

**HITA****AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR****EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10**

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-01

**PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS NA EEAT EXISTENTE****Descrição das Perdas de Carga**

Segue a listagem das peças e conexões nos barriletes de sucção e de recalque da Estação Elevatória. Os coeficientes correspondentes a cada conexão estão agrupados por barrilete.

As perdas de carga serão referidas à carga de velocidade do escoamento na adutora. Na compatibilização dos coeficientes de perda de carga, os ajustes foram feitos em função da segunda potência da razão das vazões e da quarta potência da razão dos diâmetros.

Considerando abordagem conservativa, admitiu-se que as bombas consideradas em operação foram as mais afastadas em relação à saída do barrilete de recalque.

**Diâmetros das Tubulações**

Tubulação na sucção das bombas	Ds <sub>3</sub> (mm)	400,00
Tubulação no recalque das bombas	Dr <sub>1</sub> (mm)	300,00
Tubulação do barrilete de interligação das tubulações de recalque	Dr <sub>2</sub> (mm)	505,00
Tubulação de interligação - barrilete de recalque ao início da adutora	Dr <sub>3</sub> (mm)	505,00
Tubulação da adutora	Da (mm)	505,00

**Coeficientes de Perda de Carga**Condição para Uma Bomba Operando

	Peças	Coef. K	Quant.
Tubulação na Sucção de cada Bomba	Ks <sub>3</sub>		7,37
Tubulação no Recalque de cada Bomba	Kr <sub>1</sub>		80,73
Barrilete de Interligação das Tubulações de Recalque de cada Bomba	Kr <sub>2</sub>		1,12
Interligação da Saída do Barrilete de Recalque até o Início da Adutora	Kr <sub>3</sub>		10,72
Coef. de Perda de Carga - Barr. de Sucção - Uma Bomba Operando	<b>Ks<sub>1BB</sub></b>		<b>7,37</b>
Coef. de Perda de Carga - Barr. de Recalque - Uma Bomba Operando	<b>Kr<sub>1BB</sub></b>		<b>92,57</b>

Condição para Duas Bombas Operando

Tubulação na Sucção de cada Bomba	Ks <sub>3</sub>		1,84
Tubulação no Recalque de cada Bomba	Kr <sub>1</sub>		20,18
Barrilete de Interligação das Tubulações de Recalque de cada Bomba	Kr <sub>2</sub>		0,82
Interligação da Saída do Barrilete de Recalque até o Início da Adutora	Kr <sub>3</sub>		10,72
Coef. de Perda de Carga - Barr. de Sucção - Duas Bombas Operando	<b>Ks<sub>2BB</sub></b>		<b>1,84</b>
Coef. de Perda de Carga - Barr. de Recalque - Duas Bombas Operando	<b>Kr<sub>2BB</sub></b>		<b>31,72</b>

Condição para Três Bombas Operando

Tubulação na Sucção de cada Bomba	Ks <sub>3</sub>		0,82
Tubulação no Recalque de cada Bomba	Kr <sub>1</sub>		8,97
Barrilete de Interligação das Tubulações de Recalque de cada Bomba	Kr <sub>2</sub>		0,59
Interligação da Saída do Barrilete de Recalque até o Início da Adutora	Kr <sub>3</sub>		10,72
Coef. de Perda de Carga - Barr. de Sucção - Três Bombas Operando	<b>Ks<sub>3BB</sub></b>		<b>0,82</b>
Coef. de Perda de Carga - Barr. de Recalque - Três Bombas Operando	<b>Kr<sub>3BB</sub></b>		<b>20,28</b>



# AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR

**HITA**

## EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-01

### Tubulação na Sucção de cada Bomba

Curva 90°	$K_{C90} =$	0,40	1	0,40
Válvula Borboleta	$K_{VBL} =$	0,50	1	0,50
Junta de Desmontagem	$K_{JDM} =$	0,05	1	0,05
Tubulação de Sucção (L = 3,0 m)	$K_{TUB} =$	0,15	1	0,15
Redução Gradual (D1/D2=400/200=2)	$K_{RDG} =$	1,80	1	1,80
	$K_{s3}$ (soma)			2,90

### Tubulação no Recalque de cada Bomba

Ampliação Gradual (D1/D2=150/300=0,5)	$K_{RDG} =$	4,50	1	4,50
Válvula de Retenção - Fechamento Rápido	$K_{VRR} =$	5,00	1	5,00
Junta de Desmontagem	$K_{JDM} =$	0,05	1	0,05
Válvula Borboleta	$K_{VBL} =$	0,50	1	0,50
Curva 45° (DN1050)	$K_{C45} =$	0,00	1	0,00
Tubulação de Recalque (L = 8,0 m)	$K_{TUB} =$	0,00	1	0,00
	$K_{r1}$ (soma)			10,05

### Barrilete de Interligação das Tubulações de Recalque de cada Bomba

Barrilete de interligação, 1 bomba operando	$K_{r2/1} =$	1,12	1	1,12
Barrilete de interligação, 2 bomba operando	$K_{r2/2} =$	0,82	1	0,82
Barrilete de interligação, 3 bomba operando	$K_{r2/3} =$	0,59	1	0,59

### Interligação da Saída do Barrilete de Recalque até o Início da Adutora

Curva 90°	$K_{C90} =$	0,40	1	0,40
Curva 45°	$K_{C45} =$	0,20	1	0,20
Junta de Desmontagem	$K_{JDM} =$	0,05	1	0,05
Estrutura de Medição e Controle de Vazão	$K_{EMC} =$	10,00	1	10,00
Tubulação de Interligação (L = 1,0 m)	$K_{TUB} =$	0,07	1	0,07
	$K_{r3}$ (soma)			10,72

**HITA****AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR****EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10**

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-01

**Estudo das Interligações das Tubulações de Recalque com o Barrilete de Recalque (Blevins)**

Neste estudo, todos os coeficientes de perda de carga são relativos à carga de velocidade na saída do barrilete de interligação das tubulações de recalque das bombas.

As variações de perda de carga em cada interligação serão compensadas por pequenas variações de vazão nas bombas e, conseqüentemente, por pequenas variações de perda de carga nas tubulações de recalque das bombas. Desta maneira, e para efeito de cálculo das perdas de carga totais no barrilete, poderá ser adotado o valor médio do coeficiente relativo a cada bomba, para cada condição de operação.

Perda de carga no barrilete, para a BB1, durante operação com 3 bombas	0,78
Perda de carga no barrilete, para a BB2, durante operação com 3 bombas	0,71
Perda de carga no barrilete, para a BB3, durante operação com 3 bombas	0,27
Perda de carga média no barrilete de interligação durante operação com 3 bombas	<b>0,59</b>
Perda de carga no barrilete, para a BB1, durante operação com 2 bombas	0,90
Perda de carga no barrilete, para a BB2, durante operação com 2 bombas	0,73
Perda de carga média no barrilete de interligação durante operação com 2 bombas	<b>0,82</b>
Perda de carga no barrilete, para a BB1, durante operação com 1 bomba	1,12
Perda de carga média no barrilete de interligação durante operação com 1 bomba	<b>1,12</b>

**Operando com Três Bombas***Ligação Tubulação da Bomba 1 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na entrada lateral)	$K_{JEL/L} =$	0,33	1	0,33
Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	-0,40	1	-0,40
Tubulação do Barrilete (L = 4,0 m)	$K_{TUB} =$	0,16	1	0,16

*Ligação Tubulação da Bomba 2 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na entrada lateral)	$K_{JEL/L} =$	0,15	1	0,15
Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,20	1	0,20
Tubulação do Barrilete (L = 4,0 m)	$K_{TUB} =$	0,16	1	0,16

*Ligação Tubulação da Bomba 3 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na entrada lateral)	$K_{JEL/L} =$	-0,10	1	-0,10
Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,20	1	0,20
Tubulação do Barrilete (L = 4,0 m)	$K_{TUB} =$	0,16	1	0,16

*Ligação Tubulação da Bomba 4 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,05	1	0,05
Tubulação do Barrilete (L = 4,0 m)	$K_{TUB} =$	0,16	1	0,16



# AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR

**HITA**

## EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-01

### Operando com Duas Bombas

#### *Ligação Tubulação da Bomba 1 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na entrada lateral)	$K_{JEL/L} =$	0,33	1	0,33
Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	-0,40	1	-0,40
Tubulação do Barrilete (L = 04 m)	$K_{TUB} =$	0,16	1	0,16

#### *Ligação Tubulação da Bomba 2 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na entrada lateral)	$K_{JEL/L} =$	0,15	1	0,15
Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,20	1	0,20
Tubulação do Barrilete (L = 4,0 m)	$K_{TUB} =$	0,16	1	0,16

#### *Ligação Tubulação da Bomba 3 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,05	1	0,05
Tubulação do Barrilete (L = 4,0 m)	$K_{TUB} =$	0,16	1	0,16

#### *Ligação Tubulação da Bomba 4 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,05	1	0,05
Tubulação do Barrilete (L = 4,0 m)	$K_{TUB} =$	0,16	1	0,16

### Operando com Uma Bomba

#### *Ligação Tubulação da Bomba 1 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na entrada lateral)	$K_{JEL/L} =$	0,33	1	0,33
Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	-0,40	1	-0,40
Tubulação do Barrilete (L = 4,0 m)	$K_{TUB} =$	0,16	1	0,16

#### *Ligação Tubulação da Bomba 2 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,05	1	0,05
Tubulação do Barrilete (L = 04 m)	$K_{TUB} =$	0,16	1	0,16

#### *Ligação Tubulação da Bomba 3 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,05	1	0,05
Tubulação do Barrilete (L = 4,0 m)	$K_{TUB} =$	0,16	1	0,16

#### *Ligação Tubulação da Bomba 4 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,05	1	0,05
Tubulação do Barrilete (L = 4,0 m)	$K_{TUB} =$	0,16	1	0,16

**HITA****AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR****EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10**

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-01

**Estudo das Interligações das Tubulações de Recalque com o Barrilete de Recalque (A. Netto)**

Neste estudo, todos os coeficientes de perda de carga são relativos à carga de velocidade na saída do barrilete de interligação das tubulações de recalque das bombas.

As variações de perda de carga em cada interligação serão compensadas por pequenas variações de vazão nas bombas e, conseqüentemente, por pequenas variações de perda de carga nas tubulações de recalque das bombas. Desta maneira, e para efeito de cálculo das perdas de carga totais no barrilete, poderá ser adotado o valor médio do coeficiente relativo a cada bomba, para cada condição de operação.

Perda de carga no barrilete, para a BB1, durante operação com 3 bombas	0,70
Perda de carga no barrilete, para a BB2, durante operação com 3 bombas	0,64
Perda de carga no barrilete, para a BB3, durante operação com 3 bombas	0,36
Perda de carga média no barrilete de interligação durante operação com 3 bombas	<b>0,57</b>
Perda de carga no barrilete, para a BB1, durante operação com 2 bombas	0,72
Perda de carga no barrilete, para a BB2, durante operação com 2 bombas	0,59
Perda de carga média no barrilete de interligação durante operação com 2 bombas	<b>0,65</b>
Perda de carga no barrilete, para a BB1, durante operação com 1 bomba	0,98
Perda de carga média no barrilete de interligação durante operação com 1 bomba	<b>0,98</b>

**Operando com Três Bombas***Ligação Tubulação da Bomba 1 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na entrada lateral)	$K_{JEL/L} =$	0,38	1	0,38
Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,04	1	0,04
Tubulação do Barrilete (L = 3,0 m)	$K_{TUB} =$	0,12	1	0,12

*Ligação Tubulação da Bomba 2 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na entrada lateral)	$K_{JEL/L} =$	0,11	1	0,11
Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,11	1	0,11
Tubulação do Barrilete (L = 3,0 m)	$K_{TUB} =$	0,12	1	0,12

*Ligação Tubulação da Bomba 3 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na entrada lateral)	$K_{JEL/L} =$	0,00	1	0,00
Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,18	1	0,18
Tubulação do Barrilete (L = 3,0 m)	$K_{TUB} =$	0,12	1	0,12

*Ligação Tubulação da Bomba 4 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,00	1	0,00
Tubulação do Barrilete (L = 3,0 m)	$K_{TUB} =$	0,12	1	0,12

*Ligação Tubulação da Bomba 5 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,00	1	0,00
Tubulação do Barrilete (L = 3,0 m)	$K_{TUB} =$	0,12	1	0,12

**HITA****AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR****EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10**

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-01

Operando com Duas Bombas*Ligação Tubulação da Bomba 1 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na entrada lateral)	$K_{JEL/L} =$	0,38	1	0,38
Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,04	1	0,04
Tubulação do Barrilete (L = 03 m)	$K_{TUB} =$	0,12	1	0,12

*Ligação Tubulação da Bomba 2 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na entrada lateral)	$K_{JEL/L} =$	0,11	1	0,11
Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,11	1	0,11
Tubulação do Barrilete (L = 3,0 m)	$K_{TUB} =$	0,12	1	0,12

*Ligação Tubulação da Bomba 3 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,00	1	0,00
Tubulação do Barrilete (L = 3,0 m)	$K_{TUB} =$	0,12	1	0,12

*Ligação Tubulação da Bomba 4 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,00	1	0,00
Tubulação do Barrilete (L = 3,0 m)	$K_{TUB} =$	0,12	1	0,12

*Ligação Tubulação da Bomba 5 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,00	1	0,00
Tubulação do Barrilete (L = 3,0 m)	$K_{TUB} =$	0,12	1	0,12

Operando com Uma Bomba*Ligação Tubulação da Bomba 1 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na entrada lateral)	$K_{JEL/L} =$	0,38	1	0,38
Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,04	1	0,04
Tubulação do Barrilete (L = 3,0 m)	$K_{TUB} =$	0,12	1	0,12

*Ligação Tubulação da Bomba 2 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,00	1	0,00
Tubulação do Barrilete (L = 03 m)	$K_{TUB} =$	0,12	1	0,12

*Ligação Tubulação da Bomba 3 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,00	1	0,00
Tubulação do Barrilete (L = 3,0 m)	$K_{TUB} =$	0,12	1	0,12

*Ligação Tubulação da Bomba 4 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,00	1	0,00
Tubulação do Barrilete (L = 3,0 m)	$K_{TUB} =$	0,12	1	0,12

*Ligação Tubulação da Bomba 5 ao Barrilete de Recalque*

Junção de Entrada Lateral (na passagem diret)	$K_{JEL/D} =$	0,00	1	0,00
Tubulação do Barrilete (L = 3,0 m)	$K_{TUB} =$	0,12	1	0,12

**PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS NOS TRECHOS DE ADUTORA****Definição das Perdas de Carga**

Segue a listagem das peças e conexões nos trechos de adutora.

As perdas de carga serão referidas à carga de velocidade no trecho de adutora que se segue ao recalque, modificando-se os coeficientes em função da quarta potência da razão dos diâmetros.

<b>Coeficientes de Perda de Carga</b>	<b>Peças</b>	<b>Coef. K</b>	<b>Quant.</b>	<b><math>\Sigma K</math></b>
<u>Primeiro Trecho de Adutora</u>				
Junta de Desmontagem	$K_{JDM} =$	0,05	1	0,05
	<b>Ka<sub>1</sub> (soma)</b>			<b>0,05</b>
<u>Segundo Trecho de Adutora</u>				
Junta de Desmontagem	$K_{JDM} =$	0,05	1	0,05
	<b>Ka<sub>2</sub> (soma)</b>			<b>0,05</b>
<u>Terceiro Trecho de Adutora</u>				
Junta de Desmontagem	$K_{JDM} =$	0,05	1	0,05
	<b>Ka<sub>3</sub> (soma)</b>			<b>0,05</b>
<u>Quarto Trecho de Adutora</u>				
Junta de Desmontagem	$K_{JDM} =$	0,05	1	0,05
	<b>Ka<sub>4</sub> (soma)</b>			<b>0,05</b>
<u>Quinto Trecho de Adutora</u>				
Junta de Desmontagem	$K_{JDM} =$	0,05	1	0,05
Curva 90°	$K_{C90} =$	0,40	1	0,40
Saida Direta	$K_{SDR} =$	1,00	1	1,00
	<b>Ka<sub>5</sub> (soma)</b>			<b>1,45</b>

**CARACTERÍSTICAS DAS BOMBAS EXISTENTES****Parâmetros Descritivos dos Conjuntos Motor-Bomba**

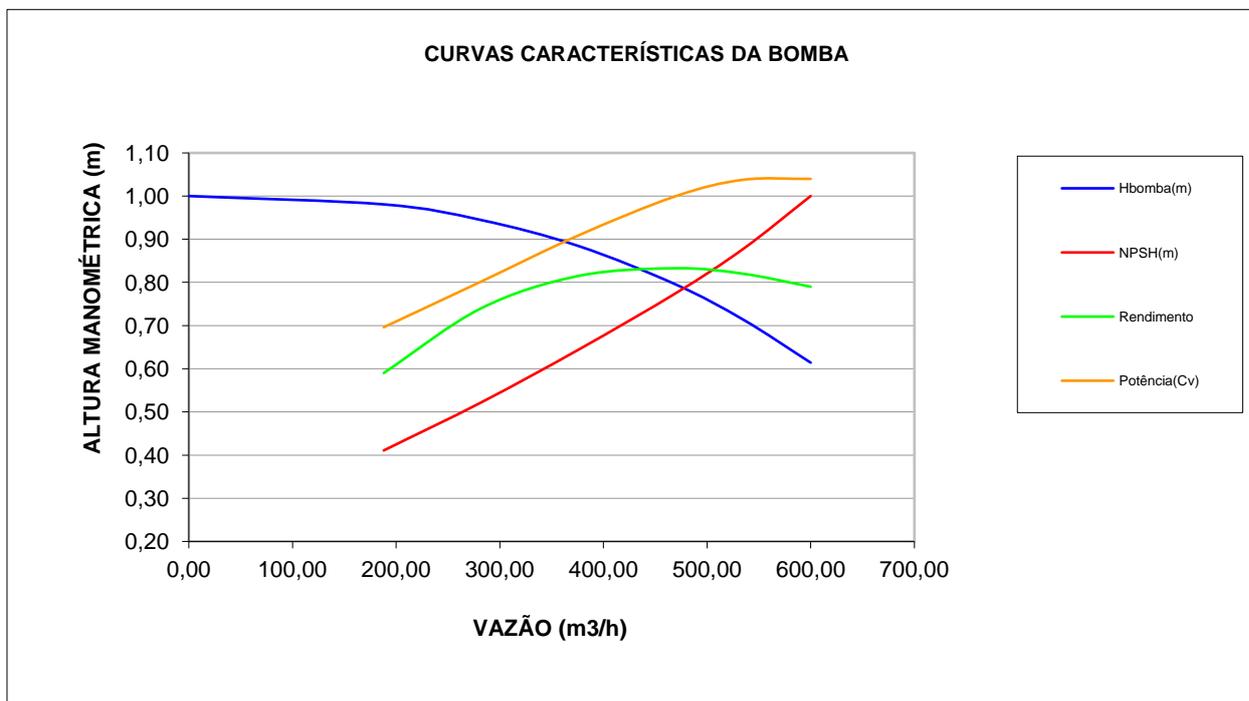
Segue a descrição dos conjuntos motor-bomba considerados na memória de cálculo. Bomba de eixo horizontal, tipo padrão, Marca KSB, Modelo Meganorm 150-315, com rotor de 11,42" (290,0mm), e com rotação nominal de 1750rpm.

Flange da Sucção da Bomba (ANSI RF - 150 LBS)	DN 200
Flange da Descarga da Bomba (ANSI RF - 150 LBS)	DN 150
Potência Nominal do Motor (Cv)	75
Rotação Nominal (rpm)	1.750
Rendimento no ponto de trabalho	83%
Inércia do conjunto girante ( $GD^2/4$ )(Aproximação - $165 \times (P/N)^{1,435}$ )	1,80
Diâmetro do rotor (mm)	290,00
Velocidade periférica para a rotação nominal (m/s)	26,57
Rotação máxima considerada (rpm)	1.750
Velocidade periférica para a rotação máxima considerada (m/s)	26,57

**Curvas Características**

Ponto	Q (m <sup>3</sup> /h)	Hbomba(m)	NPSH(m)	Rendimento	Potência(Cv)
Shut-Off	0,00	<b>41,50</b>			
Qmin	188,00	40,70	1,85	59,0%	47,37
Q2	282,00	39,20	2,35	74,0%	54,56
Q3	376,00	36,70	2,90	81,5%	61,85
Qótm	470,00	33,00	3,49	83,3%	68,03
Q5	535,00	29,63	3,95	82,0%	70,60
Qmax	600,00	25,50	4,50	79,0%	70,74

Qmin = 40% de Qotm; Qotm=vazão no ponto de maior rendimento; Qmax=fim da curva do fornecedor



**HITA****AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR****EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10**

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-04

**PERDAS DE CARGA NO RECALQUE E NA ADUTORA****Descrição**

As perdas de carga na estação elevatória, e em cada trecho de adutora, serão calculados considerando-se vazões crescentes. Esses valores serão somados para obter a curva do sistema (carga necessária). O ajuste da vazão em cada trecho será feito de maneira proporcional à vazão do trecho base.

**Parâmetros do Sistema**Vazão de Projeto em Cada Trecho da Adutora

Vazão de Projeto do Primeiro Trecho de Adutora	Qa <sub>1</sub> (l/s)	394,12
Vazão de Projeto do Segundo Trecho de Adutora	Qa <sub>2</sub> (l/s)	394,12
Vazão de Projeto do Terceiro Trecho de adutora	Qa <sub>3</sub> (l/s)	394,12
Vazão de Projeto do Quarto Trecho de adutora	Qa <sub>4</sub> (l/s)	394,12
Vazão de Projeto do Quinto Trecho de adutora	Qa <sub>5</sub> (l/s)	394,12

Extensão de Cada Trecho da Adutora

Extensão do Primeiro Trecho de Adutora	La <sub>1</sub> (m)	8,00
Extensão do Segundo Trecho de Adutora	La <sub>2</sub> (m)	8,00
Extensão do Terceiro Trecho de adutora	La <sub>3</sub> (m)	8,00
Extensão do Quarto Trecho de adutora	La <sub>4</sub> (m)	8,00
Extensão do Quinto Trecho de adutora	La <sub>5</sub> (m)	28,00

Cota Topográfica no Final de cada Trecho da Adutora

CT no final do Primeiro Trecho de Adutora	La <sub>1</sub> (m)	6,50
CT no final do Segundo Trecho de Adutora	La <sub>2</sub> (m)	6,50
CT no final do Terceiro Trecho de adutora	La <sub>3</sub> (m)	6,50
CT no final do Quarto Trecho de adutora	La <sub>4</sub> (m)	6,50
CT no final do Quinto Trecho de adutora	La <sub>5</sub> (m)	34,50

Tubulação em Cada Trecho da Adutora

		<b>DI Novo</b>	<b>DI Equival.</b>
Primeiro Trecho	Tubulação de Ferro Fundido DI <sub>T1</sub> (mm)	505,00	505,00
Segundo Trecho	Tubulação de Ferro Fundido DI <sub>T2</sub> (mm)	505,00	505,00
Terceiro Trecho	Tubulação de Ferro Fundido DI <sub>T3</sub> (mm)	505,00	505,00
Quarto Trecho	Tubulação de Ferro Fundido DI <sub>T4</sub> (mm)	505,00	505,00
Quinto Trecho	Tubulação de Ferro Fundido DI <sub>T5</sub> (mm)	505,00	505,00

Cotas e Extensões Relevantes da Adutora

Cota do NA mínimo no poço de sucção	H <sub>1</sub> min (m)	6,50
Cota do NA médio no poço de sucção	H <sub>1</sub> med (m)	9,00
Cota do NA máximo no poço de sucção	H <sub>1</sub> max (m)	11,50
Cota do eixo das bombas da EE	NE <sub>bEE</sub> (m)	6,00
Extensão até a EE	L <sub>EE</sub> (m)	0,00
Carga máxima na estaca final da tubulação	H <sub>2</sub> max (m)	34,50
Extensão Total da Adutora	La (m)	60,00
Cota do Terreno em Ponto Crítico Intermediário	H <sub>Cl</sub> max (m)	34,50
Extensão até Ponto Crítico Intermediário	La <sub>Cl</sub> (m)	60,00

**HITA****AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR****EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10**

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-04

Perdas de Carga Relevantes para as Vazões de Projeto

Perdas de carga distribuídas na adutora - totais	Hf <sub>FI</sub> (m)	0,39
Perdas de carga localizadas na adutora - totais	Hl <sub>FI</sub> (m)	0,33
Perdas de carga distribuídas na adutora a montante da EE	Hfa <sub>S</sub> (m)	0,00
Perdas de carga localizadas na adutora a montante da EE	Hla <sub>S</sub> (m)	0,00
Perda de carga no barrilete de sucção da EE para a vazão de projeto	Hl <sub>EEs</sub> (m)	0,16
Perda de carga no barrilete de recalque da EE para a vazão de projeto	Hl <sub>EEr</sub> (m)	4,00
Perdas de carga distribuídas na adutora a jusante da EE	Hfa <sub>R</sub> (m)	0,39
Perdas de carga localizadas na adutora a jusante da EE	Hla <sub>R</sub> (m)	0,33
Perdas de carga distribuídas na adutora até o ponto alto intermediário	Hf <sub>PC</sub> (m)	0,39
Perdas de carga localizadas na adutora até o ponto alto intermediário	Hl <sub>PC</sub> (m)	0,33

**Determinação das Curvas do Sistema**

As curvas do sistema incluirão a altura geométrica, as perdas nos barriletes, as perdas distribuídas, e as perdas localizadas ao longo da adutora.

$$H_{sis} = H_g + H_f + (K_s + K_r + K_a) \times V^2/2g = H_G + H_L$$

Geralmente, a altura geométrica de projeto corresponderá à diferença entre a cota no poço de sucção da estação elevatória convencional e a cota de entrada no reservatório localizado no final da adutora. Ao NA mínimo corresponderão a altura geométrica máxima e uma curva do sistema com cargas maiores. Da mesma maneira, ao NA máximo, corresponderão a altura geométrica mínima e uma curva de sistema com cargas menores. Para a seleção das bombas será considerado o NA médio no poço de sucção, correspondendo à altura geométrica média.

Caso exista um ponto intermediário com cota topográfica superior à da entrada do reservatório final, ocorrerá uma interferência na curva do sistema. De fato, para as vazões menores, quando as perdas de carga nos trechos depois desse ponto alto (crítico) sejam menores do que a altura geométrica diferencial entre este ponto e a cota no final da adutora, a curva do sistema será vinculada à esse ponto crítico. A altura geométrica de projeto será correspondente à diferença entre a cota no poço de sucção da estação elevatória convencional e a cota no ponto crítico intermediário, e a perda de carga distribuída será a correspondente à extensão até esse ponto crítico intermediário.

Observa-se, nesta adutora, que existe ponto alto intermediário entre os trechos 2 e 3, o qual será preponderante para vazões inferiores a xxx m<sup>3</sup>/h, de maneira que a condição de dimensionamento para a vazão de projeto corresponderá ao ponto final de chegada da adutora.

Altura Geométrica para Seleção das Bombas

Altura geométrica máxima até o final da adutora	HG <sub>max</sub> (m)	28,00
Altura geométrica média até o final da adutora	HG <sub>med</sub> (m)	25,50
Altura geométrica mínima até o final da adutora	HG <sub>min</sub> (m)	23,00
Altura geométrica no final da adutora para seleção das bombas	HG <sub>prfa</sub> (m)	28,00
Altura geométrica diferencial do ponto crítico ao final da adutora (H <sub>Cl</sub> - H <sub>2</sub> )	HG <sub>dif</sub> (m)	0,00
Altura geométrica de projeto no ponto crítico intermediário	HG <sub>prpc</sub> (m)	28,00

Vazões de Referência para as Curvas do Sistema

Vazão de projeto - trecho base, estação elevatória	Q <sub>TB</sub> (l/s)	394,12
Vazão mínima recomendada para um conjunto motor-bomba	Q <sub>min</sub> (m <sup>3</sup> /h)	188,00
Faixa máxima considerada para a vazão total	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /h)	1.800,00

**HITA****AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR****EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10**

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-04

Valores para a vazão de Projeto

<b>Q (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>HG<sub>pro</sub> (m)</b>	<b>HL (m)</b>	<b>H<sub>f</sub> (m)</b>	<b>HS<sub>máx</sub> (m)</b>	<b>HS<sub>pro</sub> (m)</b>	<b>HS<sub>mín</sub> (m)</b>
1.418,83	28,00	0,33	0,39	28,71	26,21	23,71

Curvas do Sistema para Uma Bomba Operando

<b>Q (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>HG<sub>pro</sub> (m)</b>	<b>HL (m)</b>	<b>H<sub>f</sub> (m)</b>	<b>HS<sub>máx1B</sub> (m)</b>	<b>HS<sub>pro1B</sub> (m)</b>	<b>HS<sub>mín1B</sub> (m)</b>
0,00	28,00	0,00	0,00	28,00	25,50	23,00
188,00	28,00	0,35	0,01	28,36	25,86	23,36
312,00	28,00	0,97	0,02	28,99	26,49	23,99
436,00	28,00	1,89	0,04	29,93	27,43	24,93
560,00	28,00	3,12	0,06	31,19	28,69	26,19
684,00	28,00	4,66	0,09	32,75	30,25	27,75
808,00	28,00	6,50	0,13	34,63	32,13	29,63
932,00	28,00	8,65	0,17	36,82	34,32	31,82
1.056,00	28,00	11,11	0,22	39,32	36,82	34,32
1.180,00	28,00	13,87	0,27	42,14	39,64	37,14
1.304,00	28,00	16,93	0,33	45,26	42,76	40,26
1.428,00	28,00	20,31	0,39	48,70	46,20	43,70
1.552,00	28,00	23,99	0,46	52,45	49,95	47,45
1.676,00	28,00	27,97	0,54	56,51	54,01	51,51
1.800,00	28,00	32,27	0,62	60,88	58,38	55,88

Curvas do Sistema para Duas Bombas Operando

<b>Q (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>HG<sub>pro</sub> (m)</b>	<b>HL (m)</b>	<b>H<sub>f</sub> (m)</b>	<b>HS<sub>máx2B</sub> (m)</b>	<b>HS<sub>pro2B</sub> (m)</b>	<b>HS<sub>mín2B</sub> (m)</b>
0,00	28,00	0,00	0,00	28,00	25,50	23,00
188,00	28,00	0,12	0,01	28,13	25,63	23,13
312,00	28,00	0,34	0,02	28,36	25,86	23,36
436,00	28,00	0,66	0,04	28,69	26,19	23,69
560,00	28,00	1,08	0,06	29,15	26,65	24,15
684,00	28,00	1,61	0,09	29,71	27,21	24,71
808,00	28,00	2,25	0,13	30,38	27,88	25,38
932,00	28,00	3,00	0,17	31,17	28,67	26,17
1.056,00	28,00	3,85	0,22	32,07	29,57	27,07
1.180,00	28,00	4,81	0,27	33,08	30,58	28,08
1.304,00	28,00	5,87	0,33	34,20	31,70	29,20
1.428,00	28,00	7,04	0,39	35,43	32,93	30,43
1.552,00	28,00	8,31	0,46	36,78	34,28	31,78
1.676,00	28,00	9,70	0,54	38,23	35,73	33,23
1.800,00	28,00	11,18	0,62	39,80	37,30	34,80



# AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR

**HITA**

## EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-04

### Curvas do Sistema para Três Bombas Operando

Q (m <sup>3</sup> /h)	HG <sub>pro</sub> (m)	HL (m)	H <sub>f</sub> (m)	HS <sub>máx3B</sub> (m)	HS <sub>pro3B</sub> (m)	HS <sub>mín3B</sub> (m)
0,00	28,00	0,00	0,00	28,00	25,50	23,00
188,00	28,00	0,08	0,01	28,09	25,59	23,09
312,00	28,00	0,22	0,02	28,24	25,74	23,24
436,00	28,00	0,42	0,04	28,46	25,96	23,46
560,00	28,00	0,70	0,06	28,76	26,26	23,76
684,00	28,00	1,04	0,09	29,14	26,64	24,14
808,00	28,00	1,46	0,13	29,58	27,08	24,58
932,00	28,00	1,94	0,17	30,11	27,61	25,11
1.056,00	28,00	2,49	0,22	30,70	28,20	25,70
1.180,00	28,00	3,10	0,27	31,37	28,87	26,37
1.304,00	28,00	3,79	0,33	32,12	29,62	27,12
1.428,00	28,00	4,55	0,39	32,94	30,44	27,94
1.552,00	28,00	5,37	0,46	33,83	31,33	28,83
1.676,00	28,00	6,26	0,54	34,80	32,30	29,80
1.800,00	28,00	7,22	0,62	35,84	33,34	30,84

### Verificação das Perdas de Carga Localizadas nas Estações Elevatórias

#### Parâmetros da Estação Elevatória

A estação elevatória ficará localizada no primeiro trecho

Vazão de projeto da estação elevatória convencional	Q <sub>EE</sub> (l/s)	394,12
Diâmetro interno da tubulação da adutora na saída da EE	DI (mm)	505,00
Rugosidade do tubo	k (mm)	0,20
Velocidade do escoamento	V (m/s)	1,97
Coef. de perda de carga na sucção da EE - uma bomba operando	K <sub>SE1BB</sub>	7,37
Coef. de perda de carga no recalque da EE - uma bomba operando	K <sub>RE1BB</sub>	92,57
Coef. de perda de carga na sucção da EE - duas bombas operando	K <sub>SE2BB</sub>	1,84
Coef. de perda de carga no recalque da EE - duas bombas operando	K <sub>RE2BB</sub>	31,72
Coef. de perda de carga na sucção da EE - três bombas operando	K <sub>SE3BB</sub>	0,82
Coef. de perda de carga no recalque da EE - três bombas operando	K <sub>RE3BB</sub>	20,28
Perda de carga na sucção da EE - três bombas operando	HI <sub>SE</sub> (m)	0,16
Perda de carga no recalque da EE - três bombas operando	HI <sub>RE</sub> (m)	4,00

Perdas de Carga Localizadas na Estação Elevatória

<b>Qa (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Va (m/s)</b>	<b>HL<sub>1BB</sub> (m)</b>	<b>HL<sub>2BB</sub> (m)</b>	<b>HL<sub>3BB</sub> (m)</b>
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
188,00	0,26	0,35	0,12	0,07
312,00	0,43	0,95	0,32	0,20
436,00	0,60	1,86	0,63	0,39
560,00	0,78	3,07	1,03	0,65
684,00	0,95	4,58	1,54	0,97
808,00	1,12	6,40	2,15	1,35
932,00	1,29	8,51	2,86	1,80
1.056,00	1,46	10,93	3,67	2,31
1.180,00	1,64	13,64	4,58	2,88
1.304,00	1,81	16,66	5,59	3,52
1.428,00	1,98	19,98	6,71	4,22
1.552,00	2,15	23,60	7,92	4,98
1.676,00	2,32	27,52	9,24	5,81
1.800,00	2,50	31,74	10,66	6,70

Valores para a vazão de Projeto

<b>Q (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>HL<sub>1BB</sub> (m)</b>	<b>HL<sub>2BB</sub> (m)</b>	<b>HL<sub>3BB</sub> (m)</b>
1.418,83	1,97	19,72	6,62	4,16

**Verificação das Perdas de Carga nos Trechos da Adutora**

A perda de carga distribuída será calculada pela Fórmula Universal

$$H_f = f \times L \times V^2 / (2g \times DN)$$

Para o fator de fricção será utilizada aproximação numérica da fórmula de Colebrook desenvolvida por SWAMEE e JAIN

$$\text{Fator de Fricção, } f = 1,325 / [\ln(k / 3,7 D + 5,74/R^{0,9})]^2$$

Viscosidade da água (25 °C)

$$\mu \text{ (N.s/m}^2\text{)} \quad 8,904\text{E-}04$$

Peso específico da água

$$\gamma \text{ (N/m}^3\text{)} \quad 9.777,60$$

Viscosidade cinemática da água (25 °C)

$$\nu \text{ (mm}^2\text{/s)} \quad 8,930\text{E-}01$$

**HITA****AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR****EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10**

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-04

**Primeiro Trecho**Tubulação de Ferro Fundido

		<b>Tubo Equiv.</b>
Diâmetro interno da tubulação	DI (mm)	505,00
Rugosidade do tubo	k (mm)	0,20
Rugosidade relativa	k / DN	0,00040

Vazão e Perdas de Carga Distribuídas no Trecho

Vazão de projeto	Q (l/s)	394,12
Velocidade do escoamento	V (m/s)	1,97
Número de Reynolds	R	1.112.745,27
Fator de fricção	f	0,0165
Perda de carga unitária	J (m/km)	6,44
Extensão da adutora para dimensionamento do escoamento	La (m)	8,00
Perda de carga distribuída para dimensionamento do escoamento	Hfa (m)	0,05
Coefficiente de perda de carga localizada neste trecho de adutora	Ka <sub>1</sub>	0,05
Perda de carga localizada para a vazão de projeto	Hla <sub>1</sub> (m)	0,01
Perda de carga total para a vazão de projeto	HLa <sub>1</sub> (m)	0,06

Perdas de Carga Distribuídas no Primeiro Trecho da Adutora

Q (m <sup>3</sup> /h)	V (m/s)	R	f	J (m/km)	Hla <sub>1</sub> (m)	Hf (m)
0,00	0,00	0,00	0,0000	0,000	0,00	0,000
188,00	0,26	147.442,48	0,0190	0,130	0,00	0,001
312,00	0,43	244.691,78	0,0180	0,340	0,00	0,003
436,00	0,60	341.941,07	0,0175	0,646	0,00	0,005
560,00	0,78	439.190,37	0,0172	1,048	0,00	0,008
684,00	0,95	536.439,66	0,0170	1,545	0,00	0,012
808,00	1,12	633.688,96	0,0169	2,138	0,00	0,017
932,00	1,29	730.938,26	0,0168	2,825	0,00	0,023
1.056,00	1,46	828.187,55	0,0167	3,607	0,01	0,029
1.180,00	1,64	925.436,85	0,0166	4,485	0,01	0,036
1.304,00	1,81	1.022.686,14	0,0165	5,457	0,01	0,044
1.428,00	1,98	1.119.935,44	0,0165	6,524	0,01	0,052
1.552,00	2,15	1.217.184,74	0,0164	7,686	0,01	0,061
1.676,00	2,32	1.314.434,03	0,0164	8,943	0,01	0,072
1.800,00	2,50	1.411.683,33	0,0164	10,295	0,02	0,082

Valores para a vazão de Projeto

Q (m <sup>3</sup> /h)	V (m/s)	R	f	J (m/km)	Hla <sub>1</sub> (m)	Hf (m)
1.418,83	1,97	1.112.745,27	0,0165	6,442	0,01	0,052



# AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR

**HITA**

## EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-04

### Segundo Trecho

#### Tubulação de Ferro Fundido

		<b>Tubo Equiv.</b>
Diâmetro interno da tubulação	DI (mm)	505,00
Rugosidade do tubo	k (mm)	0,20
Rugosidade relativa	k / DN	0,00040

#### Vazão e Perdas de Carga Distribuídas no Trecho

Vazão de projeto	Q (l/s)	394,12
Velocidade do escoamento	V (m/s)	1,97
Número de Reynolds	R	1.112.745,27
Fator de fricção	f	0,0165
Perda de carga unitária	J (m/km)	6,44
Extensão da adutora para dimensionamento do escoamento	La (m)	8,00
Perda de carga distribuída para dimensionamento do escoamento	Hfa (m)	0,05
Coefficiente de perda de carga localizada neste trecho de adutora	Ka <sub>2</sub>	0,05
Perda de carga localizada para a vazão de projeto	Hla <sub>2</sub> (m)	0,01
Perda de carga total para a vazão de projeto	HLa <sub>1</sub> (m)	0,06

#### Perdas de Carga Distribuídas no Segundo Trecho da Adutora

Q (m <sup>3</sup> /h)	V (m/s)	R	f	J (m/km)	Hla <sub>2</sub> (m)	Hf (m)
0,00	0,00	0,00	0,0000	0,000	0,00	0,000
188,00	0,26	147.442,48	0,0190	0,130	0,00	0,001
312,00	0,43	244.691,78	0,0180	0,340	0,00	0,003
436,00	0,60	341.941,07	0,0175	0,646	0,00	0,005
560,00	0,78	439.190,37	0,0172	1,048	0,00	0,008
684,00	0,95	536.439,66	0,0170	1,545	0,00	0,012
808,00	1,12	633.688,96	0,0169	2,138	0,00	0,017
932,00	1,29	730.938,26	0,0168	2,825	0,00	0,023
1.056,00	1,46	828.187,55	0,0167	3,607	0,01	0,029
1.180,00	1,64	925.436,85	0,0166	4,485	0,01	0,036
1.304,00	1,81	1.022.686,14	0,0165	5,457	0,01	0,044
1.428,00	1,98	1.119.935,44	0,0165	6,524	0,01	0,052
1.552,00	2,15	1.217.184,74	0,0164	7,686	0,01	0,061
1.676,00	2,32	1.314.434,03	0,0164	8,943	0,01	0,072
1.800,00	2,50	1.411.683,33	0,0164	10,295	0,02	0,082

#### Valores para a vazão de Projeto

Q (m <sup>3</sup> /h)	V (m/s)	R	f	J (m/km)	Hla <sub>1</sub> (m)	Hf (m)
1.418,83	1,97	1.112.745,27	0,0165	6,442	0,01	0,052



# AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR

**HITA**

## EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-04

### Terceiro Trecho

#### Tubulação de Ferro Fundido

		<b>Tubo Equiv.</b>
Diâmetro interno da tubulação	DI (mm)	505,00
Rugosidade do tubo	k (mm)	0,20
Rugosidade relativa	k / DN	0,00040

#### Vazão e Perdas de Carga Distribuídas no Trecho

Vazão de projeto	Q (l/s)	394,12
Velocidade do escoamento	V (m/s)	1,97
Número de Reynolds	R	1.112.745,27
Fator de fricção	f	0,0165
Perda de carga unitária	J (m/km)	6,44
Extensão da adutora para dimensionamento do escoamento	La (m)	8,00
Perda de carga distribuída para dimensionamento do escoamento	Hfa (m)	0,05
Coefficiente de perda de carga localizada neste trecho de adutora	Ka <sub>3</sub>	0,05
Perda de carga localizada para a vazão de projeto	Hla <sub>3</sub> (m)	0,01
Perda de carga total para a vazão de projeto	HLa <sub>1</sub> (m)	0,06

#### Perdas de Carga Distribuídas no Terceiro Trecho da Adutora

Q (m <sup>3</sup> /h)	V (m/s)	R	f	J (m/km)	Hla <sub>3</sub> (m)	Hf (m)
0,00	0,00	0,00	0,0000	0,000	0,00	0,000
188,00	0,26	147.442,48	0,0190	0,130	0,00	0,001
312,00	0,43	244.691,78	0,0180	0,340	0,00	0,003
436,00	0,60	341.941,07	0,0175	0,646	0,00	0,005
560,00	0,78	439.190,37	0,0172	1,048	0,00	0,008
684,00	0,95	536.439,66	0,0170	1,545	0,00	0,012
808,00	1,12	633.688,96	0,0169	2,138	0,00	0,017
932,00	1,29	730.938,26	0,0168	2,825	0,00	0,023
1.056,00	1,46	828.187,55	0,0167	3,607	0,01	0,029
1.180,00	1,64	925.436,85	0,0166	4,485	0,01	0,036
1.304,00	1,81	1.022.686,14	0,0165	5,457	0,01	0,044
1.428,00	1,98	1.119.935,44	0,0165	6,524	0,01	0,052
1.552,00	2,15	1.217.184,74	0,0164	7,686	0,01	0,061
1.676,00	2,32	1.314.434,03	0,0164	8,943	0,01	0,072
1.800,00	2,50	1.411.683,33	0,0164	10,295	0,02	0,082

#### Valores para a vazão de Projeto

Q (m <sup>3</sup> /h)	V (m/s)	R	f	J (m/km)	Hla <sub>1</sub> (m)	Hf (m)
1.418,83	1,97	1.112.745,27	0,0165	6,442	0,01	0,052



# AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR

**HITA**

## EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-04

### Quarto Trecho

#### Tubulação de Ferro Fundido

		<b>Tubo Equiv.</b>
Diâmetro interno da tubulação	DI (mm)	505,00
Rugosidade do tubo	k (mm)	0,20
Rugosidade relativa	k / DN	0,00040

#### Vazão e Perdas de Carga Distribuídas no Trecho

Vazão de projeto	Q (l/s)	394,12
Velocidade do escoamento	V (m/s)	1,97
Número de Reynolds	R	1.112.745,27
Fator de fricção	f	0,0165
Perda de carga unitária	J (m/km)	6,44
Extensão da adutora para dimensionamento do escoamento	La (m)	8,00
Perda de carga distribuída para dimensionamento do escoamento	Hfa (m)	0,05
Coefficiente de perda de carga localizada neste trecho de adutora	Ka <sub>4</sub>	0,05
Perda de carga localizada para a vazão de projeto	Hla <sub>4</sub> (m)	0,01
Perda de carga total para a vazão de projeto	HLa <sub>1</sub> (m)	0,06

#### Perdas de Carga Distribuídas no Quarto Trecho da Adutora

Q (m <sup>3</sup> /h)	V (m/s)	R	f	J (m/km)	Hla <sub>4</sub> (m)	Hf (m)
0,00	0,00	0,00	0,0000	0,000	0,00	0,000
188,00	0,26	147.442,48	0,0190	0,130	0,00	0,001
312,00	0,43	244.691,78	0,0180	0,340	0,00	0,003
436,00	0,60	341.941,07	0,0175	0,646	0,00	0,005
560,00	0,78	439.190,37	0,0172	1,048	0,00	0,008
684,00	0,95	536.439,66	0,0170	1,545	0,00	0,012
808,00	1,12	633.688,96	0,0169	2,138	0,00	0,017
932,00	1,29	730.938,26	0,0168	2,825	0,00	0,023
1.056,00	1,46	828.187,55	0,0167	3,607	0,01	0,029
1.180,00	1,64	925.436,85	0,0166	4,485	0,01	0,036
1.304,00	1,81	1.022.686,14	0,0165	5,457	0,01	0,044
1.428,00	1,98	1.119.935,44	0,0165	6,524	0,01	0,052
1.552,00	2,15	1.217.184,74	0,0164	7,686	0,01	0,061
1.676,00	2,32	1.314.434,03	0,0164	8,943	0,01	0,072
1.800,00	2,50	1.411.683,33	0,0164	10,295	0,02	0,082

#### Valores para a vazão de Projeto

Q (m <sup>3</sup> /h)	V (m/s)	R	f	J (m/km)	Hla <sub>1</sub> (m)	Hf (m)
1.418,83	1,97	1.112.745,27	0,0165	6,442	0,01	0,052



# AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR

## HITA

## EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-04

### Quinto Trecho

#### Tubulação de Ferro Fundido

		<b>Tubo Equiv.</b>
Diâmetro interno da tubulação	DI (mm)	505,00
Rugosidade do tubo	k (mm)	0,20
Rugosidade relativa	k / DN	0,00040

#### Vazão e Perdas de Carga Distribuídas no Trecho

Vazão de projeto	Q (l/s)	394,12
Velocidade do escoamento	V (m/s)	1,97
Número de Reynolds	R	1.112.745,27
Fator de fricção	f	0,0165
Perda de carga unitária	J (m/km)	6,44
Extensão da adutora para dimensionamento do escoamento	La (m)	28,00
Perda de carga distribuída para dimensionamento do escoamento	Hfa (m)	0,18
Coefficiente de perda de carga localizada neste trecho de adutora	Ka <sub>5</sub>	1,45
Perda de carga localizada para a vazão de projeto	Hla <sub>5</sub> (m)	0,29
Perda de carga total para a vazão de projeto	HLa <sub>1</sub> (m)	0,47

#### Perdas de Carga Distribuídas no Quinto Trecho da Adutora

Q (m <sup>3</sup> /h)	V (m/s)	R	f	J (m/km)	Hla <sub>5</sub> (m)	Hf (m)
0,00	0,00	0,00	0,0000	0,000	0,00	0,000
188,00	0,26	147.442,48	0,0190	0,130	0,01	0,004
312,00	0,43	244.691,78	0,0180	0,340	0,01	0,010
436,00	0,60	341.941,07	0,0175	0,646	0,03	0,018
560,00	0,78	439.190,37	0,0172	1,048	0,04	0,029
684,00	0,95	536.439,66	0,0170	1,545	0,07	0,043
808,00	1,12	633.688,96	0,0169	2,138	0,09	0,060
932,00	1,29	730.938,26	0,0168	2,825	0,12	0,079
1.056,00	1,46	828.187,55	0,0167	3,607	0,16	0,101
1.180,00	1,64	925.436,85	0,0166	4,485	0,20	0,126
1.304,00	1,81	1.022.686,14	0,0165	5,457	0,24	0,153
1.428,00	1,98	1.119.935,44	0,0165	6,524	0,29	0,183
1.552,00	2,15	1.217.184,74	0,0164	7,686	0,34	0,215
1.676,00	2,32	1.314.434,03	0,0164	8,943	0,40	0,250
1.800,00	2,50	1.411.683,33	0,0164	10,295	0,46	0,288

#### Valores para a vazão de Projeto

Q (m <sup>3</sup> /h)	V (m/s)	R	f	J (m/km)	Hla <sub>1</sub> (m)	Hf (m)
1.418,83	1,97	1.112.745,27	0,0165	6,442	0,29	0,180

**HITA****AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR****EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10**

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-05

**RECALQUE COM UMA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - BOMBAS HORIZONTAIS (3 + 1)****Descrição**

Segue o dimensionamento de recalque de água, admitindo-se uma estação elevatória operando com até três conjuntos motor-bomba em paralelo.

**Parâmetros do Recalque**Na Adutora

Diâmetro interno da adutora	$DI_{ADUT}$ (mm)	505,00
Cota do NA mínimo no Poço de Sucção	$H_1$ min (m)	6,50
Carga máxima na estaca final da tubulação	$H_2$ max (m)	34,50
Altura geométrica de projeto considerada	$HG_{pr}$ (m)	28,00
Perdas distribuídas na adutora consideradas para a vazão de projeto	$Hf_{AQP}$ (m)	0,39
Perdas localizadas na adutora consideradas para a vazão de projeto	$Hl_{AQP}$ (m)	0,33
Perdas de carga distribuídas na adutora a montante da EE	$Hfa_S$ (m)	0,00
Perdas de carga localizadas na adutora a montante da EE	$Hla_S$ (m)	0,00

Na Estação Elevatória

Cota do eixo das bombas	$NEb_{EE}$ (m)	6,00
Vazão de projeto	$Q_{EE}$ (l/s)	394,12
Coef. de perda de carga no barr. de sucção da EE - 1BB	$K_{SE1BB}$	7,37
Coef. de perda de carga no barr. de sucção da EE - 2BB	$K_{SE2BB}$	1,84
Coef. de perda de carga no barr. de sucção da EE - 3BB	$K_{SE3BB}$	0,82
Perdas de carga localizadas no barrilete de sucção da EE	$Hl_{EEs}$ (m)	0,16
Perdas de carga localizadas no barrilete de recalque da EE	$Hl_{EEr}$ (m)	4,00

**Parâmetros para Seleção das Bombas (Três Bombas Operando)**Estação Elevatória Convencional

Número de bombas em paralelo	n	3
Vazão de projeto	$Q$ (m <sup>3</sup> /h)	472,94
Perdas de carga a montante das bombas	$Hls_{MBB}$ (m)	0,16
Pressão de vapor (admite-se temperatura até 60 °C)	$P_v$ (m.c.a.)	2,03
NPSH disponível ( $10,33 - P_v - NEb_{EE} + H_1 \text{min} - Hls_{MBB}$ )	NPSHd (m)	8,64
Altura manométrica para as Bombas da EE	$Hamt_{EE}$ (m)	32,88
Limite de vazão para a bomba indicada	$Q_{LIM}$ (m <sup>3</sup> /h)	600,00

**HITA****AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR****EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10**

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-05

Valor do NPSH Disponível x Requerido para as Condições Estudadas (Hgmín, rpm Nominal)

Descrição	1BB Oper.	2BB Oper.	3BB Oper.
RPM Nominal	1.750	1.750	1.750
Q 1BB (m <sup>3</sup> /h)	585,59	567,07	539,78
Q Total (l/s)	162,66	315,04	449,82
V Adut. (m/s)	0,81	1,57	2,25
Hls <sub>MBB</sub> (m)	0,25	0,23	0,21
NPSHd (m)	8,55	8,57	8,59
NPSHr (m)	4,37	4,21	3,99

Valor do NPSH Disponível x Requerido para as Condições Estudadas (Hgmín, rpm Reduzidas)

Descrição	1BB Oper.	2BB Oper.	3BB Oper.
RPM Reduzido	1.600	1.620	1.640
Q 1BB (m <sup>3</sup> /h)	433,76	437,52	428,31
Q Total (l/s)	120,49	243,07	356,92
V Adut. (m/s)	0,60	1,21	1,78
Hls <sub>MBB</sub> (m)	0,14	0,14	0,13
NPSHd (m)	8,67	8,66	8,67
NPSHr (m)	2,94	3,01	2,99

Curvas do Sistema - Segmentos para Uma Bomba Operando

Q (m <sup>3</sup> /h)	HS <sub>máx1B</sub> (m)	HS <sub>pro1B</sub> (m)	HS <sub>mín1B</sub> (m)
0,00	28,00	25,50	23,00
188,00	28,36	25,86	23,36
312,00	28,99	26,49	23,99
436,00	29,93	27,43	24,93
560,00	31,19	28,69	26,19
684,00	32,75	30,25	27,75
808,00			
932,00			
1.056,00			
1.180,00			
1.304,00			
1.428,00			
1.552,00			
1.676,00			
1.800,00			

**HITA****AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR****EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10**

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-05

Curvas do Sistema - Segmentos para Duas Bombas Operando

<b>Q (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>HS<sub>máx2B</sub> (m)</b>	<b>HS<sub>pro2B</sub> (m)</b>	<b>HS<sub>mín2B</sub> (m)</b>
0,00			
188,00			
312,00			
436,00			
560,00			
684,00	29,71	27,21	24,71
808,00	30,38	27,88	25,38
932,00	31,17	28,67	26,17
1.056,00	32,07	29,57	27,07
1.180,00	33,08	30,58	28,08
1.304,00			
1.428,00			
1.552,00			
1.676,00			
1.800,00			

Curvas do Sistema - Segmentos para Três Bombas Operando

<b>Q (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>HS<sub>máx3B</sub> (m)</b>	<b>HS<sub>pro3B</sub> (m)</b>	<b>HS<sub>mín3B</sub> (m)</b>
0,00			
188,00			
312,00			
436,00			
560,00			
684,00			
808,00			
932,00			
1.056,00			
1.180,00	31,37	28,87	26,37
1.304,00	32,12	29,62	27,12
1.428,00	32,94	30,44	27,94
1.552,00	33,83	31,33	28,83
1.676,00	34,80	32,30	29,80
1.800,00	35,84	33,34	30,84

**HITA****AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR****EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10**

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-05

Curvas das Bombas com Rotação Nominal

<b>Q (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>HB<sub>1BB</sub> (m)</b>	<b>HB<sub>2BB</sub> (m)</b>	<b>HB<sub>3BB</sub> (m)</b>
0,00	41,50		
188,00	40,70		
312,00	38,52		
436,00	34,49	40,32	
560,00	28,13	39,24	
600,00	25,50	38,80	40,56
684,00		37,73	40,17
808,00		35,73	39,45
932,00		33,18	38,55
1.056,00		30,02	37,44
1.180,00		26,19	36,11
1.200,00		25,50	35,88
1.304,00			34,55
1.428,00			32,72
1.552,00			30,61
1.676,00			28,21
1.800,00			25,50



# AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR

**HITA**

## EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-05

### Curvas das Bombas com Rotação Reduzida

#### Uma Bomba - 1750 rpm

Q (m <sup>3</sup> /h)	HB (m)
0,00	41,50
188,00	40,70
282,00	39,20
376,00	36,70
470,00	33,00
535,00	29,63
600,00	25,50

#### Uma Bomba - 1600 rpm

Q rpm	HB (m)	Q máx - 1BB	HB (m)
0,00	34,69	600,00	25,50
171,89	34,02	591,43	24,78
257,83	32,77	582,86	24,06
343,77	30,68	574,29	23,36
429,71	27,59	565,71	22,67
489,14	24,76	557,14	21,99
548,57	21,32	548,57	21,32

#### Duas Bombas - 1750 rpm

Q (m <sup>3</sup> /h)	HB (m)
0,00	41,50
376,00	40,70
564,00	39,20
752,00	36,70
940,00	33,00
1.070,00	29,63
1.200,00	25,50

#### Duas Bombas - 1620 rpm

Q rpm	HB (m)	Q máx - 2BB	HB (m)
0,00	35,56	1.200,00	25,50
348,07	34,88	1.185,14	24,87
522,10	33,59	1.170,29	24,25
696,14	31,45	1.155,43	23,64
870,17	28,28	1.140,57	23,04
990,51	25,39	1.125,71	22,44
1.110,86	21,85	1.110,86	21,85

#### Três Bombas - 1750 rpm

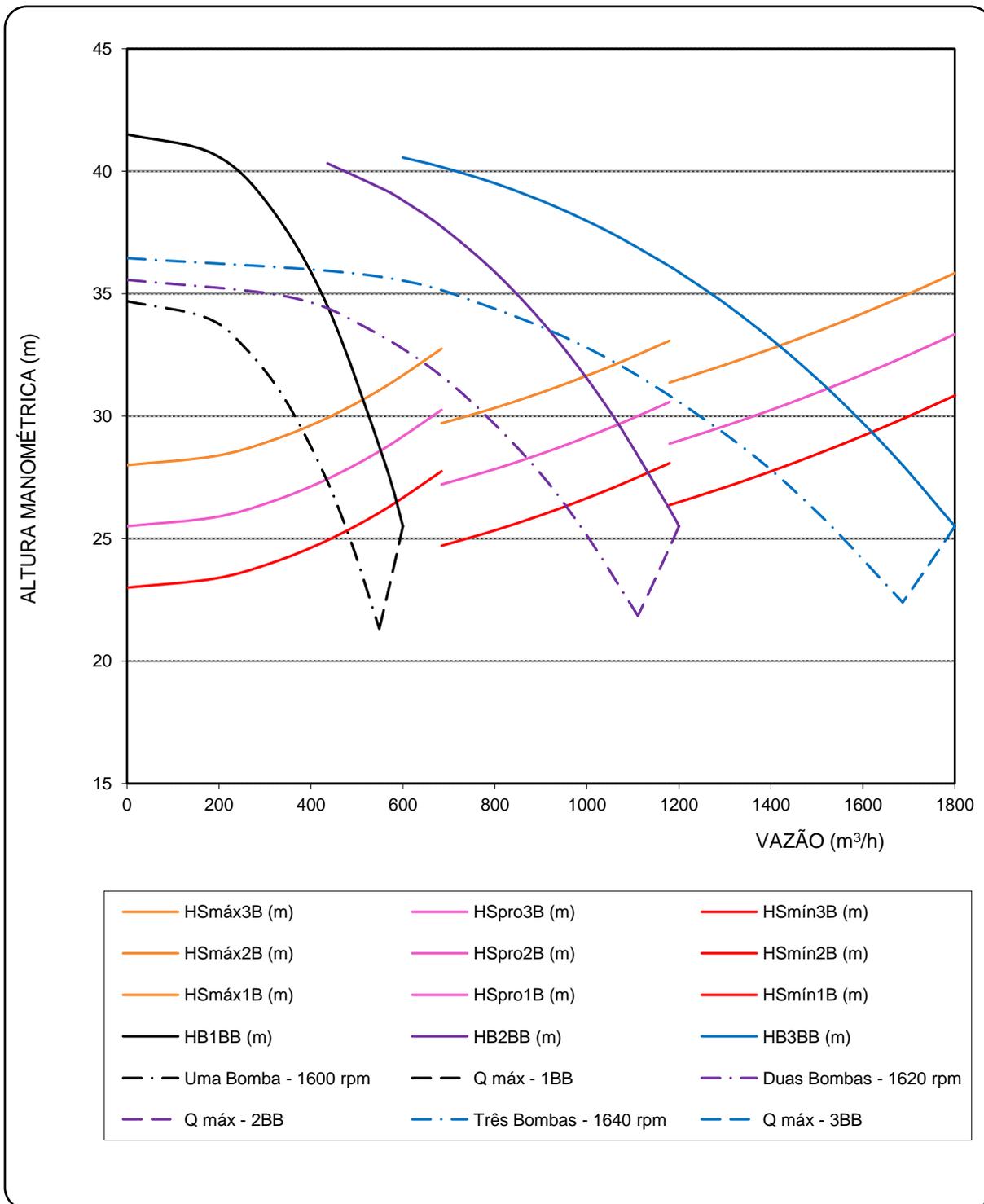
Q (m <sup>3</sup> /h)	HB (m)
0,00	41,50
564,00	40,70
846,00	39,20
1.128,00	36,70
1.410,00	33,00
1.605,00	29,63
1.800,00	25,50

#### Três Bombas - 1640 rpm

Q rpm	HB (m)	Q máx - 3BB	HB (m)
0,00	36,45	1.800,00	25,50
528,55	35,74	1.781,14	24,97
792,82	34,43	1.762,29	24,44
1.057,10	32,23	1.743,43	23,92
1.321,37	28,98	1.724,57	23,41
1.504,11	26,02	1.705,71	22,90
1.686,86	22,40	1.686,86	22,40



Curvas do Sistema e das Bombas - Bombas Padrão



**HITA****AMPLIAÇÃO DO SIAA DE BELÉM - 10º SETOR****EEAT Existente na Área do CRD do Setor 10**

RESP.: C.Hita

DATA: DEZ/2017

MC-EEAT-BLM-S10-EXIST-05

**Parâmetros da EE Operando com Uma Bomba em Rotação Nominal**

Operação	Q <sub>Tot</sub> (l/s)	Q <sub>1BB</sub> (m <sup>3</sup> /h)	(%) Q <sub>1BB</sub> / Q <sub>ótím.</sub>	Hamt (m.c.a.)	Pot <sub>1BB</sub> (CV)	Pot <sub>Tot</sub> (CV)
1BB-HGmáx	143,25	515,71	109,72%	30,70	70,05	70,05
1BB-HGpro	153,44	552,37	117,53%	28,60	70,92	70,92
1BB-HGmín	162,66	585,59	124,59%	26,48	70,98	70,98

**Parâmetros da EE Operando com Uma Bomba a 1600 rpm**

Operação	Q <sub>Tot</sub> (l/s)	Q <sub>1BB</sub> (m <sup>3</sup> /h)	(%) Q <sub>1BB</sub> / Q <sub>ótím.</sub>	Hamt (m.c.a.)	Pot <sub>1BB</sub> (CV)	Pot <sub>Tot</sub> (CV)
1BB-HGmáx	105,81	380,92	88,65%	29,47	49,49	49,49
1BB-HGpro	120,49	433,76	100,94%	27,41	52,17	52,17
1BB-HGmín	132,86	478,29	111,30%	25,32	53,72	53,72

**Parâmetros da EE Operando com Duas Bombas em Rotação Nominal**

Operação	Q <sub>Tot</sub> (l/s)	Q <sub>1BB</sub> (m <sup>3</sup> /h)	(%) Q <sub>1BB</sub> / Q <sub>ótím.</sub>	Hamt (m.c.a.)	Pot <sub>1BB</sub> (CV)	Pot <sub>Tot</sub> (CV)
2BB-HGmáx	276,81	498,25	106,01%	31,62	69,38	138,77
2BB-HGpro	296,85	534,34	113,69%	29,66	70,59	141,18
2BB-HGmín	315,04	567,07	120,65%	27,69	71,04	142,09

**Parâmetros da EE Operando com Duas Bombas a 1620 rpm**

Operação	Q <sub>Tot</sub> (l/s)	Q <sub>1BB</sub> (m <sup>3</sup> /h)	(%) Q <sub>1BB</sub> / Q <sub>ótím.</sub>	Hamt (m.c.a.)	Pot <sub>1BB</sub> (CV)	Pot <sub>Tot</sub> (CV)
2BB-HGmáx	216,00	388,81	89,36%	30,21	51,55	103,10
2BB-HGpro	243,07	437,52	100,56%	28,29	54,08	108,15
2BB-HGmín	264,97	476,94	109,62%	26,32	55,56	111,11

**Parâmetros da EE Operando com Três Bombas em Rotação Nominal**

Operação	Q <sub>Tot</sub> (l/s)	Q <sub>1BB</sub> (m <sup>3</sup> /h)	(%) Q <sub>1BB</sub> / Q <sub>ótím.</sub>	Hamt (m.c.a.)	Pot <sub>1BB</sub> (CV)	Pot <sub>Tot</sub> (CV)
3BB-HGmáx	393,96	472,75	100,59%	32,87	68,17	204,52
3BB-HGpro	423,23	507,87	108,06%	31,12	69,77	209,30
3BB-HGmín	449,82	539,78	114,85%	29,35	70,71	212,13

**Parâmetros da EE Operando com Três Bombas a 1640 rpm**

Operação	Q <sub>Tot</sub> (l/s)	Q <sub>1BB</sub> (m <sup>3</sup> /h)	(%) Q <sub>1BB</sub> / Q <sub>ótím.</sub>	Hamt (m.c.a.)	Pot <sub>1BB</sub> (CV)	Pot <sub>Tot</sub> (CV)
3BB-HGmáx	319,67	383,61	87,09%	31,21	52,88	158,65
3BB-HGpro	356,92	428,31	97,24%	29,50	55,40	166,19
3BB-HGmín	389,33	467,20	106,07%	27,76	57,11	171,34