes, ou correlatos a qualquer um destes itens.

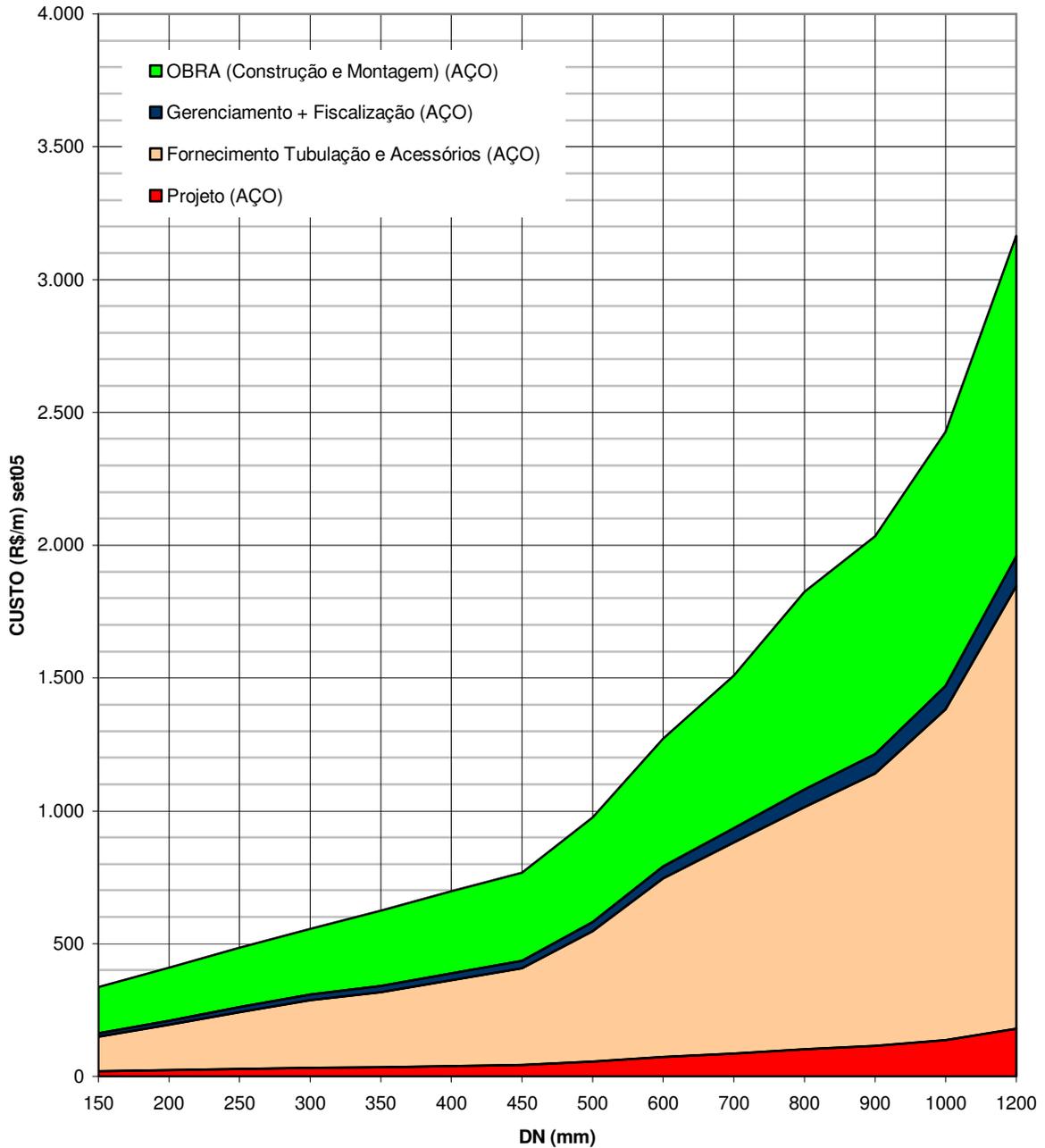
**Figura 01.01_8a: Curva para Estimativa de Preço de Implantação de Adutoras Semi-Rurais (AÇO)
 D1 - [Escavação 85%, 10%, 5%]**



Notas:

- 1) Os valores destas curvas destinam-se apenas a estimativas e estudos comparativos de soluções, não substituindo, em nenhuma hipótese, orçamentos específicos.
- 2) Inclui fornecimento de tubulação (PN10 - AÇO), acessórios, escavação, reaterro, projeto, supervisão, garantias, testes e operação inicial por 15 dias, seguros, custos financeiros, impostos, BDI, etc., considerando um mix de tipo de terreno, lençol d'água, área rural e pavimentada, e material de tubulação que for mais barata naquele diâmetro, em tubos ponta e bolsa normatizados. Todo o fornecimento e serviços de 1ª categoria.
- 3) Não inclui custos de desapropriações de terrenos, de aprovações, de licenças, de qualquer taxa, exceto os impostos normais sobre empreiteiros e fornecedores, nem custos de natureza jurídica ou de natureza financeira, inclusive derivados de interrupções durante os testes, ou correlatos a qualquer um destes itens.

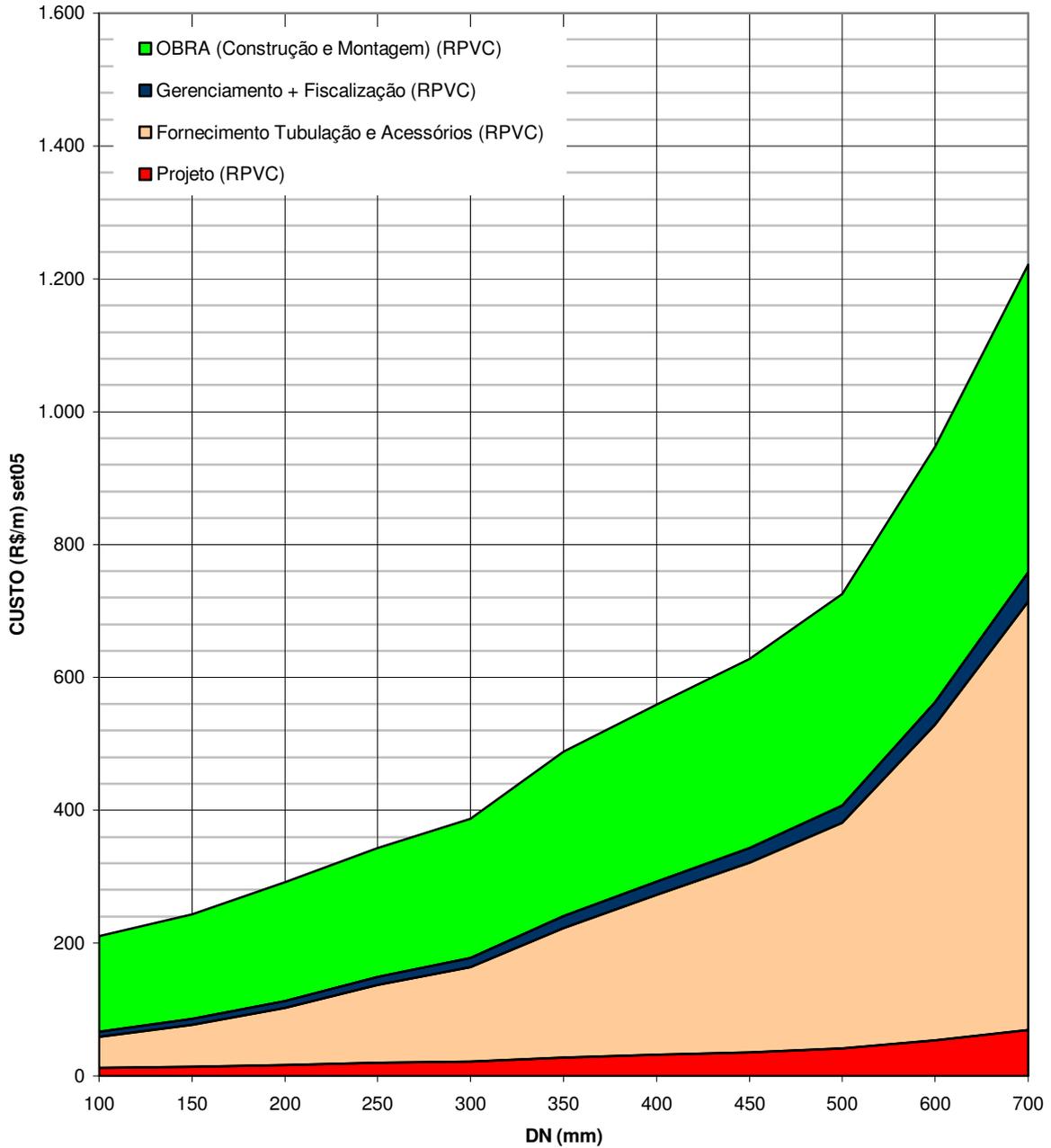
**Figura 01.01_8c: Curva para Estimativa de Preço de Implantação de Adutoras Rurais (AÇO)
 D1 - [Escavação 85%, 10%, 5%]**



Notas:

- 1) Os valores destas curvas destinam-se apenas a estimativas e estudos comparativos de soluções, não substituindo, em nenhuma hipótese, orçamentos específicos.
- 2) Inclui fornecimento de tubulação (PN10 - AÇO), acessórios, escavação, reaterro, projeto, supervisão, garantias, testes e operação inicial por 15 dias, seguros, custos financeiros, impostos, BDI, etc., considerando um mix de tipo de terreno, lençol d'água, área rural e pavimentada, e material de tubulação que for mais barata naquele diâmetro, em tubos ponta e bolsa normatizados. Todo o fornecimento e serviços de 1ª categoria.
- 3) Não inclui custos de desapropriações de terrenos, de aprovações, de licenças, de qualquer taxa, exceto os impostos normais sobre empreiteiros e fornecedores, nem custos de natureza jurídica ou de natureza financeira, inclusive derivados de interrupções durante os testes, ou correlatos a qualquer um destes itens.

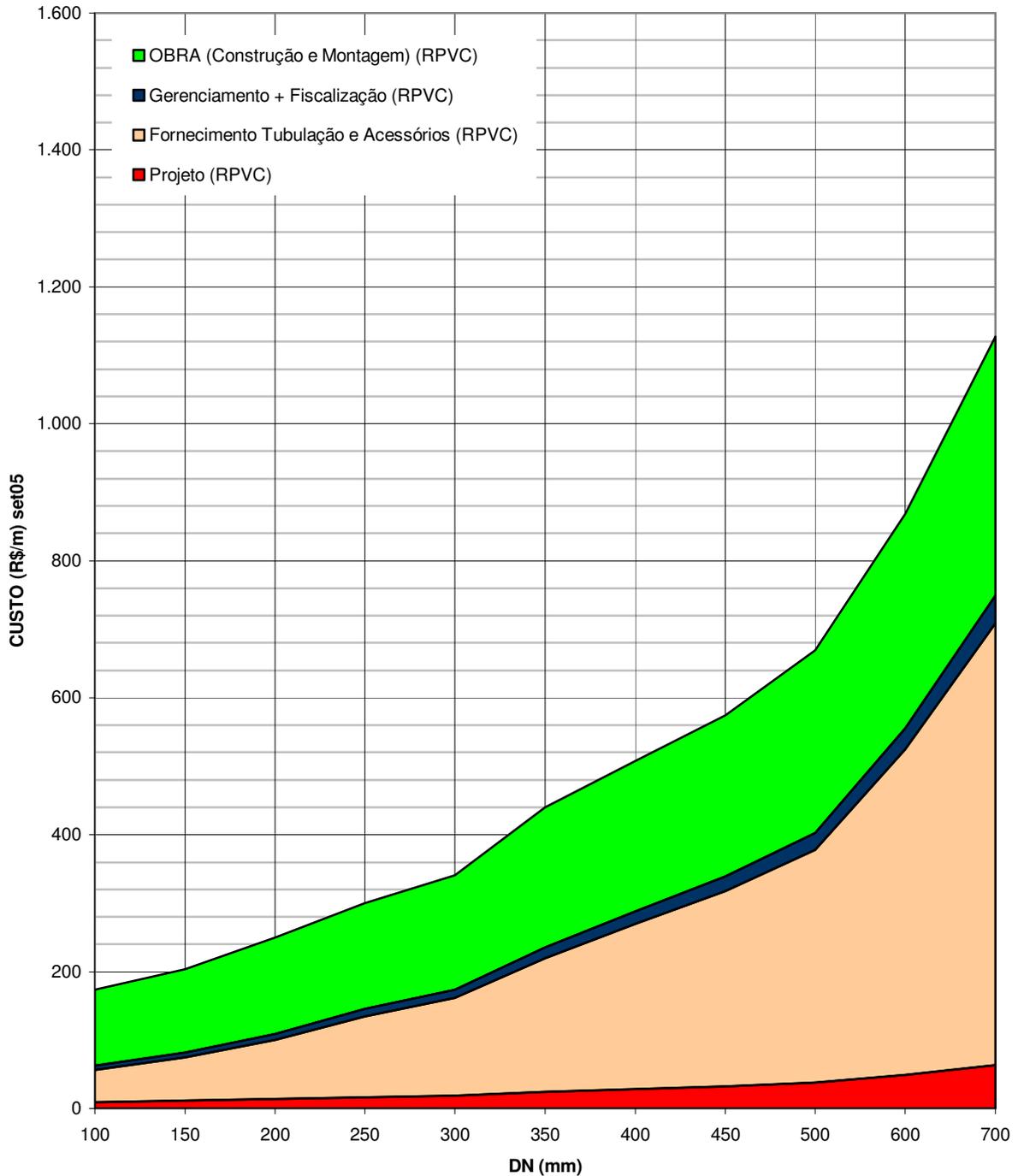
Figura 01.01_9a: Curva para Estimativa de Preço de Implantação de Adutoras Semi-Rurais (RPVC)
D1 - [Escavação 85%, 10%, 5%]



Notas:

- Os valores destas curvas destinam-se apenas a estimativas e estudos comparativos de soluções, não substituindo, em nenhuma hipótese, orçamentos específicos.
- Inclui fornecimento de tubulação (PN10 - RPVC), acessórios, escavação, reaterro, projeto, supervisão, garantias, testes e operação inicial por 15 dias, seguros, custos financeiros, impostos, BDI, etc., considerando um mix de tipo de terreno, lençol d'água, área rural e pavimentada, e material de tubulação que for mais barata naquele diâmetro, em tubos ponta e bolsa normatizados. Todo o fornecimento e serviços de 1ª categoria.
- Não inclui custos de desapropriações de terrenos, de aprovações, de licenças, de qualquer taxa, exceto os impostos normais sobre empreiteiros e fornecedores, nem custos de natureza jurídica ou de natureza financeira, inclusive derivados de interrupções durante os testes, ou correlatos a qualquer um destes itens.

**Figura 01.01_9c: Curva para Estimativa de Preço de Implantação de Adutoras Rurais (RPVC)
 D1 - [Escavação 85%, 10%, 5%]**



Notas:

- 1) Os valores destas curvas destinam-se apenas a estimativas e estudos comparativos de soluções, não substituindo, em nenhuma hipótese, orçamentos específicos.
- 2) Inclui fornecimento de tubulação (PN10 - RPVC), acessórios, escavação, reaterro, projeto, supervisão, garantias, testes e operação inicial por 15 dias, seguros, custos financeiros, impostos, BDI, etc., considerando um mix de tipo de terreno, lençol d'água, área rural e pavimentada, e material de tubulação que for mais barata naquele diâmetro, em tubos ponta e bolsa normatizados. Todo o fornecimento e serviços de 1ª categoria.
- 3) Não inclui custos de desapropriações de terrenos, de aprovações, de licenças, de qualquer taxa, exceto os impostos normais sobre empreiteiros e fornecedores, nem custos de natureza jurídica ou de natureza financeira, inclusive derivados de interrupções durante os testes, ou correlatos a qualquer um destes itens.

01.02 - Captações

Introdução e Premissas para avaliar os preços de Implantação de “Captações”

Apesar de ser uma unidade cujo custo varia muito conforme a “geografia” local, ou seja, de “padronização” discutível, resolveu-se que é melhor contar com esta estimativa do que não tê-la. Para melhor abordagem, estabeleceu-se uma sistematização:

Dividir as captações de água em dois tipos:

- *Por gravidade*
- *Bombeadas*

Ambos os tipos foram sub-divididos em dois:

- *a fio d’água*
- *com barragem de regularização / elevação*

Por sua vez as captações bombeadas (a fio d’água ou em barragem) foram ser divididas em dois tipos básicos.

- *Flutuantes*
- *Fixas*

As captações **por gravidade a fio d’água** foram consideradas “fixas” e compostas por uma pequena barragem para “afogar” a tomada, um crivo e/ou um desarenador em canal paralelo ao curso de água. O “afogamento” da tomada com uma submergência de cerca de 5 vezes o diâmetro para mais .

O custo de implantação de uma captação “por gravidade, a fio d’água”, está calculado considerando a obra civil no curso de água como sendo de um tipo convencional, mais ou menos dentro de um padrão, aqui assumido como sendo uma barragem-vertedor em concreto rolado, altura 5 vezes o diâmetro da tomada, comprimento de crista 9 vezes a altura inscrita em um vale com secção transversal semi-elíptica com essa razão comprimento altura 9/1, e condições de fundação também padronizado (remoção de 1m de profundidade de terreno) e taludes-padrão (ver figuras 01.02_1a e 1b). Verifica-se que o custo resulta proporcional apenas à vazão de tomada.

Figura 01.02_1a : “Barramento Tipo” - seção transversal ao córrego

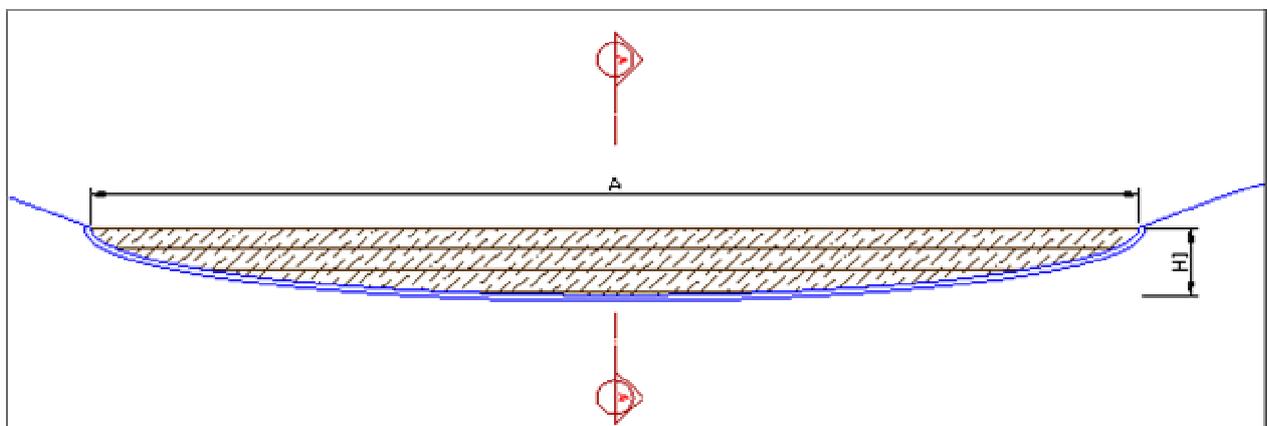
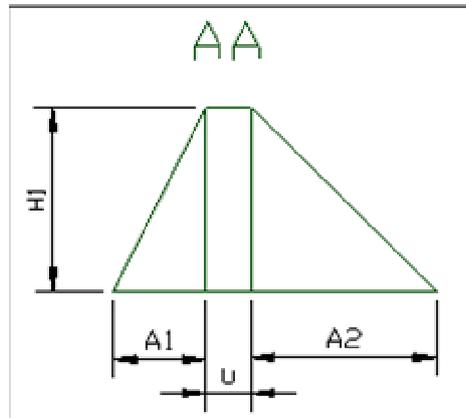


Figura 01.02_1b: Corte AA



O “crivo” da tomada (também conhecido por “crepina”) está considerado sempre, como sendo do tipo tubo drenante para revestimento de poço profundo, em arame de aço inox de seção trapezoidal enrolado helicoidalmente (também conhecido como filtro “Johnson” ou “Prominas”).

As captações **bombeadas com barramento ou em curso de água perene** (curso de água perene de grande porte em relação à vazão de captação), podem ter o bombeamento flutuante ou fixo, decisão primordialmente baseada no menor custo de implantação + operação + manutenção, os dois últimos trazidos a valor atual.

Constata-se na prática que, normalmente, a opção por captações flutuantes é muito tentadora já que oferece algumas vantagens:

- ✓ *a – em altas variações de cota do NA da tomada, sempre haverá NPSH disponível igual ao calculado.*
- ✓ *b – as bombas podem ser mais baratas e simples pela certeza da submersão constante.*
- ✓ *c – em locais de grande mobilidade do terreno (meandros de rios) pode-se acompanhar essa mobilidade alterando o ponto de captação com bastante facilidade.*
- ✓ *d – a construção é bem mais barata pois pode-se trazer a instalação pronta e não se submeter a obras subaquáticas e/ou em tubulões, sujeitas a interrupções sazonais ou por caprichos da natureza.*
- ✓ *e – materiais modernos tais como polietileno de alta densidade e mangueiras espiraladas ou estruturadas facilitaram em muito a adoção dessa solução.*
- ✓ *f – rapidez na implantação (inicialmente como consequência de “d-”)*

Considerou-se o preço de uma Captação Flutuante igual ao preço de uma Estação de Bombeamento Convencional “ao tempo” abordada no item 01.03 menos o custo das bases de concreto, mais o flutuante propriamente dito, mais os tubos flexíveis de acoplamento a terra. Para a ordem de grandeza das estimativas objeto deste trabalho, é perfeitamente aceitável adotar o preço orçado para uma estação de bombeamento convencional como o preço de uma captação flutuante (substitui-se o custo do concreto de fundação pelo custo do flutuante). Esta consideração não vale para manutenção, quando os preços da flutuante serão maiores que os da fixa.

As figuras 01.02_2 e 01.02_3 resumem o antes exposto.

A figura 01.02_2, serve para avaliar o preço aproximado de implantação de uma captação a fio d’água considerada como “padrão” a partir da vazão máxima nominal de tomada (ou do

diâmetro de tomada – eixo horizontal)), considerando para essa “captação” as premissas acima, ou seja, barramento em concreto rolado, tomada em crepina, acesso com cerca de 500m, estação hidrometeorológica, etc. Caso seja necessário bombear, deve-se acrescentar o preço de uma Estação de Bombeamento. Não estão incluídos preços de desapropriação, desmatamento, proteção de orla, mata ciliar, etc.

A figura 01.02_3, serve para avaliar o preço aproximado de implantação de uma captação com regularização ou elevação, quer dizer, com uma barragem de preço mais considerável que aquelas simplesmente destinadas ao “afogamento” da tomada. As premissas são as mesmas da figura anterior, notando-se que, neste caso, a influência do preço da tomada na obra, é irrelevante frente à obra e frente às variações provenientes da geografia local e da reservação e/ou elevação que se resolve fazer, resultando em um preço médio para o m³ de concreto, a ser aplicado nas avaliações, que precisarão considerar a dimensão do barramento. Neste caso de barramento com lago de volume considerável, incluiu-se no preço uma descarga de fundo padrão.

Figura 01.02_2: Curva para Estimativa de Preço de Implantação de Barragem com tomada a fio d'água

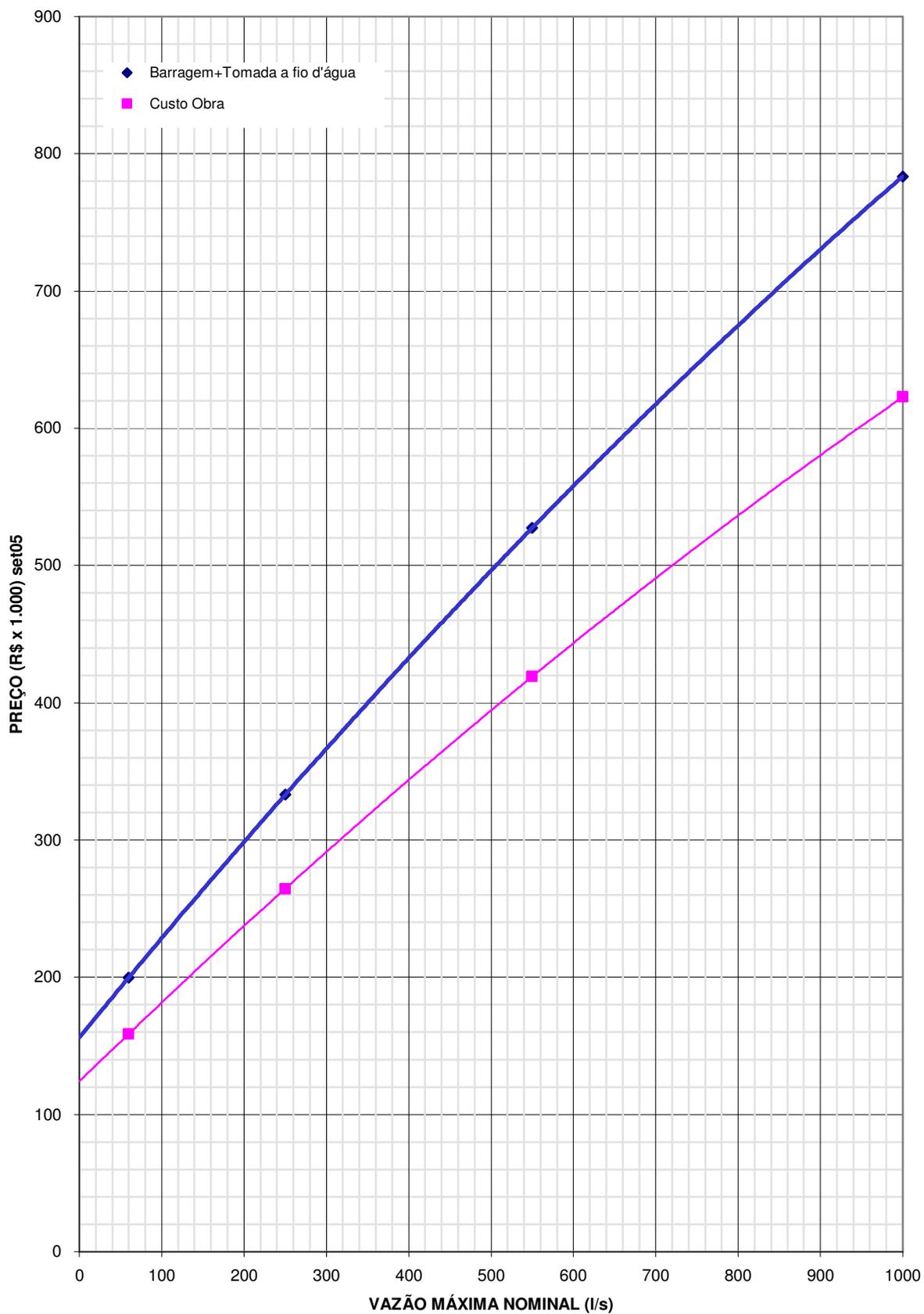
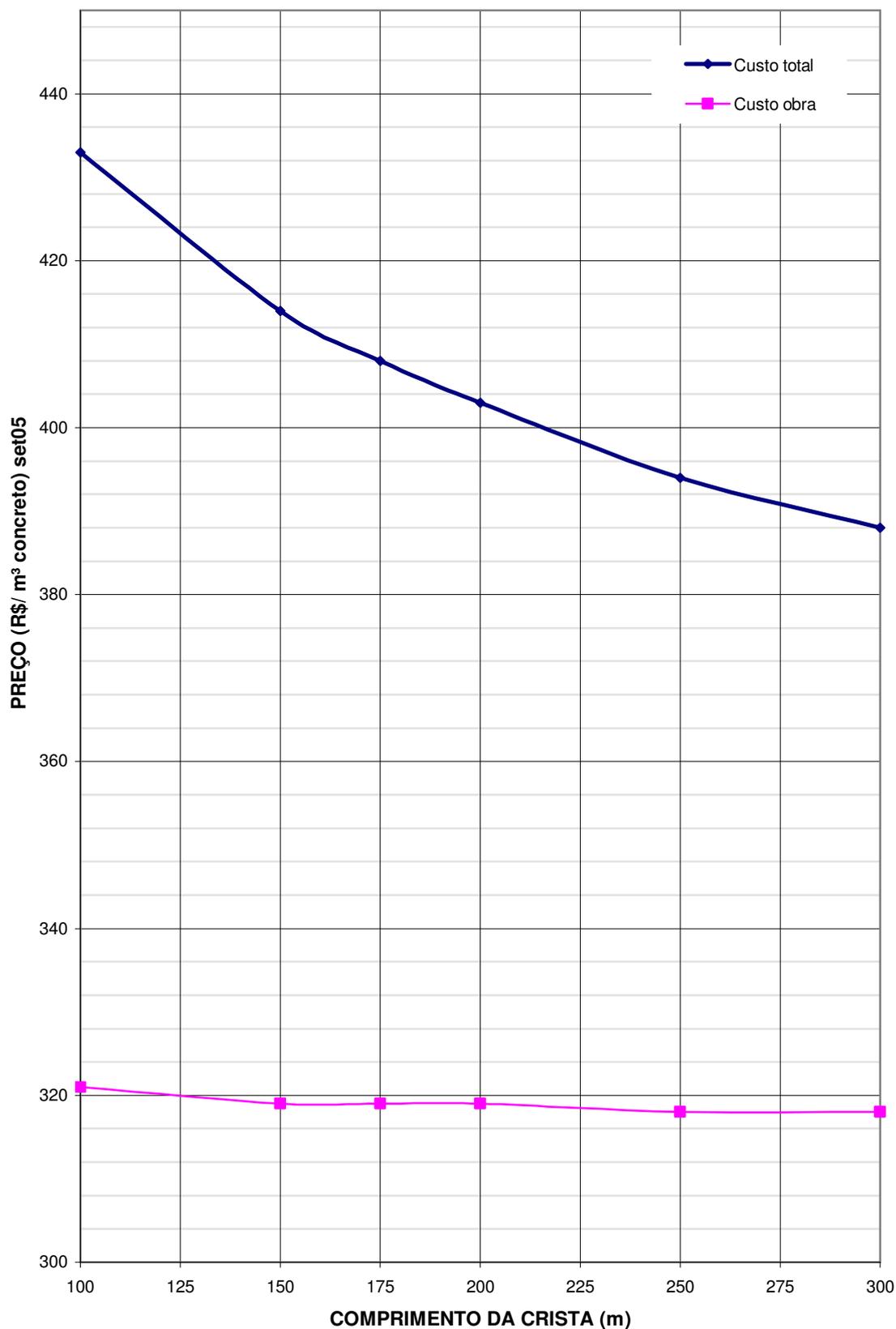


Figura 01.02_3: Curva para Estimativa de Preço de Implantação de Barragem para captação com regularização



01.03 - Estação de Bombeamento

Introdução e Premissas para avaliar Preço de Implantação de “Estações de Bombeamento”

Sempre e quando for necessário considerar o preço de implantação de unidades de bombeamento, deve-se considerar que os preços das bombas variam primeiro (mais) com a vazão e depois (menos) com a pressão. Os motores variam diretamente com a potência que são capazes de gerar, e inversamente com a velocidade de rotação, e com a voltagem.

O preço de implantação de casa de bombas costuma ser pedido em função da potência instalada, entretanto julgou-se de interesse apresentar também para vazão e para população.

Também ficou combinado que as bombas seriam do tipo horizontal, com carcaça bipartida e “ao tempo”. Tais premissas foram baseadas no sistema Ibiapaba (noroeste do Ceará), implantado há cerca de 15 anos, com essas características, funcionando muito bem. Posteriormente a ANA solicitou que se verificasse qual a diferença de preço considerando bombas abrigadas em uma “casa de bombas”. A seguir é apresentado esse confronto tendo resultado no mínimo 10% mais econômico considerar bombas ao tempo (Figura 01.03_3). Note-se que a diferença é bem maior se não considerarmos alguns investimentos comuns tais como acesso, cerca, etc.

Não há diferença de preço digna de nota por ser a EB “em linha” (em série, também conhecidas entre nós por “booster”) ou não.

Para fins de orçamento, o arranjo-padrão adotado, considerou que para vazões acima de 100 l/s (inclusive) haveria 03 bombas, sendo uma de reserva (diz-se 2+1 bombas), e abaixo de 99 l/s duas bombas, sendo uma de reserva (1+1 bombas). Tais arranjos estão consubstanciados em desenhos igualmente anexados a seguir nas Figuras 01.03_1a e _1b.

As faixas de pressão consideradas foram para altura manométrica entre 25m.c.a. e 150m.c.a. pois houve dificuldade em conseguir preços confiáveis para pressões maiores. Note-se que para Operação e Manutenção as curvas vão até 300m.c.a. o que corresponderia ao custo de implantação de duas elevatórias em série. Para as curvas com o eixo das abscissas correspondendo a vazão e a habitantes, os cálculos foram feitos para a a.m.t. de 25, 50, 100 e 150m.c.a. O rendimento médio considerado para o conjunto motor-bomba foi de 67%.

Considerou-se que o preço de uma “Estação de Bombeamento Flutuante” para captação de água é igual ao preço de uma Estação de Bombeamento Convencional “ao tempo” menos o custo das bases de concreto, mais o flutuante propriamente dito, mais os tubos flexíveis de acoplamento a terra. Para a ordem de grandeza das estimativas, objeto deste trabalho, é perfeitamente aceitável adotar o preço orçado para uma estação de bombeamento convencional como o preço de uma captação flutuante (substitui-se o custo do concreto de fundação pelo custo do flutuante). Esta consideração não vale para manutenção, quando os preços da flutuante serão maiores que os da fixa.

Assim, as figuras 01.03_2a a 01.03_2d, servem para avaliar o preço aproximado de implantação de estações de bombeamento consideradas como “padrão” a partir da vazão nominal (Q_{DMaC}), considerando as premissas acima, acesso com cerca de 500m, instrumentação, comunicação, proteção anti-golpe, cerca, etc.. Não estão incluídos custos de desapropriação, etc.

Note-se que, como em todas as unidades deste trabalho, a vazão nominal é considerada como sendo a do dia de maior consumo (Q_{DMaC}), como deve ser.

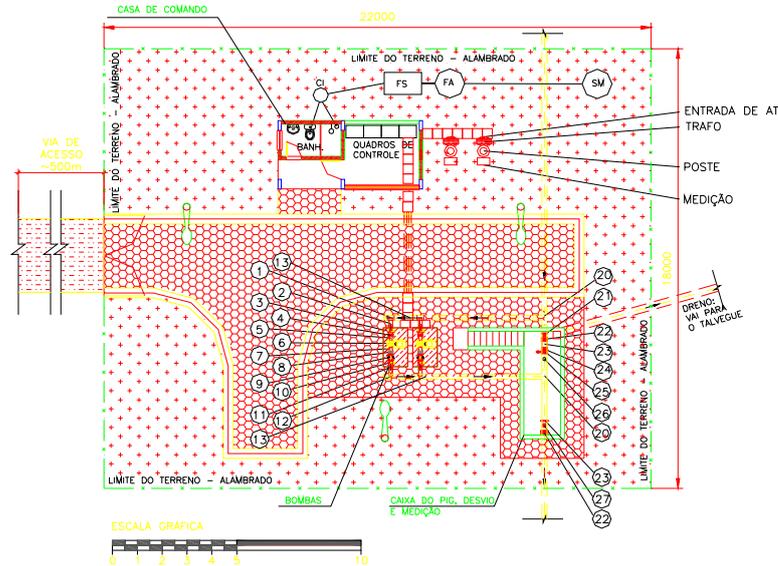
Para obter os pontos que permitiram traçar a curva de preço foram feitos pré-dimensionamento que geraram orçamentos. Esses pontos foram validados mediante confronto com pontos obtidos de arquivo do consultor onde se colecionaram preços conhecidos ao longo dos anos.

Figura 01.03_1a: Desenho da EB padrão adotada (50 l/s)

DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS PROIBIDA TODA REPRODUÇÃO OU TRANSFERÊNCIA TOTAL OU PARCIAL SEM PREVIA AUTORIZAÇÃO ESCRITA

MIGUEL FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ - TEL:(21)2240-5429 - e-mail: miguel@aquacon.com.br RUA EVARISTO DA VEIGA 55, 15º ANDAR - RIO - RJ CEP:20031-040
 OPERAÇÃO: MF200 PLOTTING STATUS: ARQUIVO: DATA DA PLOTAGEM: OPERADOR:

Figura 01.03_1a



LEGENDA PAVIMENTAÇÃO

- AREIA-ASFALTO A FRIO e=5cm
- PARALELEPÍPEDO OU BL. DE CONCRETO
- LAJE DE CONCRETO ARMADO e= 10cm
- SAIBRO

ESTAÇÃO DE BOMBAS 50 l/s (TIPO 1+1) – QUADRO DIMENSIONAL				
ITEM	DESCRIÇÃO	UN	QUANT.	DIMENSÕES (mm)
1	TÉ SUÇÃO	PÇ.	02	200 x 200
2	CURVA SUÇÃO	PÇ.	02	200
3	VÁLVULA BORBOLETA SUÇÃO	PÇ.	02	200
4	JUNTA DE DESMONTAGEM SUÇÃO	PÇ.	02	200
5	REDUÇÃO EXCÊNTRICA	PÇ.	02	200 x 150
6	MOTOBOMBA	C.J.	02	
7	AMPLIAÇÃO	PÇ.	02	100 x 150
8	JUNTA DE DESMONTAGEM SAÍDA	PÇ.	02	150
9	VÁLVULA CONTROLE	PÇ.	02	150
10	VÁLVULA BORBOLETA SAÍDA	PÇ.	02	150
11	CURVA SAÍDA	PÇ.	02	150 x 200
12	TÉ SAÍDA	PÇ.	02	200 x 200
13	TUBULAÇÃO DO BARRILETE(ø ADUTORA)	m	12	200
20	TÉ DE DERIVAÇÃO	PÇ.	02	200 x 200
21	VÁLVULA DE GAVETA DO PIG	PÇ.	01	200
22	JUNTA DE DESMONTAGEM	PÇ.	02	200
23	TOCO COM FLANGES	PÇ.	02	200
24	VÁLVULA DE RETENÇÃO DERIVAÇÃO	PÇ.	01	200
25	DRENO	C.J.	01	150
26	VENTOSA	PÇ.	01	50
27	MEDIDOR DE VAZÃO	PÇ.	01	PROPORCIONAL

- NOTAS
- 1) DIMENSÕES EM MILÍMETRO. OUTRAS DIMENSÕES, INDICADAS AS UNIDADES.
 - 2) ARRANJO CONSIDERADO PARA VAZÕES NOMINAIS DE ATÉ 99 l/s.

AUTOR/PROJETISTA: miguel fernández y fernández engenheiro consultor				 ANA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS		*ELABORAÇÃO DE INDICADORES DE CONSTRUÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA PARA ABASTECIMENTOS URBANOS DE ÁGUA, PARA UTILIZAÇÃO COMO FERRAMENTA AUXILIAR ÀS ANÁLISES A SEREM REALIZADAS NO ÂMBITO DO CERTIFICADO DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DA OBRA HÍDRICA - CERTIOP®	
COORD.	MFF CREA	RUBRICA	DATA JAN05				
PROJ.			JAN05	SUPERVISOR1 CREA	RUBRICA	DATA	ESCALA EM FORMATO A4: SEM_ESCALA
DES.			JAN05	SUPERVISOR2 CREA			
Nºdoc.: DE - 4 - PAD - AA - 1 - 06 - H - 001				R00		Nº DOC. : R 00	

Figura 01.03_1b: Desenho da EB padrão adotada (250, 500, 1.000 l/s)

DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS PROIBIDA TODA REPRODUÇÃO OU TRANSFERÊNCIA TOTAL OU PARCIAL SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO ESCRITA

MIGUEL FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ. TEL: (21)2262-1447 - e-mail: miguel@aquacon.com.br RUA EVARISTO DA VEIGA 55, 1º ANDAR - RIO - RJ CEP: 20031-040
 DATA DA PLOTAGEM: OPERAÇÃO: MF200

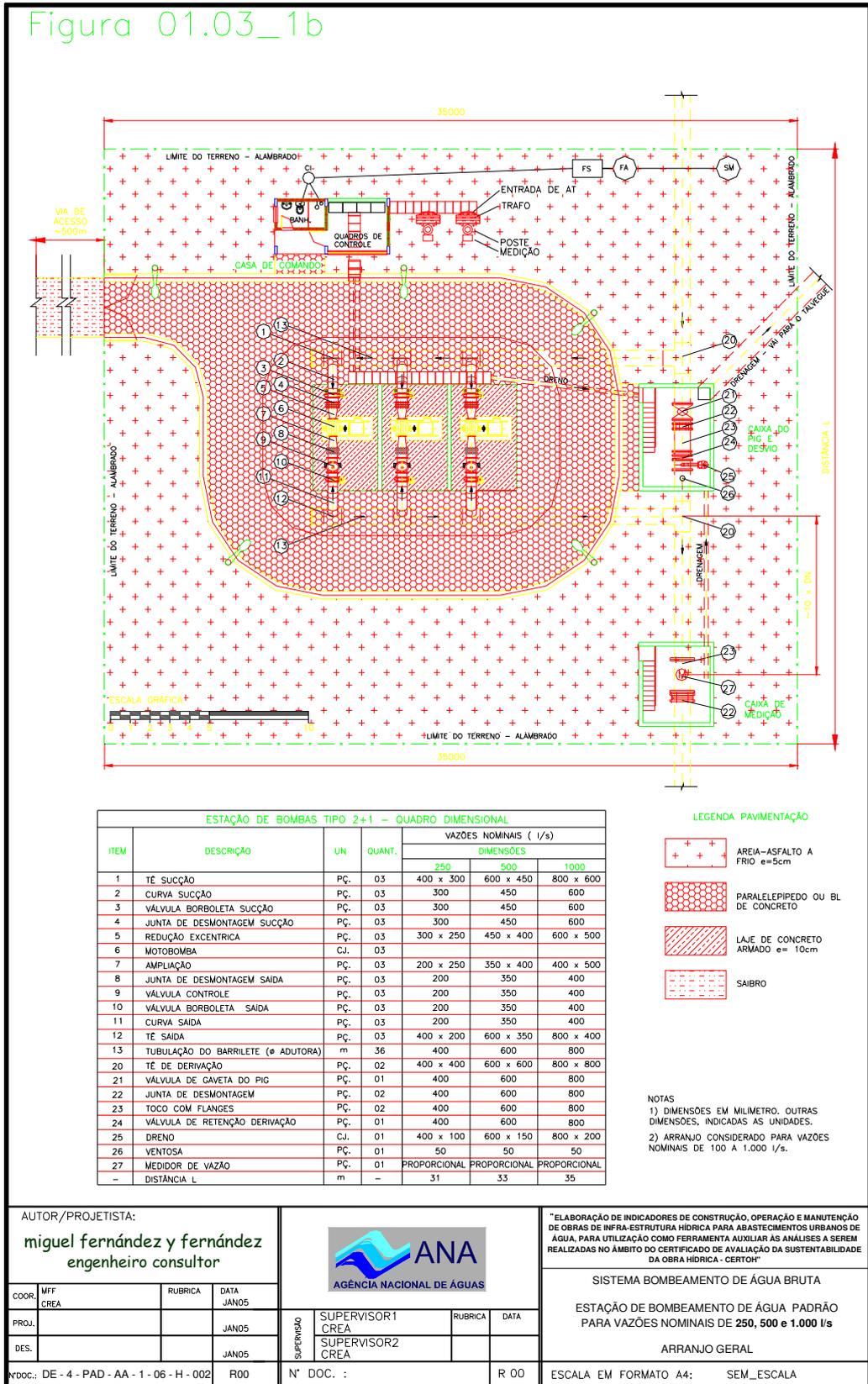


Figura 01.03_2a: Curva para Estimativa de Preço de Implantação de Estação de Bombeamento "ao tempo" pela potência instalada

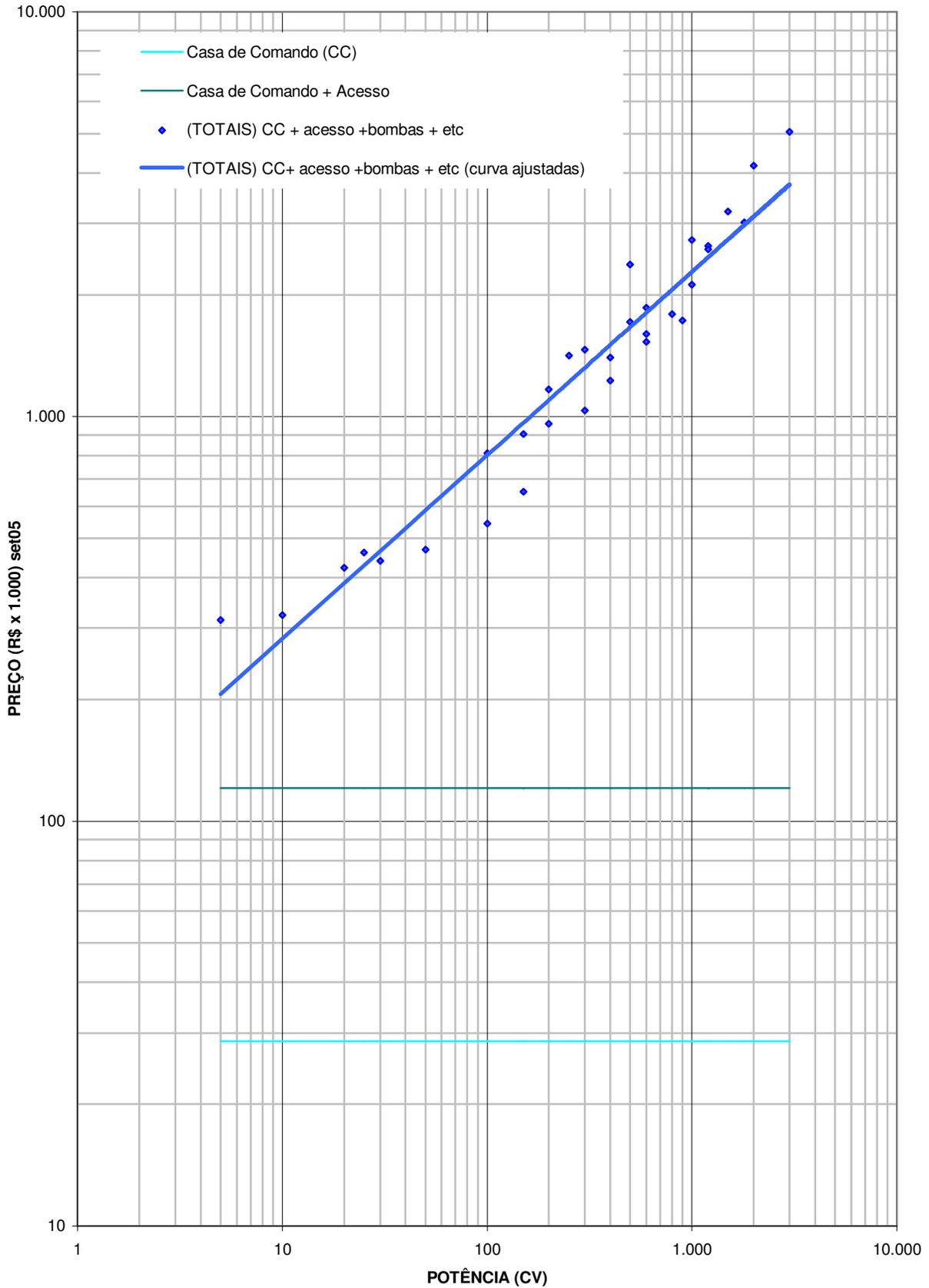
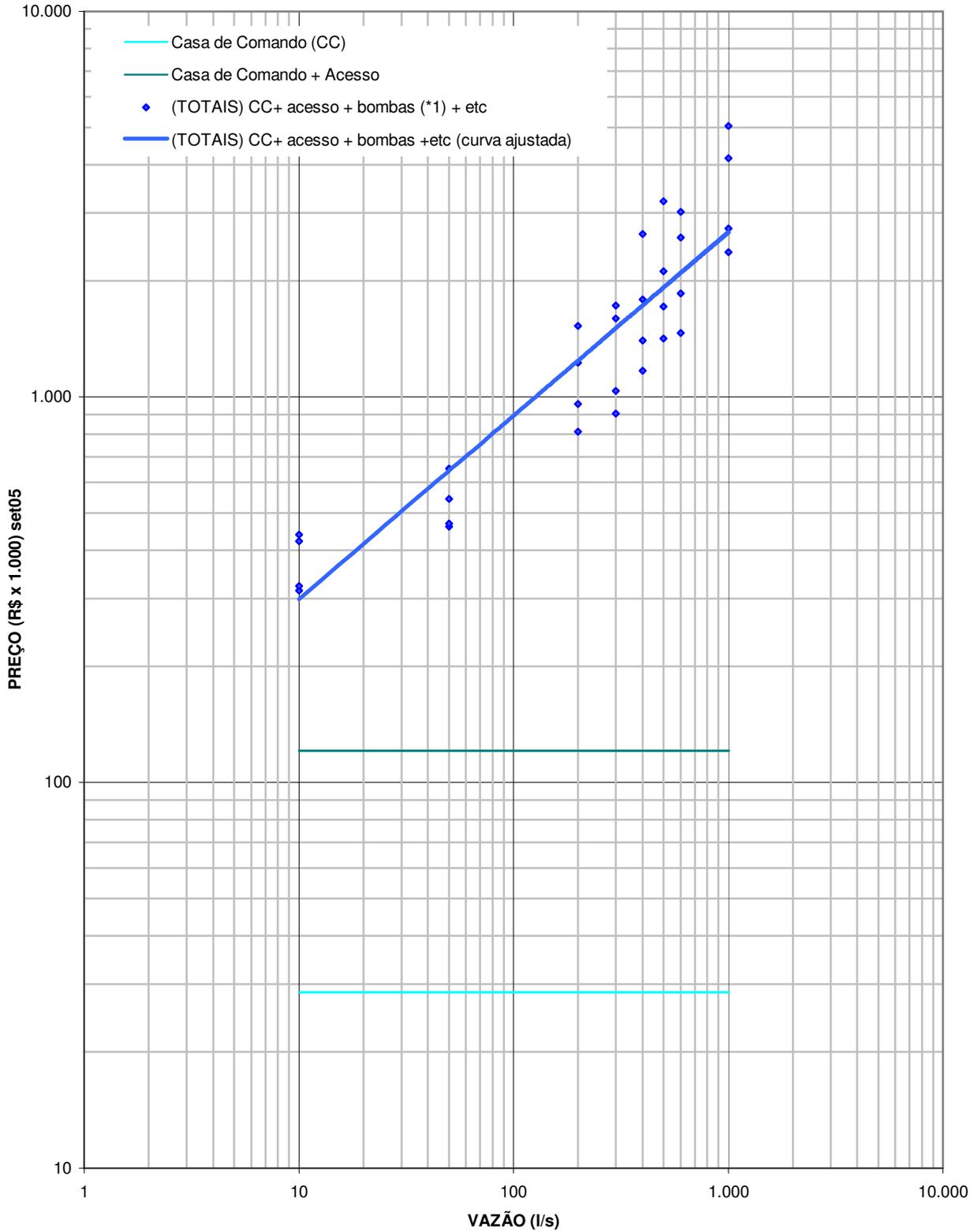
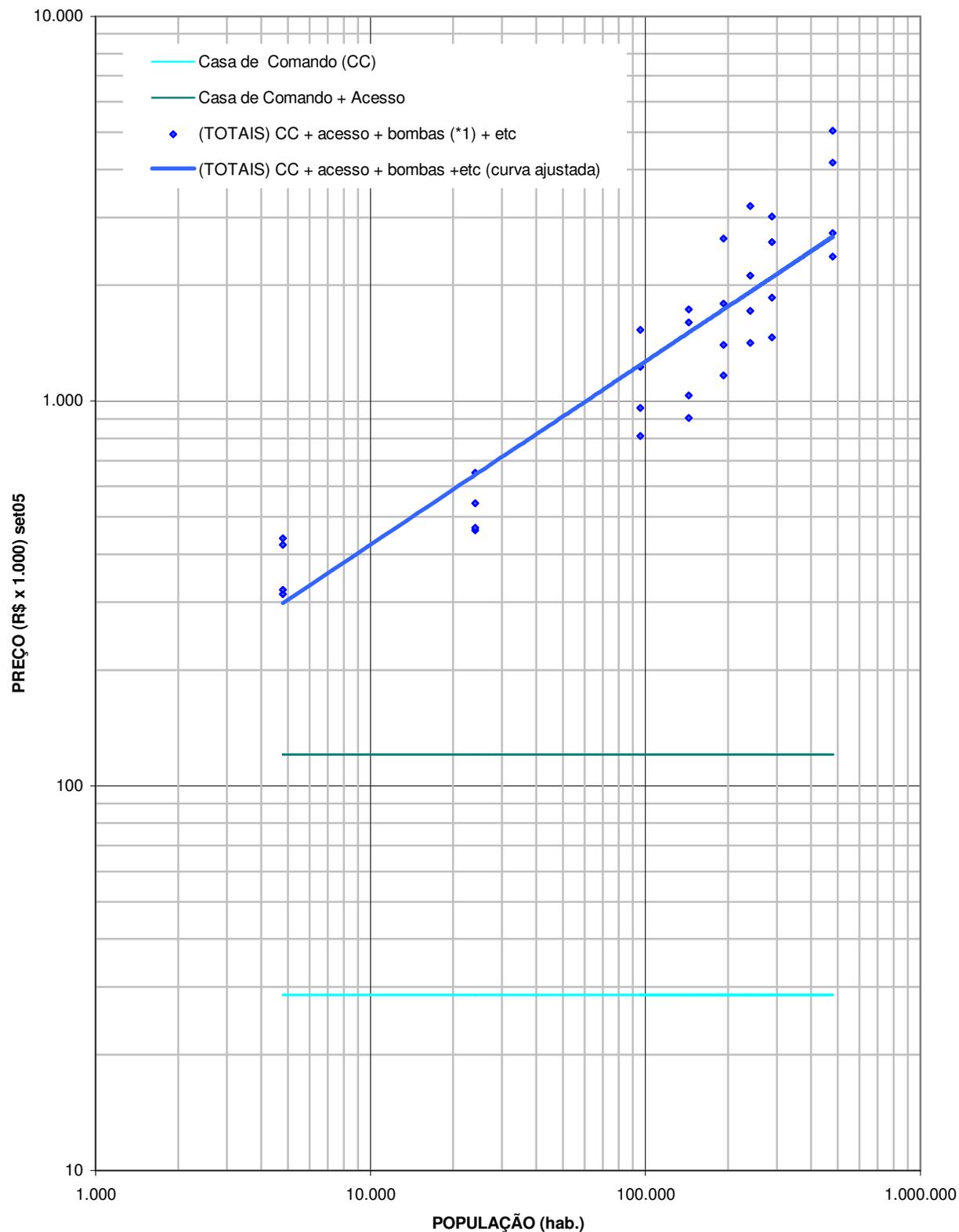


Figura 01.03_2c: Curva para Estimativa de Preço de Implantação de Estação de Bombeamento "ao tempo" pela vazão nominal



(*1) Para alturas manometricas de 25, 50, 100 e 150 m.c.a.

Figura 01.03_2d: Curva para Estimativa de Preço de Implantação de Estação de Bombeamento "ao tempo" pela população



(*1) Para alturas manométricas de 25, 50, 100 e 150 m.c.a.

Figura 01.03_3a: Curva para Estimativa de Preço de Implantação de Estação de Bombeamento "coberta" pela potência instalada

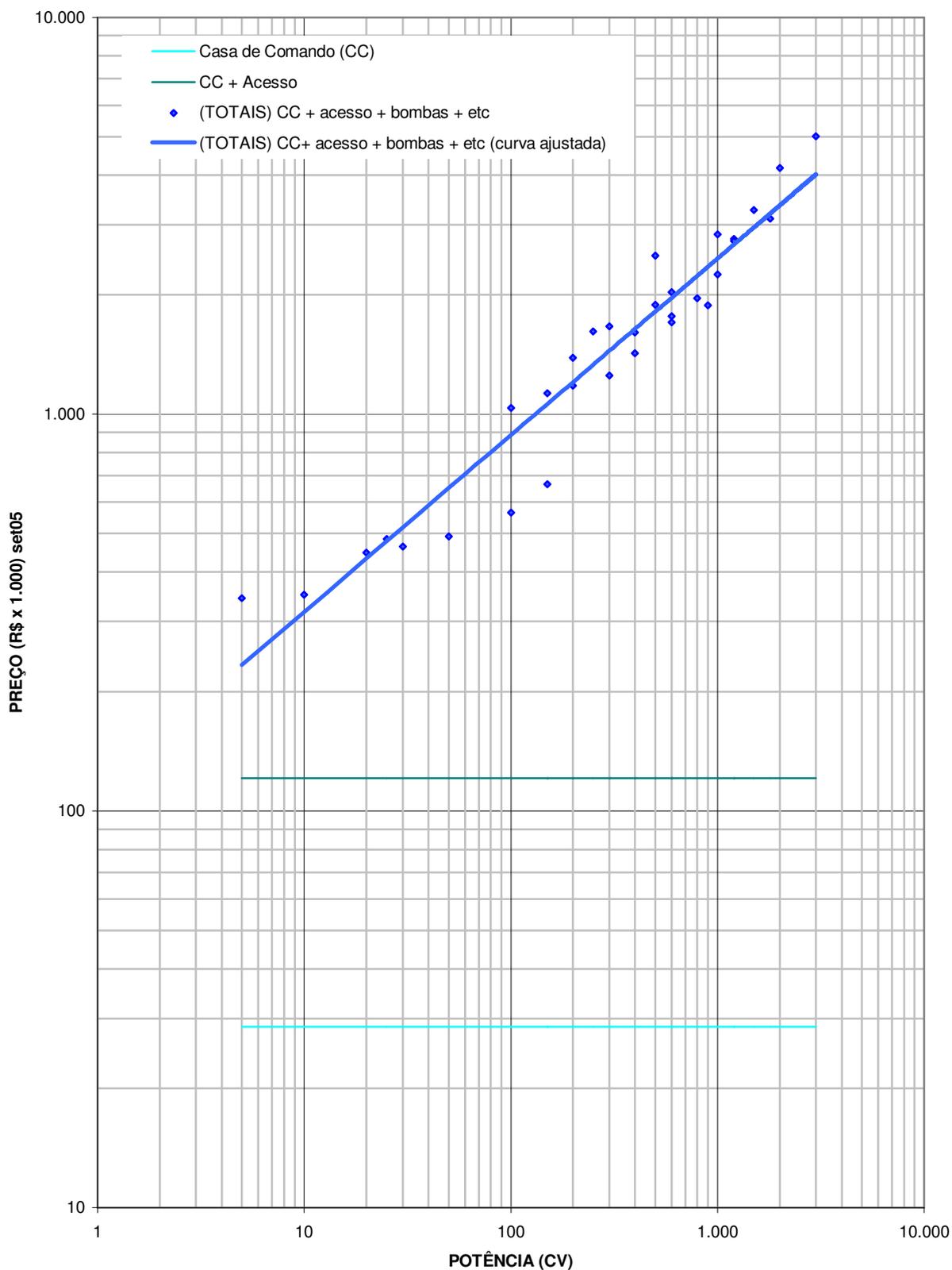
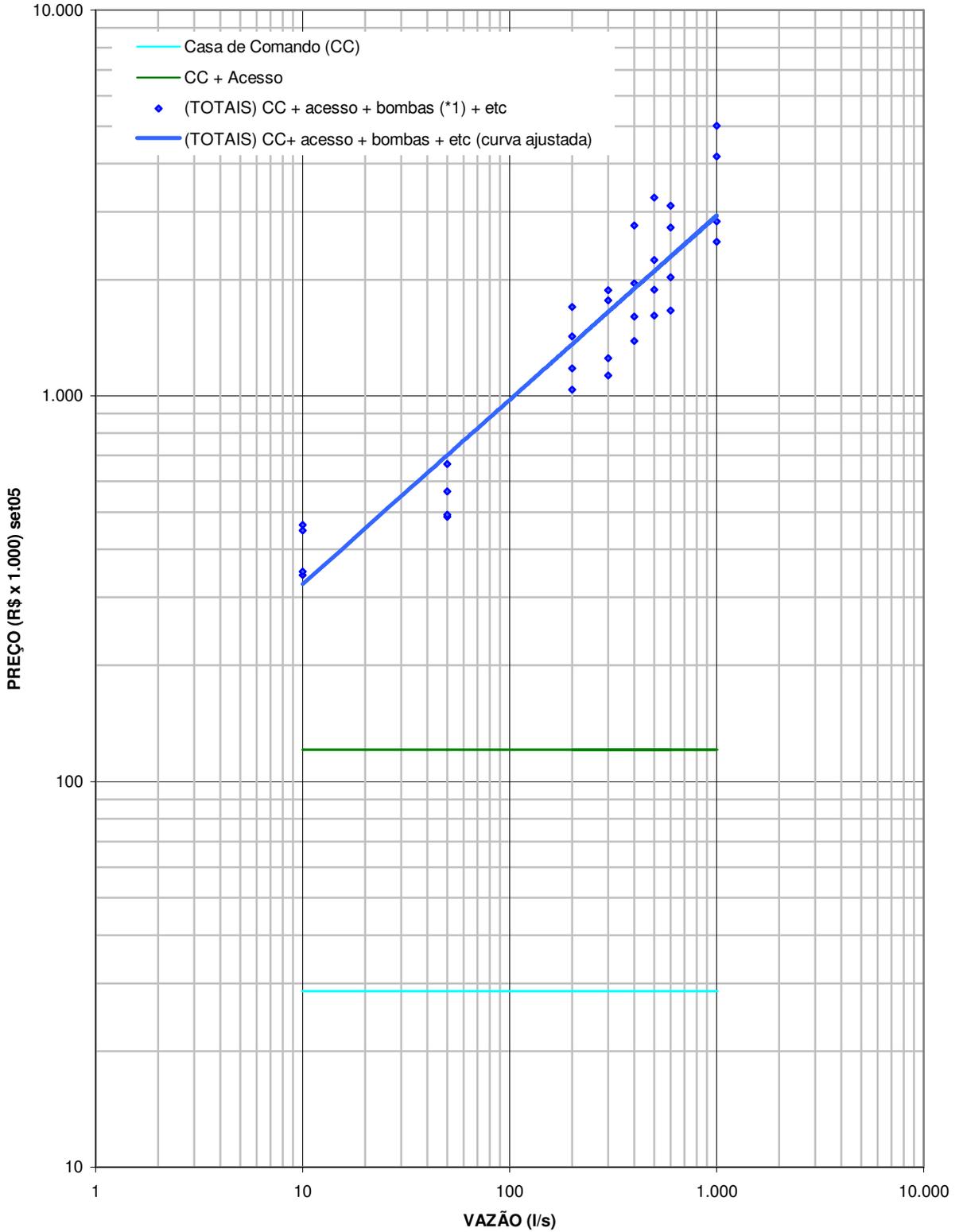
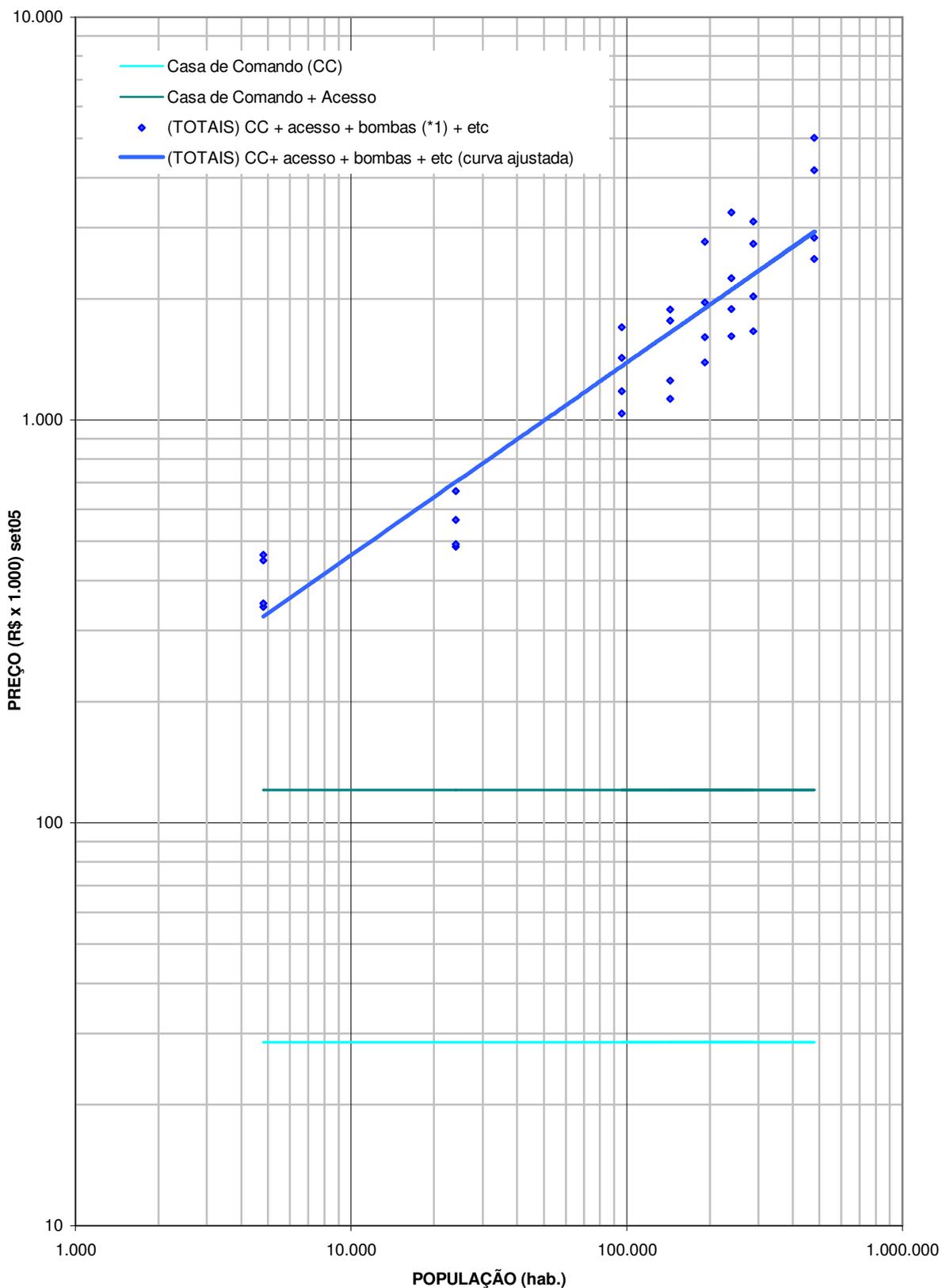


Figura 01.03_3c: Curva para Estimativa de Preço de Implantação de Estação de Bombeamento "coberta" pela vazão nominal



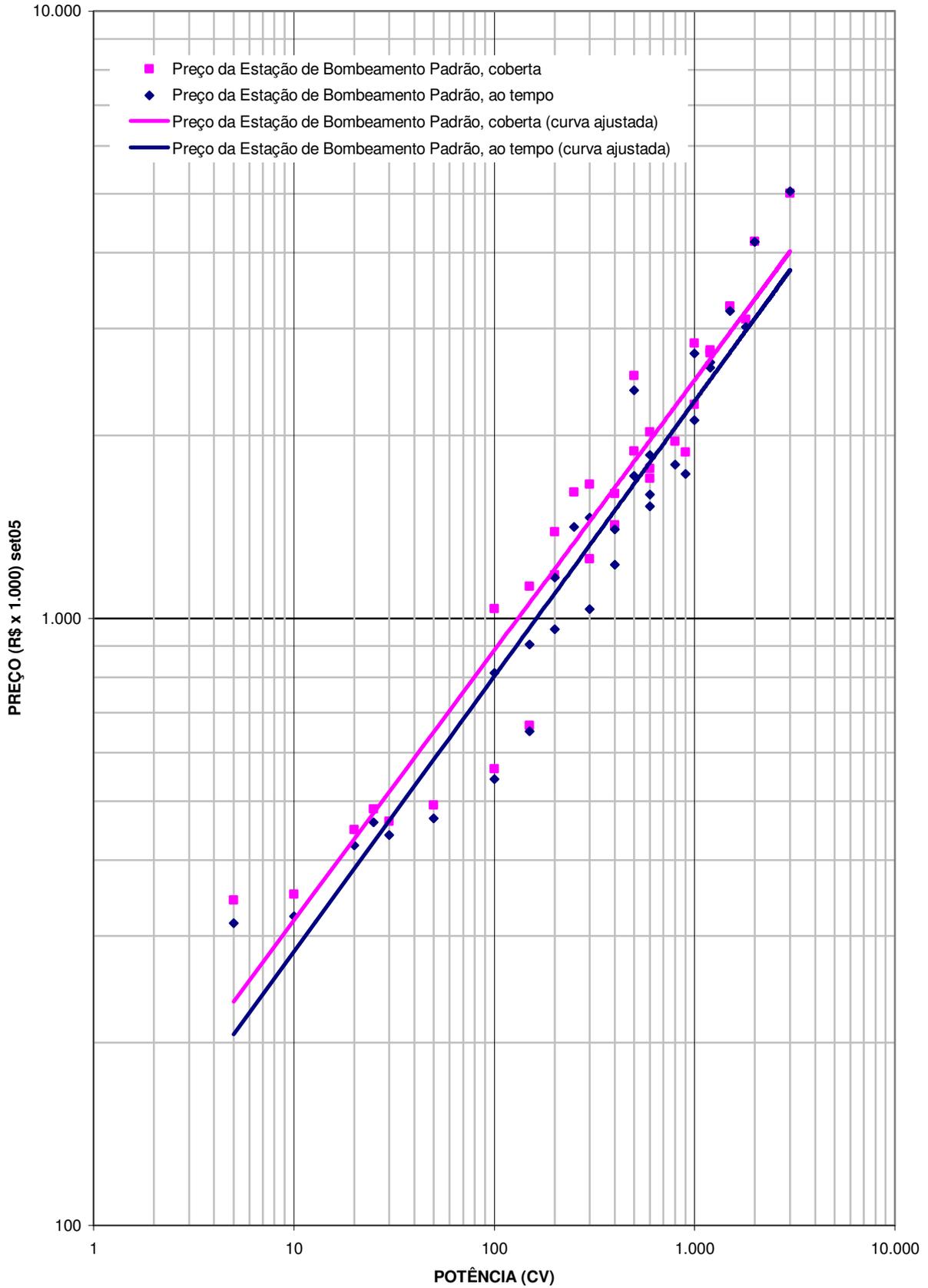
(*1) Para alturas manométricas de 25, 50, 100 e 150 m.c.a.

Figura 01.03_3d: Curva para Estimativa de Preço de Implantação de Estação de Bombeamento "coberta" pela população



(*1) Para alturas manométricas de 25, 50, 100 e 150 m.c.a.

Figura 01.03_4: Curva para Estimativa de Preço de Estação de Bombeamento Padrão
"ao tempo" x "coberta"



01.04 - Estação de Tratamento de água

Introdução e Premissas para avaliar os preços de Implantação de “Estações de Tratamento de Água”

Considerando que as águas dos mananciais tendem a se deteriorar com o tempo, ou passar por sazonalidades desfavoráveis e como as estações convencionais completas são mais confiáveis para fazer frente a essas dificuldades, ficou definido que as Estações de Tratamento de Água consideradas serão do tipo Convencional Completa, com floculadores, decantadores de fluxo horizontal e filtros auto-lavantes.

Assume-se que qualquer simplificação em relação a esta alternativa tornará a obra ainda mais viável e auto-sustentável, mas que para os fins de CERTOH deverá ser respeitada essa condição conservadora. Em verdade as ETAs conservadoras muitas vezes sequer são mais caras em termos de preço de implantação que outras ditas “simplificadas” e ainda apresentam custos operacionais e de manutenção significativamente menores.

Para efeito de consulta, é apresentada uma “Curva de Preço” para “filtração direta”, subtraído o preço dos decantadores. Entretanto, recomenda-se, sempre, fazer o projeto do perfil hidráulico para a estação convencional completa e, não construir os decantadores se o operador julgar a economia válida e entenda que pode operar em filtração direta. Caso depois venha a ser necessário construir os decantadores, quase não haverá perdas de investimento.

Para fins de orçamento, o arranjo-padrão adotado considerou que, para vazões acima de 121 l/s haveria 04 módulos com 01 decantador e 02 filtros em cada módulo. Para ETAs de vazões menores que 120 l/s foram considerados 03 módulos com 01 decantador e 02 filtros em cada módulo. Esse arranjo-padrão está consubstanciado em desenho (Figura 01.04_1a) anexado a seguir, nas figuras deste item

As faixas de vazão nominal consideradas (10 a 1.000 l/s), levaram em conta os coeficientes de dia de maior consumo de 20% ($K1 = 1,2$) acima da vazão média. Uma “vazão nominal” de 1.000l/s significa que a vazão média considerada é de 800 l/s.

Assim, a figura 01.04_2a, serve para avaliar o preço aproximado de implantação de ETAs considerada como “padrão” a partir da vazão nominal (eixo horizontal das abscissas), considerando para essa “ETA” as premissas acima, serviços preliminares, movimento de terra, urbanização, arruamento, drenagem, paisagismo, cerca, acesso, infra-estrutura, caixa de distribuição, floculadores, casa de química-administração-controle do sistema, depósito de produtos químicos, recuperação de água de lavagem dos filtros e decantadores (lagoa de lodos, espessador e desidratador), instrumentação, comunicação, reservação operacional para a ETA, engenharia, gerência e impostos. Não estão incluídos custos de desapropriação de terrenos, de aprovações, de licenças, de qualquer taxa exceto os impostos normais sobre empreiteiros e fornecedores, nem custos de natureza jurídica ou de natureza financeira, inclusive derivados de interrupções durante os testes, ou correlatos a qualquer um destes itens.

Para traçar a Curva de Preço de Implantação de ETA, foram pré-dimensionados 4 ETA's (60l/s, 250l/s, 500l/s e 1.000l/s) e levantados orçamentos a partir de quantitativos. Esses pontos foram validados por comparação a outros pontos do arquivo do consultor, obtidos de contratos de construção efetivamente havidos.

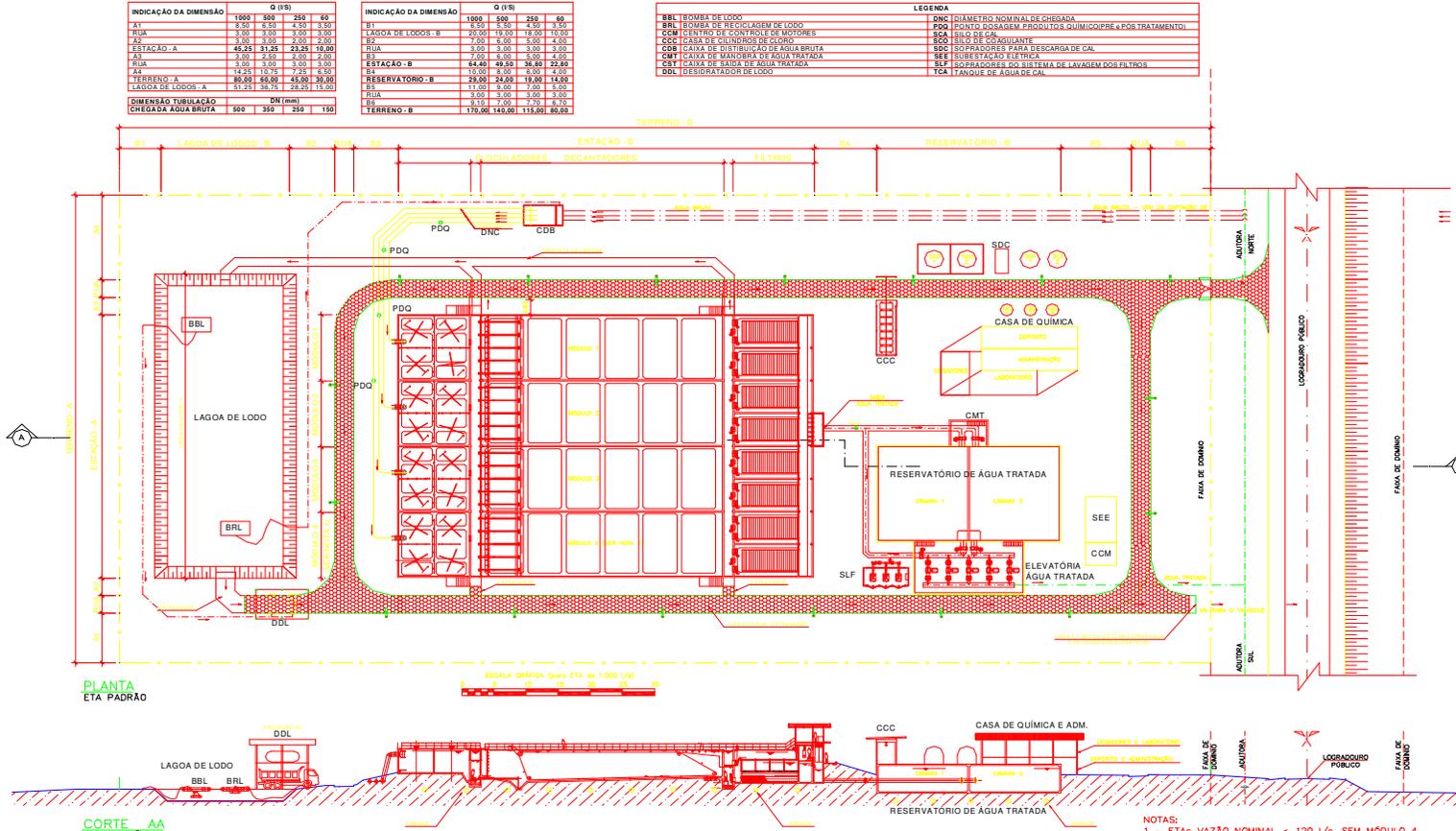
Ao entrar na curva o usuário deverá ter em mente que, como em todas as unidades deste trabalho, a vazão nominal é considerada como sendo a do dia de maior consumo.

Figura 01.04_1a: Desenho da ETA padrão adotada

Figura 01.04_1a

DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS PROIBIDA TODA REPRODUÇÃO OU TRANSMISSÃO TOTAL OU PARCIAL SEM A PERMISSÃO DO PROPRIETÁRIO.

MIGUEL FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ, TEL: 21 2540-5429 e-mail: miguel@aquacon.com.br, REIA VAREIRO DA VEIGA 05, 15º ANDAR - RIO - RJ CEP: 20031-040
 OPERAÇÃO: MF200 - PROJETOS: STATUS - ARRANJO



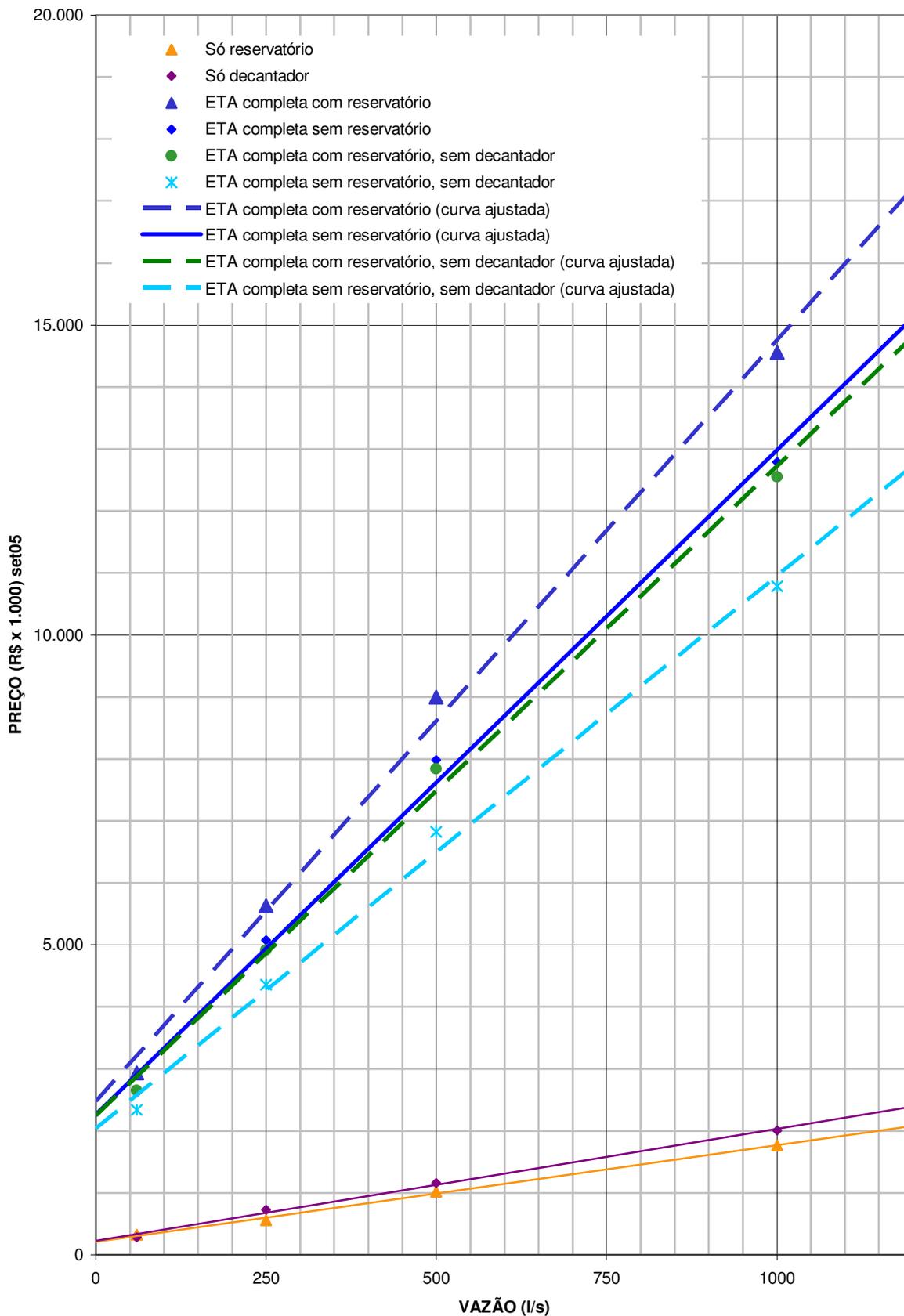
SETAGEM	IND. C/TM
1	1,10
2	1,10
3	1,10
4	1,10
5	1,10
6	1,10
7	1,10
8	1,10
9	1,10
10	1,10
11	1,10
12	1,10

DATA	REVISÃO	MFF EXECUT. POR	MFF APROV. POR	CLIENTE ACETO POR	CLIENTE DATA ACET.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA/ COMPLEMENTARES	NÚMERO

AUTOR/PROJETISTA: miguel fernández y fernández engenheiro consultor			
COORD.	MIGUEL FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ	RUBRICA	DATA
PROJ.	16.076-D		JAN/05
DEL.			JAN/05
Nº DOC.: DE-3-PAD-AA-1-03-H-001			

ELABORAÇÃO DE INDICADORES DE CONSTRUÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA PARA ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA, PARA UTILIZAÇÃO COMO FERRAMENTA AUXILIAR AS ANÁLISES A SEREM REALIZADAS NO ÂMBITO DO CERTIFICADO DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DA OBRA HÍDRICA - CERHDI
 SISTEMA TRATAMENTO DE ÁGUA
 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PADRÃO
 PARA VAZÕES NOMINAIS DE 60, 250, 500 e 1.000 l/s
 ARRANJO GERAL E CORTE
 ESCALA EM FORMATO A3: 1:300

Figura 01.04_2a: Curva para Estimativa de Preço de Implantação de ETAs



02 - OPERAÇÃO

- **Introdução e premissas**

Em nosso meio técnico-administrativo não estão disponíveis (ou pelo menos não estão acessáveis) resultados de contabilização de preços de operação e / ou de manutenção nem por “unidade operacional ou de negócios”, nem por “sistema”.

Na maioria dos casos, não se sabe o preço de operação ou de manutenção de sistemas ou unidades de manejo de água pois os controles, quando implantados, não tem preocupação com disponibilizar esses dados ou a tarefa é muito complexa ou ainda não existe interesse em explicitar tais valores ou organizar o setor dessa forma.

Quando se conseguem alguns dados, nota-se que há uma superposição de tarefas, obrigações e responsabilidades não delineadas nos limites de unidades ou sistemas: prefeituras e operadoras que compartilham máquinas e pessoal para diversos fins, setores de compra centralizados, pessoal administrativo comum, obras de implantação classificadas como manutenção e vice-versa, pessoal “emprestado” “de” e “para”, ora pagos por um lado, ora por outro, compras classificadas ora como investimento ora como despesa operacional, almoxarifados conjuntos, enfim, não há critérios comuns para essas preocupações, o que precisa ser melhor tratado, discutido e esclarecido em nosso ambiente profissional.

A formação do “Preço de Operação” e do “Preço de Manutenção” é parecida, composta por três fatores básicos:

- 01_ **mão de obra**
- 02_ **insumos** (para operação são basicamente energia e químicos e para manutenção são materiais e peças de reposição ou substituição)
- 03_ **despesas diretas** tais como veículos e máquinas, mobilização, comunicações, mobiliário, área de trabalho equipada, análises de controle de qualidade (portaria 518/04 do Ministério da Saúde), análises operacionais, taxas de uso da água, etc.

Por se tratar de despesas ao longo do tempo, entende o consultor que, para chegar-se a um custo total de determinada alternativa de solução ou determinado sistema ou unidade, há que trazer (ou levar) as despesas ano-a-ano a uma mesma data, somando-as nessa data comum.

O que se fez foi trazer a valor atual o custo ano-a-ano durante 10, 20, 30 ou 40 anos para que possa ser somado ao custo de implantação. A taxa de oportunidade de capital (taxa de juros) adotada para esse fim foi de 12% ao ano, previamente aprovada pela ANA.

A seguir, apresentam-se as premissas que nortearam o trabalho:

- **Premissas por tipo de despesa**

- ❖ **Mão-de-Obra**

Os custos de mão de obra para “operação” e para “manutenção” de um sistema de abastecimento de água podem ser orçados como sendo um “pacote” e divididos proporcionalmente pelas unidades que compõe o sistema.

As equipes imaginadas, podem ser responsáveis tanto pela operação quanto pela manutenção. Terceirizados ou não os serviços, o “preço” a que se chega deve ser o mesmo pois, do ponto de vista social, o preço é um só, não sendo correto imaginar dentro de uma mesma comunidade (federação, província ou município) castas de técnicos que custam ou trabalham por menos do que outros. Imaginar que custos de “leis sociais” podem ser eliminados ou reduzidos contratando pessoas por cooperativas ou como funcionários públicos é ilusório pois o custo social continua o mesmo: diferenças imediatistas terão a conta paga pela sociedade de uma forma ou de outra em um ano ou em outro.

O principal argumento para não usar uma abordagem de “custo por unidade operacional”, é que se chega a valores muitos altos ou então é necessário montar equipes inverossímeis, com pessoas trabalhando um dia na semana ou uma hora por dia e salários mensais não compatíveis com a dedicação permanente requerida na maioria dos casos, especialmente na operação mas também desejável na manutenção.

Essa “divisão proporcional” pode ser feita através de um “balanço” entre os custos e os tipos de atividades desenvolvidas em cada unidade do sistema, função da experiência do consultor. Por exemplo, é de se esperar mais operação e mais manutenção para uma estação de bombeamento do que para uma tubulação adutora.

O preço da mão de obra foi composto a partir de salários considerados justos, valor de “leis sociais” previamente demonstrado e aprovado pela ANA, e considerando que devem atrair pessoal qualificado e capaz, de forma a, tanto poder operar com pessoal próprio como terceirizar qualquer atividade (ver figura 02_1 neste relatório).

Considerando diversos critérios de “bom senso” foi montada uma matriz de mão-de-obra (ver figura 02_2d, que representa um sistema para 1.000 l/s) para operar e manter um sistema composto por uma captação, uma estação de bombeamento de água bruta, uma estação de tratamento de água, uma estação de bombeamento de água tratada e uma adutora com 10km. O “sistema” assim composto foi simulado nessa mesma matriz para mais 3 capacidades de produção de água: 60 l/s, 250l/s, 500 l/s (tabelas no arquivo em CD anexo, 02_2a-c).

Igualmente por critérios de bom senso, que podem e devem ser aprimorados ao longo do tempo, foi feita uma repartição entre mão de obra para operação (constante ao longo do tempo) e manutenção (crescente ao longo do tempo, acompanhando a vida útil das unidades).

A repartição de mão de obra entre operação e manutenção, apresentada neste relatório, considera aproximadamente o ano 10. A vida útil média das unidades (construções, material e equipamento) foi assumida como sendo da ordem de 30 anos, período acima do qual os custos de manutenção se supõem superiores aos de reposição (reconstrução, substituição, etc.). No capítulo 03 – Manutenção, são traçadas maiores considerações a respeito.

Igualmente é desejável e recomendável que se atente para esses preços, de forma a aprimorar sua avaliação e sua consideração na formação de preços e de investimentos e conseqüentemente nas tarifas a serem consideradas para sua amortização.

Figura 02_1: Salários considerados (base mensal)

		Sistema	60 ℓ/s	250 ℓ/s	500 ℓ/s	1.000 ℓ/s
FUNÇÃO	Categoria	Salário Base Mensal (R\$ set05)				
1	Coordenador do Contrato	Nível Super.	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.500,00
2	Engº Residente Supervisor de O&M	Niv.Superior	7.500,00	8.000,00	8.500,00	9.000,00
3	Engº Assistente Coordn. e Superv.	Niv.Superior	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.500,00
4	Consultoria Técnica	Niv.Sup.	12.000,00	14.000,00	15.000,00	16.000,00
5	Gerente Administrativo / Financeiro	N. Sup.	4.000,00	5.000,00	5.500,00	6.000,00
6	Auxiliar Técnico (arquivo, computação, etc)	N. Téc.	1.000,00	1.250,00	1.250,00	1.250,00
7	Secretária	N. Auxiliar	800,00	975,00	975,00	975,00
8	Advogado	N Sup	4.000,00	4.500,00	5.000,00	5.000,00
9	Contador	N.Méd	2.000,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00
10	Recursos Humanos	N.Méd	2.000,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00
11	Aux. De Depto. Pessoal	N.Téc	800,00	800,00	800,00	800,00
12	Comprador	N.Téc.	1.100,00	1.100,00	1.100,00	1.100,00
13	Almoxarife	N.Téc.	1.100,00	1.100,00	1.100,00	1.100,00
14	Gerente Operação Residente	N. Sup.	6.000,00	6.500,00	6.500,00	7.000,00
15	Engº Assistente Gerente Operação	N. Sup.	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00
16	Operadores de unidades a, turno 1	N. Téc.	1.250,00	1.250,00	1.250,00	1.250,00
17	Operador de unidades b, turno 2	N. Téc.	1.100,00	1.100,00	1.100,00	1.100,00
18	Operador de unidades c, turno 3	N. Téc.	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
19	Operador de unidades d, turno 4	N. Téc.	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
20	Ajudante de Operação ETA	N. Auxiliar	470,00	470,00	470,00	470,00
21	Encarregado de Laboratório (Técnico Químico)	N. Téc.	1.250,00	1.250,00	1.250,00	1.250,00
22	Auxiliar de Laboratório	N. Auxiliar	500,00	500,00	500,00	500,00
23	Ajudante Operação Cap. ou EB. ou Adut.	N. Auxiliar	460,00	460,00	460,00	460,00
24	Gerente Manutenção residente	N. Sup.	6.000,00	6.500,00	6.500,00	7.000,00
25	Eng. Assistente Gerente Manutenção	N. Sup.	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00
26	Servente	N. Fund.	400,00	400,00	400,00	400,00
27	Eletricista	N. Téc.	800,00	800,00	800,00	800,00
28	Instrumentista	N. Téc.	1.250,00	1.250,00	1.250,00	1.250,00
29	Mecânico	N. Téc.	800,00	800,00	800,00	800,00
30	Encanador	N. Téc.	700,00	700,00	700,00	700,00
31	Auxiliar de Manutenção	N. Fund.	600,00	600,00	600,00	600,00
32	Motorista / Operador de Retro/Trator	N. Fund.	700,00	700,00	700,00	700,00

Figura 02_2a : Valor Anual de Mão de Obra Operação de um Sistema de Água
Função da Vazão

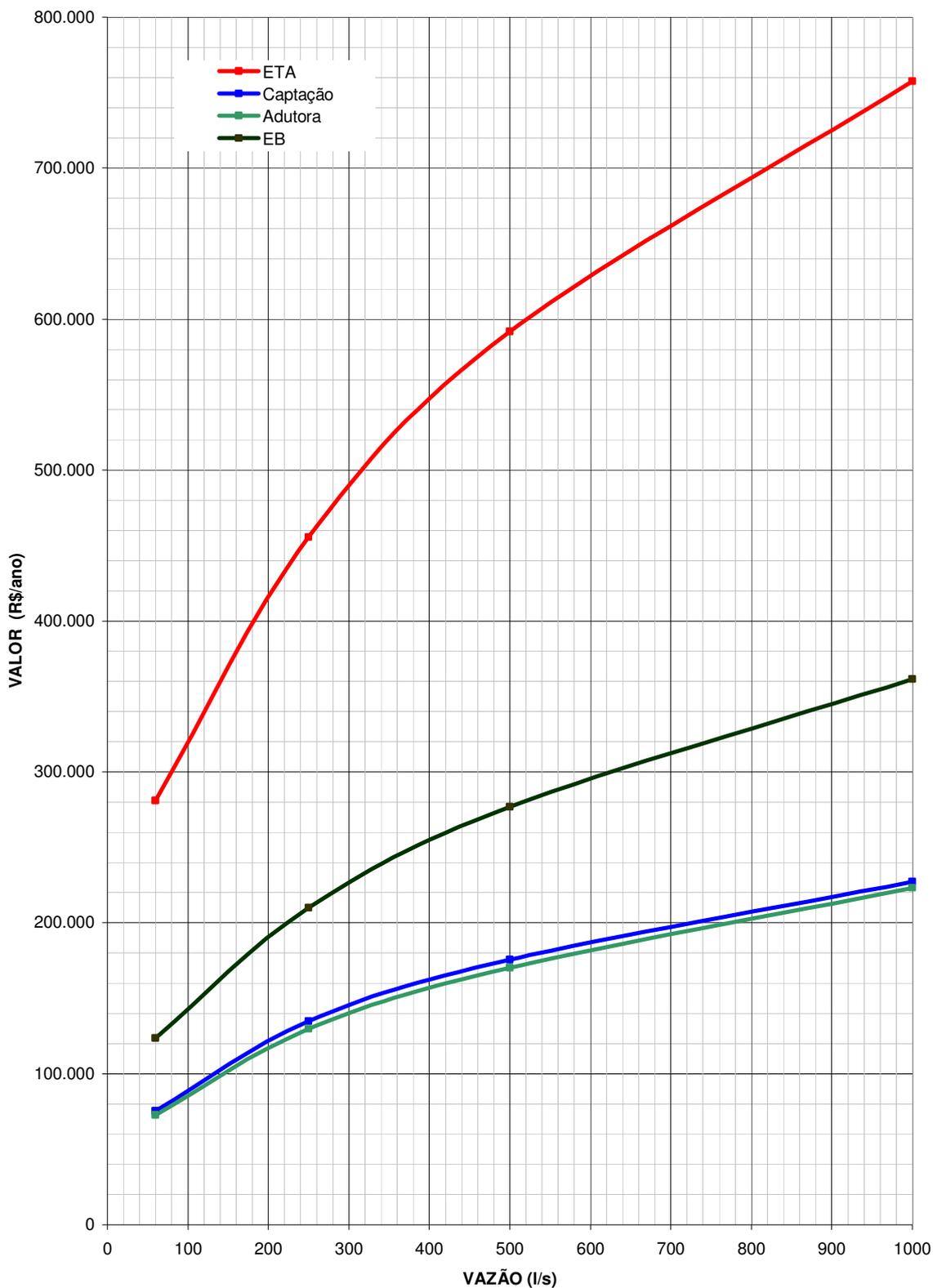


Figura 02_2d: 1.000 l/s - Composição da equipe de trabalho para operar e manter o sistema de Água.

ITEM	FUNÇÃO	Categoria (nível)	Quant.	Atuação (%)				Atividades (%)			Salário Base Mensal (R\$ mai03)	Custo Anual O&M já com Leis Sociais (R\$)	Custo Anual OPERAÇÃO (R\$)				Custo médio anual		
				ETA	Tomada	Adutora	E.B.	O	M	ETA			Captação	Adutora	E.B.	ETA	Captação		
1	Coordenador do Contrato	Superior	1	45	15	20	20	100	65	35	100	10.500,00	282.624	82.668	27.556	36.741	36.741	44.513	14.838
2	Engº Residente Supervisor de O&M	Superior	1	46	17	17	20	100	65	35	100	8.500,00	254.995	76.244	28.177	28.177	33.149	41.054	15.172
3	Engº Assistente Coorden. e Superv.	Superior	1	46	18	18	18	100	65	35	100	7.500,00	224.996	67.274	26.324	26.324	26.324	36.224	14.175
4	Consultoria Técnica	Superior	0	50	15	15	20	100	75	25	100	16.000,00	31.776	11.916	3.575	3.575	4.766	3.972	1.192
5	Gerente Administrativo / Financeiro	Superior	1	35	20	20	25	100	70	30	100	6.000,00	161.500	39.567	22.610	22.610	28.262	16.957	9.690
6	Auxiliar Técnico (arquivo, computação, etc)	Técnico	2	35	20	20	25	100	60	40	100	1.250,00	67.292	14.131	8.075	8.075	10.094	9.421	5.383
7	Secretária	Auxiliar	2	40	17	18	25	100	60	40	100	975,00	52.487	12.597	5.354	5.669	7.873	8.398	3.569
8	Advogado	Superior	0	40	20	20	20	100	60	40	100	5.000,00	13.458	3.230	1.615	1.615	1.615	2.153	1.077
9	Contador	Médio	0	40	20	20	20	100	60	40	100	2.500,00	13.458	3.230	1.615	1.615	1.615	2.153	1.077
10	Recursos Humanos	Médio	0	40	20	20	20	100	60	40	100	2.500,00	13.458	3.230	1.615	1.615	1.615	2.153	1.077
11	Auxiliar de Departamento Pessoal	Técnico	0	40	20	20	20	100	60	40	100	800,00	4.307	1.034	517	517	517	689	345
12	Comprador	Técnico	1	40	20	20	20	100	60	40	100	1.100,00	14.804	3.553	1.776	1.776	1.776	2.369	1.184
13	Almoxarife	Técnico	1	40	15	25	20	100	50	50	100	1.200,00	16.150	3.230	1.211	2.019	1.615	3.230	1.211
14	Gerente Operação Residente	Superior	1	50	15	10	25	100	90	10	100	7.000,00	188.416	84.787	25.436	16.957	42.394	9.421	2.826
15	Engº Assistente Gerente Operação	Superior	1	50	15	10	25	100	90	10	100	4.000,00	119.998	53.999	16.200	10.800	26.999	6.000	1.800
16	Operadores de unidades a, turno 1	Técnico	2	55	10	10	25	100	80	20	100	1.300,00	77.998	34.319	6.240	6.240	15.600	8.580	1.560
17	Operador de unidades b, turno 2	Técnico	2	55	10	10	25	100	75	25	100	1.150,00	68.999	28.462	5.175	5.175	12.937	9.487	1.725
18	Operador de unidades c, turno 3	Técnico	2	55	10	10	25	100	75	25	100	1.150,00	68.999	28.462	5.175	5.175	12.937	9.487	1.725
19	Operador de unidades d, turno 4	Técnico	2	55	10	10	25	100	75	25	100	1.150,00	61.908	25.537	4.643	4.643	11.608	8.512	1.548
20	Ajudante de Operação ETA	Auxiliar	4	100	0	0	0	100	75	25	100	470,00	56.399	42.299	-	-	-	14.100	-
21	Encarregado de Laboratório (Técnico Químico)	Técnico	1	100	0	0	0	100	100	0	100	1.250,00	33.646	33.646	-	-	-	-	-
22	Auxiliar de Laboratório	Auxiliar	2	100	0	0	0	100	100	0	100	500,00	29.999	29.999	-	-	-	-	-
23	Ajudante Operação Cap. ou EB. ou Adut.	Auxiliar	5	0	15	15	70	100	75	25	100	460,00	68.999	-	7.762	7.762	36.224	-	2.587
24	Gerente Manutenção Residente	Superior	1	45	15	10	30	100	20	80	100	7.000,00	209.996	18.900	6.300	4.200	12.600	75.599	25.200
25	Eng. Assistente Gerente Manutenção	Superior	1	45	15	10	30	100	20	80	100	4.000,00	107.666	9.690	3.230	2.153	6.460	38.760	12.920
26	Servente	Fund.	6	45	10	20	25	100	20	80	100	400,00	71.999	6.480	1.440	2.880	3.600	25.919	5.760
27	Eletricista	Técnico	2	45	15	10	30	100	30	70	100	850,00	50.999	6.885	2.295	1.530	4.590	16.065	5.355
28	Instrumentista	Técnico	2	45	10	15	30	100	30	70	100	1.300,00	77.998	10.530	2.340	3.510	7.020	24.570	5.460
29	Mecânico	Técnico	2	40	15	20	25	100	30	70	100	800,00	47.999	5.760	2.160	2.880	3.600	13.440	5.040
30	Encanador	Técnico	2	40	20	20	20	100	30	70	100	700,00	41.999	5.040	2.520	2.520	2.520	11.760	5.880
31	Auxiliar de Manutenção	Fund.	4	40	20	20	20	100	30	70	100	600,00	71.999	8.640	4.320	4.320	4.320	20.160	10.080
32	Motorista / Operador de Retro / Trator	Fund.	2	25	25	25	25	100	20	80	100	700,00	41.999	2.100	2.100	2.100	2.100	8.400	8.400
Totais			54	1527	467	478	728		59,24	40,76	100,0		2.649.321	757.438	227.356	223.173	361.473	473.546	167.854
% salário médio mensal				47,72	14,59	14,94	22,75					1.730	4.104				1.569.440		
												Custo Anual O & M							
												ETA	Captação	Adutora	EstBomb				
Despesas Diretas (R\$/ANO)												505.767,36	241.345,86	73.810,42	75.549,00	115.062,07			

❖ **Insumos**

Entendeu-se que só há “insumos” de operação a considerar para as unidades ETA e EB, ou seja, as unidades de Captação e Barragem e de Adução ou não apresentam esse custo ou ele é desprezível ou ainda, estará embutido na ETA ou na EB (exemplo: eventuais algicidas usados em barragens, se for o caso, incluem-se em produtos químicos do tratamento).

As Figuras 02.03_1, 02.03_2a, 02.03_2b, 02.03_3a, 02.03_3b, 02.03_3c, 02.03_4, 02.04_1a, 02.04_1b, 02.04_1c, 02.04_2a, 02.04_2b são auto-explicativas de como se montaram as matrizes para avaliar os custos operacionais de insumos para as 2 (duas) unidades em apreciação: ETA e E.B.

Note-se que foi considerado um crescimento vegetativo da produção (para atender um correspondente crescimento da demanda) entre o primeiro ano de implantação e o décimo ano, quando se admitiu que esse crescimento “assintota” o limite de produção do sistema.

O consumo de insumos é absolutamente proporcional à vazão produzida, ressaltando-se que a capacidade nominal das unidades corresponde ao dia de maior consumo e que levou-se em consideração a média anual para o cálculo dos insumos.

Como se verá, os insumos considerados foram energia e produtos químicos.

O custo da energia elétrica foi tomado como um valor médio que engloba o consumo de energia e o custo da demanda instalada (tomado como 15% do custo do *kW.h*), além de um fator maior que a unidade, arbitrado pelo consultor em mais 15%, que representa um desvio sobre o custo médio do *kW.h* para cobrir a demanda durante as horas com tarifa horo-sazonal desfavorável, situação praticamente inevitável no abastecimento de água humano. Neste assunto, registre-se que o consultor é daqueles que entende que, para estudos de viabilidade é necessário considerar a tarifa média regional ou nacional, pois qualquer subsídio eventualmente existente, além de ser revogável de uma hora para outra, é custeado pela própria sociedade, ou seja, torna-se uma ilusão que, não compreendida, pode levar a empreendimentos em que o valor obra+operação+manutenção seja mais custoso que o necessário.

Para os custos de energia de bombeamento, foram feitas curvas para diversas alturas manométricas (50, 100, 150, 200, 250, 300mca). Para as ETAs considerou-se uma perda de carga de 5mca.

❖ **Despesas Diretas**

As "despesas diretas" são aquelas que, não sendo de mão de obra, nem sendo insumos, são necessários à consecução dos serviços, quer de operação quer de manutenção:

- Veículos de transporte do pessoal, nas trocas de turnos
- Veículos de serviços (caminhão com guindaste tipo "munk")
- Veículos de serviço leves
- Motocicleta tipo Trail
- Geradores de energia portáteis
- Miscelânea de ferramentas de operação, manutenção e limpeza
- Miscelânea de equipamentos de campo, sinalização, etc.
- Miscelânea de equipamentos de operação e manutenção
- Oficina-base para Operação e Manutenção
- Almoxarifado coberto e ao ar livre, equipado e com segurança
- Escritórios equipados, com energia, móveis, computadores, arquivos, softwares, etc.
- Laboratórios equipados
- Comunicações (telefone, banda larga, radiocomunicações)
- Miscelâneas de material de consumo tais como papéis, tintas, sabonetes, etc.
- Análises Físico-Químicas (de acordo com Cap. V, Portaria 518/04, Ministério da Saúde)

Para simplificar o assunto, fez-se uma estimativa de preço desse item (despesas diretas) para um sistema de 1m³/s e chegou-se a um valor entre 15 e 20% do valor da mão de obra. Tal orçamento consta da tabela 02_3, a seguir. Adotou-se 17,5%, valor aplicado sobre a mão-de-obra para todos os sistemas.

Figura 02_3: Orçamento de despesas diretas para Operação e Manutenção mensal de sistema 1m³/s

ITEM EMOP	Descrição	UN	Quant.	Preço Unitário	TOTAL mensal
19.001.038-2	Kombi (com combustível, manutenção, seguro, IPVA, etc)	h	230	21,64	4.977,20
19.001.043-2	Caminhonete (c/ combustível, manutenção, seguro, IPVA, etc)	h	230	17,90	4.117,00
19.004.080-4	Caminhão Munk	h	230	43,71	10.053,30
19.001.038-2	Motocicleta	h	230	7,21	1.659,07
19.005.028-2	Retroescavadeira (exclusive operador)	h	230	66,82	15.367,68
19.011.007-4	Gerador Portátil	h	48	3,13	150,24
	Miscelânea (furadeira, ferramentas, máquina de solda, etc)	vb	1	500,00	500,00
	Miscelânea (Betoneira, bomba esgotamento, andaime, guinchos, etc)	vb	1	900,00	900,00
	Escritório Equipado + Oficina + Almoxarifado	vb	1	1.350,00	1.350,00
	Comunicação	vb	1	900,00	900,00
	Limpeza (cortador de grama, aspirador, lavadora de pressão, etc)	vb	1	250,00	250,00
	Análises Físico-Químicas (Cap. V, Portaria 518/04, Ministério da Saúde)	vb	1	1.972,79	1.972,79
TOTAL					42.147,28

- **Premissas por tipo de unidade**

- ❖ **Adutoras**

O preço de operação de uma adutora resume-se aos preços de cumprir o manual de operação, com a verificação periódica da linha por um ou dois funcionários, que a devem percorrer a pé ou motocicleta ou montaria, abrindo e fechando as diversas válvulas no percurso, nos intervalos preconizados pelo manual e anotando e fotografando pontos, ocorrências significativas, para formar um livro de registro da operação. Pouca ou nenhuma automação.

Estima-se que uma equipe de 02 pessoas um técnico médio + 1 técnico júnior possa cobrir 25 km de linha DN 500, por dia, e que a periodicidade média de operação das válvulas seja de 90 dias.

Qualquer intervenção, de rotina ou não, classifica-se como “manutenção”

- ❖ **Captação**

A operação das captações envolvem:

- manter a tomada desimpedida de material flutuante, quer no desviador flutuante, quer no gradeamento quer no crivo,
- controlar o assoreamento próximo à tomada através de descargas periódicas quer por descarga de fundo quer por sifonamento
- coleta periódica de amostras de água para controles de laboratório físico-químico e bacteriológico
- inspeção nas margens na bacia de montante
- registro do nível do reservatório (diário), e das condições de vertedor e descarga de fundo, se operando, e a que vazão estimada
- operação de eventual estação meteorológica que pode estar na captação ou na ETA
- pouca ou quase nenhuma automação

- ❖ **Estação de Bombeamento**

Considerando o grau de automação atualmente desejável, sem sofisticções desnecessárias, operar uma estação de bombeamento significa obedecer um manual de operação, fazendo determinadas ações de rotina, tais como:

- “supervisionar o local” periodicamente
- acionar válvulas normalmente abertas ou normalmente fechadas, de forma que, quando necessário operá-las, não estejam travadas (“engrripadas” como se diz vulgarmente),
- purgar ventosas e descargas (muitas vezes confunde-se com o item anterior)
- conferir tempos de fechamento e lógicas de instrumentos de forma a detectar eventuais descalibrações, etc.
- Idem para chaves e instrumentos elétricos e eletrônicos.
- periodicamente, acompanhar visualmente, sem interferir, paradas e partidas, para verificar anormalidades,
- auscultar ruídos anormais e relatar variações observadas
- testar a comunicação com outras unidades
- testar alarmes e chaves de segurança, forçando-os a operar
- requisitar manutenção quando for o caso (sem ser a de rotina)
- cuidar da limpeza do local

Fora isso, qualquer intervenção, de rotina ou não será considerada como “manutenção”

- ❖ **ETAs**

Considerando o grau de automação atualmente desejável, sem sofisticções desnecessárias,

ETAs operando com taxa declinante, filtros auto-laváveis, decantadores horizontais com retenção de sobrenadantes (flotantes) filtros de dupla camada com contra-lavagem a água e lavagem superficial (enxagüe) manual, perda de carga total na ETA da ordem de 5mca, consumo de produtos químicos conforme tabela a seguir.

Figura 02_4: Consumo de Produtos Químicos no Tratamento

CLASSIFICAÇÃO	PRODUTO	DOSAGEM CONSIDERADA	R\$ / kg (set05)
Coagulante	Sulfato Al	60,0 ppm	0,25
Corretor de pH	Cal Hidratada	30,0 ppm	0,31
Desinfetante	Cloro	5,0 ppm	2,06

As ETAs são as unidades de sistemas de abastecimento de água que requerem mais "operação", quer por mão de obra, quer por insumos (embora o custo de energia seja normalmente baixo frente às EB), quer por custos diretos.

Também é comum centralizar na área física das ETAs a gestão do sistema.

As atividades principais em uma ETA são:

- coleta e amostras de água bruta, tratada e intermediária ao processo
- operação de laboratório físico-químico-bacteriológico para controle do processo de tratamento otimizando o uso de produtos químicos
- operação de laboratório físico-químico-bacteriológico cuidando do controle de qualidade da água produzida para que esteja sempre dentro dos padrões de potabilidade legalmente obrigatórios e não agressivos ou incrustantes aos materiais e equipamentos do sistema
- seguir manual de operação, operando ou supervisionando operação automatizada de válvulas com a função de descarregar lodo dos decantadores na periodicidade adequada.
- idem para lavagem dos filtros
- ajustar dosagens de produtos químicos e os floculadores conforme o resultados dos ensaios de floculação (jar-test)
- operar o sistema de bombeamento do retorno de água e o de desidratação de lodo da bacia de recuperação de águas servidas
- operar o caminhão que transportará os lodos desidratados ao destino acordado
- requisitar oportunamente, receber (qualitativamente e quantitativamente - analisando e pesando) e guardar (controlando os estoques) os produtos químicos necessários ao tratamento e ao laboratório
- operar periodicamente, conforme manual, válvulas, bombas, alarmes, extravasores, etc. normalmente fechados ou normalmente abertos ou normalmente inoperantes, de forma a mantê-los ativos e usáveis
- esvaziar as unidades periodicamente para inspeções estruturais, de detalhes e operações de limpeza, além de eventuais manutenções.
- "supervisionar toda a ETA " periodicamente", seguindo roteiro do Manual de Operação
- conferir tempos de fechamento e lógicas de instrumentos de forma a detectar eventuais descalibrações, etc.
- Idem para chaves e instrumentos elétricos, eletrônicos ou pneumáticos
- periodicamente, acompanhar visualmente, sem interferir, operações automatizadas para verificar eventuais anormalidades
- auscultar ruídos anormais e relatar variações observadas
- testar a comunicação com outras unidades
- requisitar manutenção quando for o caso (sem ser a de rotina)
- cuidar da limpeza do local

Fora isso, qualquer intervenção, de rotina ou não será considerada como "manutenção"

02.01 - Adutora

Figura 02.01_1a: Tabela Resumo: Estimativa de Preço para Operação de Adutora L=10Km (R\$ set/05)

VALOR ANUAL A PARTIR DA SATURAÇÃO (10º ANO)			
Q DMaC (l/s)	Mão-de-obra Adução (R\$x10 ⁵ / ano)	Despesas Diretas Adução (R\$x10 ⁵ / ano)	TOTAL Adução (R\$x10 ⁵ / ano)
60	0,73	0,11	0,84
250	1,30	0,18	1,48
500	1,70	0,24	1,94
1.000	2,23	0,33	2,56

VALOR PRESENTE (30 ANOS A 12%AA)			
Q DMaC (l/s)	Mão-de-obra Adução (R\$x10 ⁵ / ano)	Despesas Diretas Adução (R\$x10 ⁵ / ano)	TOTAL Adução (R\$x10 ⁵ / ano)
60	5,86	0,90	6,76
250	10,45	1,48	11,93
60	13,71	1,95	15,67
250	17,98	2,74	20,71

Figura 02.01_1b - Tabela de conversão Vazão / Diâmetro

Vazão (l/s)	DN adotado(mm)	Velocidade (m/s)	Vazão (l/s)	DN adotado(mm)	Velocidade (m/s)
10	100	1,27	450	600	1,59
50	200	1,59	500	600	1,77
100	300	1,41	600	700	1,56
200	400	1,59	700	700	1,82
250	450	1,57	800	800	1,59
300	450	1,89	900	800	1,79
350	500	1,78	1000	800	1,99
400	550	1,68			

Fonte: Livro Azevedo Netto para velocidades entre 1,5 e 2,0 m/c

Figura 02.01_2: Adutora (10 Km)
Valor anual de operação* função da vazão nominal (DMaC)
Conforme premissas deste trabalho (saturação no 10º ano)
* A partir do 10º ano

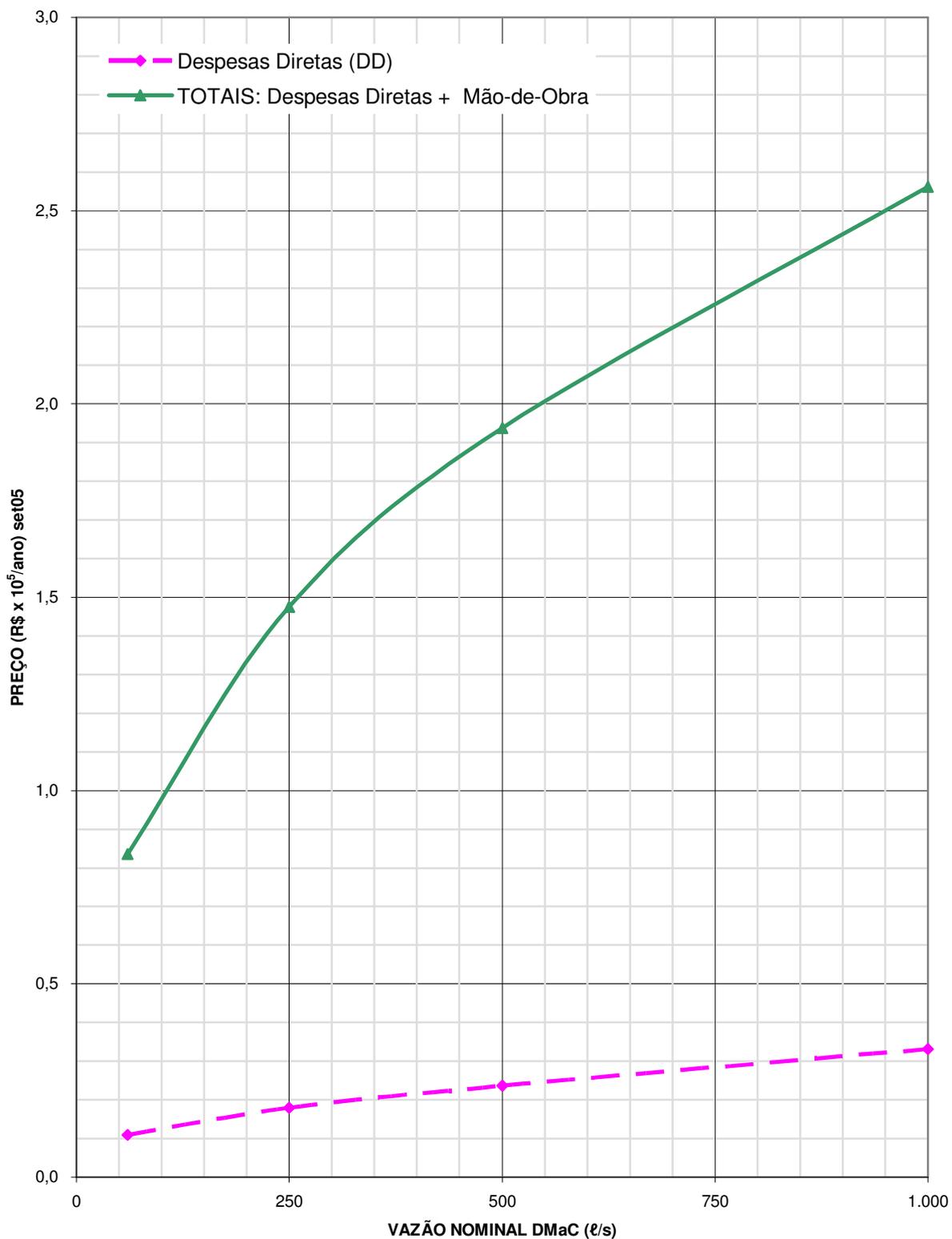
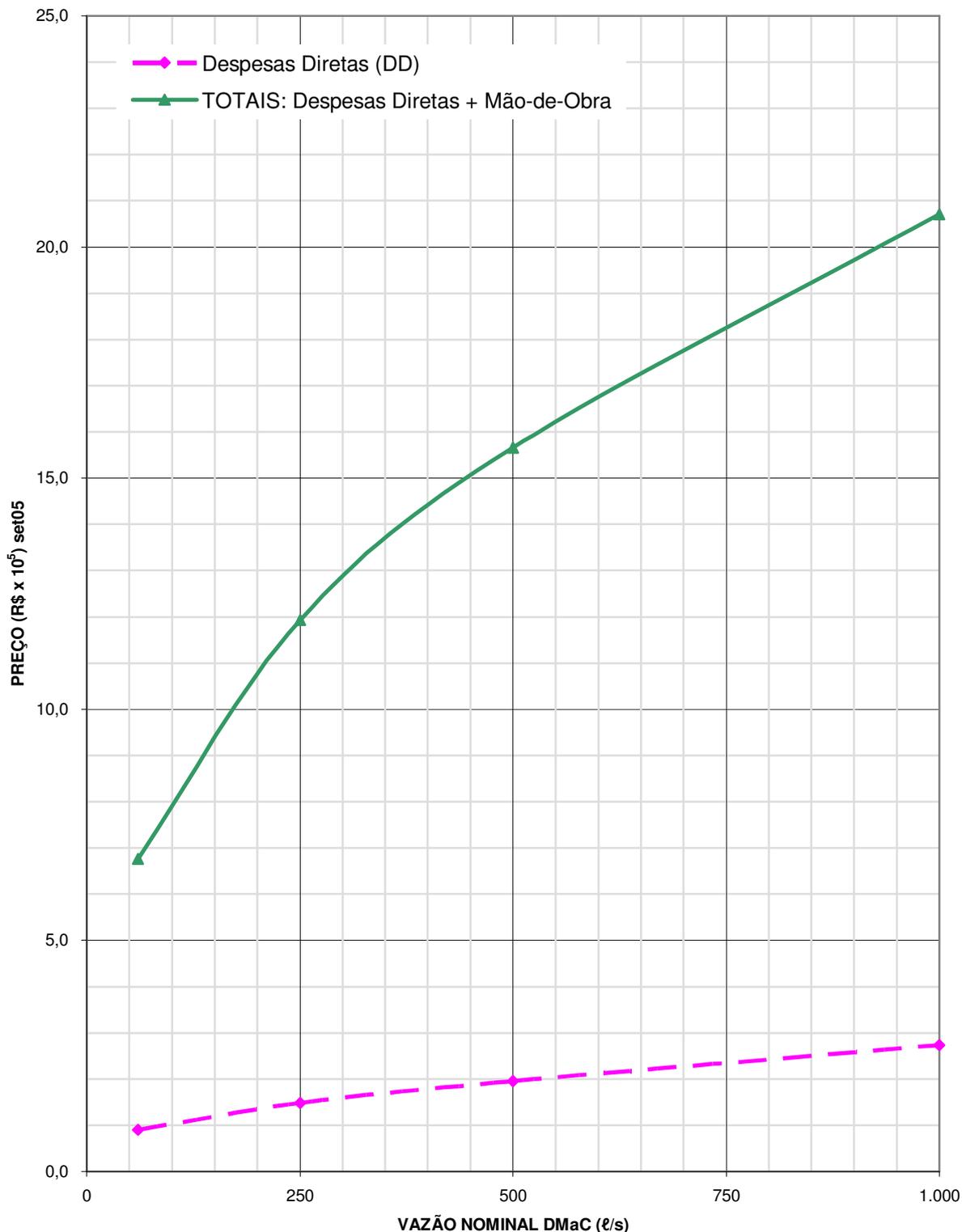


Figura 02.01_3: Adutora (10 Km)
 Valor presente (set05, 12% aa) em 30 anos de operação função da vazão nominal (DMaC)
 Conforme premissas deste trabalho (saturação no 10º ano)



Nota: Desprezados os preços de insumos por não serem significativos nas operações das adutoras

02.02 - Captação

Figura 02.02_1: Tabela Resumo: Estimativa de Preço para Operação de Captação e Barramento (R\$ set/05)

VALOR ANUAL A PARTIR DA SATURAÇÃO (10º ANO)			
Q DMaC (l/s)	Mão-de-obra Captação + barragem (R\$x10⁵ / ano)	Despesas Diretas Captação + barragem (R\$x10⁵ / ano)	TOTAL Captação + barragem (R\$x10⁵ / ano)
60	0,76	0,11	0,86
250	1,35	0,17	1,52
500	1,76	0,23	1,99
1.000	2,27	0,32	2,60

VALOR PRESENTE (30 ANOS A 12%AA)			
Q DMaC (l/s)	Mão-de-obra Adução (R\$x10⁵ / ano)	Despesas Diretas Adução (R\$x10⁵ / ano)	TOTAL Adução (R\$x10⁵ / ano)
60	6,08	0,88	6,96
250	10,86	1,45	12,30
60	14,16	1,91	16,07
250	18,31	2,67	20,99

Figura 02.02_2: Captação e Barramento
Valor anual de Operação * função da vazão nominal (DMAc)
Conforme premissas deste trabalho (saturação no 10º ano)
* A partir do 10º ano

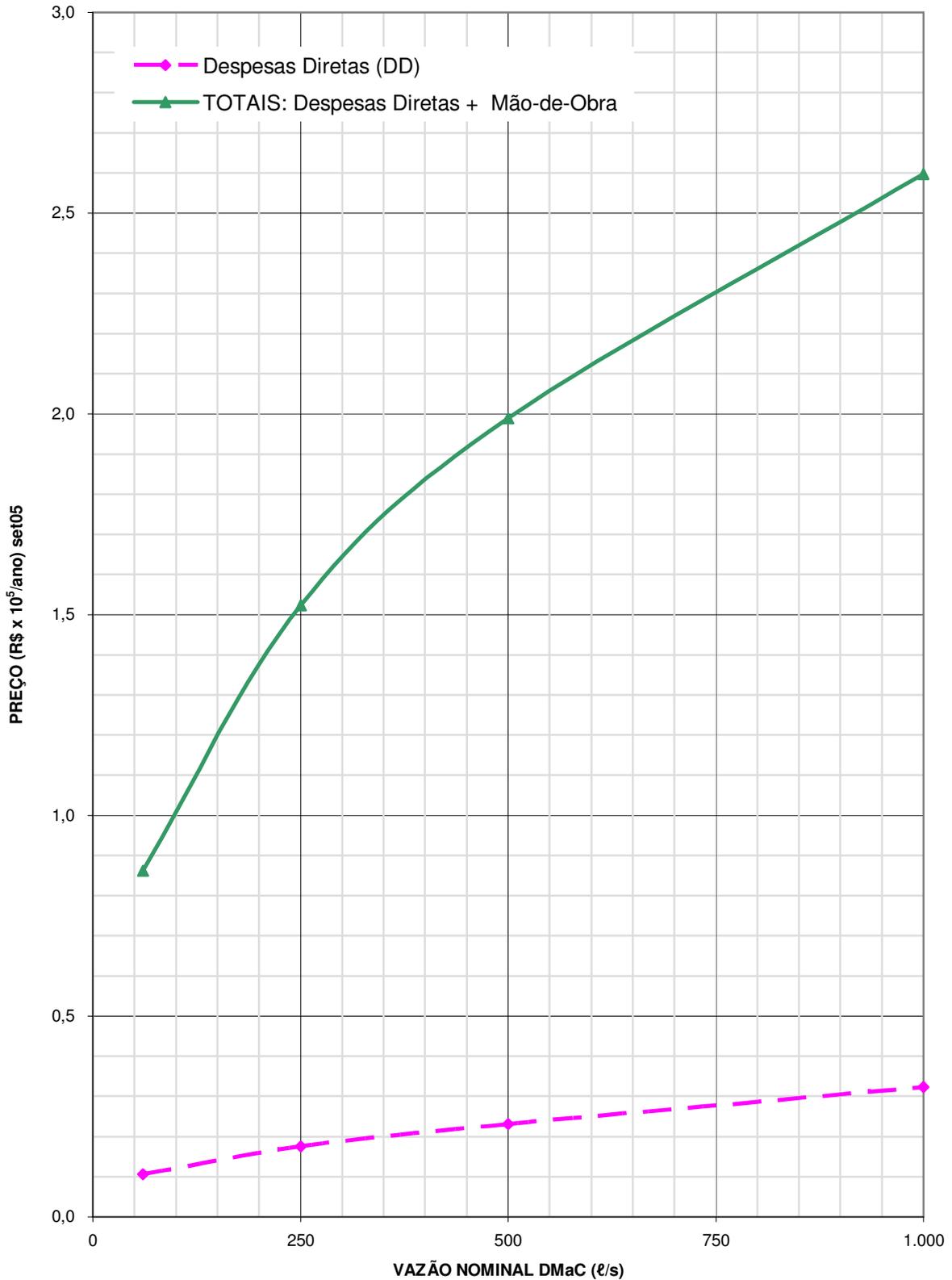
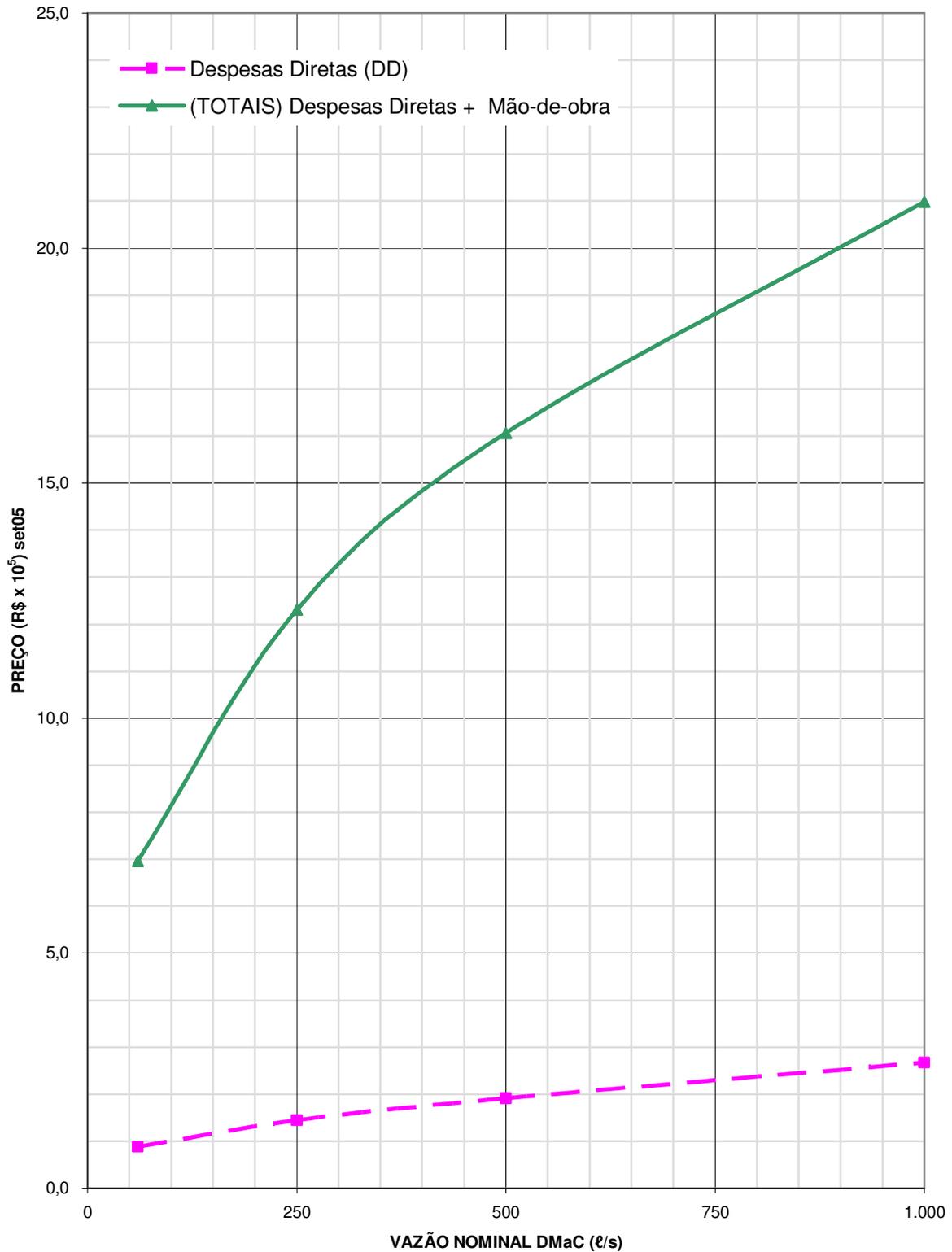


Figura 02.02_3: Captação e Barramento
 Valor presente (set05, 12% aa) em 30 anos de operação função da vazão nominal (DMaC)
 Conforme premissas deste trabalho (saturação no 10º ano)



Nota: Desprezados os preços de insumos por não serem significativos nas operações das captações e barramentos.

02.03 - Estação de Bombeamento

Figura 02.03_1: Estações de Bombeamento
Gráfico auxiliar para avaliação da potência instalada em função da vazão nominal (DMaC),
para diferentes alturas manométricas de recalque
Conforme premissas deste trabalho

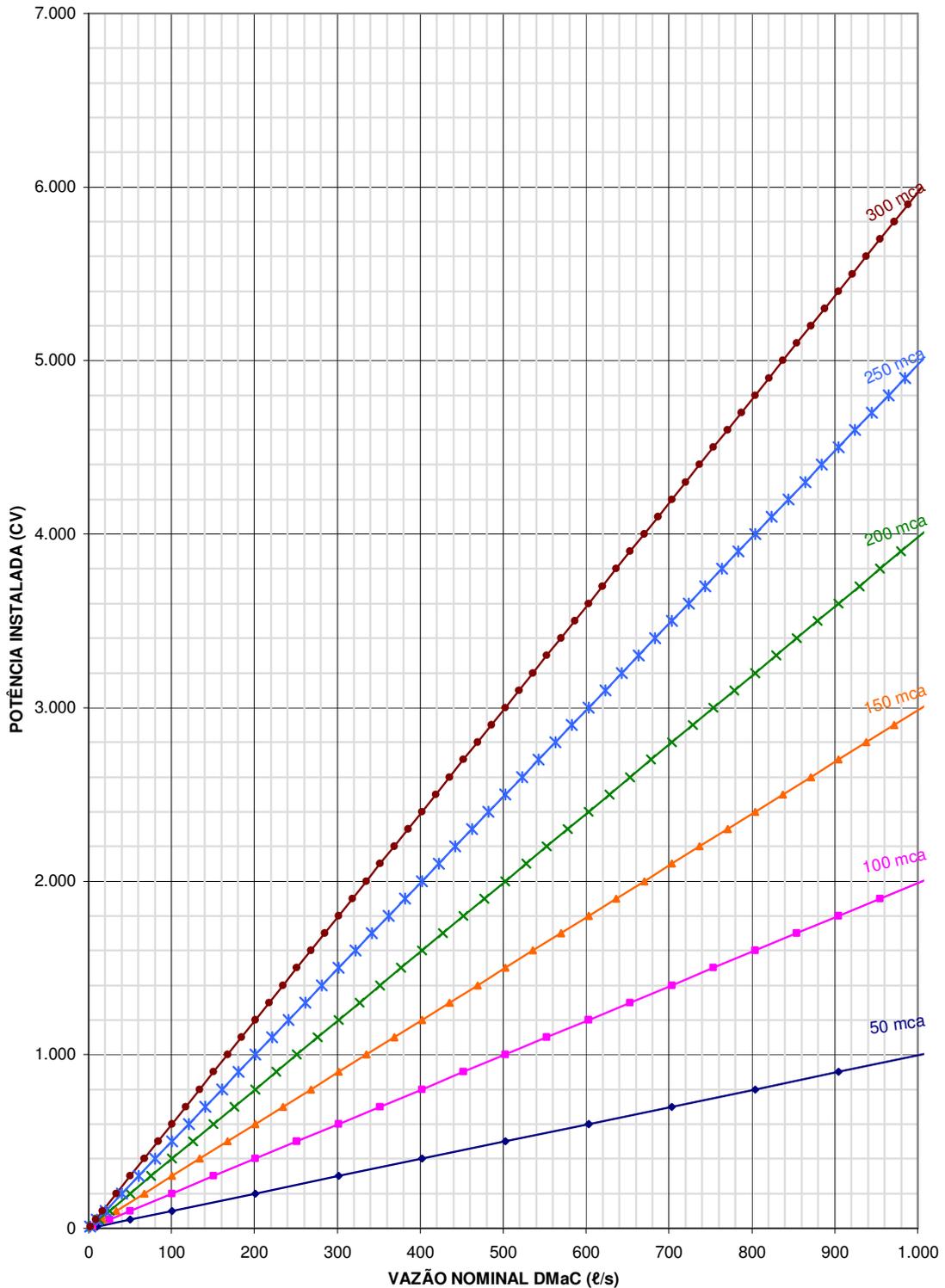


Figura 02.03_2a: Resumo Estimativa de preço anual de Operação de Estação de Bombeamento (no 10º ano)

Dia de Maior Consumo			Dia de Consumo Médio			Energia Elétrica	Mão de Obra (MO)	Despesas Diretas (DD)	DD + MO	MO + DD + Energia Elétrica
Q DMac	Hman	Potência instalada	Q DCM	Hman	Potência Média					
(ℓ/s)	(m)	(kW)	(ℓ/s)	(m)	(KW)	Valores em (R\$ 1.000 / Ano)				
60	100	88	50	90	66	173	124	17	140	313
250	100	366	208	90	274	721	210	27	237	958
500	100	732	417	90	549	1.442	277	36	313	1755
1000	100	1.463	833	90	1098	2885	361	50	412	3296
60	150	132	50	135	99	260	124	17	140	400
250	150	549	208	135	412	1.082	210	27	237	1319
500	150	1.098	417	135	823	2.163	277	36	313	2476
1000	150	2195	833	135	1646	4.327	361	50	412	4739
60	200	176	50	180	132	346	124	17	140	486
250	200	732	208	180	549	1.442	210	27	237	1679
500	200	1.463	417	180	1098	2.885	277	36	313	3197
1000	200	2.927	833	180	2.195	5.769	361	50	412	6181

Figura 02.03_2b: - Estações de Bombeamento
Valor anual de Operação* função da potência instalada
 Conforme Premissas deste Trabalho (Saturação no 10º ano) - (0,30 R\$/KW.h)
 Energia Elétrica representa mais de 99 % dos insumos
 * A partir do 10º ano

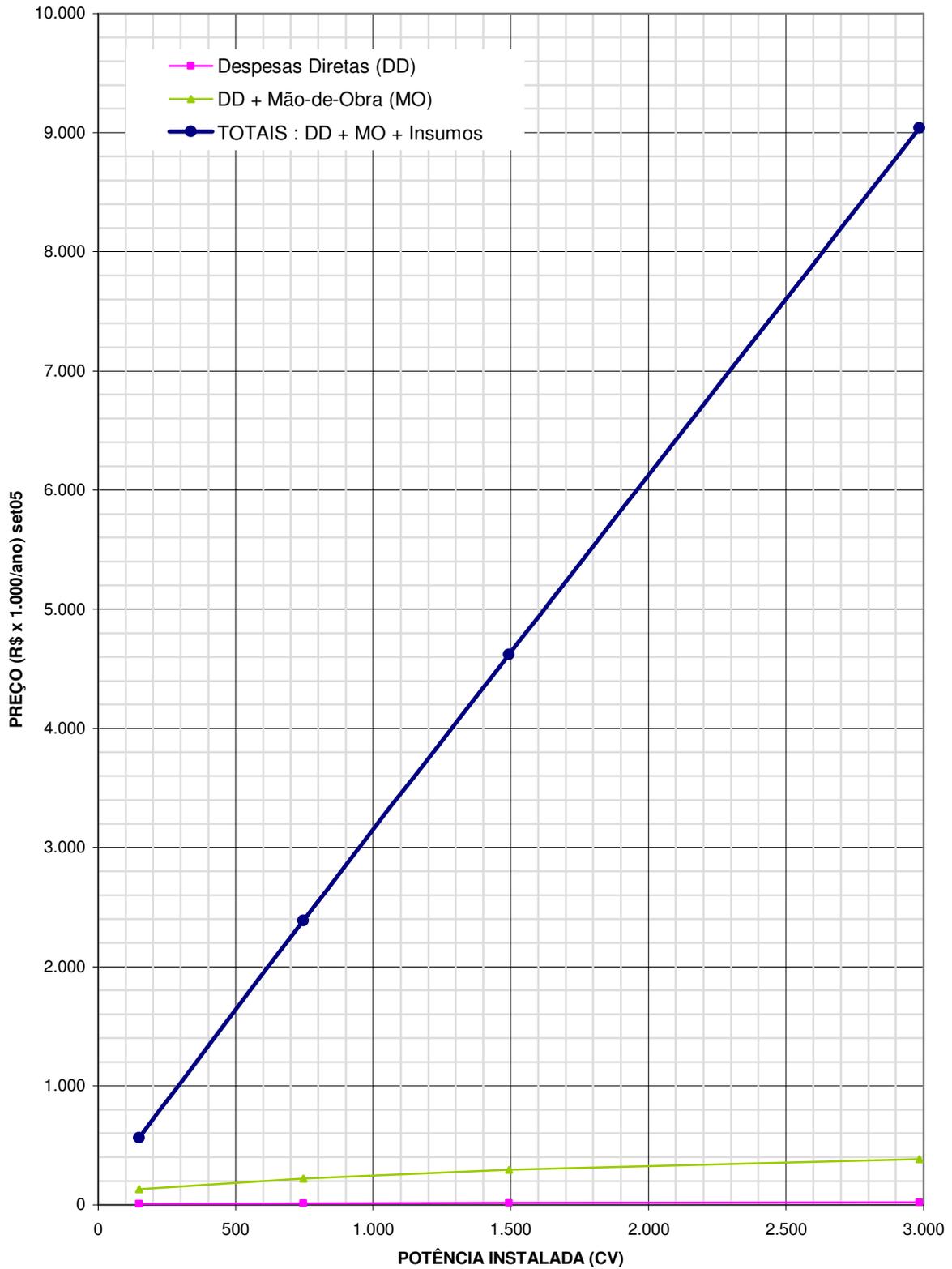


Figura 02.03_3a: Resumo valor presente de operação (set05, 12% aa) conforme premissas deste trabalho
(Saturação no 10º ano)

Q nominal DMaC (ℓ/s)	Hman (mca)	Potência (CV)	DD + MO + Insumos			
			R\$ (x1.000)			
			10 anos	20 anos	30 anos	40 anos
50	50	49,8	993,2	1.330,7	1.439,0	1.473,8
	100	99,5	1.327,2	1.795,8	1.946,4	1.994,8
	150	149,3	1.661,1	2.260,9	2.453,7	2.515,7
	200	199,0	1.995,0	2.726,0	2.961,0	3.036,7
	250	248,8	2.328,9	3.191,1	3.468,4	3.557,6
250	50	248,8	2.787,3	3.793,0	4.116,3	4.220,3
	100	497,6	4.456,8	6.118,5	6.653,0	6.825,0
	150	746,4	6.126,4	8.443,9	9.189,6	9.429,7
	200	995,2	7.795,9	10.769,4	11.726,3	12.034,3
	250	1.244,0	9.465,4	13.094,9	14.263,0	14.639,0
500	50	497,6	4.814,3	6.587,8	7.158,1	7.341,6
	100	995,2	8.153,3	11.238,7	12.231,5	12.551,0
	150	1.492,8	11.492,4	15.889,7	17.304,8	17.760,4
	200	1.990,3	14.831,5	20.540,7	22.378,2	22.969,7
	250	2.487,9	18.170,5	25.191,6	27.451,6	28.179,1
1.000	50	995,2	8.609,1	11.836,7	12.875,0	13.209,1
	100	1.990,3	15.287,3	21.138,7	23.021,7	23.627,9
	150	2.985,5	21.965,4	30.440,6	33.168,5	34.046,6
	200	3.980,7	28.643,5	39.742,5	43.315,2	44.465,3
	250	4.975,9	35.321,7	49.044,5	53.461,9	54.884,1

Figura 02.03_3b - Estações de Bombeamento
Valor Presente de Operação (DD+MO+Insumos)-(set05, 12%aa),
função da potência instalada, para diferentes horizontes
Conforme Premissas deste Trabalho (Saturação no 10º ano) - (0,30 R\$/KW.h)

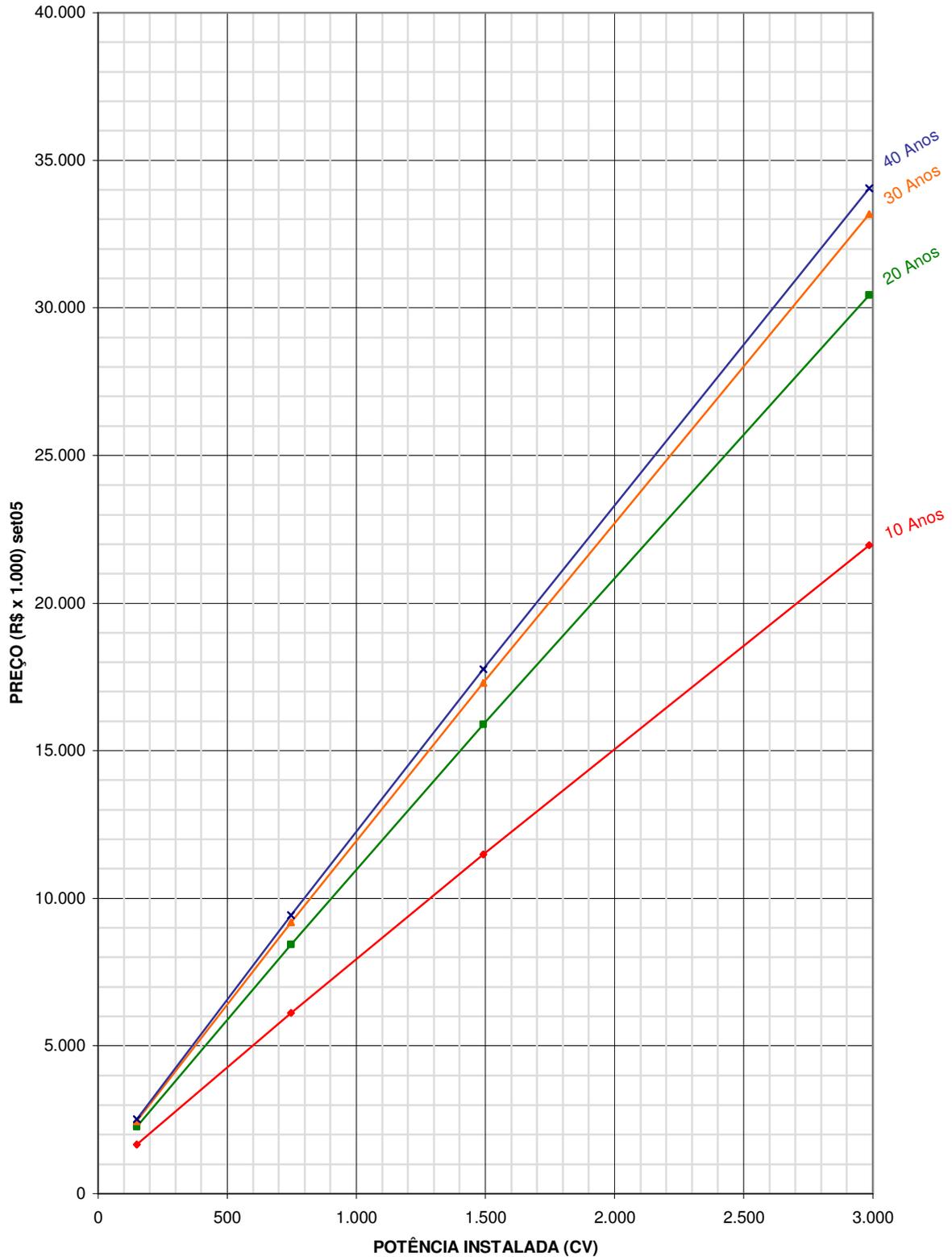


Figura 02.03_3c: - Estações de Bombeamento
Valor Presente (set05, 12%aa) em 30 anos de operação (DD+MO+Insumos)
função da vazão (DMaC), para diferentes alturas manométricas
Conforme premissas deste trabalho (Saturação no 10^o ano) - (0,30 R\$/KW.h)

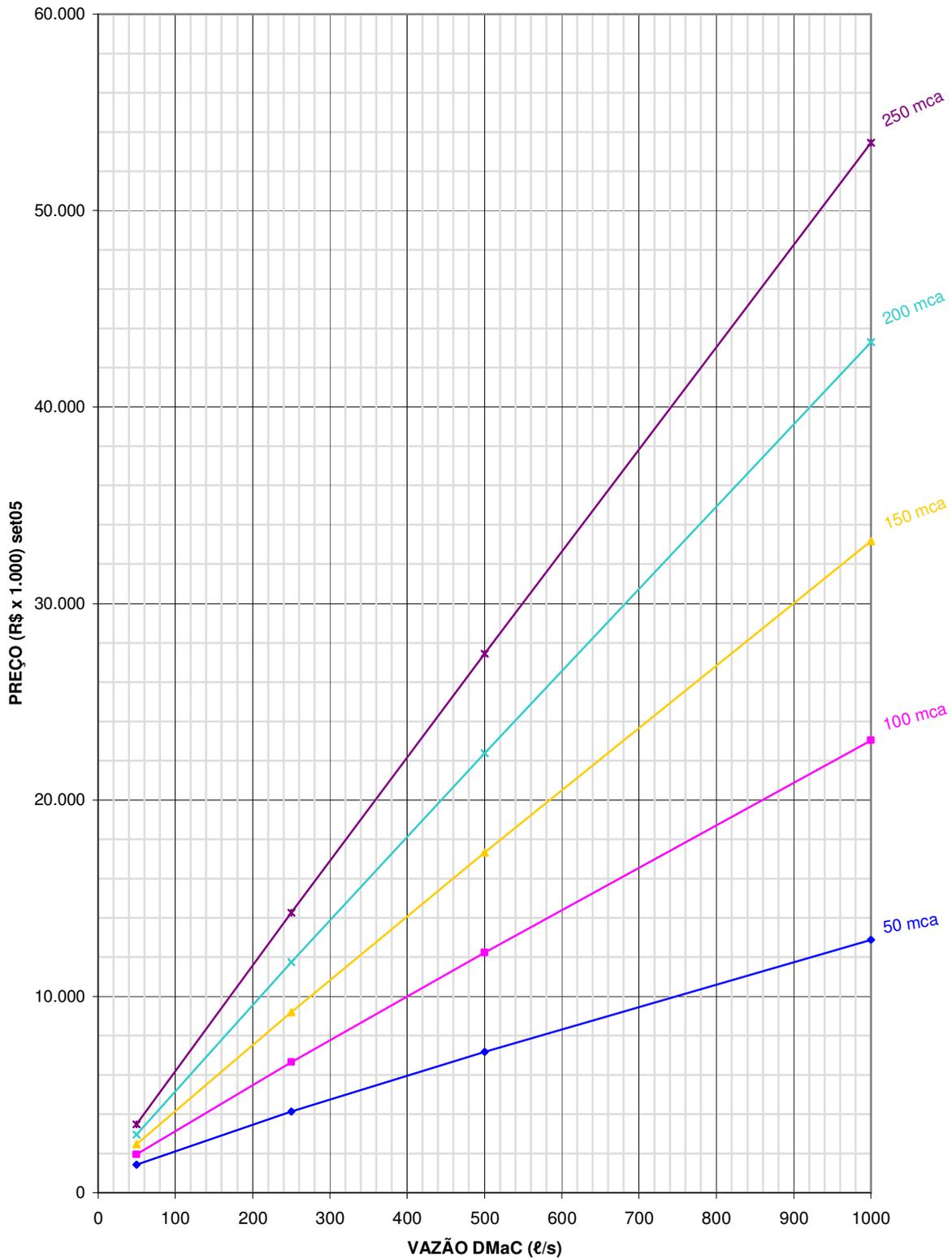
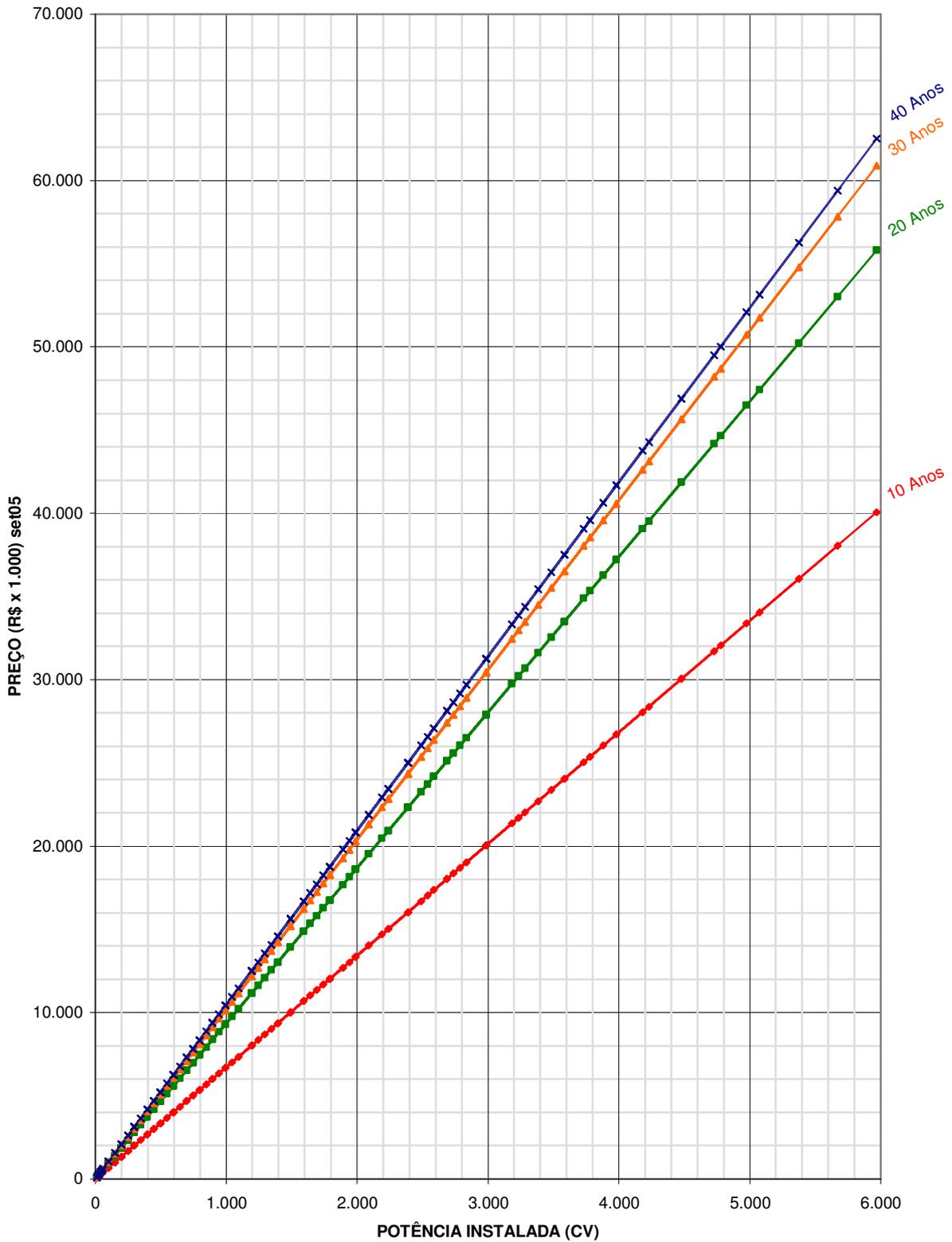


Figura 02.03_4: - Estações de Bombeamento
Gráfico auxiliar Valor Presente (set05, 12%aa) dos valores de insumos (só energia) ,
função da potência instalada, para diferentes horizontes
Conforme Premissas deste Trabalho (Saturação no 10º ano) - (0,30 R\$/KW.h)



02.04 - Estação de Tratamento de água

Figura 02.04_1a: Resumo para Estimativa de Preço anual de Operação ETA (no 10º ano, ou seja, a partir da saturação)

Q DMAc (l/s)	Q DCM (l/s)	Energia (perda de carga) (R\$ / ano)	Energia (iluminação + etc) (R\$ / ano)	Cloro (R\$ / ano)	Cal (hidratada) (R\$ / ano)	Coagulante Sulfato (R\$ / ano)	Mão-de-obra operação (R\$ / ano)	Despesas Diretas (R\$ / ano)	1+2+3+4 (R\$ / ano)	TOTAL OPERAÇÃO ETA (R\$ / ano)	Resumo para Estimativa de preço de Operação de ETA (média em 30 anos) (x 1.000.000)			
											DESPESAS DIRETAS	ENERGIA PERDA DE CARGA	INSUMOS	MÃO-DE- OBRA
10	8	1.581	379	2.673	2.430	3.888			9.370					
60	50	9.483	2.276	16.038	14.580	23.328	281.056	34.762	56.222	381.523	0,0318	0,0408	0,0943	0,3753
100	83	15.806	3.793	26.730	24.300	38.880			93.703					
150	125	23.709	5.690	40.095	36.450	58.320			140.555					
200	167	31.611	7.587	53.460	48.600	77.760			187.407					
250	208	39.514	9.483	66.825	60.750	97.200	455.380	57.195	234.258	786.348	0,0522	0,0898	0,3128	0,7682
300	250	47.417	11.380	80.190	72.900	116.640			281.110					
350	292	55.320	13.277	93.555	85.050	136.080			327.962					
400	333	63.223	15.173	106.920	97.200	155.520			374.813					
450	375	71.126	17.070	120.285	109.350	174.960			421.665					
500	417	79.028	18.967	133.650	121.500	194.400	591.817	75.428	468.517	1.214.791	0,0689	0,1440	0,5900	1,1818
550	458	86.931	20.864	147.015	133.650	213.840			515.369					
600	500	94.834	22.760	160.380	145.800	233.280			562.220					
650	542	102.737	24.657	173.745	157.950	252.720			609.072					
750	625	118.543	28.450	200.475	182.250	291.600			702.775					
800	667	126.446	30.347	213.840	194.400	311.040			749.627					
850	708	134.348	32.244	227.205	206.550	330.480			796.479					
900	750	142.251	34.140	240.570	218.700	349.920			843.330					
950	792	150.154	36.037	253.935	230.850	369.360			890.182					
1000	833	158.057	37.934	267.300	243.000	388.800	757.438	105.693	937.034	1.958.221	0,0965	0,2467	1,1388	1,8962
2000											0,0822	0,3825	2,1667	2,7167

Figura 02.04_1B: ETA
Valor anual de operação* função da vazão nominal (DMaC)
 Conforme premissas deste trabalho (Saturação no 10^º ano)
 * A partir do 10^º ano

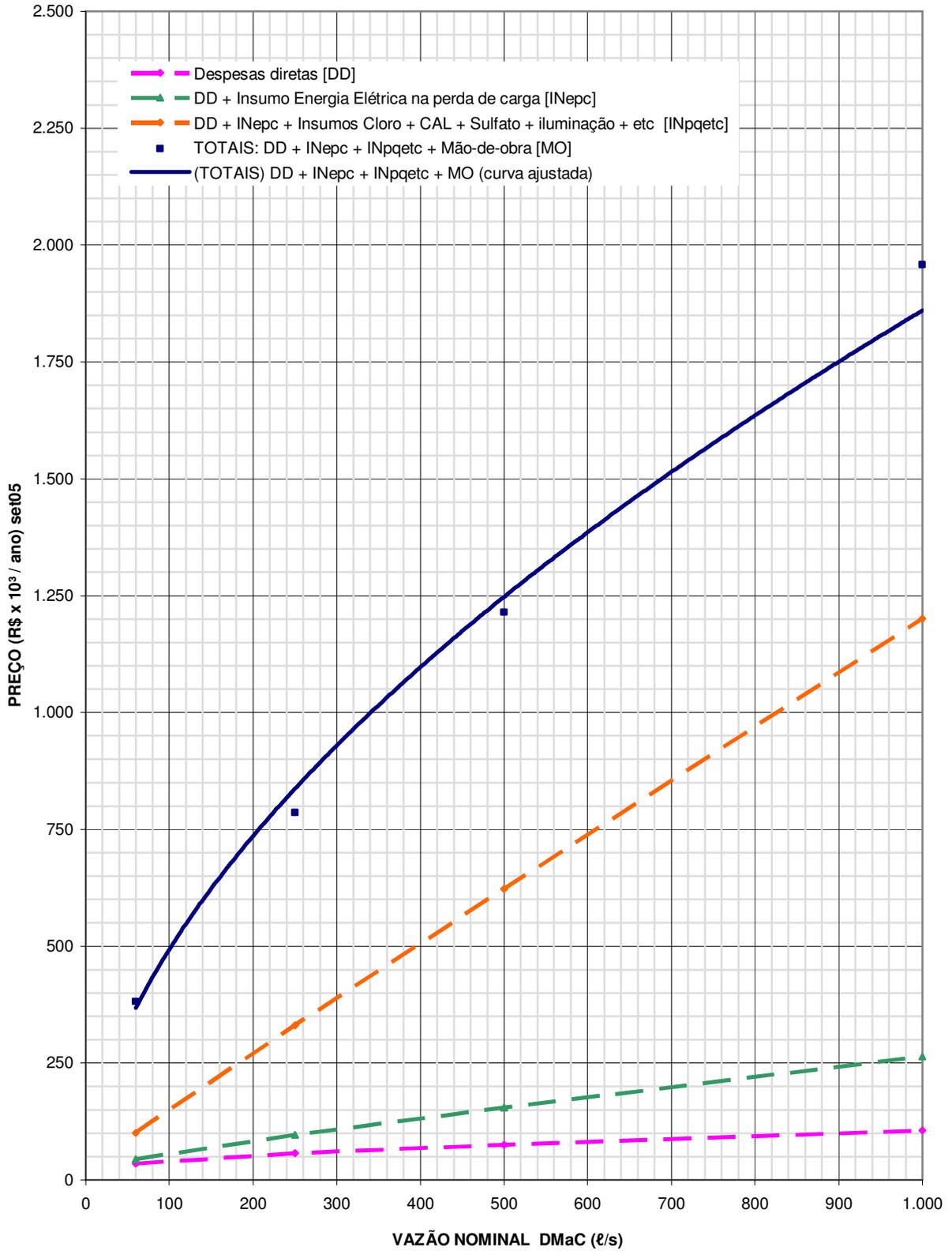


Figura 02.04_1c: ETA
Valor anual de operação (média em 30 anos) função da vazão nominal (DMaC)
 Conforme premissas deste trabalho (Saturação no 10º ano)

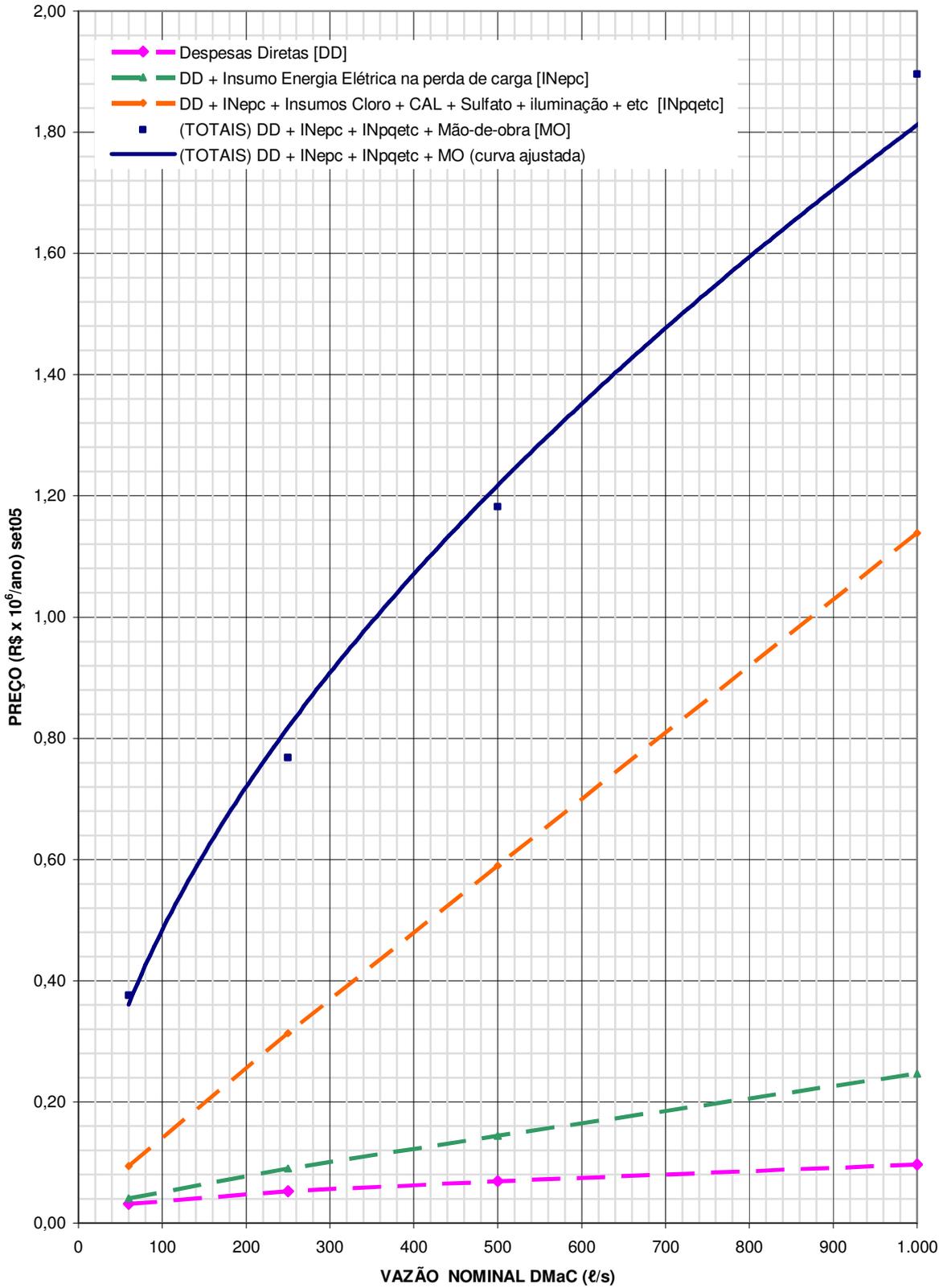
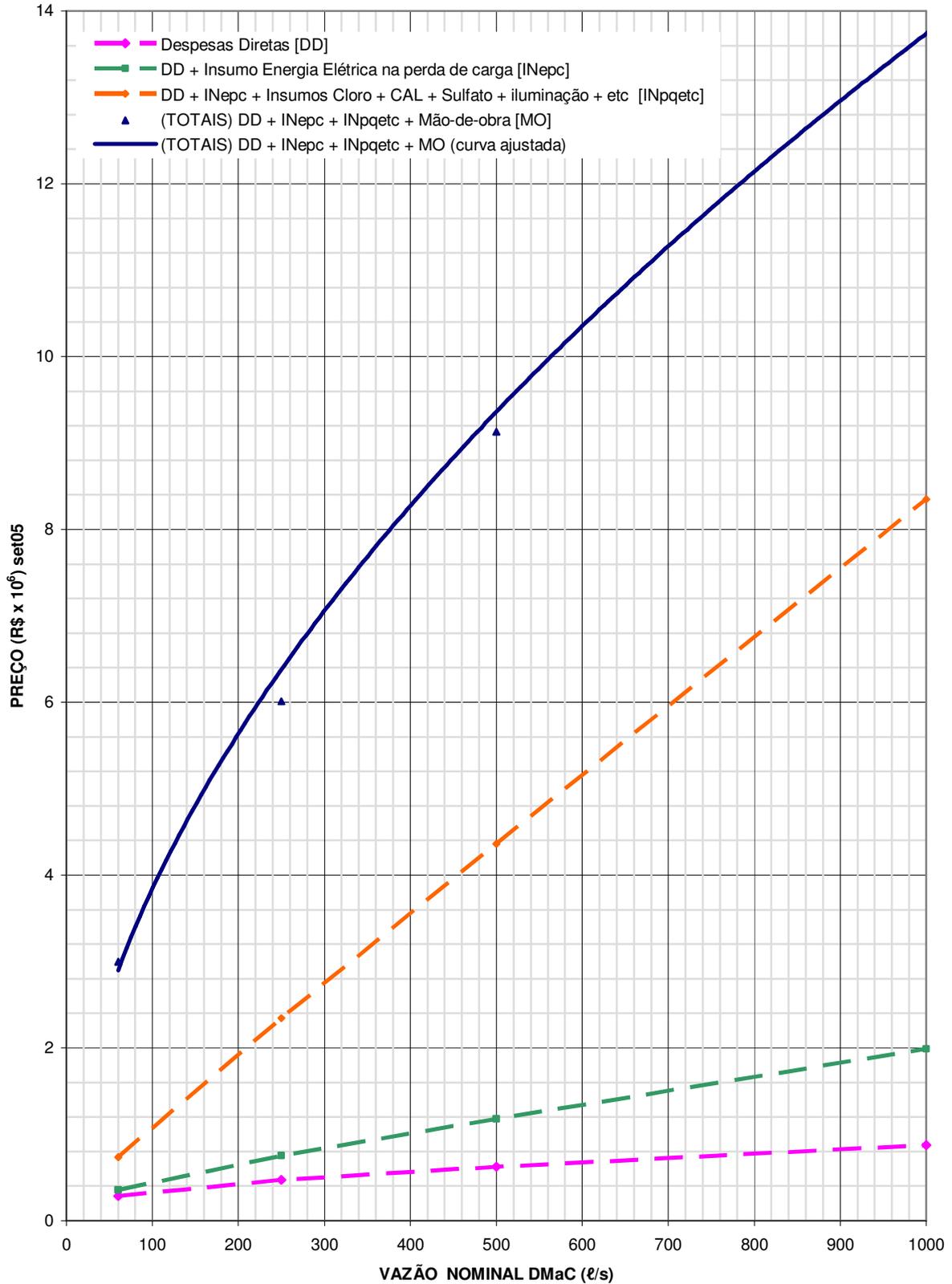


Figura 02.04_2ª: Resumo para Preço de Operação de ETA (valor presente em 30 anos a 12%)

QDMaC (l/s)	DESPESAS DIRETAS	ENERGIA - PERDA DE CARGA	INSUMOS	MÃO-DE-OBRA
	R\$ x 1.000.000			
10				
60	0,2875	0,3542	0,736	3
100				
150				
200				
250	0,4731	0,7511	2,3419	6,0101
300				
350				
400				
450				
500	0,6239	1,1799	4,3615	9,1287
550				
600				
650				
700				
750				
800				
850				
900				
950				
1000	0,8742	1,9862	8,3495	14,4508
2000	0,7607	2,9846	15,7113	20,1416

Figura 02.04_2b: ETA
Valor presente (set05, 12% aa) em 30 anos de operação função da vazão nominal (DMaC)
 Conforme premissas deste trabalho (Saturação no 10º ano)



03 - MANUTENÇÃO

Introdução, Considerações e Premissas para Preço de Manutenção

A abordagem adotada para a questão "**manutenção**" está a seguir resumida:

No contexto

A_ preço de implantação

B_ preço de operação (inclusive gestão)

C_ preço de manutenção,

as atividades de Operação e de Manutenção são apresentadas em separado, tanto para "**Pessoal (Mão de Obra)**" quanto para "**Insumos**" quanto para "**Despesas Diretas**".

Algumas atividades são mais proporcionais ao volume produzido do que outras. Por exemplo, o consumo de produtos químicos apresenta variações sazonais ou no tempo, mas é diretamente proporcional ao volume produzido, já a Mão de Obra apresenta uma menor elasticidade, sendo mais constante, menos dependente da produção e dependendo mais da capacidade instalada.

Na **Operação** entram:

_ como **Pessoal** as equipes encarregadas do dia-a-dia, do liga-e-desliga, do abre-e-fecha, do controle de índices e busca da operação mais econômica, além da conservação dos locais (rotina do dia-a-dia), podendo ser parte do tempo de equipes que atendam operação e / ou manutenção

_ como **Insumos**: energia, produtos químicos, material de consumo e

_ como "**Despesas Diretas**": ferramentas, viaturas, locomoção, comunicação, etc.,

Na **Manutenção** entram:

_ como **Pessoal**: as equipes encarregadas de reparos, e rotinas de conservação, revisão periódica, substituições previstas de partes, pinturas e revestimentos em geral, reparos estruturais rotineiros, impermeabilizações, etc.. Inclui manutenções de emergência sem acidentes, ou seja, pressupõe um custo de plantão ("stand-by") podendo ser parte do tempo de equipes comuns com a operação.

_ como **Insumos**: materiais e peças de reposição programada e de emergência, sobressalentes. Combustível para máquinas de emergência e viaturas. Eventuais custos de acidentes, etc. serão cobertos pelo seguro das instalações. O custo desse seguro será incorporado a este item de manutenção.

_ como "**Despesas Diretas**": máquinas, ferramentas, viaturas, locomoção, comunicação, almoxarifado, etc.,

Detalhes da natureza fiscal de certos custos, que podem ter interpretações contábeis controversas ou superposições foram menosprezados. Por exemplo: pinturas são "operação" ou são "manutenção"?, são investimento ou são custeio? O presente trabalho pretende ter resolvido genericamente as classificações pela natureza técnica do serviço, ou considerou irrelevante para o fim a que se destina o trabalho. Note-se que as preocupações contábeis-fiscais muitas vezes são relacionadas à legislação e às interpretações, que podem ser mutantes no tempo.

Nas considerações sobre automação, telecomando, telemedições, etc. foi considerado um nível relativamente baixo de equipamentos (sem menosprezar o que está consagrado, apenas evitando novidades ainda caras). Para fins de custo entende-se que essa abordagem não traz variações fora do grau de sensibilidade daquilo que se observa pois parece que as economias oriundas de automações se compensam (se anulam) com o custo da implantação da automação e da manutenção da

automação. Claro que existe uma tendência à automação mas considerando a região nordeste e todo o contexto, julga-se adequado uma abordagem conservadora.

A vida útil média das instalações civis e de tubulações (partes fixas) foi tomada como sendo de até 30 anos, baseado na observação da realidade desse tipo de unidades em nosso meio. Para as unidades eletro-mecânicas (móveis), será adotada uma vida média de 20 anos.

Para o "Pessoal da Operação" foram considerados quatro turmas trabalhando em três turnos cobrindo 24 horas por dia e os 7 dias da semana (para o dia-a-dia do liga-e-desliga, do abre-e-fecha, do controle de índices e busca da operação mais econômica, além da conservação dos locais (rotina do dia-a-dia). Uma das turmas tem mais pessoal, no horário normal de trabalho, para as atividades que não sejam imprescindíveis a presença continuada de um operador. A gestão do sistema trabalhará em uma turma, um turno, 5 dias na semana. Não estão considerados "pessoal de operação nem vigias" mas uma simples ronda...

- **Como se disse acima, o pessoal das equipes de operação (e os componentes de Despesas Diretas) podem compartilhar as atividades de manutenção, ao menos para fins de composição de custos. A gestão dos sistemas decidirá os detalhes contratuais da administração dessas atividades. Assim, o custo de mão de obra para manutenção está computado como uma porcentagem de cada parcela da composição de uma "equipe para operação e manutenção", o mesmo ocorrendo com as Despesas Diretas. (ver figura 02_2d e figura 02_3)**
-
- **A exemplo da composição dos preços de "operação", na Manutenção, preventiva ou corretiva, também existem custos fixos e variáveis. Os fixos independem do sistema estar operando ou não (na "manutenção" podem até ser maiores com o sistema parado do que operando!).**

Presupõem-se que a manutenção ou a substituição deve "perenizar" o sistema, logo o sistema deverá ser inteiramente substituído dentro do período que se considera como a vida média das unidades, seja aos poucos, seja por uma obra singular ao fim do período de vida útil ou quando o custo de manutenção ultrapassar determinado valor.

Considera-se que custo de manutenção sofre um incremento com o passar dos anos pois é intuitivo e aceitável considerar que instalações novas acarretem menos afazeres de manutenção que instalações usadas, hipótese válida tanto para manutenção de rotina, quanto para manutenção preventiva, quanto para a manutenção corretiva.

Verifica-se, portanto, que a diferenciação entre operação e manutenção nem sempre é tranqüila. Ora porque as pessoas não estão habituadas a fazê-lo, ora porque as atividades de fato se misturam e pode ser difícil separá-las.

Contabilmente falando (e com muita simplicidade), essa separação pode ser mais clara:

- os gastos com "operação" são classificados, sem nenhuma dúvida como "custeio" ou "despesa" abatível das receitas para formar o lucro ou prejuízo no balanço do exercício em análise.
- os gastos com "manutenção" inserem uma dúvida fiscal: serão "despesas" ou serão "investimento"?
- os gastos com "reposição", "substituição" são "despesa" ou "investimento"?

Evidentemente que uma engenharia fiscal que busque a redução de impostos pode interpretar ou classificar as coisas de uma forma ou de outra, dentro de uma legislação simplória que não define bem as coisas pois peca por dar mais importância à forma que ao conteúdo, no caso à arrecadação a curto prazo que à filosofia fiscal.

Ainda dentro da "conceituação" da atividade "manutenção", e de forma a organizar o raciocínio, pode-se dizer que as equipes de manutenção dividem-se em dois grandes **Grupos**:

“civil” e
“eletromecânica”

Quanto aos **Tipos** de manutenção, pode-se considerar assim:

Preventiva (manter confiabilidade e vida útil prevista)

MR: Manutenção de Rotina (mensal / anual)
MM: Manutenção Periódica Média (bianual a quinqüenal)
MP: Manutenção Periódica Pesada (mais de 5anos até 10 anos)
MS: Manutenção por Substituição de equipamento ou unidade

Corretiva (limitado ao custo de reposição)

MC (Imprevistos) - Provisão
ME (Emergências) – Custos a serem cobertos por seguros ou outras fontes, corresponde a eventos de enchentes, terremotos, sabotagens, etc. Não considerado neste trabalho

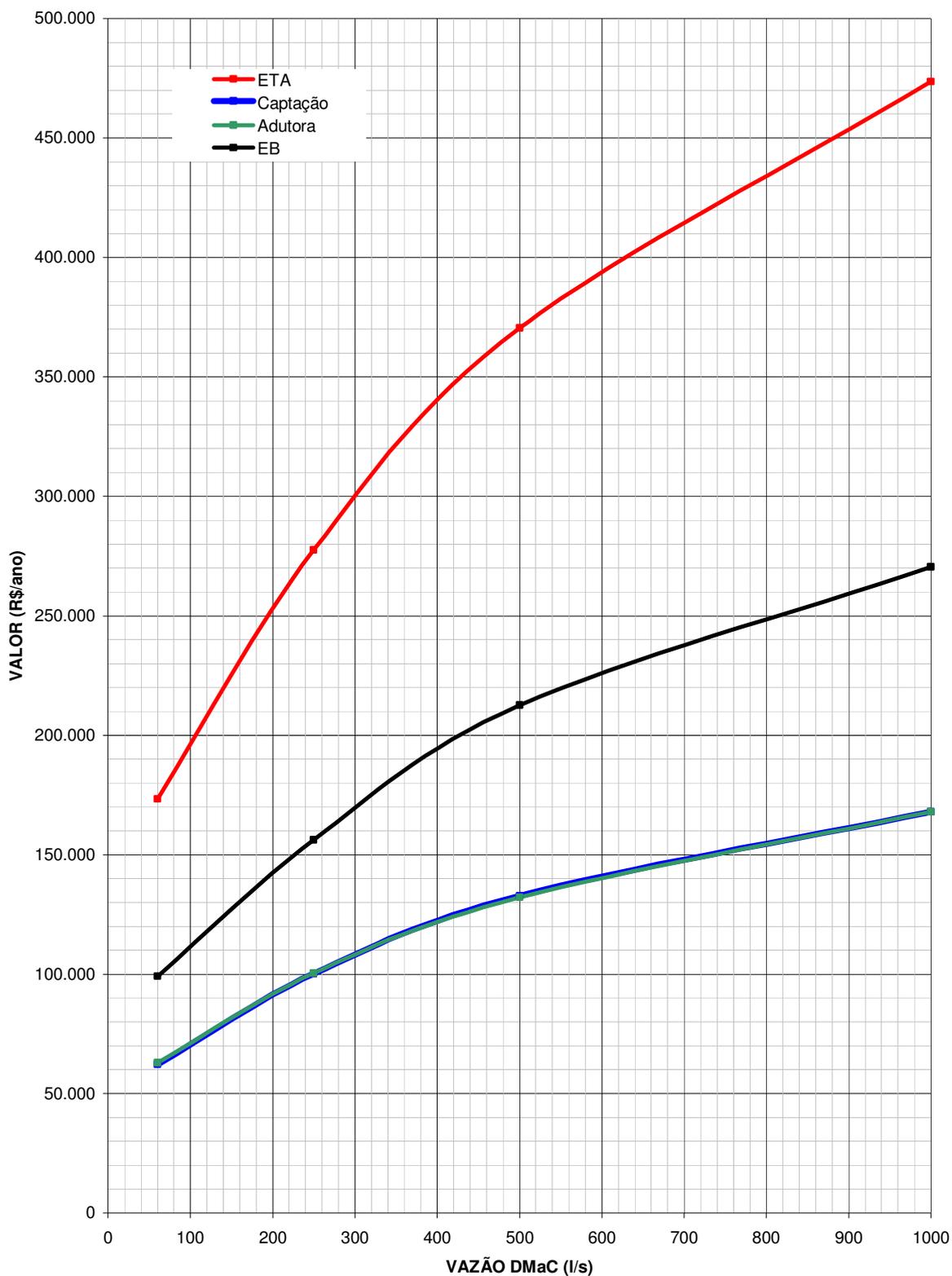
Como descrito anteriormente, os custos de Manutenção também podem ser decompostos em três partes:

- **Mão de Obra**,
- **Insumos** ou Suprimentos de peças de reposição e / ou de substituição, inclusive almoxarifado, etc. .
- **Despesas Diretas** tais como veículos, ferramentas, máquinas, mobilização, comunicações, mobiliário, área de trabalho equipada (oficinas), etc.

O custo de mão de obra de manutenção está resolvido no *capítulo 02 deste relatório (Figura 02_2d) e na figura 03_2 a seguir*, constituindo-se em uma parcela de uma equipe de operação-e-manutenção definido na "*figura 02_2 a, b, c e d*" , correspondendo a sistemas com vazão nominal de 60, 250, 500 e 1.000 l/s (*note-se que neste volume impresso só aparece a figura 02_2d, desejando-se consultar as demais recorre-se ao CD anexo*).

Rememorando, o custo com pessoal alocado à manutenção cobre as equipes encarregadas de reparos, e rotinas de conservação civil e elétrica e mecânica, revisão periódica, substituições de partes previstas, pinturas e revestimentos em geral, reparos estruturais, impermeabilizações, etc., além de manutenções de emergência, ou seja, pressupõe um custo de plantão ("stand-by"). Tal custo apresenta baixa elasticidade no tempo e optou-se por considera-lo orçado no item supra-citado.

Figura 03_2 :
Valor Anual de Mão de Obra Manutenção de um Sistema de Água
Função da Vazão Nominal (DMAc)



Conceitualmente, estamos propondo que existe um limite para os custos de manutenção a partir do qual seria preferível implantar uma nova unidade, quer pelo custo, quer pela confiabilidade operacional que é mister conservar, dada a natureza do serviço.

Esse limite de custo seria aquele em que o custo de manutenção supera o valor de **"capitalização"** do montante necessário para a implantação de uma nova unidade que substitua inteiramente a existente e se volte à manutenção zero do primeiro ano, reiniciando um ciclo.

Esse entendimento se justifica porque caso assim não fosse se estaria pagando mais de manutenção do que se pagaria à "capitalização para implantação de unidade nova" o que parece um contra-senso.

Então, considerando a vida útil e o custo de oportunidade de capital para aplicação de dinheiro foi adotado como sendo de 6%aa (embora no início de este trabalho tenha proposto 10 a 12%aa, o consultor concluiu que seria muito otimista conseguir essa remuneração para uma "poupança" considerando moeda estável, tendo optado pelos 6%aa). Os demais parâmetros necessários para o cálculo de um valor de amortização constante são o preço de implantação e o número de períodos (vida útil) num entorno de 20 a 30 anos (ver §7 do "Resumo" no início deste capítulo).

Conhecidos esses números, é possível calcular o valor mensal de capitalização durante a vida útil para reunir o montante necessário para a nova obra e daí tirar o valor admissível para a manutenção, no último ano do período de vida útil admitida.

Entretanto, face os condicionantes relativos a questões como continuidade e confiabilidade, que obrigam a manutenção de plantões, e disponibilização de equipes em "espera" ("stand-by"), com treinamento, etc., propõe-se considerar o custo obtido a partir das considerações de capitalização acrescido dos custos de mão de obra.

Uma vez definido o valor da manutenção no último ano, há que retroagir ano-a-ano até um valor inicial menor. Para esse primeiro ano será considerado um valor de 20 a 33% do valor limite (do último ano do período) porque é prevista quase só manutenção de rotina dentro das garantias, com a mão de obra disponibilizada para eventualidades e treinamento, ou seja, a mão de obra mais ou menos constante ao longo do tempo. Fazendo uma PA (progressão aritmética) ano-a-ano, teremos os valores admissíveis para manutenção, ano-a-ano.

Exemplificando:

✓ **ADUTORA:**

_ seja uma adutora (FFD – PN10) de 10km, DN 500mm (que pelas premissas deste trabalho, ver figura 02.01_1b deste volume, corresponde a uma vazão da ordem de 300 a 350 l/s)

_ o custo de **implantação** (set05) é de **R\$ 8.300.000,00** (figura 01.01_6c)

_ admitindo a vida útil como sendo 30 anos

_ adotando uma taxa de juros líquida de 6%aa (para aplicar dinheiro)

- _ pelo critério da "**capitalização**", o PMT de um FV=8.300.000,00 com n=30 e i=6, é **PMT ≈ 105.000,00**
- _ o custo anual de mão de obra de manutenção para esta adutora (Figura 03_2) seria da ordem de R\$ 120.000,00 (equivalente a ±R\$ 10.000,00 / mês)
- _ Limite para valor de "manutenção anual": 120.000 + 105.000 = ±R\$ 225.000,00 (cerca de 2,7% do investimento)
- No primeiro ano (33% ou 1/3): ±R\$ 75.000,00

✓ **ETA:**

- _ seja uma ETA para 300 a 350 l/s
- _ o custo de implantação (set05) é de R\$ 6.750.000,00 (*fig. 3.1.4.2a, relatório 3*)
- _ admitindo a vida útil como sendo de 25 anos (mais equipamentos e detalhes do que uma adutora)
- _ adotando uma taxa de juros de 6%aa (para aplicar dinheiro)
- _ pelo critério da "**capitalização**", o PMT de um FV=6.800.000 com n=~25 e i=6, é **PMT ≈ 123.000**
- _ o custo anual de mão de obra de manutenção para esta adutora (figura 03_2) seria da ordem de R\$ 320.000,00 (±R\$ 26.500,00 / mês)
- _ Limite para valor de "manutenção anual": 320.000 + 123.000 = ±R\$ 443.000,00 (cerca de 6,5% do investimento)
- No primeiro ano (1/3): ±R\$ 148.000,00

✓ **ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO**

- _ seja uma EB para 300 a 350 l/s e AMT 100mca (~700CV, ver fig. 3.2.3_1b, rel. 3)
- _ o custo de implantação (set05) é de ~R\$ 2.000.000,00 (*fig. 3.1.3_3a, relatório 3*)
- _ admitindo a vida útil como sendo de 20 anos (proporcionalmente mais equipamentos do que uma ETA)
- _ adotando uma taxa de juros de 6%aa (para aplicar dinheiro)
- _ pelo critério da "**capitalização**", o PMT de um FV=2.000.000 com n=~20 e i=6, é **PMT ≈ 54.000**
- _ o custo anual de mão de obra de manutenção para esta EB (figura 03_2) seria da ordem de R\$ 185.000,00 (±R\$ 15.500 / mês)
- _ Limite para valor de "manutenção anual": 185.000 + 54.000 = ±R\$.240.000,00 (cerca de 8,0% do investimento)
- No primeiro ano (1/3): ±R\$ 80.000,00

Entendemos, portanto, que o preço unitário da água gerada pela unidade em apreço deve incluir, além da amortização do empréstimo inicial:

- _ **a capitalização para reconstrução da unidade ao término da vida útil prevista (que gera um custo financeiro não abordado neste trabalho) e**
- _ **o preço de manutenção para que aquela vida útil prevista aconteça para que o sistema se perenize, conforme premissa estabelecida.**

Em resumo, entendeu-se que há um limite para o valor da manutenção anual (ou mensal, dá no mesmo) que é o valor da anualidade (ou mensalidade) de uma série de capitalizações em parcelas iguais. Note-se que é nesse "entendimento" (é a série de capitalização, não a de amortização) que reside o "método" proposto e adotado.

Isto subentende (quer dizer) que, enquanto a manutenção anual (ou mensal) tiver um preço menor do que a parcela anual que se deve poupar numa série com

"n" = vida útil (arbitrada),
não há porque substituir ou reconstruir ou abandonar uma unidade existente.

O "arbitramento" da vida útil passa a ser um parâmetro a ser melhor estudado, e é o parâmetro "empírico" principal, mas parece ao consultor que, com este método proposto consegue-se equacionar o problema de forma cartesiana.

03.01 - Adutora

Figura 03.01_1 - Tabela resumo: Estimativa de Preço para Manutenção de Adutora L = 10 km (R\$ set05)

Valor Anual (Média Aritmética em um horizonte de 30 anos)						
Q DMaC (l/s)	DN adotado (mm)	Custo de Implantação (R\$x10 ⁴)	PMT (R\$x10 ⁴ / ano)	Mão-de-obra (R\$x10 ⁴ / ano)	TOTAL (30° ano) (R\$x10 ⁴)	TOTAL (Média Aritimética) (R\$x10 ⁴ / ano)
60	250	407,03	5,15	6,29	11,43	7,60
250	500	903,31	11,43	10,03	21,46	14,27
500	700	1.482,88	18,76	13,20	31,96	21,25
1000	900	2.193,37	27,74	16,80	44,54	29,62

Valor Presente (30 anos a 6,0% a.a.)		
Q DMaC (l/s)	DN adotado (mm)	TOTAL (R\$x10 ⁴)
60	250	89,55
250	500	168,03
500	700	250,30
1000	900	348,80

Figura 03.01_2a: - Adutora (10Km)
Valor anual de Manutenção* função da vazão nominal
Conforme premissas deste trabalho
DMAc = Dia de Maior Consumo
*Média Aritmética no horizonte de 30 anos

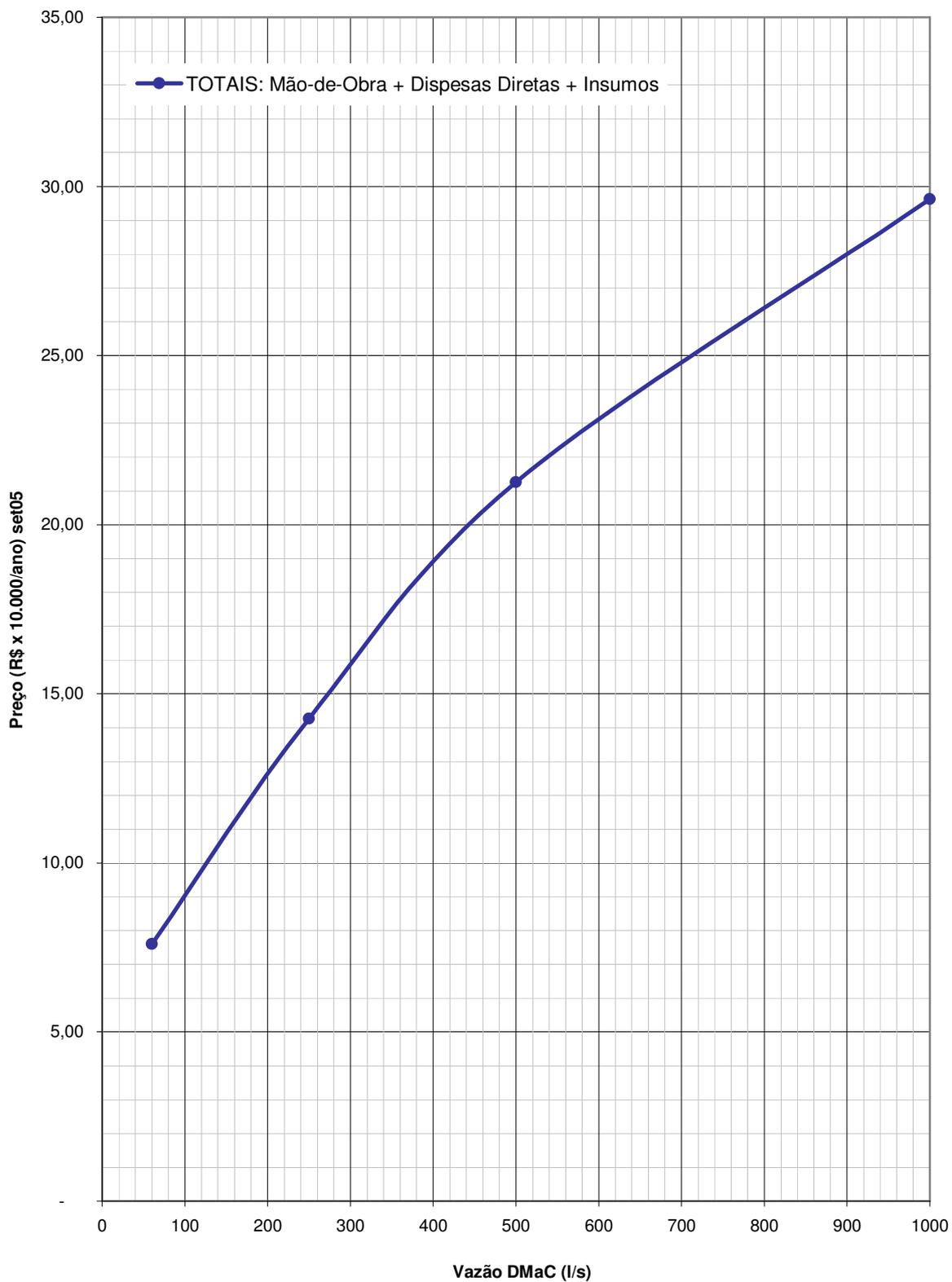


Figura 03.01_2b: - Adutora (10Km)
Valor anual de Manutenção* função do diâmetro nominal
Conforme premissas deste trabalho
*Média Aritmética no horizonte de 30 anos

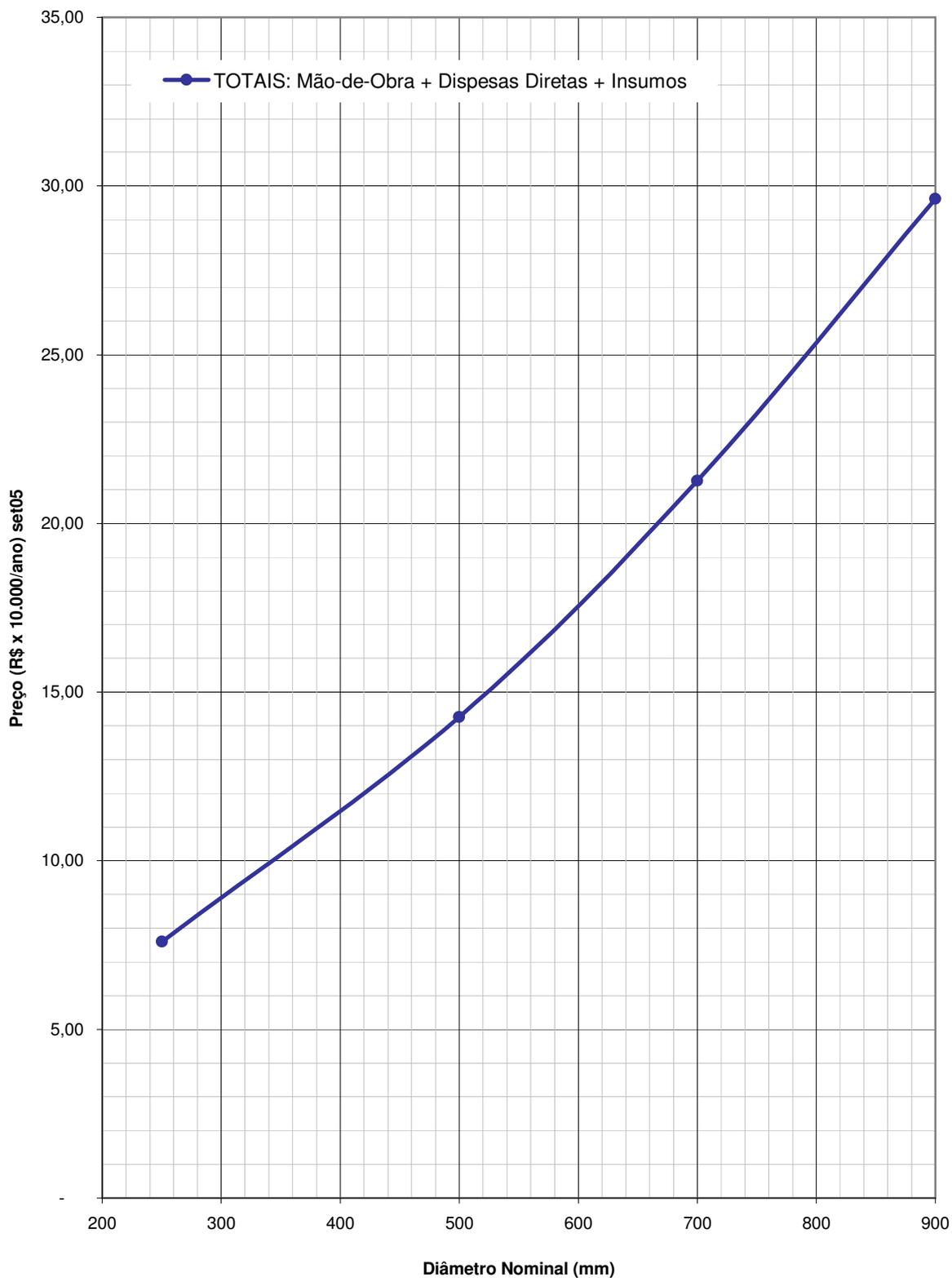


Figura 03.01_3a: - Adutora (10Km)
Valor presente (set05, 6,0%aa) para 30 anos de Manutenção função da Vazão Nominal (DMaC)
Conforme premissas deste trabalho
DMaC = Dia de Maior Consumo

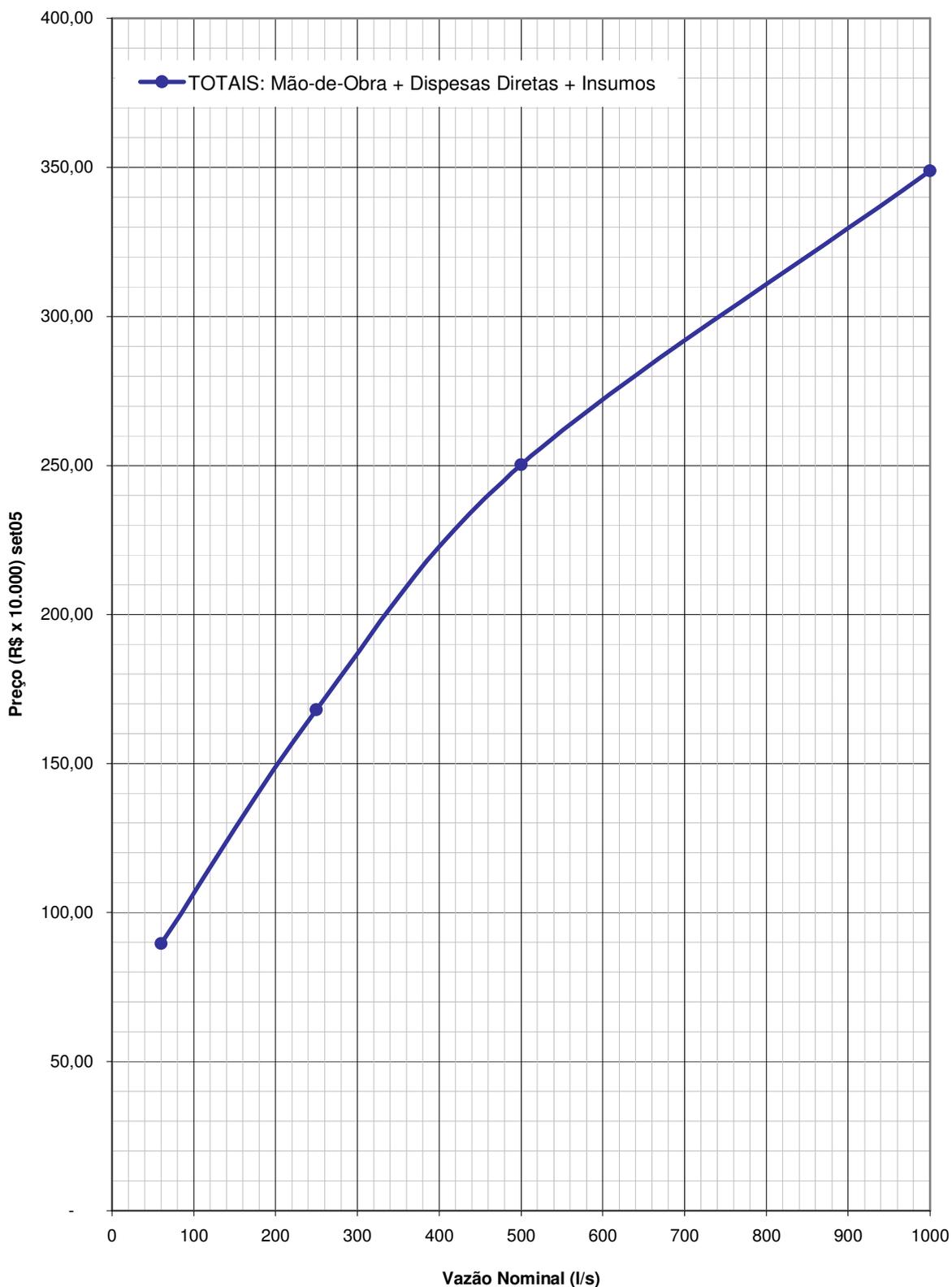
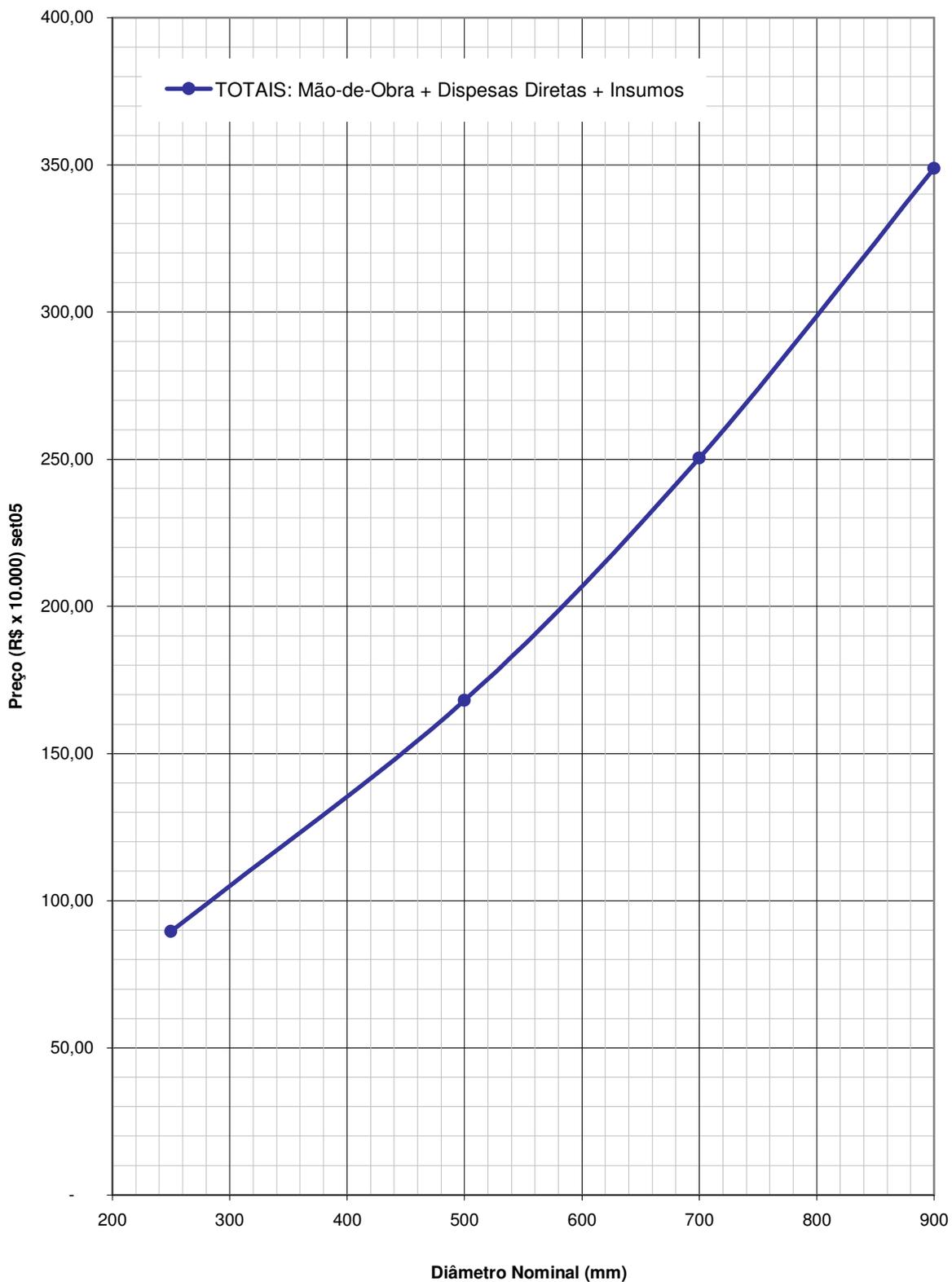


Figura 03.01_3b: - Adutora (10Km)
Valor presente (set05, 6,0%aa) para 30 anos de Manutenção função do Diâmetro Nominal
Conforme premissas deste trabalho



03.02 - Captação

Figura 03.02_1 - Tabela resumo: Estimativa de Preço para Manutenção de Captação a fio d'água (R\$ set/05)

Valor Anual (Média Aritmética em um horizonte de 30 anos)						
Q DMAc (l/s)	Custo de Implantação (R\$x10 ⁴)	PMT (R\$x10 ⁴ / ano)	Mão-de-obra (R\$x10 ⁴ / ano)	TOTAL (30° ano) (R\$x10 ⁴)	TOTAL (Média Aritmética) (R\$x10 ⁴ / ano)	
60	19,99	0,25	6,23	6,48	4,31	
250	33,29	0,42	10,02	10,45	6,95	
500	52,74	0,67	13,28	13,95	9,27	
1000	78,36	0,99	16,79	17,78	11,82	

Valor Presente (30 anos a 6,0% a.a.)	
Q DMAc (l/s)	TOTAL (R\$x10 ⁴)
60	50,76
250	81,81
500	109,23
1000	139,21

Figura 03.02_2: - Captação a fio d'água
Valor anual de Manutenção* função da vazão nominal
Conforme premissas deste trabalho
DMaC = Dia de Maior Consumo
*Média Aritmética no horizonte de 30 anos

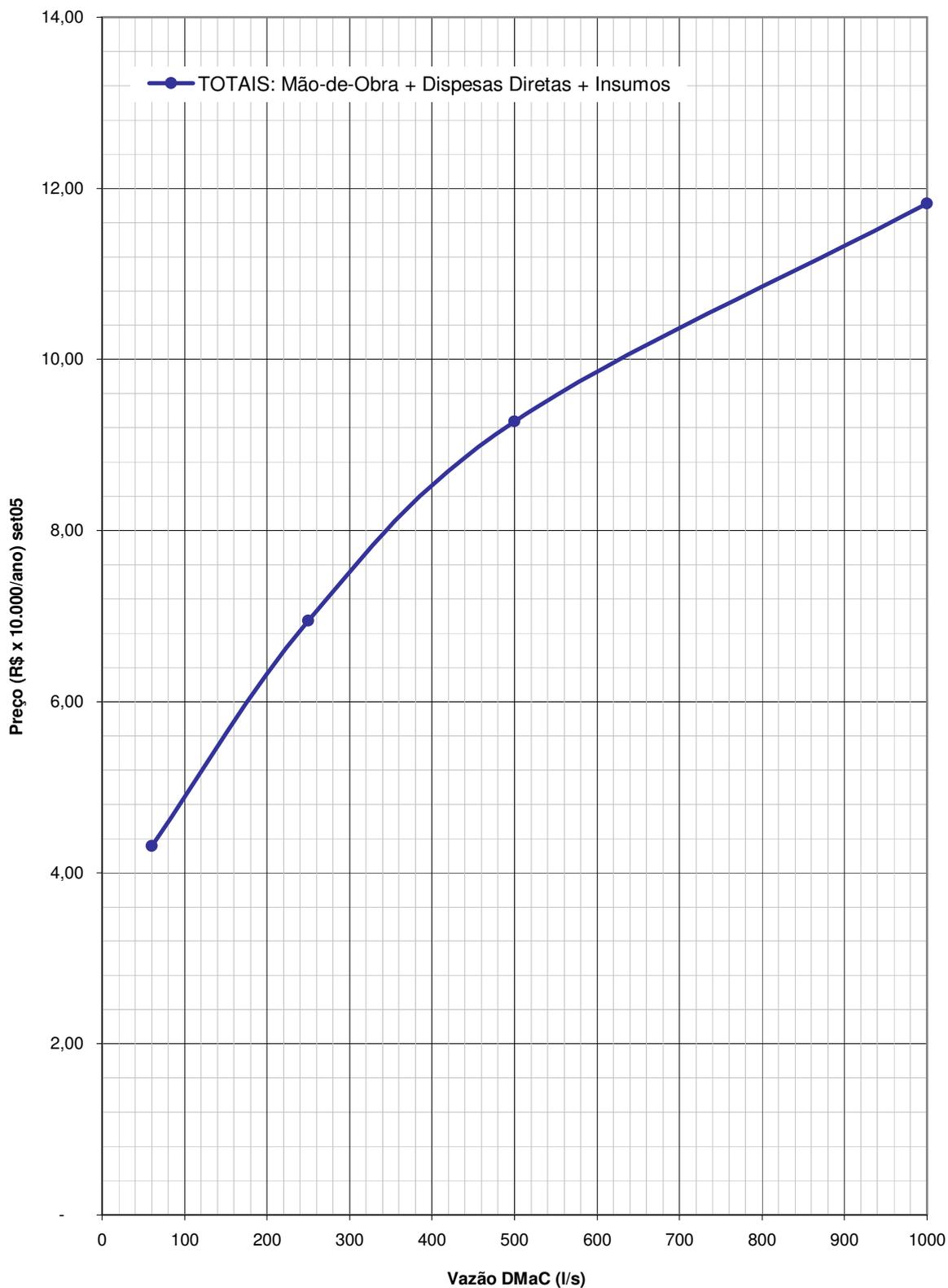
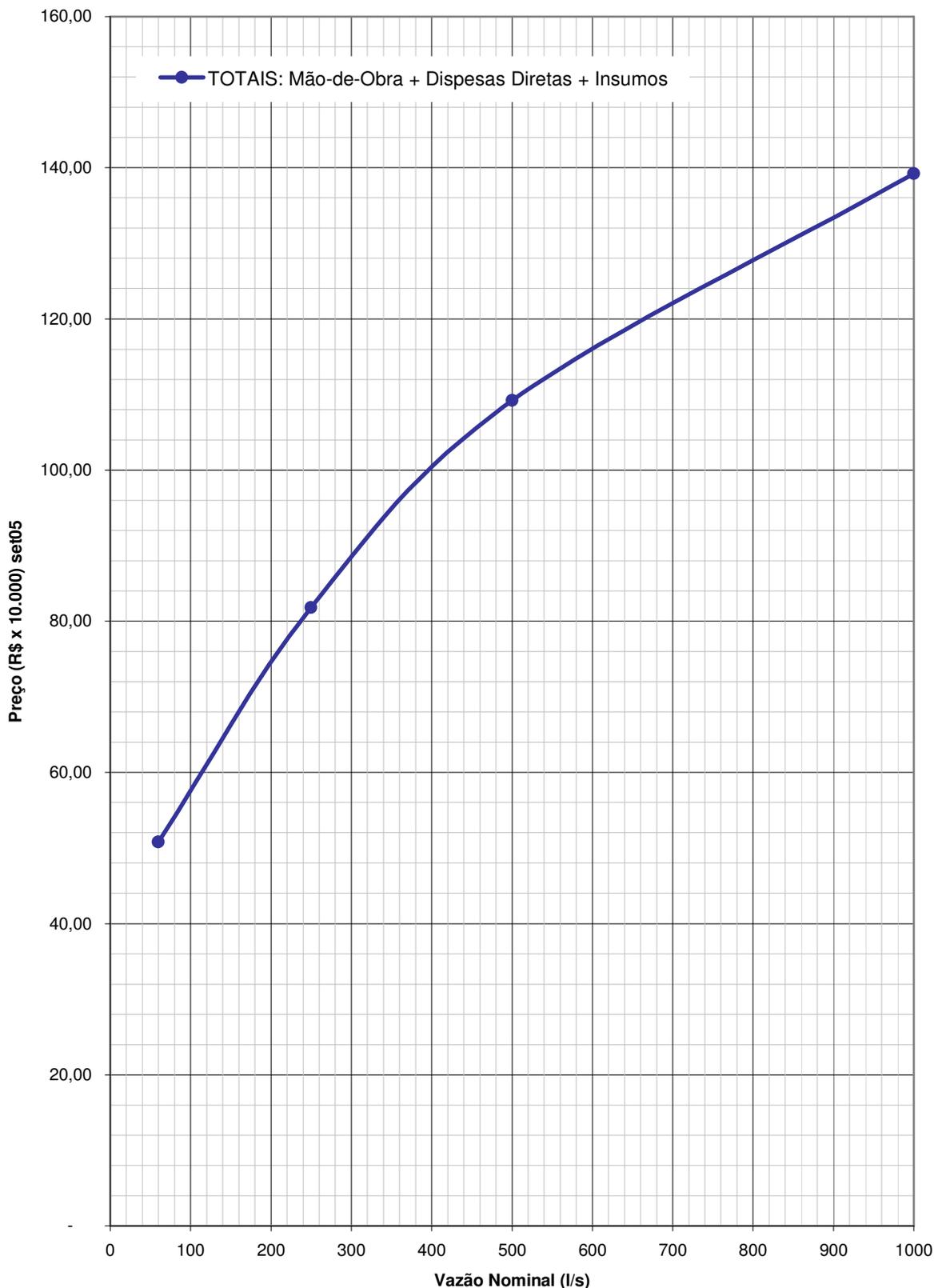


Figura 03.02_3: - Captação a fio d'água
Valor presente (set05, 6,0%aa) para 30 anos de Manutenção função da Vazão Nominal (DMAc)
Conforme premissas deste trabalho
DMAc = Dia de Maior Consumo



03.03 - Estação de Bombeamento

Figura 03.03_1 - Tabela Resumo: Estimativa de Preço para Manutenção de Estação de Bombeamento ao tempo (R\$ set050)

Valor Anual (Média Aritmética em um horizonte de 30 anos)						
Q DMac (l/s)	Potência (CV)	Custo de Implantação (R\$x10 ⁴)	PMT (R\$x10 ⁴ / ano)	Mão-de-obra (R\$x10 ⁴ / ano)	TOTAL (30° ano) (R\$x10 ⁴)	TOTAL (Média Aritmética) (R\$x10 ⁴ / ano)
60	200	109,82	2,99	9,92	12,90	8,58
250	800	205,86	5,60	15,61	21,21	14,10
500	1600	281,86	7,66	21,25	28,91	19,23
1000	3200	385,91	10,49	27,05	37,54	24,97

Valor Presente (30 anos a 6,0%aa)		
Q DMac (l/s)	Potência (CV)	TOTAL EB (R\$x10 ⁴)
60	200	101,04
250	800	166,08
500	1.600	226,43
1000	3.200	294,02

Figura 03.03_2a: - Estação de Bombeamento ao tempo
Valor anual de Manutenção* função da vazão nominal
Conforme premissas deste trabalho (Hman = 150m)
DMaC = Dia de Maior Consumo
*Média Aritmética no horizonte de 30 anos

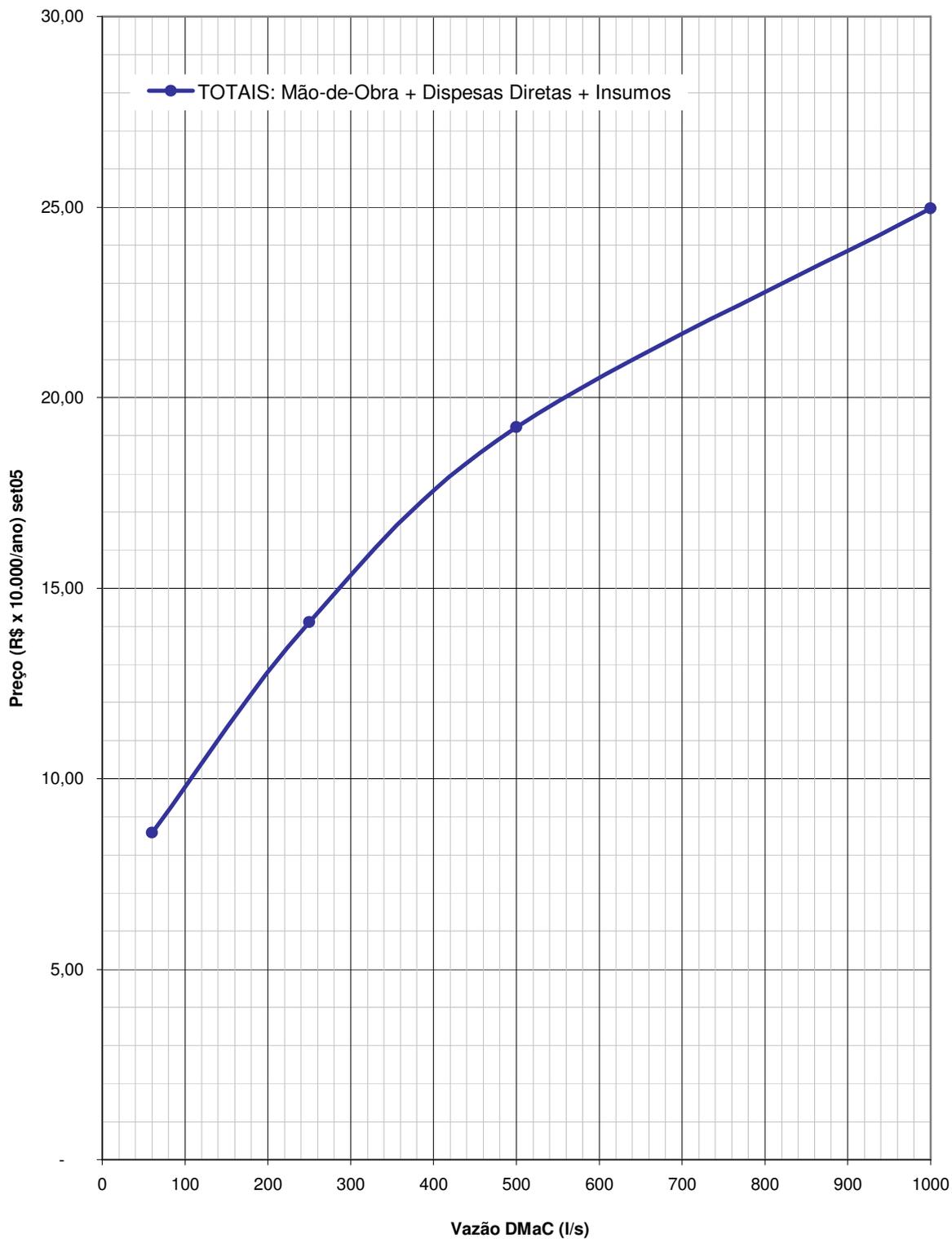


Figura 03.03_2b: - Estação de Bombeamento ao tempo
Valor anual de Manutenção* função da potência instalada
Conforme premissas deste trabalho
*Média Aritmética no horizonte de 30 anos

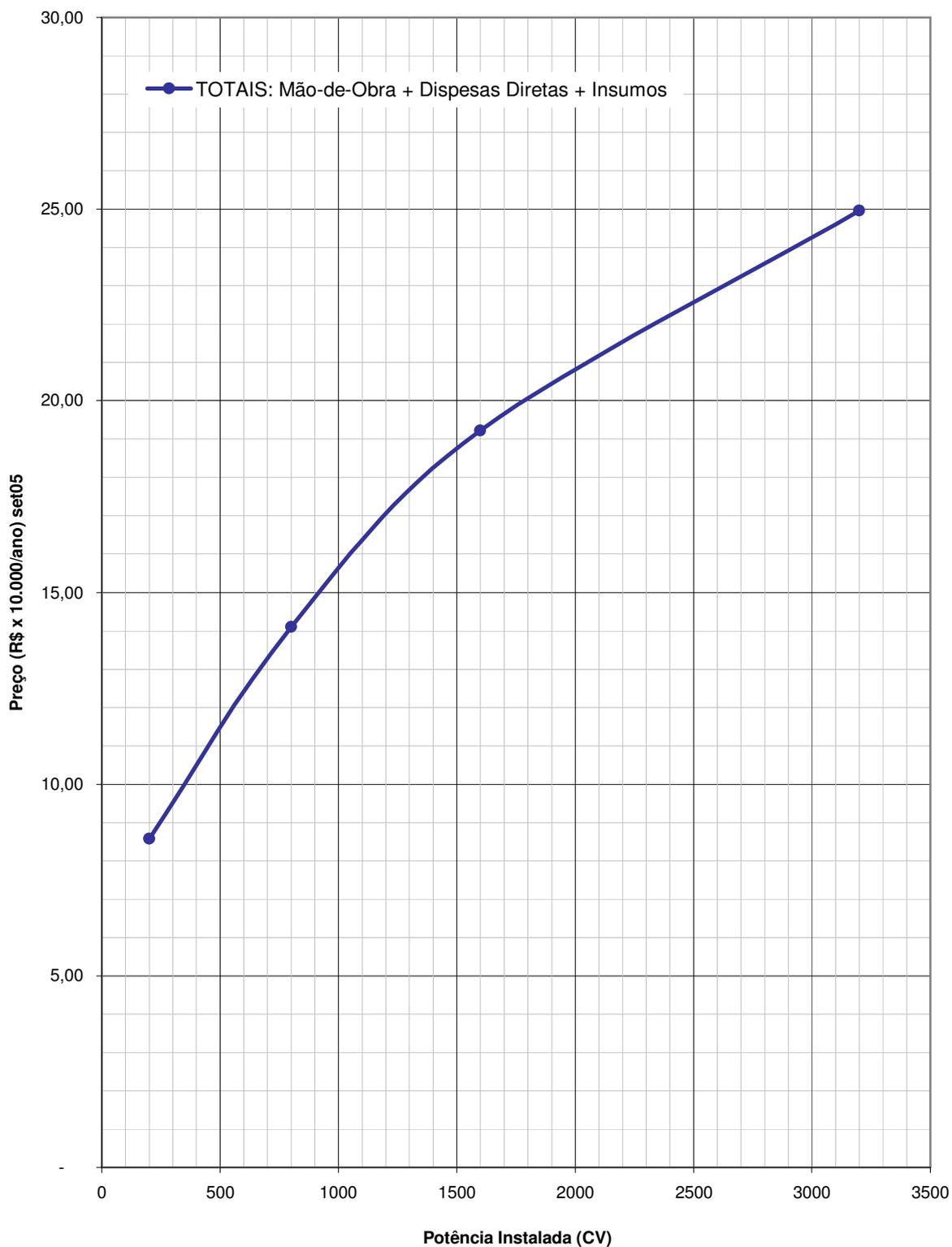


Figura 03.03_3a: - Estação de Bombeamento ao tempo
Valor presente (set05, 6,0%aa) para 30 anos de Manutenção
função da Vazão Nominal (DMaC)

Conforme premissas deste trabalho (Hman = 150 m)
DMaC = Dia de Maior Consumo

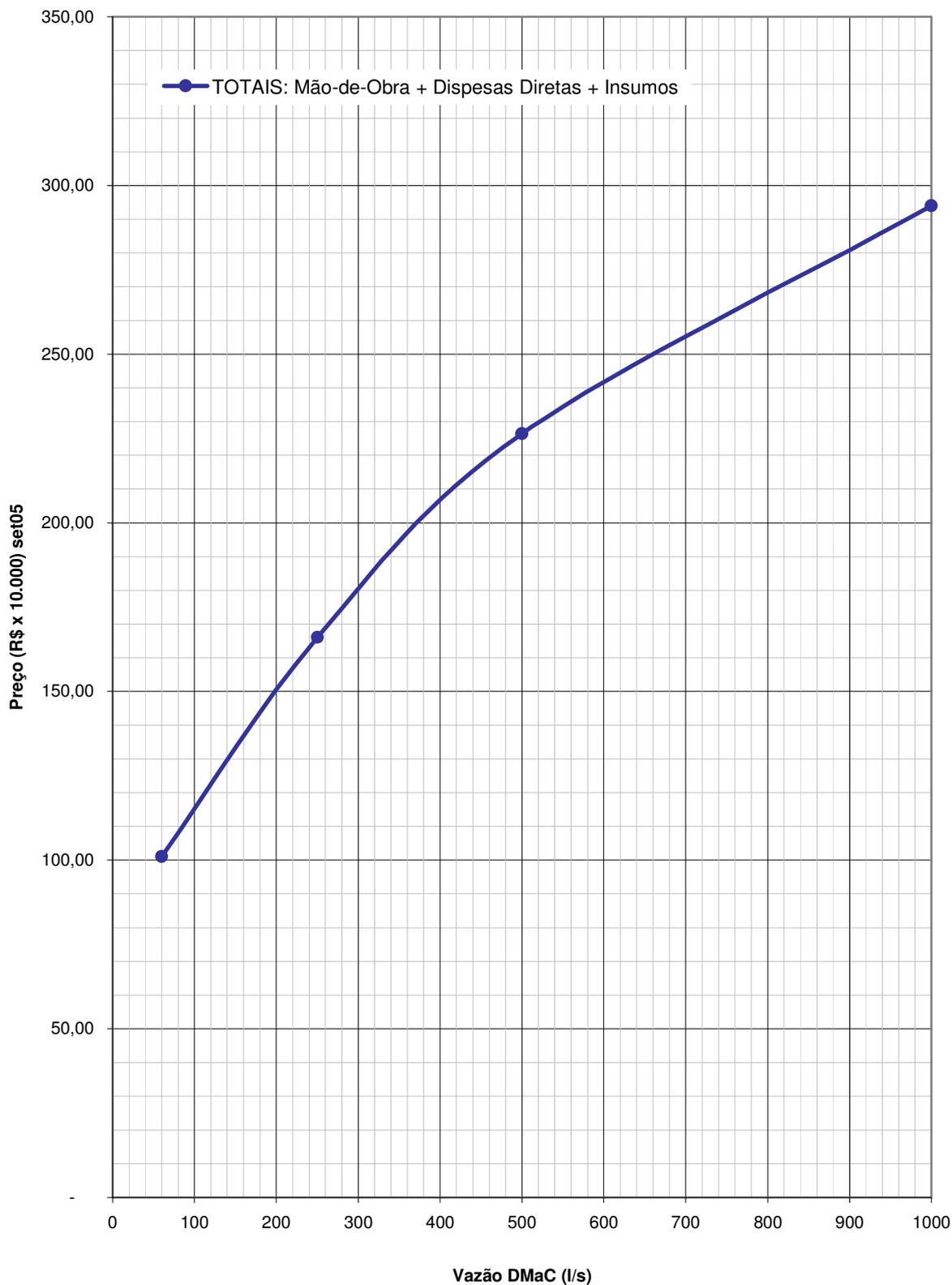
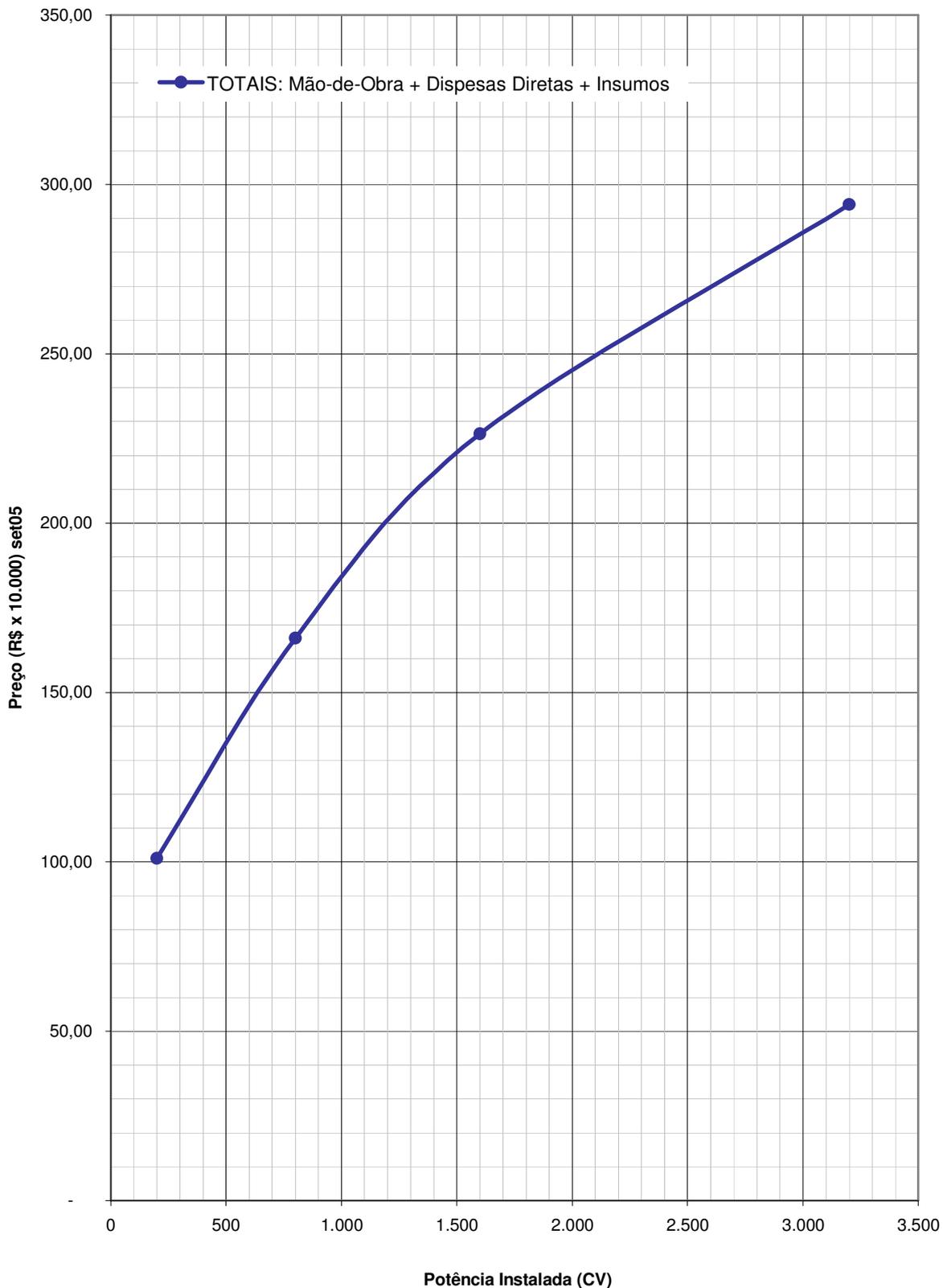


Figura 03.03_3b: - Estação de Bombeamento ao tempo
Valor presente (set05, 6,0%aa) para 30 anos de Manutenção função da Potência Instalada
Conforme premissas deste trabalho



03.04 - Estação de Tratamento de Água

Figura 03.04_1 - Tabela Resumo: Estimativa de Preço para Manutenção de ETA e Reservatório (R\$ set/05)

Valor Anual (Média Aritmética em um horizonte de 30 anos)						
Q DMAc (l/s)	Custo de Implantação (R\$x10 ⁴)	PMT (R\$x10 ⁴ / ano)	Mão-de-obra (R\$x10 ⁴ / ano)	TOTAL (30° ano) (R\$x10 ⁴)	TOTAL (Média Aritmética) (R\$x10 ⁴ / ano)	
60	293,45	5,35	17,33	22,68	15,08	
250	563,29	10,27	27,77	38,03	25,29	
500	899,68	16,40	37,05	53,45	35,54	
1000	1.455,39	26,53	47,35	73,88	49,13	

Valor Presente (30 anos a 6,0%aa)	
Q DMAc (l/s)	TOTAL ETA (R\$x10 ⁴)
60	177,62
250	297,85
500	418,55
1000	578,59

Figura 03.04_2: - Estação de Tratamento d'Água
Valor anual de Manutenção* função da vazão nominal
Conforme premissas deste trabalho
DMaC = Dia de Maior Consumo
*Média Aritmética no horizonte de 30 anos

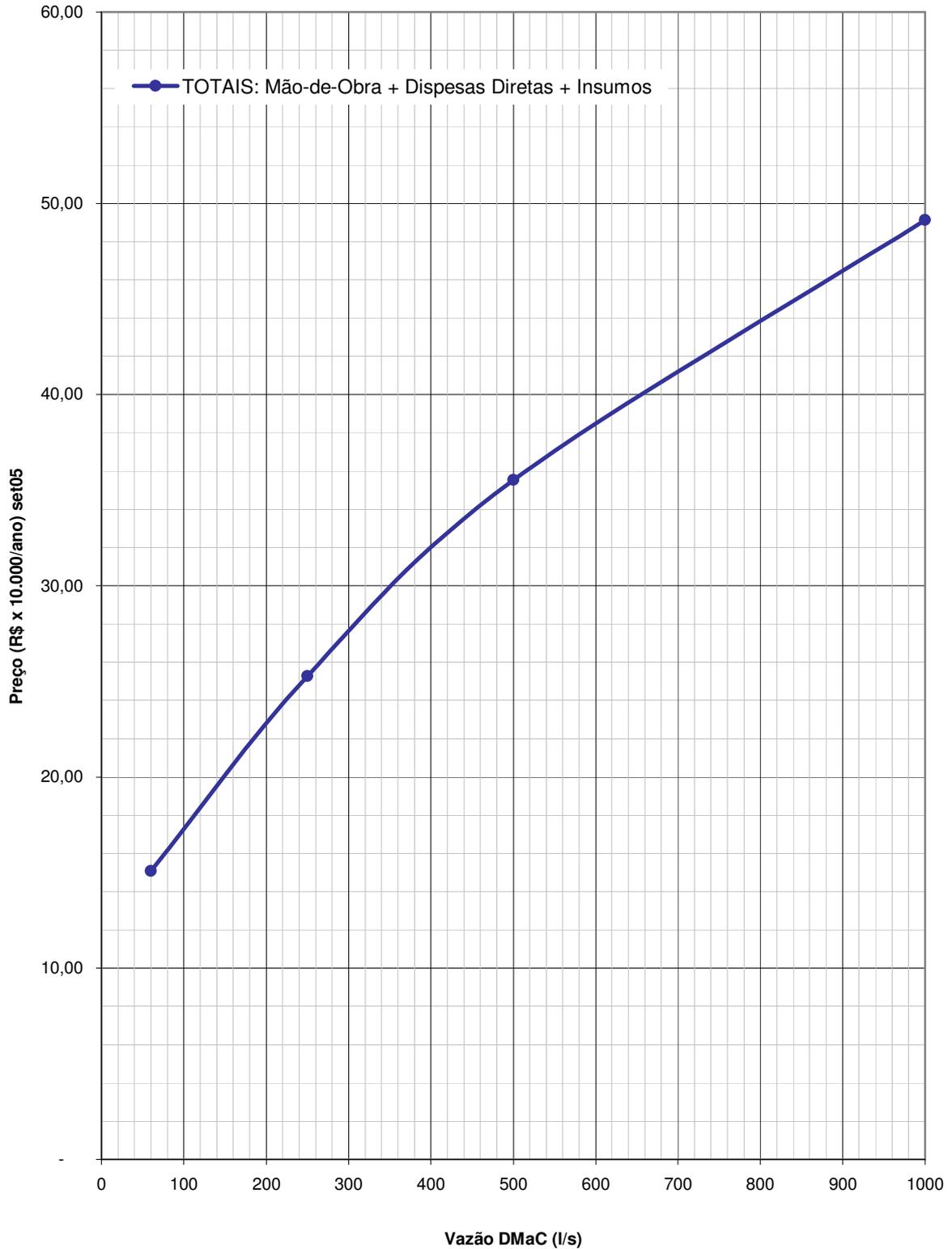


Figura 03.04_3: - Estação de Tratamento d'Água
Valor presente (set05, 6,0%aa) para 30 anos de Manutenção função da Vazão Nominal (DMaC)
Conforme premissas deste trabalho
DMaC = Dia de Maior Consumo

