

ITEM	DESCRIÇÃO	TOTAL COM BDI (R\$)	MÊS	
			1	2
	TOTAL	R\$ 2.014.550,57	R\$ 1.007.275,29	R\$ 1.007.275,29
1.	SERVIÇOS INICIAIS E ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 37.500,00	R\$ 18.750,00	R\$ 18.750,00
			50%	50%
2.	INTERVENÇÃO NA ETA SÃO JUDAS TADEU	R\$ 1.977.050,57	R\$ 988.525,29	R\$ 988.525,29
			50%	50%
2.1	NOVO SISTEMA DE FILTRAÇÃO (8 FILTROS RÁPIDOS DESCENDENTES)	R\$ 1.977.050,57	R\$ 988.525,29	R\$ 988.525,29
			50%	50%

ITEM	DESCRIÇÃO	TOTAL COM BDI (R\$)
	TOTAL	R\$ 2.014.550,57
1.	SERVIÇOS INICIAIS E ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 37.500,00
1.1	MOBILIZAÇÃO	R\$ 12.500,00
1.2	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 25.000,00
2.	INTERVENÇÃO NA ETA SÃO JUDAS TADEU	R\$ 1.977.050,57
2.1	NOVO SISTEMA DE FILTRAÇÃO (8 FILTROS RÁPIDOS DESCENDENTES)	R\$ 1.977.050,57
2.1.1	RADIER	R\$ 150.370,90
2.1.2	LEITO FILTRANTE	R\$ 326.616,91
2.1.3	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS	R\$ 1.500.062,76

PROJETO HIDRÁULICO FILTROS RÁPIDOS DESCENDENTES AUTOLAVÁVEIS

**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
SÃO JUDAS TADEU**

**DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DE
PATROCÍNIO – DAEPA**

TOMO I/III

**REV. 02
OUTUBRO / 2023**

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	2
2	ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART	4
3	FUNDAMENTAÇÃO	9
3.1	NORMAS TÉCNICAS.....	10
3.2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
3.3	SISTEMA EXISTENTE.....	11
3.3.1	Sistema de Filtração Existente	12
4	CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO	13
5	MEMORIAL DE CÁLCULO	15
6	CONCLUSÕES	22
7	RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	24

1 INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Em conformidade com o contrato firmado entre o Departamento de Água e Esgoto de Patrocínio - DAEPA e a MANCINI & BALDO ENGENHARIA LTDA., apresenta os Projetos Hidráulicos dos Filtros, Readequação e Remodelação dos Floculadores e Decantadores da Estação de Tratamento de Água da sede do município de Patrocínio/MG.

Os trabalhos serão divididos em dois volumes distintos e inter-relacionados conforme apresentado a seguir:

- **TOMO I – Filtros Rápidos Descendentes Autolaváveis;**
- TOMO II – Floculadores e Decantadores;
- TOMO III – Orçamento.

Estão inclusos no escopo deste documento o dimensionamento hidráulico dos filtros rápidos descendentes autolaváveis.

O trabalho foi desenvolvido com a estreita colaboração dos técnicos do DAEPA, que com o conhecimento técnico e operacional, contribuíram para a consecução dos objetivos deste projeto.

2 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232318000

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

1. Responsável Técnico

ALBERTO MANCINI JUNIOR

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL

RNP: 2615667386

Registro: 320181MG

2. Dados do Contrato

Contratante: Departamento de Água e Esgoto de Patrocínio

CPF/CNPJ: 20.266.755/0001-40

RUA RIO BRANCO

Nº: 211

Complemento:

Bairro: CIDADE JARDIM

Cidade: PATROCÍNIO

UF: MG

CEP: 38747076

Contrato: Não especificado

Celebrado em: 24/07/2023

Valor: R\$ 115.000,00

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público

Ação Institucional: Outros

3. Dados da Obra/Serviço

RUA RIO BRANCO

Nº: 211

Complemento:

Bairro: CIDADE JARDIM

Cidade: PATROCÍNIO

UF: MG

CEP: 38747076

Data de Início: 24/07/2023

Previsão de término: 24/12/2023

Coordenadas Geográficas: 0, 0

Finalidade: SANEAMENTO BÁSICO

Código: Não Especificado

Proprietário: Departamento de Água e Esgoto de Patrocínio

CPF/CNPJ: 20.266.755/0001-40

4. Atividade Técnica

14 - Elaboração	Quantidade	Unidade
29 - Detalhamento > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.2 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	1,00	un
31 - Dimensionamento > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.2 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	1,00	un
35 - Elaboração de orçamento > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.2 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	1,00	un
38 - Especificação > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.2 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	1,00	un
40 - Estudo > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.2 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	1,00	un
80 - Projeto > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.2 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	1,00	un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

Elaboração do projeto hidráulico dos filtros, readequação e remodelação dos floculadores e decantadores da ETA São Judas Tadeu, em Patrocínio MG

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.
- Cláusula Compromissória: Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei no. 9.307, de 23 de setembro de 1996, por meio da Câmara de Mediação e Arbitragem - CMA vinculada ao Crea-MG, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar
- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: <https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lgpd/politica-privacidade-dados>. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente de que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.
- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: 8Bbza
Impresso em: 23/08/2023 às 19:13:17 por: , ip: 170.82.175.4

www.crea-mg.org.br
Tel: 0800 031 2732

atendimento@crea-mg.org.br
Fax:





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232318000

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

7. Entidade de Classe

SME - Sociedade Mineira de Engenheiros

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

ALBERTO MANCINI JUNIOR - CPF: 393.690.948-22

_____, _____ de _____ de _____
Local data

Departamento de Água e Esgoto de Patrocínio - CNPJ: 20.266.755/0001-40

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. ValorValor da ART: **R\$ 254,59** Registrada em: **23/08/2023** Valor pago: **R\$ 254,59** Nosso Número: **8602288906**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: 8Bbza
Impresso em: 23/08/2023 às 19:13:18 por: , ip: 170.82.175.4

www.crea-mg.org.br
Tel: 0800 031 2732

atendimento@crea-mg.org.br
Fax:





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232321549

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL
CO-RESPONSÁVEL à MG20232318000

1. Responsável Técnico

MARCO ANTONIO DEL CANTONI BALDO
Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **1402324189**
Registro: **MG0000051351D MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **Departamento de Água e Esgoto de Patrocínio**
RUA RIO BRANCO
Complemento:
Cidade: **PATROCÍNIO**

Bairro: **CIDADE JARDIM**
UF: **MG**

CPF/CNPJ: **20.266.755/0001-40**
Nº: **211**
CEP: **38747076**

Contrato: **Não especificado** Celebrado em: **24/07/2023**
Valor: **R\$ 115.000,00** Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Público**
Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

RUA RIO BRANCO
Complemento:
Cidade: **PATROCÍNIO**
Data de Início: **24/07/2023**
Finalidade: **SANEAMENTO BÁSICO**
Proprietário: **Departamento de Água e Esgoto de Patrocínio**

Bairro: **CIDADE JARDIM**
UF: **MG**

Nº: **211**
CEP: **38747076**
Coordenadas Geográficas: **0, 0**
Código: **Não Especificado**
CPF/CNPJ: **20.266.755/0001-40**

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
14 - Elaboração		
29 - Detalhamento > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.2 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	1,00	un
31 - Dimensionamento > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.2 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	1,00	un
35 - Elaboração de orçamento > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.2 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	1,00	un
38 - Especificação > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.2 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	1,00	un
40 - Estudo > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.2 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	1,00	un
80 - Projeto > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.2 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	1,00	un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

Elaboração do projeto hidráulico dos filtros, readequação e remodelação dos floculadores e decantadores da ETA São Judas Tadeu, em Patrocínio MG

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.
- Cláusula Compromissória: Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei no. 9.307, de 23 de setembro de 1996, por meio da Câmara de Mediação e Arbitragem - CMA vinculada ao Crea-MG, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar
- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: <https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lcpd/politica-privacidade-dados>. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente de que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.
- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: 22zDB
Impresso em: 24/08/2023 às 11:00:11 por: , ip: 170.82.175.4

www.crea-mg.org.br atendimento@crea-mg.org.br
Tel: 0800 031 2732 Fax:





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232321549

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL
CO-RESPONSÁVEL à MG20232318000

7. Entidade de Classe

SME - Sociedade Mineira de Engenheiros

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

MARCO ANTONIO DEL CANTONI BALDO - CPF: 613.916.116-91

_____, _____ de _____ de _____
Local data

Departamento de Água e Esgoto de Patrocínio - CNPJ: 20.266.755/0001-40

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: **R\$ 96,62** Registrada em: **24/08/2023** Valor pago: **R\$ 96,62** Nosso Número: **8602295020**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: 22zDB
Impresso em: 24/08/2023 às 11:00:12 por: , ip: 170.82.175.4

www.crea-mg.org.br
Tel: 0800 031 2732

atendimento@crea-mg.org.br
Fax:



3 FUNDAMENTAÇÃO

3 FUNDAMENTAÇÃO

3.1 NORMAS TÉCNICAS

A norma ABNT NBR 12.216:1992 descreve as condições exigíveis na elaboração de projetos de estações de tratamento de água destinadas à produção de água potável para abastecimento público, conforme preconizado pela referida norma técnica os filtros são unidades destinadas a remover microrganismos e partículas em suspensão as quais podem promover turbidez indesejada na água após o processo de coagulação e/ou decantação. Os filtros podem ser de camada filtrante simples ou dupla, de fluxo ascendente ou descendente.

A norma técnica ABNT NBR 12.216:1992 preconiza para o dimensionamento dos filtros rápidos descendentes os parâmetros descritos a seguir:

- As taxas máximas são as seguintes:
 - para filtro de camada simples, 180 m³/m² x dia;
 - para filtro de camada dupla, 360 m³/m² x dia.
- A vazão de água de lavagem em contracorrente deve promover a expansão do leito filtrante de 20% a 30%.

3.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Após o processo de decantação a água em processo de tratamento segue para as unidades de filtração responsáveis pela remoção de partículas em suspensão que não foram retidas na decantação, retendo ainda microrganismos patogênicos associados as partículas, Libânio (1991) propõe a classificação dos filtros quanto ao fluxo durante o processo de filtração, a saber:

- Filtração de Fluxo Descendente
 - Baixa taxa de filtração (filtros lentos);
 - Alta taxa de filtração (filtros rápidos).
- Filtração de Fluxo Ascendente
 - Baixa taxa de filtração (filtros lentos ascendentes);
 - Alta taxa de filtração (filtros russos).

O período compreendido entre duas lavagens sucessivas de um filtro é denominado carreira de filtração, as situações que podem indicar a necessidade de limpeza dos filtros serão descritas a seguir:

- Perda de carga máxima suportada hidráulicamente pelo filtro;
- Risco de deterioração da qualidade da água filtrada.

O processo de lavagem dos filtros deverá ocorrer após uma das situações citadas anteriormente ocorrer, os processos de limpeza mais comuns serão descritos a seguir:

- Lavagem via reservatório por gravidade;
- Lavagem via bombeamento;
- Sistema autolavável.

Os filtros a serem dimensionadas no presente memorial serão do tipo autolaváveis, os filtros rápidos descendentes autolaváveis podem operar de forma autônoma, sem a necessidade de operadores, as limpezas podem ocorrer sempre que a perda de carga atingir determinado valor estabelecido previamente.

3.3 SISTEMA EXISTENTE

A ETA São Judas Tadeu localizada em Patrocínio/MG é do tipo convencional, composta pelos processos de mistura rápida, coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação é dotada de 1 (um) reservatório de água bruta, 2 (duas) unidades de mistura rápida e medição de vazão (calhas Parshall), 4 (quatro) floculadores hidráulicos estando um atualmente fora de operação, 4 (quatro) decantadores convencionais, 2 (dois) filtros rápidos de fluxo descendente e 1 (uma) casa de química.

A Figura 1 apresenta o layout geral da ETA São Judas Tadeu.



Figura 1: Layout Geral da ETA São Judas Tadeu.

A ETA São Judas Tadeu já foi objeto de estudos em trabalhos elaborados pela empresa TECMINAS ENGENHARIA LTDA nos anos de 1999, 2012 e 2014. O estudo denominada “**Projeto de Ampliação do Sistema de Produção de Água da cidade de Patrocínio – MG**” foi elaborado em 1999 e avaliou as unidades da ETA existentes à época.

Nos estudos denominados “**Projeto Básico do Sistema de Produção de Água do Córrego**

Feio da Cidade de Patrocínio – MG e “**Projeto Executivo do Sistema de Produção de Água do Córrego Feio da Cidade de Patrocínio – MG**”, a vazão considerada para o dimensionamento das unidades nos referidos estudos (300,00 l/s), será considerada como premissa de projeto para o desenvolvimento do presente trabalho.

O objetivo do presente estudo será o dimensionamento de novos filtros rápidos descendentes a serem implantados junto ETA São Judas Tadeu, de modo a promover melhorias no processo de filtração, os filtros existentes encontram-se em avançado processo de deterioração e deverão ser substituídos por novas unidades.

3.3.1 Sistema de Filtração Existente

A ETA São Judas Tadeu é constituída por dois filtros rápidos descendentes, em formato circular construídos em aço carbono cada um com 8,10 m de diâmetro.

Os filtros são de camada simples, as camadas filtrantes não atendem ao preconizado na norma técnica ABNT NBR 12.216:1992, quanto a graduação e espessura.

Para a lavagem dos filtros é utilizado o reservatório elevado existente, que funciona também como reservatório de distribuição para atendimento da zona alta de Patrocínio/MG. A sua alimentação é feita por meio de conjuntos motobombas situados na área da ETA com sucção no tanque de contato, o volume do reservatório é de 200 m³.

A lavagem dos filtros se dá por gravidade, através de interligação, reservatório / filtros com tubulação de 250 mm de diâmetro e 90 m de extensão.

A carga disponível para a lavagem, diferença entre a laje de fundo do reservatório e a cota da calha de coleta de água de lavagem dos filtros é de 10,08 m.

O estudo elaborado pela TECMINAS indica que para a lavagens dos filtros sem a utilização de ar comprimido a velocidade ascensional é da ordem de 0,23 m/min, acarretando expansão da areia inferior a 20%, recomenda-se que essa expansão seja de 20 a 30%.

Para se promover uma lavagem adequada do leito filtrante a velocidade de lavagem deveria ser de pelo menos 0,60 m/min, mas o volume do reservatório de água de lavagem tem autonomia de 6,5 min, inferior o tempo mínimo preconizado pela norma.

O sistema de limpeza dos filtros conta ainda com um compressor que fornece ar ao sistema de lavagem dos filtros o sistema é acionado somente após o início do processo de lavagem da unidade.

4 CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

4. CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

Os critérios e parâmetros de projeto considerados no dimensionamento dos filtros rápidos descendentes autolaváveis, objetos do presente memorial, serão descritos a seguir:

- Tempo de funcionamento da ETA: 24 horas
- Vazão afluyente aos filtros: 300,0 l/s;
- Quantidade de filtros: 8 unidades, divididos em dois módulos com 4 filtros;
- Tipo de fluxo: Filtros Rápidos Descendentes;
- Leito filtrante: Camada Dupla (Areia e Antracito);
- Material: Polímero Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV);
- Processo de lavagem: Autolaváveis;
- Taxa de filtração máxima: 360 m³ / m² x dia (NBR 12.216).

A empresa ENPROCON desenvolveu no de 2023 o relatório intitulado “**Avaliação ETA – Patrocínio**” o qual traz em sua conclusão entre outros a indicação da criticidade dos filtros existentes, indicando a necessidade de melhorias e/ou substituição das unidades existentes.

O capítulo subsequente apresenta o memorial de cálculo das novas unidades de filtração que deverão substituir as unidades existentes atualmente em operação.

5 MEMORIAL DE CÁLCULO

5. MEMORIAL DE CÁLCULO

	PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
	FILTROS RÁPIDOS DE FLUXO DESCENDENTES AUTOLAVÁVEIS
	CIDADE: PATROCÍNIO / MG

Parâmetros de Dimensionamento

Vazão do Sistema (Máx Diária).....	300,00	l/s
Tempo de Funcionamento (h).....	24	h
Vazão da ETA	300,00	l/s

Tubulação de Interligação Água Decantada / Filtros

Perda de Carga Distribuída

$$j = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$$

Trecho 01

Diâmetro adotado	400	mm
Material	PRFV	
Velocidade	1,19	m/s
Coefficiente de rugosidade	130	
j:	0,0034	m/m
L: Extensão do trecho	7,60	m
Perda de Carga Distribuída	0,026	m

Trecho 02

Diâmetro adotado	600	mm
Material	PRFV	
Velocidade	1,06	m/s
Coefficiente de rugosidade	130	
j:	0,0017	m/m
L: Extensão do trecho	21,40	m
Perda de Carga Distribuída	0,036	m

Perda de Carga Localizada

$$h_c = \frac{K \times v^2}{2 \times g}$$

CODIGO	PEÇAS	Vazão (m³/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	QUANT.	K _{UNITÁRIO}	K _{TOTAL}	K x v²
11	Entrada normal de canalização	0,15	400	1,19	1	0,50	0,50	0,597
8	Curva de 90º	0,15	400	1,19	1	0,40	0,40	0,477
1	Ampliação Gradual	0,15	400	1,19	1	0,30	0,30	0,358
22	Tê, de saída de lado	0,15	400	1,19	1	1,30	1,30	1,552
22	Tê, de saída de lado	0,3	600	1,06	2	1,30	2,60	2,759
22	Tê, de saída de lado	0,0375	250	0,76	1	1,30	1,30	0,993
26	Válvula Borboleta Aberta	0,0375	250	0,76	1	0,36	0,36	0,275
20	Saída de Canalização	0,0375	250	0,76	1	1,00	1,00	0,764
S							7,76	7,775

Perda de Carga **0,396** m

Perda de Carga Total **0,458** m

.Lâmina de água acima da geratriz inferior da tubulação de saída

$$Q = 1,518 \times D^{0,693} \times H^{1,807}$$

onde:

Q = vazão em m³/s

D = diâmetro da tubulação em m

H = altura sobre o vertedor em m

$$H = 0,58 \text{ m}$$

	PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
	FILTROS RÁPIDOS DE FLUXO DESCENDENTES AUTOLAVÁVEIS
	CIDADE: PATROCÍNIO / MG

.Cota do nível de água máximo nos filtros **99,85** m

Filtros

.Cota do terreno no filtro	96,45 m
.Camada filtrante adotada	Dupla
.Tipo de fluxo	Descendente
.Número de filtros adotado	8 un
.Vazão por filtro	37,50 l/s
.Diâmetro dos filtros	3,50 m
.Área de cada filtro	9,62 m ²
.Taxa de Filtração	

$$T = \frac{Q \times 24}{n \times A}$$

onde:

T = taxa de filtração em m³/m².dia

Q = vazão em m³/hora

n = número de filtros

A = área de cada filtro em m²

$$T = 336,76 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$$

A NBR 12216 estipula as taxas máximas como sendo as seguintes:

- Para filtro de camada simples 180 m³/m² x dia
- Para filtro de camada dupla 360 m³/m² x dia
- Para filtros de fluxo ascendente, a taxa de filtração deve ser de 120 m³/m² x dia

- Leito Filtrante

O leito filtrante será constituído de areia e antracito com as seguintes especificações:

Antracito	
..Espessura da camada	45 cm
..Tamanho efetivo	0,8 a 1,0 mm
..Coeficiente de uniformidade	1,4 a 1,7
Areia	
..Espessura da camada	25 cm
..Tamanho efetivo	0,55 a 0,65 mm
..Coeficiente de uniformidade	1,4 a 1,7
Cascalho	
..Espessura total	45 cm
... 1/16" à 1/8"	15 cm
... 1/8" à 1/4"	10 cm
... 1/4" à 1/2"	10 cm
... 1/2" à 3/4"	10 cm
.Altura do leito filtrante e camada suporte	115 cm

- Altura do Filtro

.Altura livre adicional	50 cm
.Altura de água sobre o leito filtrante	180 cm
.Altura do leito filtrante e meio suporte	115 cm
.Altura do fundo falso	45 cm
.Altura total do filtro	390 cm
.Altura da base sob o filtro	0 cm



PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

FILTROS RÁPIDOS DE FLUXO DESCENDENTES AUTOLAVÁVEIS

CIDADE: PATROCÍNIO / MG

- Lavagem dos filtros

Os filtros serão do tipo autolaváveis, utilizando totalidade da vazão de cada módulo da ETA. A lavagem dos filtros será efetuada quando o nível máximo de água for atingido na câmara de carga.

Área do filtro - A (m ²).....	9,62	m ²
Velocidade de lavagem	0,94	m/min
Tempo de lavagem	10	min

A NBR 12.216 estipula o tempo mínimo de lavagem em 10 min e a velocidade de lavagem não deve ser inferior a 0.60 m/min.

Os filtros rápidos são lados contra-corrente (por inversão de fluxo), com uma vazão capaz de assegurar uma expansão adequada para o meio filtrante.

A NBR12.216 recomenda que a vazão de água de lavagem contracorrente deva promovera expansão do leito filtrante de 20% a 30%.

Expansão do material filtrante

..Taxa de lavagem	1.347	m ³ /m ² .dia
= >>> 0,94 m/min		

..Temperatura mínima	20	°C
----------------------------	----	----

Expansão do material filtrante

$$R = 0,762 \times d^{1,5} \times (1 + 0,06 X) \times \frac{T + 30}{80}$$

onde:

R = velocidade de lavagem em m/min

d = diâmetro efetivo em mm

X = expansão da areia em %

T = temperatura em F

... Na areia X =	19,28	%
... No antracito X =	2,90	%

Altura da camada expandida

... De areia	29,82	cm
... De antracito	46,30	cm

..Vazão de lavagem por filtro	9,00	m ³ /min
..Volume de lavagem por filtro	90,0	m ³
..Volume diário médio de água de lavagem utilizado	720	m ³
..Tempo extra de funcionamento da ETA	0,67	h

Calha de coleta da água de lavagem

..Número de calha por filtro	1	
..Largura útil	60	cm
..Altura máxima de água		

$$Q = 1,3 \times b \times H^{3/2}$$

onde:

Q = vazão por calha em m³/s

b = largura útil em m

H = altura máxima de água em m

$$H = 0,333 \text{ m}$$

..Seção de escoamento para seção circular	0,200	m ²
..Tipo de seção adotada	semicircular	
..Diâmetro da seção tipo [circular]	0,60	m
..Altura da seção tipo (parte reta)	0,00	m
..Área da seção semicircular	0,141	m ²



PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

FILTROS RÁPIDOS DE FLUXO DESCENDENTES AUTOLAVÁVEIS

CIDADE: PATROCÍNIO / MG

..Lâmina de água sobre a calha de recolhimento

$$Q = 1,838 \times L \times H^{3/2}$$

onde:

Q = vazão em m³/s

L = comprimento do vertedor em m

H = altura máxima de água em m

$$H = 0,05 \text{ m}$$

..Cota do fundo da calha de recolhimento 98,11 m

- Perda de carga na filtração

.Perda de carga no pedregulho

$$h_f = \frac{V_a \times H}{3}$$

onde:

V_a = velocidade ascensional em m/min 0,94 m / min

H = altura da camada em m 0,45 m

h_f = perda de carga em m 0,140 m

.Perda de carga na areia

$$h_f = 0,9 \times H$$

onde:

H = altura da camada em m 0,25 m

h_f = perda de carga em m 0,225 m

.Perda de carga no antracito

$$h_f = 0,25 \times H$$

onde:

H = altura da camada em m 0,45 m

h_f = perda de carga em m 0,113 m

.Perda de carga no fundo falso

$$Q = C_d \times S \times (2g H)^{1/2} = \gg H = \frac{Q^2}{C_d^2 \times S^2 \times 2g}$$

onde:

Q = vazão em m³/s 0,150 m³/s

C_d = coeficiente de descarga 0,61

S = área do orifício em m²

..Número de orifícios por filtros 3848

..Diâmetro do orifícios 8,0 mm

$$\gg S = 0,193 \text{ m}^2$$

400 orifícios/m²

H = carga sobre o centro do orifício em m 0,083 m

.Perda de carga total no sistema 0,611 m

.Cota da calha de recolhimento da água de lavagem 98,411 m

.Altura do vertedor de água tratada 235 cm

.Cota do topo do vertedor de água filtrada 98,800 m

.Carga disponível para lavagem 0,389 m



PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

FILTROS RÁPIDOS DE FLUXO DESCENDENTES AUTOLAVÁVEIS

CIDADE: PATROCÍNIO / MG

- Carga máxima disponível para filtração

..Cota do NA máximo do filtro	99,850 m
..Cota do NA no topo do vertedor de água filtrada	
..Cota do topo do vertedor	98,800 m
..Lâmina sobre o vertedor	

$$Q = K \times L \times H^n$$

onde:

Q = vazão em m ³ /s	0,3 m ³ /s
L = perímetro do tubo em m p/d = 400 L =	1,257 m
n = constante	1,42
K = coeficiente dependente do diâmetro.....	1,465
H = altura máxima de água em m	

$$H = 0,279 \text{ m} \Rightarrow \text{NA vertedor} \dots\dots\dots 99,079 \text{ m}$$

..Carga disponível máxima para a filtração.....	0,771 m
---	---------

\ Canalizações imediatas dos filtros

Azevedo Netto recomenda que se utilize as seguintes velocidades máximas nas canalizações adjacentes aos filtros:

- Afluente aos filtros: 0,60 m/s
- Efluentes dos filtros: 1,25 m/s
- Água de lavagem: 1,80 m/s

.Tubulação afluente

Trecho 01	
..Vazão afluente	150,00 l/s
..DN adotado	400 mm
..Velocidade na tubulação	1,19 m/s
Trecho 02	
..Vazão afluente	300,00 l/s
..DN adotado	600 mm
..Velocidade na tubulação	1,06 m/s
Trecho 03	
..Vazão afluente	150,00 l/s
..DN adotado	600 mm
..Velocidade na tubulação	0,53 m/s
Trecho 04	
..Vazão afluente	37,50 l/s
..DN adotado	250 mm
..Velocidade na tubulação	0,76 m/s

.Tubulação efluente

Trecho 01	
..Vazão efluente	37,50 l/s
..DN adotado	250 mm
..Velocidade na tubulação	0,76 m/s
Trecho 02	
..Vazão efluente	75,00 l/s
..DN adotado	250 mm
..Velocidade na tubulação	1,53 m/s

	<p>PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</p> <p>FILTROS RÁPIDOS DE FLUXO DESCENDENTES AUTOLAVÁVEIS</p> <p>CIDADE: PATROCÍNIO / MG</p>
---	---

Trecho 03

..Vazão efluente	150,00 l/s
..DN adotado	400 mm
..Velocidade na tubulação	1,19 m/s

Trecho 04

..Vazão efluente	300,00 l/s
..DN adotado	600 mm
..Velocidade na tubulação	1,06 m/s

.Tubulação água de lavagem

..Vazão afluente	150,00 l/s
..DN adotado	400 mm
..Velocidade na tubulação	1,19 m/s

6 CONCLUSÕES

6. CONCLUSÕES

Os filtros rápidos descendentes autolaváveis da ETA São Judas Tadeu foram dimensionados e detalhados em conformidade com o preconizado nas normas técnicas vigentes, os filtros deverão ser implantados conforme detalhamento apresentado.

Os filtros terão capacidade de filtração para 300,00 l/s, sendo divididos em 2 módulos com 4 filtros cada, totalizando 8 filtros, cada filtro terá capacidade de filtração para 37,50 l/s, os filtros são autolaváveis sendo 3 filtros lavando 1 filtro.

O local proposto para implantação do novo sistema de filtração é contíguo aos filtros existentes, que poderão ser descomissionados a critério do DAEPA após o início da operação dos novos filtros implantados.

7 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

7. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



Vista geral dos filtros existentes.



Vista superior do filtro existente.



Canaleta de coleta da água de lavagem dos filtros existentes, em processo avançado de corrosão.



Compressor auxiliar ao processo de limpeza dos filtros existentes.



Conjunto motobombas auxiliar ao processo de limpeza dos filtros existentes.

TOMO I – FILTROS RÁPIDOS DESCENDENTES AUTOLAVÁVEIS



Reservatório elevado de distribuição e limpeza dos filtros existentes.



Início do processo de lavagem de um filtro existente, injeção de ar comprimido.



Filtro existente em processo de lavagem.



Filtro existente após o processo de lavagem.