



GEASANEVITA



CNEC WORLEYPARSONS ENGENHARIA.

**Estudos de Concepção e Projetos
Básicos para os sistemas de
Saneamento Básico dos municípios
envolvidos na UHE de Belo Monte / PA**

**Tratamento e Disposição Final de Efluentes –
Belo Monte**

GE-10-024-RT-150-R0

Outubro/10

CNEC WORLEYPARSONS ENGENHARIA.

**Estudos de Concepção e Projetos
Básicos para os sistemas de
Saneamento Básico dos municípios
envolvidos na UHE de Belo Monte / PA**

**Tratamento e Disposição Final de Efluentes –
Belo Monte**

GE-10-024-RT-150-R0

Outubro/10



| | | | | | | |
|--|----------|-----------------|--------------------------------|---|-----------|---------------------|
| Título do Trabalho Estudos de Concepção e Projetos Básicos para os sistemas de Saneamento Básico dos municípios envolvidos na UHE de Belo Monte / PA | | | | Nº do Trabalho GE-10-024 | | |
| Título do documento Tratamento e Disposição Final do Efluente – Belo Monte | | | | Código do documento GE-10-024-RT-150 | | |
| Revisão | Data | Nome do Arquivo | GE-10-024-RT-150-R0.doc | | | |
| R0 | 29/10/10 | Descrição | Emissão inicial | | | |
| | | | Projeto | Verificação | Aprovação | Responsável Técnico |
| | | Nome | RSS | RTF | BVBC | RLM |
| | | Assinatura | | | | |
| Revisão | Data | Nome do Arquivo | | | | |
| | | Descrição | | | | |
| | | | Projeto | Verificação | Aprovação | Responsável Técnico |
| | | Nome | | | | |
| | | Assinatura | | | | |
| Revisão | Data | Nome do Arquivo | | | | |
| | | Descrição | | | | |
| | | | Projeto | Verificação | Aprovação | Responsável Técnico |
| | | Nome | | | | |
| | | Assinatura | | | | |
| Revisão | Data | Nome do Arquivo | | | | |
| | | Descrição | | | | |
| | | | Projeto | Verificação | Aprovação | Responsável Técnico |
| | | Nome | | | | |
| | | Assinatura | | | | |

NORTE ENERGIA S.A.

ÍNDICE

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | APRESENTAÇÃO | 6 |
| 2. | OBJETIVO | 7 |
| 3. | CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO | 8 |
| 3.1 | LOCALIZAÇÃO..... | 8 |
| 3.2 | USO E OCUPAÇÃO | 10 |
| 3.3 | ESTUDO DE POPULAÇÃO | 11 |
| 3.4 | DEMANDAS DE ABASTECIMENTO | 12 |
| 3.5 | CÁLCULO DA VAZÃO DE ESGOTOS..... | 13 |
| 3.6 | TAXA DE CONTRIBUIÇÃO LINEAR..... | 16 |
| 4. | MEMORIAL DESCRITIVO | 18 |
| 4.1 | DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO ... | 18 |
| 5. | MEMORIAL DE CÁLCULO | 25 |
| 5.1 | ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO..... | 25 |
| 5.2 | LEITOS DE SECAGEM | 42 |
| 5.3 | EMISSÁRIO FINAL..... | 42 |
| 5.4 | ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO..... | 43 |
| 6. | ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS | 48 |
| 6.1 | TRATAMENTO PRELIMINAR..... | 48 |
| 6.2 | REATORES ANAERÓBIOS RAFA - PARA CADA MÓDULO | 49 |
| 6.3 | REATORES AERÓBIOS DE LEITO FIXO - PARA CADA MÓDULO | 49 |
| 6.4 | ENCHIMENTO PLÁSTICO | 50 |
| 6.5 | DECANTADOR SECINDÁRIO – PARA CADA MÓDULO | 50 |
| 6.6 | COMANDO ELÉTRICO | 51 |
| 6.7 | TUBULAÇÕES..... | 51 |
| 6.8 | SISTEMA QUEIMADOR DE BIOGÁS..... | 51 |
| 6.9 | GRUPO GERADOR..... | 51 |
| 6.10 | COMPRESSOR DE AR | 52 |
| 7. | CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DA OBRA | 53 |
| 8. | RELAÇÃO DE DESENHOS | 54 |
| 9. | ANEXO 1 | 55 |
| 9.1 | MANUAL DE OPERAÇÃO DO SISTEMA | 55 |
| 9.2 | PLANO DE CONTROLE DO SISTEMA | 58 |

NORTE ENERGIA S.A.

- 10. **ANEXO 2** **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
- 10.1 **DIMENSIONAMENTO DO EMISSÁRIO FINAL** **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
- 11. **ANEXO 3** **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
- 11.1 **ART** **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**

NORTE ENERGIA S.A.

1. APRESENTAÇÃO

O presente relatório é parte integrante do Projeto de Engenharia do Tratamento e Disposição Final de Efluentes do povoado de Belo Monte, contrato de N° GE-10-024 firmado entre as empresas GEASANEVITA e a CNEC Projetos de Engenharia Ltda.

NORTE ENERGIA S.A.

2. OBJETIVO

O objetivo deste relatório é apresentar o Projeto de Engenharia do Tratamento e disposição final do efluente, referente ao povoado de Belo Monte, a ser implantado no Município de Vitória do Xingu - PA, sob a coordenação da CNEC Projetos de Engenharia LTDA.

O Projeto foi elaborado de acordo com as normas da ABNT. Nos itens subseqüentes serão apresentados:

- Caracterização do Empreendimento;
- Memorial Descritivo;
- Memorial de Cálculo;
- Relação de Desenhos.
- Relação de Materiais e Equipamentos; e
- Especificação de Materiais e Equipamentos.

NORTE ENERGIA S.A.

3. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Nos itens a seguir estão apresentadas as características do município de Vitória do Xingu e do povoado de Belo Monte.

3.1 Localização

O povoado de Belo Monte está localizado na zona rural do município de Vitória do Xingu a 110 km da sede do município. Está situado na altura da travessia da Rodovia Transamazônica sobre o Rio Xingu.

O acesso principal a Belo Monte partindo da sede do município se dá pela PA 415- Rodovia Estadual Ernesto Acioli que liga Vitória do Xingu a Altamira, seguindo pela rodovia BR 230- Transamazônica que passa em Altamira e vai até Belo Monte. A **Figura 3.1** apresenta a localização e o acesso a Belo Monte.

NORTE ENERGIA S.A.

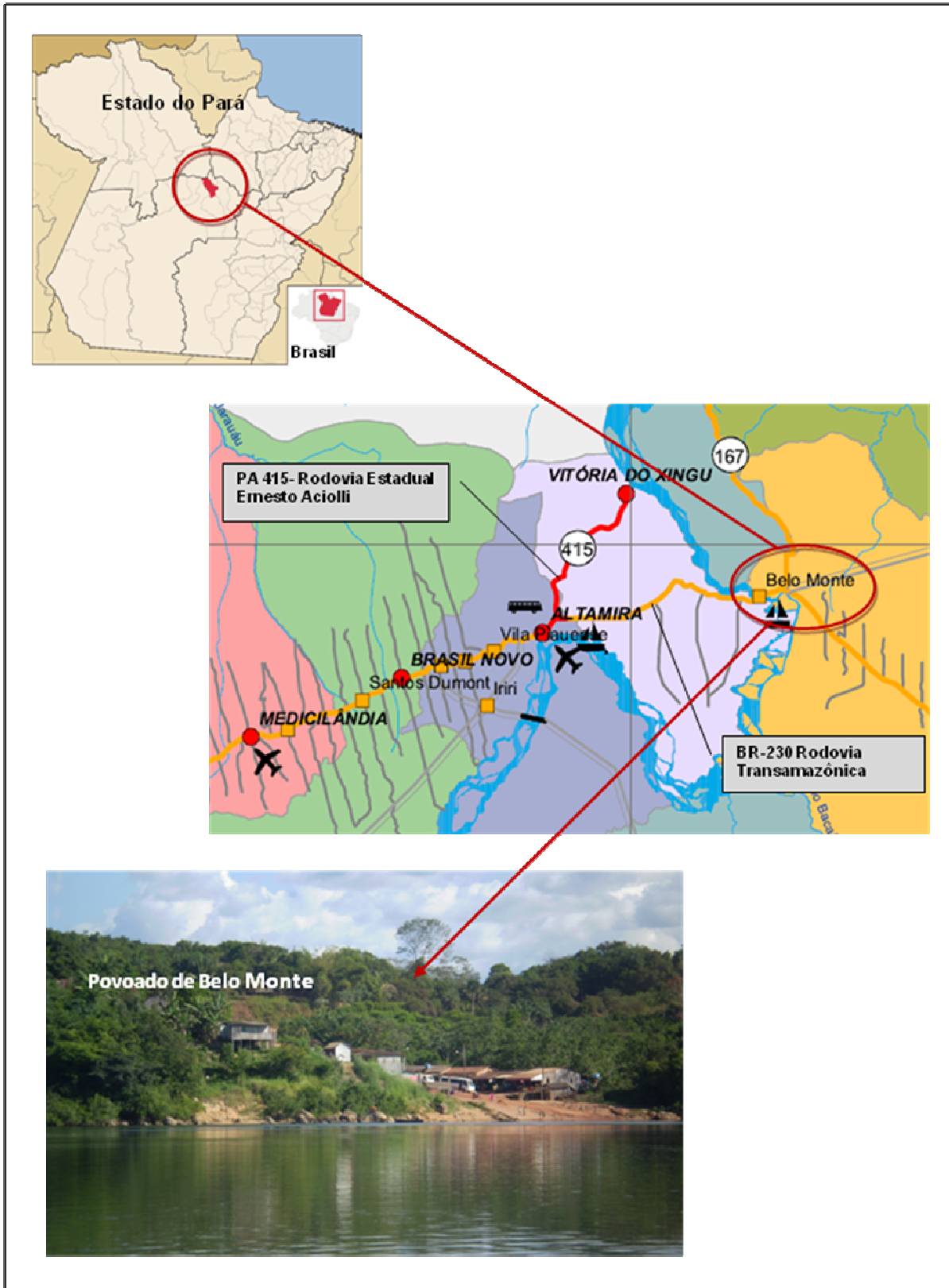


Figura 3.1 – Localização e Acessos

NORTE ENERGIA S.A.

3.2 Uso e Ocupação

O povoado de Belo Monte é composto por residências e pequenos comércios, possui uma área total de aproximadamente 131 ha.

No povoado há concentração de estabelecimentos comerciais ao longo da Rodovia Transamazônica no trecho junto à travessia da balsa (**Figura 3.2**). As demais ruas são residenciais, onde o padrão construtivo das moradias é bastante rudimentar, geralmente casas de tábuas de madeira, cobertas com telhas de fibrocimento e chão de terra batida (**Figura 3.3**). O documento GE-10-024-PB-A1-102 apresenta a implantação geral do povoado.



Figura 3.2 – Vista dos comércios junto a travessia da balsa



Figura 3.3 – Residência típica do povoado

NORTE ENERGIA S.A.

3.3 Estudo de População

Para o cálculo do crescimento vegetativo da população foi considerando a mesma taxa de projeção da população para o Estado do Pará segundo a publicação do IBGE “População Unidades da Federação 1991-2030, Revisão 2008”. A população de projeto corresponde a área do povoado de Belo Monte. O **Quadro 3.1** apresenta o crescimento vegetativo de Belo Monte considerando a população atraída com as obras da UHE Belo Monte.

Quadro 3.1– Projeção de População

| Ano | População Urbana | Crescimento Vegetativo | População atraída pela UHE Belo Monte | População Total Urbana |
|--------------|------------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| 2.009 | 572 | | | 572 |
| 2.010 | 580 | 1,41% | 427 | 1.007 |
| 2.011 | 588 | 1,32% | 1.693 | 2.281 |
| 2.012 | 595 | 1,27% | 3.100 | 3.695 |
| 2.013 | 602 | 1,15% | 3.087 | 3.689 |
| 2.014 | 609 | 1,19% | 2.507 | 3.116 |
| 2.015 | 615 | 1,06% | 1.986 | 2.601 |
| 2.016 | 621 | 0,99% | 1.578 | 2.199 |
| 2.017 | 627 | 0,95% | 1.247 | 1.874 |
| 2.018 | 633 | 0,90% | 990 | 1.623 |
| 2.019 | 638 | 0,85% | 782 | 1.420 |
| 2.020 | 643 | 0,81% | 691 | 1.334 |
| 2.021 | 648 | 0,80% | 697 | 1.345 |
| 2.022 | 653 | 0,80% | 703 | 1.356 |
| 2.023 | 658 | 0,80% | 709 | 1.367 |
| 2.024 | 663 | 0,80% | 715 | 1.378 |
| 2.025 | 668 | 0,80% | 721 | 1.389 |
| 2.026 | 673 | 0,80% | 727 | 1.400 |
| 2.027 | 678 | 0,80% | 733 | 1.411 |
| 2.028 | 683 | 0,80% | 739 | 1.422 |
| 2.029 | 688 | 0,80% | 745 | 1.433 |
| 2.030 | 694 | 0,80% | 751 | 1.445 |
| 2.031 | 700 | 0,80% | 757 | 1.457 |
| 2.032 | 706 | 0,80% | 763 | 1.469 |
| 2.033 | 712 | 0,80% | 769 | 1.481 |
| 2.034 | 718 | 0,80% | 775 | 1.493 |

(Continua)

NORTE ENERGIA S.A.

Quadro 3.1 – Projeção de População (Continuação)

| Ano | População Urbana | Crescimento Vegetativo | População atraída pela UHE Belo Monte | População Total Urbana |
|-------|------------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| 2.035 | 724 | 0,80% | 781 | 1.505 |
| 2.036 | 730 | 0,80% | 787 | 1.517 |
| 2.037 | 736 | 0,80% | 793 | 1.529 |
| 2.038 | 742 | 0,80% | 799 | 1.541 |
| 2.039 | 748 | 0,80% | 805 | 1.553 |
| 2.040 | 754 | 0,80% | 811 | 1.565 |

3.4 Demandas de Abastecimento

No estudo de demandas de abastecimento foi considerado um consumo per capita de 170 litros por dia. O **Quadro 3.2** apresenta as demandas de abastecimento ao longo dos anos para o povoado de Belo Monte.

Quadro 3.2– Demandas de Abastecimento

| Ano | População Urbana | Consumo Per capita | Demandas de Abastecimento | |
|--------------|------------------|--------------------|---------------------------|-------------|
| | | | l/dia | l/s |
| 2.009 | 572 | 170 | 116.688 | 1,13 |
| 2.010 | 1.007 | 170 | 205.428 | 1,98 |
| 2.011 | 2.281 | 170 | 465.324 | 4,49 |
| 2.012 | 3.695 | 170 | 753.780 | 7,27 |
| 2.013 | 3.689 | 170 | 752.556 | 7,26 |
| 2.014 | 3.116 | 170 | 635.664 | 6,13 |
| 2.015 | 2.601 | 170 | 530.604 | 5,12 |
| 2.016 | 2.199 | 170 | 448.596 | 4,33 |
| 2.017 | 1.874 | 170 | 382.296 | 3,69 |
| 2.018 | 1.623 | 170 | 331.092 | 3,19 |
| 2.019 | 1.420 | 170 | 289.680 | 2,79 |
| 2.020 | 1.334 | 170 | 272.136 | 2,62 |
| 2.021 | 1.345 | 170 | 274.380 | 2,65 |
| 2.022 | 1.356 | 170 | 276.624 | 2,67 |
| 2.023 | 1.367 | 170 | 278.868 | 2,69 |
| 2.024 | 1.378 | 170 | 281.112 | 2,71 |
| 2.025 | 1.389 | 170 | 283.356 | 2,73 |
| 2.026 | 1.400 | 170 | 285.600 | 2,75 |
| 2.027 | 1.411 | 170 | 287.844 | 2,78 |

(continua)

NORTE ENERGIA S.A.

Quadro 3.2 – Demandas de Abastecimento (continuação)

| Ano | População Urbana | Consumo Per capita | Demandas de Abastecimento | |
|-------|------------------|--------------------|---------------------------|------|
| | | | l/dia | l/s |
| 2.028 | 1.422 | 170 | 290.088 | 2,80 |
| 2.029 | 1.433 | 170 | 292.332 | 2,82 |
| 2.030 | 1.445 | 170 | 294.780 | 2,84 |
| 2.031 | 1.457 | 170 | 297.228 | 2,87 |
| 2.032 | 1.469 | 170 | 299.676 | 2,89 |
| 2.033 | 1.481 | 170 | 302.124 | 2,91 |
| 2.034 | 1.493 | 170 | 304.572 | 2,94 |
| 2.035 | 1.505 | 170 | 307.020 | 2,96 |
| 2.036 | 1.517 | 170 | 309.468 | 2,98 |
| 2.037 | 1.529 | 170 | 311.916 | 3,01 |
| 2.038 | 1.541 | 170 | 314.364 | 3,03 |
| 2.039 | 1.553 | 170 | 316.812 | 3,06 |
| 2.040 | 1.565 | 170 | 319.260 | 3,08 |

3.5 Cálculo da Vazão de Esgotos

As vazões para dimensionamento do sistema de esgotamento sanitário foram calculadas com o retorno da água de abastecimento, adicionada a vazão de infiltração na rede de esgoto.

3.5.1. Vazão de Infiltração

A vazão de infiltração foi calculada conforme a fórmula a seguir apresentada:

$$Q_{inf} = E * Ti$$

$$Q_{inf} = 2,150 * 0,2 = 0,44l / s$$

Onde:

Q inf = vazão de infiltração (l/s)

E = Extensão de rede de esgoto (km)

Ti = taxa de infiltração (l/s.km)=adotada 0,2 l/s.km

3.5.2 Vazão média de esgoto

A vazão média de esgoto foi calculada conforme a fórmula a seguir apresentada:

NORTE ENERGIA S.A.

$$Q_{med\ esg} = Q_{abast.} * C + Q_{inf.}$$

$$Q_{med\ esg} = 7,27 * 0,80 + 0,44 = 6,26\ l/s$$

Onde:

Q med esg = Vazão média de esgoto (l/s)

Q abast = Demanda de abastecimento (l/s)

C = Coeficiente de retorno - 0,80

Q inf = vazão de infiltração (l/s)

3.5.3 Vazão máxima horária esgoto

A vazão máxima horária de esgoto, utilizada para cálculo da rede de esgotamento e da estação elevatória, foi calculada conforme a fórmula a seguir apresentada:

$$Q_{máxima\ esgoto} = Q_{abast.} * C * K_1 * K_2 + Q_{inf.}$$

$$Q_{máxima\ esgoto} = 7,27 * 0,80 * 1,20 * 1,50 + 0,44 = 10,9\ l/s$$

Onde:

Q máx hora esg = vazão máxima horária de esgoto (l/s)

Q abast = vazão de abastecimento (l/s)

C = Coeficiente de retorno - 0,80

K1 = coeficiente do dia de maior consumo - 1,20

K2 = coeficiente da hora de maior consumo - 1,50

Q inf = vazão de infiltração (l/s)

3.5.4 Vazão mínima de esgoto

A vazão mínima de esgoto foi calculada conforme a fórmula a seguir apresentada:

$$Q_{min\ ima\ esgoto} = Q_{abast.} * C * K_3 + Q_{inf.}$$

$$Q_{min\ ima\ esgoto} = 7,27 * 0,80 * 0,50 + 0,45 = 3,36\ l/s$$

Onde:

Q mínima esgoto = vazão mínima de esgoto (l/s)

NORTE ENERGIA S.A.

Q abast = Demanda de abastecimento (l/s)

C = Coeficiente de retorno 0,80

K3= coeficiente do dia de menor consumo – 0,50

Q inf = vazão de infiltração (l/s)

No **Quadro 3.3** estão apresentadas as vazões do sistema de esgotamento sanitário.

Quadro 3.3 - Vazões de esgoto (l/s)

| Ano | Média | Máxima Horária | Mínima |
|--------------|-------------|----------------|-------------|
| 2.009 | 1,34 | 2,06 | 0,89 |
| 2.010 | 2,03 | 3,30 | 1,24 |
| 2.011 | 4,03 | 6,91 | 2,24 |
| 2.012 | 6,26 | 10,91 | 3,35 |
| 2.013 | 6,25 | 10,90 | 3,35 |
| 2.014 | 5,35 | 9,27 | 2,90 |
| 2.015 | 4,54 | 7,81 | 2,49 |
| 2.016 | 3,90 | 6,67 | 2,17 |
| 2.017 | 3,39 | 5,75 | 1,92 |
| 2.018 | 3,00 | 5,04 | 1,72 |
| 2.019 | 2,68 | 4,47 | 1,56 |
| 2.020 | 2,54 | 4,22 | 1,49 |
| 2.021 | 2,56 | 4,25 | 1,50 |
| 2.022 | 2,58 | 4,29 | 1,51 |
| 2.023 | 2,59 | 4,32 | 1,52 |
| 2.024 | 2,61 | 4,35 | 1,53 |
| 2.025 | 2,63 | 4,38 | 1,54 |
| 2.026 | 2,65 | 4,41 | 1,54 |
| 2.027 | 2,66 | 4,44 | 1,55 |
| 2.028 | 2,68 | 4,47 | 1,56 |
| 2.029 | 2,70 | 4,50 | 1,57 |
| 2.030 | 2,72 | 4,54 | 1,58 |
| 2.031 | 2,74 | 4,57 | 1,59 |
| 2.032 | 2,76 | 4,61 | 1,60 |
| 2.033 | 2,77 | 4,64 | 1,61 |
| 2.034 | 2,79 | 4,67 | 1,62 |
| 2.035 | 2,81 | 4,71 | 1,63 |
| 2.036 | 2,83 | 4,74 | 1,64 |

(continua)

NORTE ENERGIA S.A.

Quadro 3.3 - Vazões de esgoto (l/s) (continuação)

| Ano | Média | Máxima Horária | Mínima |
|-------|-------|----------------|--------|
| 2.037 | 2,85 | 4,78 | 1,65 |
| 2.038 | 2,87 | 4,81 | 1,66 |
| 2.039 | 2,89 | 4,84 | 1,67 |
| 2.040 | 2,91 | 4,88 | 1,67 |

3.5.5 Vazão Esgoto por Sub-bacia

As vazões das sub-bacias foram calculadas em função proporção em relação a área total de projeto. A área total de projeto corresponde a área urbana hoje existente somada as possíveis áreas de expansão.

O **Quadro 3.4** apresenta as vazões de esgoto para o pico de consumo por sub-bacia. A descrição das sub-bacias está apresentada no Item 7.

Quadro 3.4 - Vazões de esgoto por sub-bacia (l/s)

| Sub-bacia | Média | Máxima Horária | Mínima |
|--------------|-------------|----------------|-------------|
| Sub-bacia 1 | 2,25 | 3,93 | 1,21 |
| Sub-bacia 2 | 4,01 | 6,99 | 2,15 |
| Total | 6,26 | 10,91 | 3,35 |

3.6 Taxa de contribuição linear

A taxa de contribuição foi calculada com a fórmula a seguir:

$$Tx = \frac{Q_{esg}}{E}$$

Onde:

Tx = taxa de contribuição (l/s x km)

Qesg = Vazão de esgoto (l/s)

E = extensão total (km)

3.6.1 Taxa de contribuição linear para vazão de início de plano

A seguir está apresentado o cálculo da taxa de contribuição para início de plano que foi considerada a vazão de esgotamento atual, ou seja 3,30 l/s.

NORTE ENERGIA S.A.

Sub-Bacia 1

$$Tx = \frac{1,19}{0,71} = 1,67606l / sKm$$

Sub-Bacia 2

$$Tx = \frac{2,11}{1,505} = 1,40199l / sKm$$

3.6.2 Taxa de contribuição linear para vazão de final de plano

A seguir está apresentado o cálculo da taxa de contribuição para o final do plano, que foi calculada com a vazão máxima de esgoto para o pico de obra da UHE Belo Monte, ou seja 10,91 l/s.

Sub-Bacia 1

$$Tx = \frac{3,93}{0,71} = 5,5352l / sKm$$

Sub-Bacia 2

$$Tx = \frac{6,99}{1,505} = 4,6445l / sKm$$

NORTE ENERGIA S.A.

4. MEMORIAL DESCRITIVO

O empreendimento está dividido em duas sub-bacias. A sub-bacia 1 encaminha o efluente por gravidade até a EE1 que recalca até a sub-bacia 2. A sub-bacia 2 encaminha todo o efluente do povoado por gravidade até a EE2 que recalca para a estação de tratamento de esgoto.

A ETE possui dois módulos devido ao tamanho dos tanques pré-fabricados, porém ambos os módulos serão implantados conjuntamente, em uma primeira etapa.

O efluente tratado será lançado no rio Xingu. O processo de tratamento será secundário atendendo a Resolução CONAMA de 17 de março de 2005.

O sistema é composto pelas seguintes unidades:

- Pré-tratamento;
- Reator anaeróbio RAFA;
- Reatores aerados de leito fixo em série;
- Decantadores secundários;
- Leitões de Secagem.

4.1 Descrição das unidades da estação de tratamento de esgoto

Neste item são apresentadas a descrição de cada unidade do processo de tratamento.

4.1.1 Pré-tratamento

O pré-tratamento é composto por gradeamento; duas caixas de retenção de areia, em paralelo e um medidor de vazão tipo Parshall.

- **Gradeamento**

A remoção dos sólidos grosseiros será feita por meio de grades. No gradeamento, o material de dimensões maiores do que o espaçamento entre as barras é retido, e para remoção deste será utilizada a limpeza manual das grades.

- **Caixa Retentora de Areia**

Foi adotada caixa retentora de areia do tipo convencional, composta por dois canais paralelos que trabalharão alternadamente, e cujo nível será controlado pela calha Parshall.

NORTE ENERGIA S.A.

Estima-se que nessa unidade serão retidos 16,23L de areia por dia, considerando-se remoção de 30 litros de areia / 1.000m³ de esgotos afluentes. A seguir está apresentado o cálculo do volume da areia retida.

Cálculo do volume de areia a ser retido:

$$Vol = \frac{Q \text{ efluente} * 30}{1.000} = \frac{540,86(30)}{1.000} = 16,23L$$

Onde:

Vol= volume retido de areia (l / dia)

Q efluente = Vazão média de esgoto (m³/dia)

A limpeza de cada unidade deverá ser feita a cada sete dias. Para a operação de limpeza um stop log da entrada de uma das caixas de areia é fechado, deixando o excesso de efluente sair do canal. Após o canal vazio são abertas as válvulas na parte inferior da caixa para onde a areia é descartada por gravidade.

Os resíduos retidos na caixa de areia serão encaminhados às caçambas localizadas no piso inferior por tubulação de 100 mm.

o Medidor de Vazão

Será adotado medidor Parshall de 3", provido de régua graduada em mm, para que seja efetuada a medição do nível d'água, bem como o controle de nível e velocidade na caixa retentora de areia. Além da régua graduada será instalado o medidor ultrassônico que facilita a medição diária de vazão.

A vazão que passa no medidor pode ser obtida através da expressão:

$$Q = 0,176 \times H^{1,547}$$

Onde:

Q = Vazão (m³/s);

H = Altura da lâmina no vertedor (m).

No **Quadro 4.1** são apresentados os dados de nível d'água e respectivas vazões.

NORTE ENERGIA S.A.

Quadro 4.1 – Vazão em Calha Parshall x Lâmina Líquida.

| H (cm) | Q (l/s) |
|----------|-----------|
| 3 | 0,8 |
| 4 | 1,2 |
| 5 | 1,5 |
| 6 | 2,3 |
| 7 | 2,9 |
| 8 | 3,5 |
| 9 | 4,3 |
| 10 | 5,0 |
| 11 | 5,8 |

Fonte: Manual de Hidráulica – J.M. de Azevedo Neto, G. A. Alvarez

A leitura da vazão será realizada em função da altura de líquido na Calha Parshall.

Após o pré-tratamento o esgoto será dividido em dois módulos (a serem implantados em uma única etapa), desta forma o efluente é encaminhado, por gravidade aos cinco reatores anaeróbios de fluxo ascendente (RAFA) em paralelo.

4.1.2 Tratamento Biológico Anaeróbio

Neste reator RAFA, os microrganismos anaeróbios promovem a biodegradação da matéria orgânica transformando-a em gás metano e gás carbônico (biogás). Na parte inferior do reator, forma-se uma camada de sólidos ou lodo, com um tempo de retenção (idade de lodo) superior a 30 dias.

A entrada do esgoto bruto é feita por tubulação (PVC com diâmetro de 100 mm) até o dispositivo de entrada e distribuição, onde ocorre nova divisão do fluxo de esgoto (três tubos de PVC, distribuídos simetricamente, com diâmetro de 60 mm). Esta tubulação é que levará o esgoto até o fundo do reator anaeróbio.

Para separação do gás gerado e dos sólidos suspensos, será utilizado um decantador interno na parte interna superior do reator.

O reator anaeróbio (RAFA) é fabricado em plástico roto moldado, totalmente fechado, com tampas de visita hermética, evitando assim o escape do gás que provocam maus odores.

O biogás produzido no RAFA será coletado, medido e posteriormente queimado. O sistema de retirada do biogás a partir da interface líquido-gás no interior das coifas é composto por tubulação de coleta, compartimento hermético com fecho hídrico e purga de gás, medidor e queimador de biogás.

NORTE ENERGIA S.A.

O esgoto tratado é coletado por tubulação interna instalada na parte superior e encaminhado por gravidade para os reatores aerados de leito fixo.

O lodo gerado no reator será encaminhado para o sistema de desaguamento de lodo.

A eficiência de remoção de DBO do RAFA é da ordem de 60 a 75%, e a eficiência de remoção dos sólidos em suspensão é da ordem de 60 a 80%.

4.1.3 Tratamento Biológico Aeróbio

O processo de lodos ativados consiste essencialmente da agitação de uma mistura de água residuária com certo volume de lodo biologicamente ativo, mantido em suspensão por uma aeração adequada, durante tempo suficiente para converter uma porção biodegradável daqueles resíduos ao estado inorgânico, enquanto o remanescente é convertido em lodo adicional.

As células microbianas aglomeram-se em flocos de elevada porosidade formando uma massa de superfície ativa (lodo ativado) capaz de absorver a maior parte de materiais não sedimentáveis presentes. Tais flocos são suficientemente densos de modo a permitir a sua separação da massa líquida por gravidade.

Para otimizar o lodo ativado será adicionado enchimento plástico onde a concentração das bactérias será maior que no lodo ativado devido a fixação das mesmas no leito fixo.

Esse Reator Aerado com Leito Fixo pode trabalhar sem reciclo do lodo do decantador secundário, nesse caso toda a biomassa necessária para remoção da matéria orgânica estaria aderida ao suporte. O mesmo Sistema pode trabalhar também com recirculação de lodo, e nesse caso a biomassa necessária para remoção da matéria orgânica estaria dividida entre a biomassa fixa e a biomassa suspensa.

O enchimento tem área superficial de $140 \text{ m}^2/\text{m}^3$, que propicia uma melhor fixação das bactérias e a formação de um biofilme uniforme. Ao longo do tempo este biofilme pode adquirir uma espessura mais elevada e pela ação da corrente de líquido acaba se desprendendo e facilmente sendo separado por um decantador secundário. Os espaços vazios nos tubos garantem um contato contínuo entre os microrganismos, aderidos no filme biológico, com o efluente proporcionando bom aproveitamento do oxigênio fornecido

Para a aeração e mistura do sistema serão instalados os sistemas de distribuição de ar no fundo dos tanques, favorecendo a transferência do oxigênio para o esgoto a ser tratado.

No empreendimento em questão, optou-se pela utilização de dois módulos com 2 reatores de aeração, em série, em função das facilidades construtivas e melhor relação custo/benefício. Outro ponto importante de salientar na utilização dos reatores em série, é a sua otimização no quesito eficiência do sistema.

NORTE ENERGIA S.A.

No tanque de aeração n.º 1, a carga poluidora do esgoto sofre a oxidação biológica, através das bactérias aeróbias fixadas nos tubos (leito fixo). Em seguida o esgoto passa pelo 2º tanque de aeração que funciona igual ao primeiro, obtendo-se uma remoção complementar da DBO.

De forma geral, estes reatores têm a capacidade de manter uma elevada concentração de sólidos, biomassa, muito além dos sistemas aeróbios como lodo ativado, possibilitando assim reduzir o volume do tanque de aeração. Quando se trata de pós-tratamento de RAFA esse processo tem bons resultados.

Na seqüência, o esgoto passa pelo decantador secundário para a separação do lodo biológico formado.

4.1.4 Decantador Secundário

No sistema aeróbio ocorre o crescimento de bactérias que formam o lodo aeróbio, tornando-se necessário à remoção através de um decantador, que tem a função de separar os flocos de bactérias (lodo) do líquido clarificado.

Os sólidos sedimentáveis retidos no fundo do decantador são retirados através do sistema de bomba manométrica (air lift), sendo parte, o excesso poderá ser descartado para o reator anaeróbio RAFA, onde a matéria orgânica será digerida biologicamente ou seja estabilizada biologicamente.

A outra fração será retornada para tanque de aeração, para aumentar a concentração da massa biológica suspensa proporcionando uma melhora na redução da matéria orgânica afluyente.

O sistema de Air-Lift é comumente empregado para retirada de lodo de decantadores. Consiste na introdução do ar comprimido em quantidade e pressão adequada no meio da tubulação instalada no fundo do decantador, para provocar a elevação do lodo (o lodo misturado com as bolhas de ar pesa menos e tende a subir) sendo assim removido do decantador continuamente.

Entre as vantagens do sistema, cita-se sua grande capacidade, simplicidade, segurança e flexibilidade na remoção do lodo, sendo necessário que o soprador supra a quantidade necessária de ar, para esta operação. Nesse projeto, os sopradores utilizados para o "Air-Lift" serão os mesmo utilizados na aeração e foi considerada a vazão necessária para esta operação no dimensionamento dos sopradores.

NORTE ENERGIA S.A.

4.1.5 Leitões de Secagem

Os leitões de secagem são unidades de tratamento, em forma de tanques retangulares, projetadas para receber o lodo. Neles ocorre a redução da umidade através da drenagem e da evaporação da água liberada durante o processo de secagem que varia entre 15 e 20 dias e o lodo atinge uma umidade entre 70 e 60%.

Os leitões de secagem são compostos por tanques de armazenamento, camada drenante e cobertura que serão descritos a seguir (Jordão, 2005).

4.1.5.1 Tanques de armazenamento

Os tanques de armazenamento serão retangulares feitos de alvenaria e cobertos com lonas plásticas transparente.

4.1.5.2 Camada drenante

A camada drenante é composta por camada suporte, meio filtrante e sistema de drenagem.

- Camada Suporte

A camada suporte tem a finalidade de manter a espessura do lodo uniforme, evitar que o lodo digerido lançado no leito se misture com a areia do meio filtrante, facilitar a remoção de buracos devido à operação de remoção do lodo.

A camada suporte será constituída de tijolos recozidos, assentados em níveis com afastamento entre 2 e 3 cm, preenchido com areia grossa.

- Meio Filtrante

O meio filtrante possui a finalidade de evitar que o lodo percole através de camadas de pedra e para facilitar o assentamento, em nível, dos tijolos da camada suporte.

O meio filtrante será constituído por camada de pedra com várias granulometrias e colocadas de forma que a camada inferior tenha granulometria maior que a camada superior que será coberta por areia grossa.

- Sistema de Drenagem

O sistema de drenagem possui a finalidade de realizar uma boa ventilação para o meio filtrante e o escoamento rápido do líquido drenado.

O sistema de drenagem será constituído por canalizações dispostas abaixo do meio filtrante para recolher o líquido removido do lodo. As canalizações que serão utilizadas para o

NORTE ENERGIA S.A.

escoamento do líquido drenado serão constituídas por tubos de drenos com diâmetro de 100 mm localizados no centro do tanque.

4.1.5.3 Cobertura

Os leitos de secagem poder ser construídos ao ar livre ou cobertos. No caso do povoado de Belo Monte os leitos de secagem serão cobertos devido à grande precipitação na região. A cobertura dos leitos de secagem será feita de lonas transparentes.

4.1.6 Emissário final

Após os decantadores secundários os efluentes serão encaminhados ao emissário final por gravidade. Este por sua vez encaminha por gravidade até o lançamento no rio Xingu.

NORTE ENERGIA S.A.

5. MEMORIAL DE CÁLCULO

A seguir serão apresentados os critérios utilizados no dimensionamento da estação de tratamento de esgoto e do emissário final. O dimensionamento está apresentado na seqüência.

5.1 Estação de tratamento de esgoto

Nos itens a seguir serão apresentados os critérios de projeto e o dimensionamento da estação de tratamento de esgoto.

5.1.1 Critérios de Projeto da Estação de Tratamento de Esgoto

A seguir são apresentados os principais critérios utilizados para o dimensionamento das unidades a seguir.

5.1.1.1 Reator RAFA

Serão utilizados três reatores anaeróbios em paralelo em cada módulo

- Tempo de detenção hidráulica 8 a 10 horas;
- Eficiência média de remoção = 70 %;
- Geração de biogás = 12 litros/ habitantes. dia;
- Taxa de aplicação decantador = < 24 m³/m².dia;
- Produção de lodo = 0,12 Kg SST / Kg DQO.

5.1.1.2 Reator Aerado

Serão empregados dois tanques de aeração em série por módulo, com enchimento plástico.

- A/M (adotado) = 0,18 kg DBO/Kg SSV x dia;
- Concentração de SSV no reator (estimado) = 3,2 kg SSV / m³.

5.1.1.3 Enchimento

- Área superficial (teórica) = 140 m²/m³ x dia;
- Espaço vazio = superior a 95%;
- Peso do enchimento = aproximadamente 50 Kg/m³;
- Peso do enchimento com biomassa = 150 Kg/m³.

NORTE ENERGIA S.A.

5.1.1.4 Decantador Secundário

- Formato: cilíndrico;
- Número de decantadores por módulo: 1 unidade;
- Concentração de ST (na entrada decantador): 0,5 a 1,0 gST/L;
- Taxa de aplicação superficial = $36 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia}$;
- TRH médio na vazão média total = 0,9h.
- Recirculação do lodo
- Taxa de reciclo adotada = mínimo de 60% e máximo de 100 %
- Vazão de reciclo (por "air lift") = mínimo de $14 \text{ m}^3/\text{hora}$ e máximo de $23 \text{ m}^3/\text{hora}$

5.1.2 Dimensionamento da Estação de Tratamento de Esgoto

NORTE ENERGIA S.A.

Inserir planilha de dimensionamento da ETE

NORTE ENERGIA S.A.

NORTE ENERGIA S.A.

NORTE ENERGIA S.A.

NORTE ENERGIA S.A.

NORTE ENERGIA S.A.

NORTE ENERGIA S.A.

NORTE ENERGIA S.A.

NORTE ENERGIA S.A.

NORTE ENERGIA S.A.

NORTE ENERGIA S.A.

NORTE ENERGIA S.A.

NORTE ENERGIA S.A.

NORTE ENERGIA S.A.

NORTE ENERGIA S.A.

NORTE ENERGIA S.A.

5.2 Leitões de secagem

Nos itens a seguir serão apresentados os critérios de projeto e o dimensionamento dos leitões de secagem.

5.2.1 Critérios de Projeto

Para dimensionamento dos leitões de secagem foram utilizados os seguintes critérios:

- Taxa de aplicação de sólidos = até 15 kg SST/m² de área de leito, por ciclo de operação;
- Número de câmeras = no mínimo duas;
- Distância máxima de transporte no interior do leito = 10 m
- Ciclo de operação = 20 dias.
- Altura de carregamento = 0,30 m

5.2.2 Dimensionamento

- Volume de lodo afluyente = 2,21 m³/dia (à 4% de SST)
- Ciclo de operação = 20 dias
- Volume gerado por ciclo

$$(2,21m^3 / dia) * (20dias) = 44,20m^3$$

- Altura do carregamento = 0,30 m
- Área de secagem

$$(44,20m^3)/(0,30m) = 147,33m^2$$

- Taxa de aplicação resultante

$$\frac{(88,40kgSST / dia) * (20dias)}{147,33m^2} = 12,00kgSST / m^2.dia$$

5.3 Emissário Final

Nos itens a seguir serão apresentados os critérios de projeto e o dimensionamento do emissário final.

NORTE ENERGIA S.A.

5.3.1 Critérios de Projeto

A seguir são apresentados os principais critérios utilizados para o dimensionamento do emissário final.

- Tensão trativa mínima: 1 Pascal;
- Relação lâmina líquida e diâmetro da tubulação: $Y/D=0,75$;
- Recobrimento mínimo adotado 1,35 m;
- A máxima velocidade admissível 5,0 m/s;
- Fórmula de Manning adotando-se $\eta = 0,013$;
- Velocidade final deverá ser superior à velocidade crítica;

5.3.2 Dimensionamento

O **Quadro 5.1** apresenta as principais características do emissário final. O dimensionamento do está apresentado no **Anexo 2**.

Quadro 5.1 – Características do Emissário Final

| | |
|----------|--------|
| Material | PVC |
| Diâmetro | 150 mm |
| Extensão | 245 m |

5.4 Estudo de autodepuração

A seguir será apresentado o estudo de autodepuração do Rio Xingu após o lançamento do efluente tratado do povoado de Belo Monte.

5.4.1 Tratamento do Esgoto

A estação de tratamento de esgoto atenderá a resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005 e terá o processo misto anaeróbio-aerado, com RAFA (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente) seguido de filtro aerado submerso. A ETE terá eficiência de 80% de remoção de DBO. O **Quadro 5.2** apresenta as características do efluente da ETE.

NORTE ENERGIA S.A.

Quadro 5.2 – Dados da ETE

| Dados do Efluente | | |
|---------------------------|---------|--------------------------|
| Q efluente | 0,01091 | m ³ /s |
| Carga orgânica | 100,80 | Kg DBO ₅ /dia |
| DBO entrada | 350 | mgO ₂ /L |
| Coli-fecais entrada | 1,0E+07 | NMP/100 ml |
| Dados do Efluente Tratado | | |
| Q efluente | 0,01091 | m ³ /s |
| DBO saída | 70 | mgO ₂ /L |
| Coli-fecais saída | 1.000 | NMP/100 ml |
| OD saída | 0 | mg/L |

5.4.2 Corpo receptor - Rio Xingu

Para a determinação da vazão do rio Xingu foi considerada a condição de vazão reduzida no período de seca após a implantação da UHE Belo Monte, que é de 700 m³/s.

Foi desenvolvido o estudo de autodepuração do efluente no rio Xingu com um trecho de 50 km. As informações relativas ao rio Xingu estão apresentadas no **Quadro 5.3**.

Quadro 5.3 – Dados do Córrego Tijuco Preto

| Dados do Corpo Receptor | | |
|-------------------------|------|---------------------|
| Classe | II | |
| Vazão (Q) | 700 | m ³ /s |
| Concentração de DBO | 0 | mgO ₂ /L |
| Concentração de OD | 8 | mgO ₂ /L |
| Velocidade | 0,26 | m/s |

O **Quadro 5.4** é apresenta a simulação da mistura no lançamento do efluente.

NORTE ENERGIA S.A.

Quadro 5.4 – Resultado da diluição no Rio Xingu

| Eficiências da Estação de Tratamento de Esgoto | | |
|--|-----|---------------------|
| DBO entrada | 350 | mgO ₂ /L |
| DBO saída | 70 | mgO ₂ /L |
| Eficiência | 80 | % |
| Resultado da mistura | | |
| DBO mistura | 2 | mg/L |
| OD mistura | 8 | mg/L |
| Coli- Fecais mistura | 106 | NMP/100 ml |

A **Figura 5.1** e **Figura 5.2** apresentam o perfil da demanda biológica de oxigênio (DBO) e de oxigênio dissolvido (OD) no trecho de 50 km.

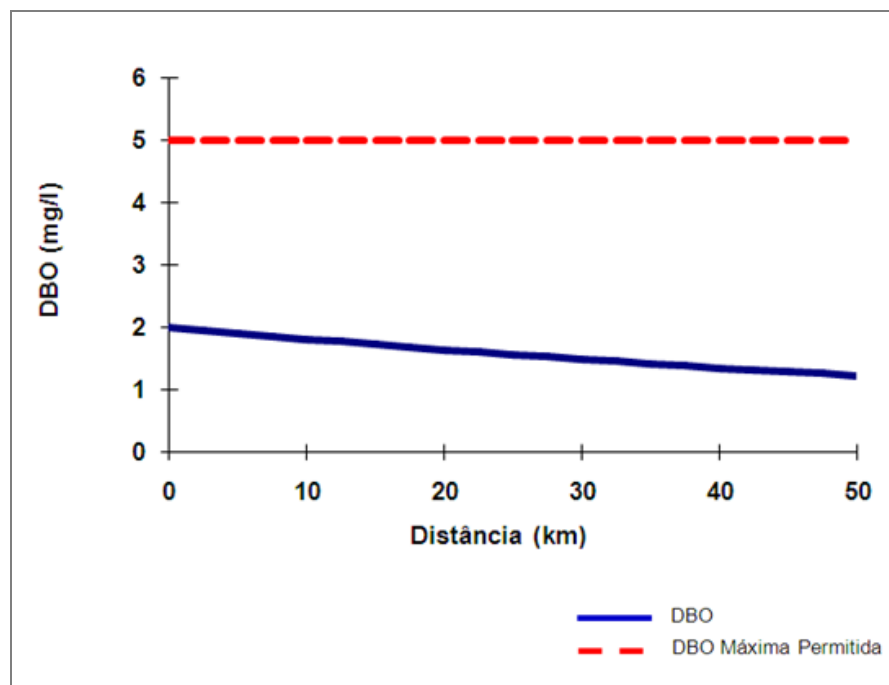


Figura 5.1 – Curva de decaimento da DBO

NORTE ENERGIA S.A.

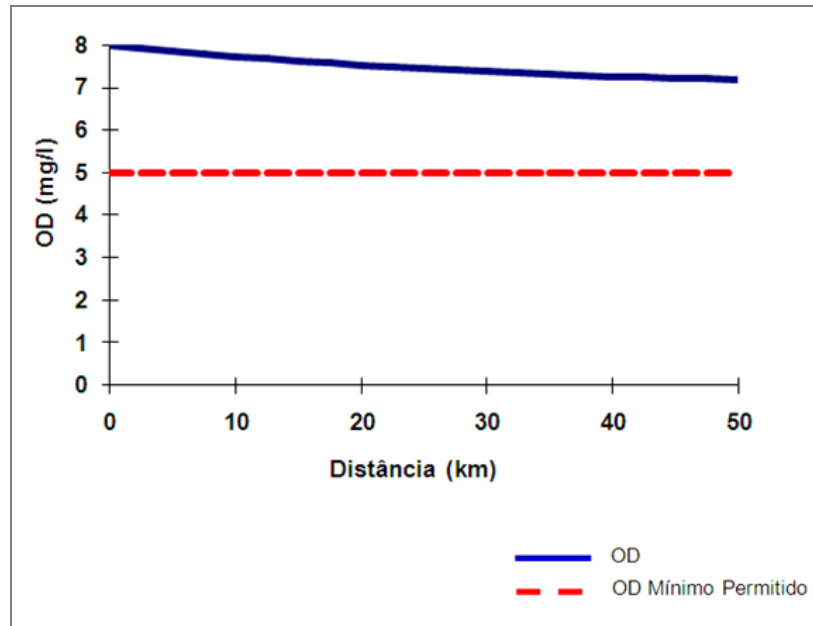


Figura 5.2 – Curva de depleção de oxigênio

Como o Rio Xingu é Classe II, os limites que deverão ser atendidos após a diluição estão apresentados no Quadro 5.5.

Quadro 5.5 – Limites da Classe II

| Parâmetros limites do Corpo D'água | |
|------------------------------------|-------------------|
| Concentração de DBO | < 5 mg/L |
| Concentração de OD mínima | > 5 mg/L |
| Concentração de Coli-fecais | < 1000 NMP/100 ml |

O estudo de diluição está apresentado em anexo. Como pode ser observado no ponto de diluição a DBO está abaixo do nível admitido para a classe do Córrego.

NORTE ENERGIA S.A.

5.4.3 Análise dos Resultados

O estudo foi feito para uma eficiência global de remoção de matéria orgânica de 80%, e remoção de coliformes de 99,99 % através de cloração.

A partir deste estudo, concluímos que a eficiência global do sistema de tratamento de esgoto sanitário atende a diluição no Rio Xingu, quanto à DBO, coliformes e Oxigênio dissolvido. Portanto, pode-se concluir que o lançamento do efluente não altera as características do corpo receptor, Rio Xingu.

NORTE ENERGIA S.A.

6. ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

As especificações técnicas dos materiais foram definidas de acordo com as normas da ABNT. Nos itens a seguir são apresentadas as normas adotadas.

6.1 Tratamento Preliminar

Nos itens a seguir estão apresentados a especificação dos equipamentos que serão implantados no tratamento preliminar.

6.1.1 Peneira Estática - Auto Limpante

- Quantidade: 1 unidade;
- Serviço: gradeamento do esgoto para retenção de sólidos finos;
- Comprimento: 1,2 m;
- Largura: 1,2 m;
- Altura: 1,8 m;
- Material: Aço inoxidável;
- Espaçamento: 1,5 mm (abertura);
- Fornecedor: Arsoldas e similar.

6.1.2 Comporta tipo STOP-LOG

- Quantidade: 4 peças;
- Serviço: Controlar/fechar o fluxo do esgoto;
- Tipo: Stop-log;
- Tamanho: L 40 cm x H 55 cm x e 1 cm;
- Material: Polipropileno ou fibra de vidro com guia;
- Fornecedor: Calderfiber / Sanidro ou similar.

6.1.3 Calha Parshall

- Quantidade: 01 unidade;
- Serviço: Medidor de vazão;
- Tamanho: 3" padrão ABNT;
- Material: Fibra de vidro.

NORTE ENERGIA S.A.

- Objetivo: medidor de vazão para aferir dados e estimativas de projeto.

O **Quadro 6.1** apresenta as características da Calha Parshall.

Quadro 6.1 – Características da Calha Parshall

| Modelo | Comprimento = 914,40 mm | W Polegadas | Vazão (m ³ /h) | | Vazão (L/s) | |
|-----------|-------------------------|-------------|---------------------------|--------|-------------|--------|
| | Largura = 258,76 mm | | Mínima | Máxima | Mínima | Máxima |
| CPF – W 3 | Altura = 609,60 mm | 3 | 3,060 | 193,70 | 0,85 | 53,80 |

Acoplado na entrada da calha Parshall deverá ser instalado medidor de vazão do tipo ultrasom.

6.2 Reatores Anaeróbios RAFA - para cada módulo

- Numero de tanques: 6 tanques em paralelo
- Formato: Cilíndrico roto moldado.
- Material de construção: Plástico PEAD - branco
- Fabricante: Polyprocess
- Diâmetro: 2,8 m
- Altura de Líquido: 5,00 m
- Altura Total: 5,60 m
- Diâmetro da tampa visita: 0,6 m
- Sistema de fechamento hermético para captação do biogás

6.3 Reatores Aeróbios de Leito Fixo - para cada módulo

- Numero de tanques: 2 tanques
- Formato: Cilíndrico rotomoldado.
- Material de construção: Plástico PEAD - branco
- Fabricante: polyprocess
- Diâmetro: 2,80 m
- Altura Útil: 4,50 m

NORTE ENERGIA S.A.

- Altura Total: 4,80 m
- Diâmetro da tampa visita: 0,6 m
- Sistema de fechamento não hermético

6.4 Enchimento Plástico

O enchimento plástico adotado é do tipo aleatório, composto de pedaços de tubos tipo corrugados de PEAD, e possui as seguintes características:

- Diâmetro interno: 60 a 70mm
- Área superficial: 140 m²/m³ x dia
- Espaço vazio: superior a 95%
- Peso do enchimento: aproximadamente 50 Kg/m³
- Peso do enchimento com biomassa: 150 kg/m³
- Comprimento médio: 55 a 65 mm
- Altura de enchimento plástico no reator: 4,60 m

6.5 Decantador Secundário – para cada módulo

Dimensões do decantador:

- Formato: cilíndrico
- Numero de decantadores: 3 unidades
- Concentração de ST(na entrada decantador): 0,5 a 1,0 gST/L
- Diâmetro: 2,80 m
- Altura total: 4,80 m
- Altura útil: 4,00 m
- Altura seção cilíndrica: 1,60 m
- Altura seção cônica: 1,55 m
- Inclinação dos Poços: 53°
- Número de poços: 1
- Diâmetro da seção inferior do poço: 0,50 m

NORTE ENERGIA S.A.

6.6 Comando Elétrico

O comando elétrico possui proteção elétrica, através da utilização de fusíveis, para proteção da rede de alimentação e relé térmico para proteção dos motores.

Todos os comandos elétricos serão ligados ao grupo gerador, localizado na casa de máquina, inclusive o sistema de iluminação.

6.7 Tubulações

Para a interligação das unidades (tubos de passagem) deverão ser utilizados tubos de PVC com diâmetro conforme desenho ou também tubo de PEAD.

Para o emissário final deverão ser utilizados tubos de PVC com diâmetro conforme o desenho.

6.8 Sistema Queimador de Biogás

O sistema de coleta e queima do biogás é composto por:

- Tubulações de captação no topo de cada reator;
- Válvulas de Alívio de Pressão e Vácuo;
- Coletor de gás dos reatores até o queimador;
- Queimador de biogás tipo flare;
- Peças e acessórios complementares.

6.9 Grupo Gerador

- Grupo gerador diesel Stemac, para funcionamento singelo, quadro de comando automático, acessórios, com chave de transferência;
- Localização: Casa de máquina;
- Potência gerada 40/32 kVA (intermitente/contínuo) - Fator de potência 0,8;
- Tensão gerada 220/127V - 60Hz –TRIFÁSICA;
- Motor Diesel Marca MWM, injeção direta de combustível;
- Marca MWM - Modelo 6.10T, 6 cilindros em linha;
- RPM 1800 rpm - Potência 60CV em emergência;

NORTE ENERGIA S.A.

- Refrigeração Líquida com radiador, ventilador e bomba centrífuga
- Sistema de proteção contra alta temperatura d'água e baixa pressão do óleo
- Gerador Síncrono, Brushless, especial para cargas deformantes, com regulador eletrônico de tensão
- Quadro de comando Tipo microprocessado, com supervisão de rede, partida, parada e chave de transferência automática TETRAPOLAR
- Funcionamento Manual/automático/teste
- Base GMC, incluindo as interligações elétricas
- Sistema de força formado por par de contatores eletromagnéticos, tetrapolares, com capacidade de 550A, para transferência de carga, montado em caixa separada
- Acessórios: 1 Bateria chumbo-ácido 150Ah; 1 Silenciador tipo industrial (entrada e saída de 4"); 1 Segmento elástico; 1 Tanque para combustível em polietileno com capacidade de 125L; 1 Conjunto de manuais técnicos

6.10 Compressor De Ar

- N.º de compressores: 2 unidades;
- Localização: Casa de máquina;
- Marca: Premaq ou similar
- Tipo (modelo): SE 55
- Vazão de ar máxima: 395 m³/h
- Pressão: 0,42 Kgf/cm²
- Rotações do motor: 2.000 rpm
- Potência do motor: 7,5 CV
- Fases: 3 fases
- Ciclos: 60 Hz
- Tensão: 220/380 V

NORTE ENERGIA S.A.

7. CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DA OBRA

A seguir é apresentado o cronograma de implantação das obras do povoado de Belo Monte.

| Item | Obras | Prazo Estimado | | | | | |
|------|-----------------|----------------|--|-------|--|-------|--|
| | | Mês 1 | | Mês 2 | | Mês 3 | |
| 1 | ETE | | | | | | |
| 2 | Emissário Final | | | | | | |

NORTE ENERGIA S.A.

8. RELAÇÃO DE DESENHOS

No **Quadro 8.1** está apresentada a relação de documentos do Projeto da Estação de Tratamento de Esgoto do povoado de Belo Monte.

Quadro 8.1 – Relação de Documentos

| Nº documento | Título |
|------------------|---|
| GE-10-024-RT-150 | RELATÓRIO TÉCNICO – TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DO EFLUENTE |
| GE-10-024-A1-151 | ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - IMPLANTAÇÃO |
| GE-10-024-A1-152 | FLUXOGRAMA DE PROCESSO |
| GE-10-024-A1-153 | PERFIL HIDRÁULICO DO SISTEMA DE TRATAMENTO |
| GE-10-024-A1-154 | TRATAMENTO PRELIMINAR E CASA DE MÁQUINAS – PLANTAS E CORTES |
| GE-10-024-A1-155 | REATOR ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE – PLANTAS, CORTES |
| GE-10-024-A1-156 | TANQUE DE AERAÇÃO, DECANTADOR E CENTRÍFUGA – PLANTAS, CORTES |
| GE-10-024-A1-157 | EMISSÁRIO FINAL – PLANTA DE CAMINHAMENTO |

NORTE ENERGIA S.A.

9. ANEXO 1

9.1 Manual de Operação do Sistema

9.1.1 Objetivo

O objetivo deste anexo é apresentar o Manual de operação do Projeto de Tratamento de Esgotamento Sanitário, referente ao povoado de Belo Monte.

O Projeto foi elaborado de acordo com as normas da ABNT. Nos itens subseqüentes serão apresentados o manual de operações contendo:

- Operação do Sistema; e
- Plano de Controle do Sistema.

9.1.2 Operação do Sistema

O programa de limpeza e operação das unidades de tratamentos de esgotos visa fornecer informações para que o sistema opere de forma adequada e eficiente.

Foram previstos pontos de água, distribuídos pela área da ETE, para facilitar o serviço de limpeza e manutenção do local.

9.1.3 Pré-Tratamento

- Gradeamento

A limpeza das grades deverá ser feita será manual e efetuada a cada período de 7 dias, sendo que em função da quantidade de material retido este tempo poderá ser diminuído.

- Caixa de Areia

São previstas duas unidades de caixa de areia para poder isolar uma unidade para a limpeza, enquanto a outra é colocada em funcionamento.

Para evitar odores na caçamba, pelo material orgânico contido, recomendamos a adição de CAL, sobre a massa de sólidos.

Recomenda-se que a cada período de seis meses seja efetuada a limpeza completa da caixa de areia, com remoção total de todo o material.

Na caçamba metálica deverá ser jogada certa quantidade de cal, toda vez que se realizar a operação de descarte de sólidos de modo a evitar a formação de odores.

9.1.4 Calha de Distribuição

Apos o pré-tratamento a corrente de esgoto é encaminhada para uma caixa com capacidade de divisão em duas correntes, respectivamente correntes iguais para os dois módulos de

NORTE ENERGIA S.A.

tratamento. A calha de distribuição é um dispositivo que permite a regulação da vazão para cada uma das caixas de distribuição para o RAFA.

Semanalmente deve-se verificar nas caixas de distribuição secundárias a entrada dos oito tubos que descem ao fundo do tanque, caso seja percebido entupimento, este deverá ser desobstruído com um arame flexível, ou mangueira de água.

9.1.5 Reator Anaeróbio

Para a devida análise do comportamento do reator anaeróbio deve ser feito um acompanhamento semanal em alguns pontos e um acompanhamento mensal em todos os pontos de amostragem de lodo, traçando-se um perfil da evolução do manto de lodo dentro do reator ao longo do tempo.

A verificação da necessidade de remoção de lodo pode ser facilmente identificada através da simples observação do aspecto do esgoto na saída do reator. Este se deve apresentar livre de partículas sólidas. Caso se verifique a existência das mesmas deve-se verificar a altura do manto de lodo, no interior do RAFA, através dos pontos de amostragem.

Quando se detectar presença de manto de lodo no ponto de amostragem superiores (altura de 2,0 metros) deve-se realizar a retirada de parte do lodo.

Com relação ao lodo acumulado no reator anaeróbio, este será retirado, quando o sistema estiver em carga. Esta operação deve ser efetuada, abrindo-se os registros localizados no fundo do reator, um de cada vez, enviando o lodo ao desaguamento, operação prevista só a partir da constatação do acúmulo de lodo.

A retirada do excesso de lodo acumulado no fundo do reator anaeróbio deve ser efetuada através de tubo instalado para remoção de lodo do RAFA.

É importante ressaltar que a presença do manto de lodo no interior do RAFA é essencial a seu funcionamento e, portanto nunca se deve retirar todo o lodo do interior do tanque, mantendo sempre no mínimo 0,5 metro de altura de lodo.

Deve-se tomar extremo cuidado com o gás formado e acumulado na parte superior do reator, pois, além de ser combustível, provoca asfixia, portanto jamais deverá ocorrer entrada de pessoas no reator anaeróbio sem ventilação prévia.

9.1.6 Reator Aerado

O reator aerado é a unidade do sistema de tratamento que requer a maior atenção do operador.

NORTE ENERGIA S.A.

Sob condições normais de operação, as tarefas do operador, mais comuns são as de inspecionar visualmente a movimentação do enchimento e do líquido, a recirculação de lodo, a coloração do esgoto no reator aerado, coletar amostras e efetuar análises de rotina.

O controle operacional e a injeção de ar no reator aerado serão feitos a partir dos rotômetros instalados da casa de máquina.

As alterações da vazão, carga de DBO₅, temperatura ou a composição do esgoto, pode influenciar na eficiência do sistema, portanto qualquer alteração significativa das condições operacionais do tanque de aeração deve ser registrada para verificação posterior de técnicos especializados.

9.1.7 Decantador Secundário

O decantador é responsável pela separação das fases líquido/sólido. Em regime de operação normal, o líquido deve verter continuamente do reator aerado para o decantador.

De todo lodo retido no decantador, metade retornará para o reator aerado (recirculação) e a outra metade será descartada para a elevatória de esgoto e desta para o reator anaeróbio.

O reciclo e o descarte do lodo é controlado pelos registros localizados na parte superior do decantador.

A taxa de recirculação de lodo não é muito importante para o sistema com leito fixo, portanto não há um controle rígido da vazão de reciclo e descarte de bactérias (lodo).

Deverá ser determinado os sólidos sedimentáveis na entrada e saída do decantador para verificação da eficiência de funcionamento.

Deverá ser observado na superfície do líquido diariamente a presença de lodo flutuante, que deve ser colhido e observado com atenção, pois suas características são importantes para controle do tanque de aeração.

Verificar se as bombas de recirculação (sistema “air lift”) estão operando adequadamente.

Controlar a entrada de ar no sistema “air lift” de modo a manter o recalque do lodo. A sucção do lodo é realizada na forma de pulsos.

É importante efetuar-se a recirculação do lodo, para que não haja acúmulo no decantador, o que certamente acarretará condições anaeróbias, prejudicando sensivelmente o funcionamento da unidade.

Diariamente deverá ser removida a espuma formada na superfície do decantador, empregando-se uma tubulação com air lift, que direciona o material para o primeiro tanque de aeração.

NORTE ENERGIA S.A.

9.1.8 Desaguamento do Lodo

O lodo digerido proveniente do RAFA será encaminhado para o tanque de lodos e posteriormente para os leitos de secagem. Para que o sistema tenha um bom desempenho operacional, deve-se considerar e verificar sempre os seguintes aspectos operacionais: - características do lodo; - condicionamento (preparo) do lodo; e ajustes mecânicos nos equipamentos.

9.1.9 Leitos de Secagem

A operação dos leitos de secagem devem seguir as tarefas listadas abaixo.

○ Carregamento dos leitos de secagem

As camadas de lodo descarregadas nos leitos de secagem não devem ser superiores a 0,30 m de altura. Os leitos ocupados com o lodo e ainda sujeitos a operação de limpeza não devem ser utilizados para novas cargas.

○ Remoção do lodo seco

O lodo é considerado seco quando possui boas qualidades para remoção e transporte, isto é, quando a unidade do lodo atinge em torno de 70% e o teor de sólidos de 30%.

○ Limpeza da camada suporte

Após a remoção do lodo seco é necessária uma limpeza cuidadosa antes de dar nova carga de lodo. A limpeza da camada suporte de tijolo deverá seguir a seqüência abaixo:

- Varrer o material remanescente da remoção do lodo seco e retirar também a areia agregada ou removida durante a operação de retirada do lodo.
- Limpar as juntas entre os tijolos para remoção de lodo seco
- Remover possíveis vegetações desenvolvidas entre as juntas dos tijolos
- Recompor ou nivelar os tijolos ou areia
- Manter o leito limpo sem a utilização durante o mínimo de 3 dias.

9.2 Plano de Controle do Sistema

Para que a ETE atinja seus objetivos, é necessário que seja desenvolvido um acompanhamento analítico do sistema que fornecerá ao operador as diretrizes necessárias para o desenvolvimento e otimização da operação além de avaliar a eficiência da estação de tratamento dos esgotos sanitários.

NORTE ENERGIA S.A.

Para caracterização analítica, os parâmetros deverão ser analisados, conforme tabela abaixo. O **Quadro 9.1** apresentado a seguir, propõe uma programação de monitoramento. A frequência e o número de parâmetros avaliados poderão ter sua frequência aumentada ou reduzida, dependendo da necessidade ao longo do período do ano.

Com esta programação de análises será possível verificar o desempenho e eficiências de remoção de carga orgânica, coliformes e outros parâmetros de processo.

Determinações de vazões afluentes, oxigênio dissolvido, pH, temperatura e sólidos sedimentáveis, devem ser feitas diariamente e passadas em um boletim diário de operação da estação.

Quadro 9.1 – Plano de Parâmetros e Frequência de Análises Físico-Químicas

| Frequência | Parâmetros | Esgoto Bruto | Saída do RAFA | Efluente Final |
|------------|-----------------------------|--------------|---------------|----------------|
| Diária | Vazão (m ³ /dia) | X | | |
| | SS (mL/L) | | X | X |
| Mensal | DBO (mg/L) | X | | X |
| | DQO (mg/L) | X | | X |
| | Óleos e Graxas | X | | X |
| | Coliformes Fecais | X | | X |

As amostras que forem coletadas para serem enviadas ao laboratório especializado devem ser colhidas com critério para que representem as condições médias do fluxo.