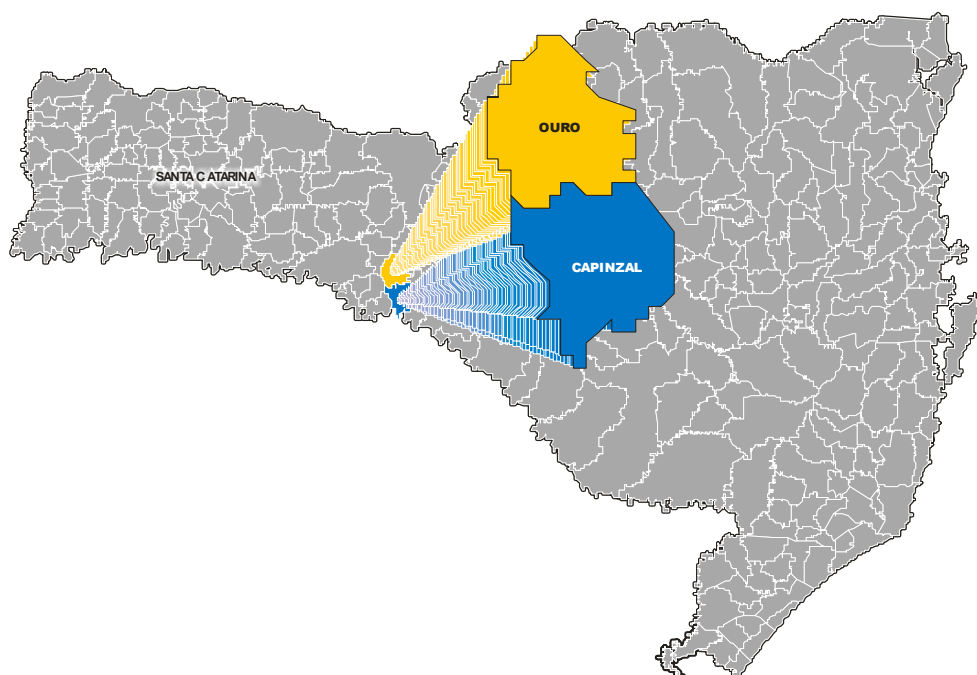




**SERVIÇO INTERMUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO  
PREFEITURA DE OURO – SC**



**PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA DO SISTEMA DE  
ESGOTO SANITÁRIO PARA A SEDE DO MUNICÍPIO DE  
OURO – SC**

**RELATÓRIO VIII – VOLUME I – C**

JULHO DE 2008



## ÍNDICE ANALÍTICO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>5</b>
1.1	PROJETO	5
1.2	ÁREA DE ESTUDO DO PROJETO	5
1.3	POPULAÇÃO ATENDIDA	5
1.4	METODOLOGIA UTILIZADA	5
1.5	ESCOPO DO RELATÓRIO	6
1.6	CÓDIGO DO PROJETO	6
<b>2</b>	<b>CONSULTOR</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>PROJETO</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>MEMORIAL DO PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA</b>	<b>10</b>
5.1	REDE COLETORA	10
5.1.1	MATERIAL DAS TUBULAÇÕES	11
5.1.2	COEFICIENTE DE RUGOSIDADE	12
5.1.3	DIÂMETRO MÍNIMO DOS COLETORES	12
5.1.4	PROFUNDIDADE MÍNIMA E MÁXIMA	13
5.1.5	TENSÃO TRATIVA	13
5.1.6	DECLIVIDADE MÍNIMA E MÁXIMA	14
5.1.7	VELOCIDADE CRÍTICA	14
5.1.8	POÇO DE VISITA	14
5.2	INTERCEPTORES POR GRAVIDADE	15
5.3	ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS & LINHAS DE RECALQUE	15
5.3.1	GRADEAMENTO	17
5.3.2	POÇO DE SUCCÃO	18
5.3.3	CONJUNTO MOTO-BOMBA	20
5.3.4	LINHAS DE RECALQUE	22
5.3.4.1	DIÂMETRO ECONÔMICO	22
5.3.4.2	PEÇAS ESPECIAIS	23
5.3.4.3	POTÊNCIA DO CONJUNTO MOTO-BOMBA	24
5.4	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO	25
5.4.1	TRATAMENTO PRELIMINAR	25
5.4.1.1	GRADEAMENTO	25
5.4.1.2	DESARENADOR	26
5.4.1.3	MEDIDOR DE VAZÃO	26
5.4.2	DESINFECÇÃO	26
5.4.3	DESIDRATAÇÃO DO LODO	27
5.5	EMISSÁRIO	29
5.6	OBRAS ESPECIAIS	30



---

5.6.1	<i>TRAVESSIA DE SANGAS E PONTES</i>	<u>30</u>
6	<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	<u>31</u>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 5.1 – Bacias e sub-bacias de Esgotamento da área urbana de Capinzal e Ouro.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 5.2 – Concepção das bacias de esgotamento e elevatórias do SES.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 5.3 – Terreno para locação da EEE A-1 (Rua Raimundo Bernardi) .....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 5.4 – Terreno para locação da EEE A-2 (Rua 7 de Abril) .....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 5.5 – Terreno para locação da EEE A-3 (Rua Governador Jorge Lacerda) .....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 5.7 – Desenho esquemático do sistema com duas bombas (1 bomba + 1 reserva).....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 5.8 – Princípio de funcionamento da desidratação por centrifugação (ANDRITZ, 2007).....</i>	<i>28</i>

## ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 5.1 - Materiais de tubulações de esgoto.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 5.2 - Rugosidade e dos tubos em metros .....</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 5.3 – Bacia e sub-bacias e suas respectivas estações elevatórias e linhas de recalque.....</i>	<i>22</i>



**SERVIÇO INTERMUNICIPAL  
DE ÁGUA E ESGOTO**



**MUNICÍPIO DE  
OURO**

## **1 APRESENTAÇÃO**

### **1.1 PROJETO**

Projeto Básico de Engenharia do Sistema de Esgotamento Sanitário para a sede do município de Ouro - SC.

### **1.2 ÁREA DE ESTUDO DO PROJETO**

Sede do município de Ouro, localizado na Região Meio-Oeste do Estado de Santa Catarina

### **1.3 POPULAÇÃO ATENDIDA**

<b>População atendida</b>	<b>Início do plano de projeto (2006)</b>	<b>Final do Plano de Projeto (2031)</b>
Ouro	4.852	10.845
Total	4.852	10.845

### **1.4 METODOLOGIA UTILIZADA**

O projeto do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) para a sede do município de Ouro está calcado em preceitos e técnicas indicadas para projetos de sistemas de esgotamento sanitário, considerando os padrões da Autarquia Intermunicipal prestadora dos serviços local e nas seguintes normas técnicas brasileiras (NBR): NBR 9.648 - Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário; NBR 9.800 - Critério para o lançamento de Efluentes Líquidos Industriais no Sistema Coletor Público de Esgoto Sanitário; NBR 9.649 - Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário; NBR 12.207 - Projeto de Interceptores



de Esgoto Sanitário; NBR 12.208 - Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário e NBR 12.209 - Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário.

### **1.5 ESCOPO DO RELATÓRIO**

- ✓ Memorial Descritivo e Justificativo;
- ✓ Especificações detalhadas das obras civis, dos equipamentos e materiais;
- ✓ Estagiamento de implantação de obras;
- ✓ Planejamento e controle da qualidade da operação do sistema de esgotos;
- ✓ ART do Projeto.

### **1.6 CÓDIGO DO PROJETO**

- SIMAE CAPINZAL/OURO – *CAO/41/2006*
- SANETAL ENGENHARIA E CONSULTORIA – *Pj\_001-2007*
- REVISÃO DO PROJETO - C



## 2 CONSULTOR



**SANETAL** – Engenharia e Consultoria  
em Saneamento e Meio Ambiente Ltda.

Endereço: Rua Heriberto Hülse, 70 sala 01 – Barreiros – São José – SC.

CNPJ: 04.779.656/0001-05

CREA N°.: 059026-3

Representante Legal: ADRIANO AUGUSTO RIBEIRO

Responsável Técnico pelo Projeto Básico e Equipe Técnica

Adriano Augusto Ribeiro

CREA n°: 051422-6

Equipe Técnica de Trabalho:

Adriano Augusto Ribeiro	Eng.º Sanitarista e Ambiental, MSC.
Flávia Andréa da Silva Cabral	Eng.º Sanitarista e Ambiental, MSC.
Euclides Ademir Espíndola	Eng.º Sanitarista e Ambiental
Cristina Kirchner de Azevedo	Eng.º Sanitarista e Ambiental
Alexandre Robert Amaro	Eng.º Sanitarista e Ambiental
Sebastian Rosenfeldt	Eng.º de Processos
Jairson J. S. Varela	Engenharia Sanitária e Ambiental
Nayla Motta Campos Libos	Engenharia Sanitária e Ambiental
Clesio Leonel Hossa	Engenharia Sanitária e Ambiental





### **3 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Por meio do Processo Licitatório n° CAO/0321/2006, Tomada de Preços n° CAO/02/2006 e Contrato n° CAO/41/2006 do SIMAE de Capinzal e Ouro, a empresa SANETAL ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE LTDA., ficou responsável pelo *Estudo Técnico Preliminar e Projeto Básico de Engenharia* do sistema público de esgoto sanitário da sede do município de Ouro.

O presente documento, denominado de “Projeto Básico de Engenharia do SES da região sede do município de Ouro”, tem como objetivo apresentar o memorial descritivo e justificado de todos os dados e elementos do respectivo projeto.





## **4 PROJETO**

O projeto do Sistema Público de Esgotamento Sanitário (SES) para a sede do município de Ouro é dividido em ESTUDO TÉCNICO PRELIMINAR e PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA.

O ESTUDO TÉCNICO PRELIMINAR será composto por LEVANTAMENTO DE DADOS; ESTUDOS DEMOGRÁFICOS; PLANEJAMENTO DA ÁREA, CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO; DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE CONTRIBUIÇÃO E DAS CARGAS; ESTUDO DO CORPO RECEPTOR; ESTUDO DO PROCESSO DE TRATAMENTO; PROPOSITURA DE ALTERNATIVAS; ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ALTERNATIVAS E ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL E DE VIZINHANÇA, conforme o Termo de Referência Específico.

O PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA será composto por MEMORIAL DESCRITIVO E JUSTIFICATIVO; MEMORIAL DE CÁLCULO DO PROJETO; ESPECIFICAÇÕES DETALHADAS DAS OBRAS CIVIS, DOS EQUIPAMENTOS E MATERIAIS; ORÇAMENTO DETALHADO; REVISÃO DA OTIMIZAÇÃO DAS ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO; ELABORAÇÃO DE DESENHOS E DEMAIS PEÇAS GRÁFICAS; PLANEJAMENTO E CONTROLE DA QUALIDADE DA OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTOS; MANUAL DE OPERAÇÃO; PROJETO DE SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA, LICENÇA AMBIENTAL e ART DO PROJETO, conforme o Termo de Referência Específico.

## 5 MEMORIAL DO PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA

### 5.1 REDE COLETORA

O sistema de coleta de esgoto sanitário a ser implantado no município de Ouro foi delineado a partir do mapa cadastral e levantamentos topográficos disponibilizados pelo SIMAE, sendo que o seu dimensionamento foi elaborado com base nos parâmetros e critérios definidos no Estudo Técnico Preliminar.

O sistema de coleta está dividido em uma bacia de esgotamento, num total de 04 sub-bacias de esgotamento, conforme apresentado na Figura 5.1 a seguir.

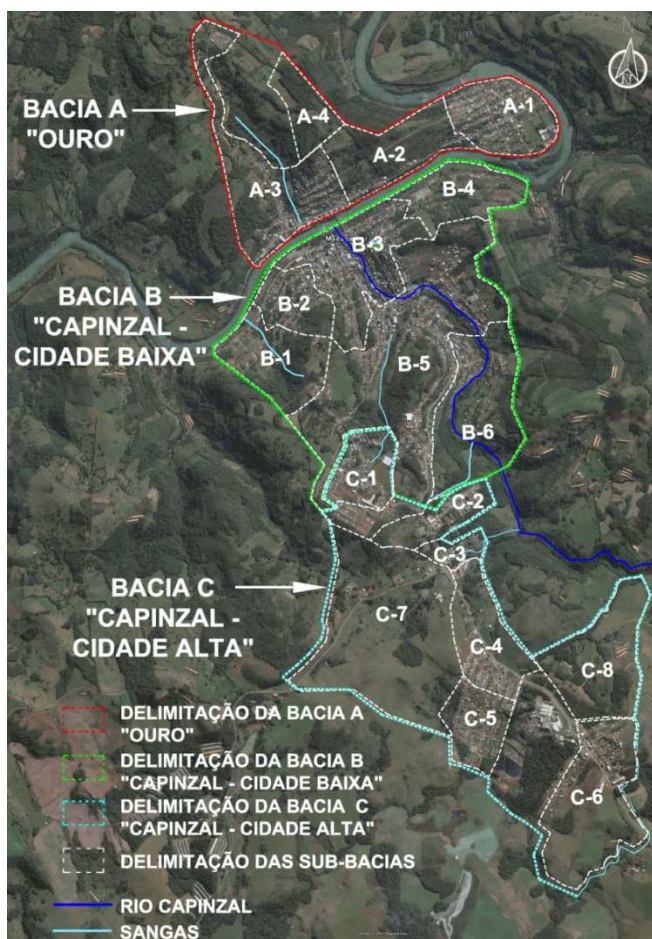


Figura 5.1 – Bacias e sub-bacias de Esgotamento da área urbana de Capinzal e Ouro

Para o dimensionamento hidráulico da rede coletora adotou-se como base os critérios estabelecidos na NBR 9.649 (1986), relacionados a seguir:

- Escoamento em regime uniforme e permanente;
- Diâmetro mínimo igual a 150 mm;
- Tensão trativa média para vazão inicial mínima igual a 1,0 Pa;
- A declividade de cada trecho da rede coletora não deve ser inferior à mínima admissível calculada;
- A declividade tem que ser inferior à declividade que resulta na velocidade final  $v_f = 5$  m/s;
- A lâmina d'água máxima para vazão final é igual a 75 % do diâmetro do coletor.

### **5.1.1 MATERIAL DAS TUBULAÇÕES**

Para uma escolha criteriosa do material das tubulações devem ser estudados os seguintes fatores:

- Facilidade de transporte
- Disponibilidade de diâmetros necessários
- Custo do material, transporte e assentamento.
- Resistência a cargas externas
- Resistência à abrasão e ao ataque químico

Segundo TSUTIYA (2000), os materiais mais utilizados em sistemas de coleta e transporte de esgoto têm sido o tubo cerâmico, concreto, plástico, ferro fundido e aço; para linhas de recalque tubos de ferro fundido e aço. Os diâmetros e comprimentos disponíveis são apresentados na Tabela 5.1

**Tabela 5.1 - Materiais de tubulações de esgoto**

Aplicação		Diâmetro nominal em mm	Comprimento nominal em mm
Tubo cerâmico	Rede coletora	75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 375, 400, 450, 500 e 600	600, 800, 1.000, 1.250, 1.500 e 2.000
Tubo de Concreto (NBR 8.890)	Coletor-tronco, interceptor, emissário	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1.000, 1.100, 1.200, 1.500, 1.750 e 2.000	-
Tubo de Concreto (NBR 8.889)	Rede coletora	200 a 1.000 (simples) e 400 a 2.000 (armado)	-
Tubo de PVC	Rede coletora, Ramal predial	100, 150, 200, 250, 300, 350 e 400 mm	6.000
Tubo de ferro fundido	Linha de recalque, travessias aéreas, passagem sob rios, cargas extremamente altas	100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1.000 e 1.200	6.000
Tubo de aço	Esforços elevados sobre a linha	150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1.000, 1.100 e 1.200	-

Fonte: TSUTIYA (2000)

### 5.1.2 COEFICIENTE DE RUGOSIDADE

O coeficiente de rugosidade afeta de maneira direta o dimensionamento das redes coletoras de esgoto, dependendo do diâmetro, da forma e do material da tubulação, da altura da lâmina da água e das características de esgoto [TSUTIYA, 2000]. Tem sido normalmente utilizado em escoamento de esgoto o valor de 0,013.

**Tabela 5.2 - Rugosidade e dos tubos em metros**

Material	Tubos novos
Cerâmico	0,013
Concreto	0,013
Ferro fundido com revestimento	0,012
Ferro fundido sem revestimento	0,013
PVC	0,010

Fonte: TSUTIYA (2000)

### 5.1.3 DIÂMETRO MÍNIMO DOS COLETORES

A norma ABNT 9.649 estabelece, devido às condições específicas para o dimensionamento hidráulico, que os diâmetros devem ser os previstos nas normas e especificações brasileiras relativas aos diversos materiais, não sendo inferior a 100 mm.

#### **5.1.4 PROFUNDIDADE MÍNIMA E MÁXIMA**

A exigência devido à profundidade mínima ocorre tendo em vista as condições de recobrimento mínimo, que é necessário para a proteção da tubulação. Assentado no leito no passeio, o recobrimento da tubulação não deve ser inferior a 0,65 m, já no leito da via de tráfego não inferior a 0,90 m (TSUTIYA, 2000).

A determinação do subsolo é indispensável, para reconhecer maiores dificuldades pela presença de rochas, solos de baixa resistência ou de lençol freático, que poderiam limitar as profundidades máximas.

Segundo TSUTIYA (2000), as profundidades máximas dos coletores, quando assentadas nos passeios não devem ultrapassar o limite de 2,0 a 2,5 m, dependendo do tipo de solo. TSUTIYA (2000) consta, que as profundidades máximas das redes de esgotos normalmente não ultrapassam 3,0 a 4,0 metros.

A norma ABNT 9.649 estabelece que a rede coletora não deve ser aprofundada para atendimento de economia com cota de soleira abaixo do nível da rua. Se o atendimento for considerado necessário, devem ser estudados, a conveniência do aprofundamento dos trechos a jusante e outras soluções.

#### **5.1.5 TENSÃO TRATIVA**

A tensão trativa crítica é definida como uma tensão mínima necessária que evita a deposição de materiais sólidos nos condutos e permite assim a autolimpeza.

Segundo a norma ABNT 9.649, a tensão trativa de cada trecho da rede coletora deve ser verificado para a vazão inicial e um coeficiente de Manning igual a 0,013, sendo o valor mínimo admissível igual a 1,0 Pa. Para que a tensão trativa seja maior, deve ser garantida a declividade mínima.

Para interceptores, a norma ABNT 12.207 recomenda a tensão trativa de 1,5 Pa, tendo em vista a proteção contra ácido sulfúrico, que poderia ser gerado no caso de tempos de detenção elevados (TSUTIYA, 2000).

### 5.1.6 DECLIVIDADE MÍNIMA E MÁXIMA

Segundo a norma ABNT 9.649, a declividade de cada trecho da rede coletora não deve ser inferior à mínima admissível, calculada através da seguinte equação:

$$I_{\min} = 0,0055 \cdot Q_i^{-0,47},$$

onde:

$I_{\min}$  - Declividade mínima em m/m;  
 $Q_i$  - Vazão inicial em l/s.

A máxima declividade é definido através da norma ABNT 9.649, por apresentar uma velocidade de escoamento igual a 5 m/s. Ela pode ser obtida pela seguinte expressão:

$$I_{\max} = 4,65 \cdot Q_f^{-0,67},$$

onde:

$I_{\max}$  - Declividade máxima em m/m;  
 $Q_f$  - Vazão final em l/s.

### 5.1.7 VELOCIDADE CRÍTICA

Segundo TSUTIYA (2000), a velocidade crítica  $V_c$  em redes coletores é calculada por:

$$V_c = 6 \cdot \sqrt{g \cdot R_H},$$

onde:

$g$  - aceleração da gravidade em  $m^2/s$ ;  
 $R_H$  - Raio hidráulico para a vazão final em m.

### 5.1.8 POÇO DE VISITA

Como poço de visita entende-se o órgão que permite acesso de pessoas e equipamentos para manutenção. Utiliza-se poços de visita no início de coletores, nas mudanças de direção, de declividade, de diâmetro e de material, na reunião de coletores e onde há degraus e tubos de queda (TSUTIYA, 2000). A distância entre os poços de visita não deve ultrapassar 100 metros, para que se possa alcançar a rede coletora com instrumentos de limpeza.

## 5.2 INTERCEPTORES POR GRAVIDADE

De acordo com a norma NBR 12.227 (1992), interceptores são canalizações cuja função principal é receber e transportar o esgoto sanitário coletado, e caracterizado pela defasagem das contribuições, da qual resulta o amortecimento das vazões máximas. Interceptores são geralmente canalizações de grande porte (NETTO, 2002).

Para este projeto determinou-se como 0,90 m o recobrimento mínimo dos interceptores, visando à proteção mecânica dos condutos e evitando assim, futuros problemas. Por outro lado, evitam-se grandes profundidades, que seria economicamente inviável principalmente em termos de escavação. Para a profundidade máxima das valas, procurou-se limitar como sendo 6,0 m.

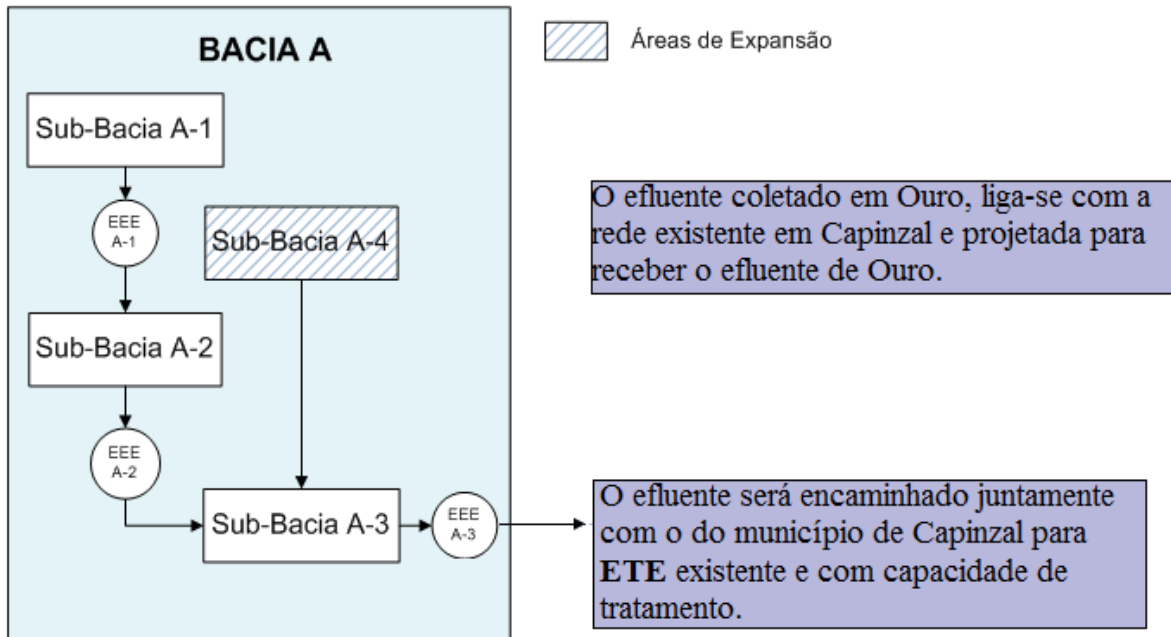
## 5.3 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS & LINHAS DE RECALQUE

Estações Elevatórias de Esgotos (EEE) são instalações construídas e equipadas de forma a transportar o esgoto do nível do poço de sucção das bombas ou de chegada até o nível de descarga na saída do recalque, acompanhando aproximadamente as variações da vazão afluyente (NBR 12.208/92).

Conforme apresentado anteriormente, o sistema de esgotamento sanitário dos município de Ouro uma bacia dividida em sub-bacias da seguinte forma: Bacia A (A1, A-2, A-3, A-4), localizadas no município de Ouro;

De acordo com o fluxograma da concepção da bacia e sub-bacias de esgotamento, apresentados na Figura 5.2, o sistema de coleta de esgoto contará com 03 estações de recalque, localizadas no município de Ouro.

A estação A-4, que receberá os efluentes da Sub-Bacia A-4, não foram dimensionadas neste projeto, sendo relacionada às áreas de expansão.



**Figura 5.2 – Concepção das bacias de esgotamento e elevatórias do SES**

A estação elevatória EEE-A1, localizada na Rua Raimundo Bernardi, recebe o esgoto proveniente da sub-bacia A-1 bombeando-o para o PV 220, na sub-bacia A-2. A estação elevatória EEE-A2 localiza-se na Rua 7 de Abril, recebe o esgoto da sub-bacia A-2 e eleva o mesmo ao PV 316, na sub-bacia A-3. A sub-bacia A-3 recebe ainda o esgoto da sub-bacia A-4 (área exclusiva de expansão), no PV384, e através da estação elevatória EEE-A3 situada na Rua Governador Jorge Lacerda eleva o esgoto para a sub-bacia B-3, no PV 852.



**Figura 5.3 – Terreno para locação da EEE A-1 (Rua Raimundo Bernardi)**





**Figura 5.4 – Terreno para locação da EEE A-2 (Rua 7 de Abril)**



**Figura 5.5 – Terreno para locação da EEE A-3 (Rua Governador Jorge Lacerda)**

### **5.3.1 GRADEAMENTO**

Gradeamento é o processo que retém possíveis materiais grosseiros em suspensão e corpos flutuantes.

Devido à elevada vazão do efluente a ser recebido pela estação elevatória B-3, foi previsto a utilização de um gradeamento mecanizado, facilitando assim a operação significativamente.

As outras estações elevatórias serão equipadas com cestas metálicas para a remoção manual.

De acordo com a NBR 12.208/92 para o dimensionamento desta unidade deverão ser observados os seguintes critérios:

- Velocidade máxima através da grade de 1,20 m/s;

- Inclinação em relação a horizontal para limpeza mecânica de 60° a 90°;
- Perda de carga mínima a ser considerada para limpeza mecânica de 0,10 mm.

### 5.3.2 POÇO DE SUCÇÃO

O poço de sucção de uma elevatória de esgoto é uma estrutura de transição que recebe as contribuições dos esgotos afluentes e as coloca à disposição das unidades de recalque.

Visando simplificar a construção e um menor custo de operação, recomenda-se que o poço seja projetado à uma profundidade mínima necessária, embora esta esteja condicionada pelos condutos afluentes à elevatória.

Para se ter um funcionamento adequado dos conjuntos elevatórios, o volume requerido do poço de sucção dependerá fundamentalmente do número de bombas existentes, do número de partidas e da sequência operacional dos mesmos.

Para o dimensionamento dos poços de sucção se faz necessário adotar algumas especificações da NBR 12.214 (1992) relatadas a seguir:

- A submersão mínima da seção de entrada da tubulação deve ser maior que 2,5 vezes o diâmetro e nunca inferior a 0,50 m;
- Devem ser evitadas zonas mortas do escoamento e formação de vórtice mediante configurações geométricas apropriadas do poço de sucção e, se necessário, utilizando dispositivos antivórtices;
- O escoamento na entrada do poço deve ser regular, sem deslocamento e zonas de velocidades elevadas. A velocidade de aproximação da água na seção de entrada da câmara de sucção não deve exceder 0,60 m/s;
- Deve haver ainda completa independência das tomadas de sucção sem interferência entre elas, observando sempre as recomendações estipuladas pelo fabricante das bombas.

O poço de sucção adotado utilizará bombas de rotação constante, por apresentarem custos de aquisição e operação menores do que as bombas de rotação variável. Os principais fatores considerados no seu dimensionamento estão relacionados a seguir:

- Aspectos hidráulicos relacionados à prevenção da formação de vórtice;
- Seleção, projeto e posicionamento das bombas, tubulações e válvulas;
- Volume de reserva para absorver eventuais paradas de bombeamento e para absorver incrementos de vazões nas horas de pico;
- Relação entre a vazão afluyente e a capacidade das bombas, bem como o número de partidas por hora para qual o motor da bomba e o equipamento elétrico foram dimensionados;
- Menor volume possível para que o tempo de detenção do esgoto não seja excessivo, evitando-se a septicidade desse esgoto.

Segundo a NBR 12.208, o volume útil do poço de sucção é o volume compreendido entre os níveis máximo e mínimo de operação das bombas. Já o volume efetivo do poço de sucção compreende o volume entre o fundo do poço e o nível médio de operação das bombas. Sendo assim, o volume útil e volume efetivo do poço de sucção estão basicamente condicionados aos dois últimos fatores acima relacionados, onde o volume efetivo é utilizado para o cálculo do tempo de detenção de esgoto.

O volume útil é determinado em função do tempo de ciclo e da vazão de bombeamento. Segundo TSUTIYA (2000), o parâmetro tempo de ciclo é de fundamental importância, pois durante a partida do motor da bomba é gerada uma determinada quantidade de calor. Essa energia liberada em cada partida deverá ser dissipada, sendo que um número excessivo de partidas poderá levar o motor a um superaquecimento. A dissipação dessa energia é feita através de um intervalo de tempo adequado entre partidas sucessivas do motor da bomba. Devido à importância desse parâmetro no dimensionamento do poço de sucção, serão adotados valores recomendados pelo fabricante das bombas selecionadas.

A estrutura do poço será em concreto armado e cada poço terá uma passagem para manutenção através de tampa de inspeção. O sistema para remoção dos sólidos será realizado por cestos localizado no poço de entrada do esgoto. A área do terreno da elevatória será devidamente cercada e iluminada.



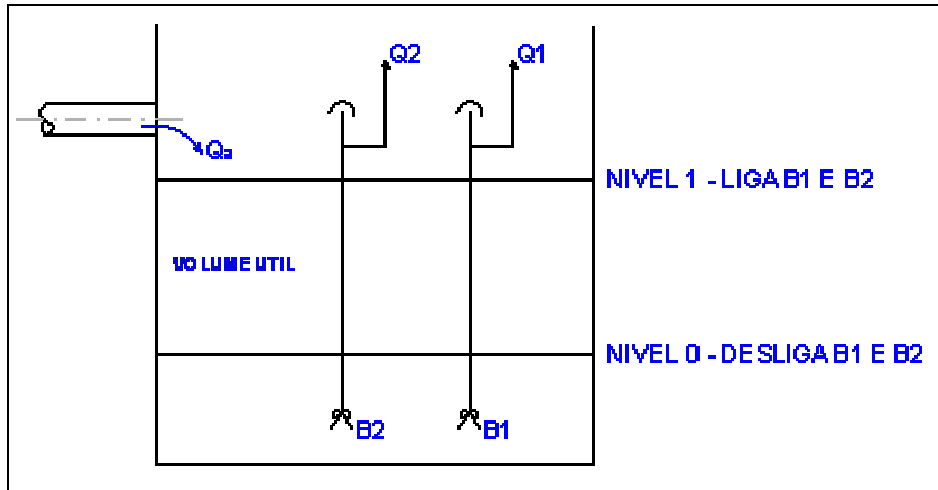
### **5.3.3 CONJUNTO MOTO-BOMBA**

As exigências e o número dos conjuntos moto-bomba foram determinadas conforme a vazão máxima do final do plano.

Geralmente, as estações possuem uma bomba de reserva, para além do número de bombas necessário para atender a demanda. Por serem moto-bomba de rotação constante, recomenda-se que sejam iguais.

As bombas operarão alternadamente, onde a alternância das bombas será realizada por um sistema de comando que permita o revezamento automático entre as bombas, sempre que o nível do esgoto atingir o nível superior. Quando atingir o nível mínimo de sucção a bomba desliga automaticamente e o circuito prepara o acionamento da outra bomba, que entrará em funcionamento, assim que se atingir o nível superior de esgoto dentro do poço. O nível será fixado através de bóia de nível instalada no poço de sucção.

Sendo assim, o sistema adotado considera a seqüência operacional com a alternância no funcionamento das bombas (ver Figura 5.6).



**Figura 5.6 – Desenho esquemático do sistema com duas bombas (1 bomba + 1 reserva)**

Onde:

B1 - bomba 1 (B1 = B2)

B2 - bomba 2 (B1 = B2)

Q1 - capacidade da Bomba 1 em  $m^3/min$ ;

Q2 - capacidade da Bomba 2 em  $m^3/min$ ; ( $Q1 = Q2$ )

$Q_a$  - vazão afluyente ao poço,  $m^3/min$ ;

V - volume útil do poço de sucção, compreendido entre o nível 1 (nível de partida) e o nível 0 (nível de parada),  $m^3$ ;

T - intervalo de tempo entre duas partidas sucessivas de uma bomba (tempo de ciclo), min.

### 5.3.4 LINHAS DE RECALQUE

As linhas de recalque fazem parte do sistema de bombeamento de uma estação elevatória. Assim como o traçado da rede coletora, o dimensionamento das linhas de recalque depende da topografia do local, da vazão a ser transportada e do ponto a que se pretende esgotar o fluído. Tendo em conta que a rede coletora de esgotamento sanitário do município de Ouro é dividida em uma bacias de contribuição e subdivididas em sub-bacias, localizadas em cotas diferentes, o sistema terá diferentes linhas de recalque com características peculiares.

**Tabela 5.3 – Bacia e sub-bacias e suas respectivas estações elevatórias e linhas de recalque**

Bacia de Esgotamento	Sub-Bacia	Linha de Recalque	Extensão (m)
A	A-1	LIR A-1	776,20
	A-2	LIR A-2	224,50
	A-3	LIR A-3	862,80
	A-4 *	-	-

\* Área de expansão

\*\* Conduzido por gravidade

#### 5.3.4.1 DIÂMETRO ECONÔMICO

O diâmetro de uma linha de recalque é hidráulicamente indeterminado, existindo vários pares de diâmetro e potência do conjunto moto-bomba que garantem o funcionamento com uma determinada vazão e altura manométrica.

Quanto maior for o diâmetro adotado, menores serão o consumo de energia e a potência exigida para o conjunto moto-bomba, e maiores os custos com a aquisição da tubulação de recalque. No entanto se o diâmetro adotado for menor, ocorre o inverso.

Embora muitas vezes seja necessário empregar uma tubulação de determinado diâmetro para atender recomendações normatizadas, sempre que possível, deve-se optar pelo diâmetro econômico, ou seja, aquele que possui o menor custo.

Foram elaborados estudos procurando identificar diâmetros de tubulações que minimizem os custos para as diversas situações. Também foram avaliados os custos da

energia de bombeamento diante das variáveis: vazão, altura manométrica e rendimento de motores elétricos, de modo que o dimensionamento da linha de recalque, não seja feito, levando em conta apenas critérios econômicos e puramente hidráulicos, uma vez que os custos de aquisição e operação de uma linha de recalque são considerados altos.

Outro fator importante na escolha do diâmetro é o atendimento das velocidades críticas evitando assim deposição de materiais sólidos e problemas de erosão. As velocidades de operação da linha de recalque de esgoto sanitário previstos pela norma NBR 12.208 (ABNT,1992) são:

- Na sucção:  $0,60 < V < 1,50$  m/s,
- No recalque:  $0,60 < V < 3,0$  m/s,

Por se tratar de regimes transitórios, os sistemas de bombeamento apresentam variações temporais das vazões e cargas hidráulicas que podem afetar o funcionamento da estação elevatória.

Um dos fenômenos hidráulicos que pode afetar o sistema é conhecido por “golpe de aríete”. Esse fenômeno acontece quando ocorre desligamento de uma bomba e fechamento da sua válvula de retenção e se caracteriza pela propagação de ondas de choque dentro das tubulações e seus acessórios, que ao longo do seu percurso é acompanhada de variações de pressões e vazões. Essa variação de pressão provoca expansão e compressão do diâmetro da tubulação, e em casos extremos pode levar a ruptura das instalações.

#### **5.3.4.2 PEÇAS ESPECIAIS**

Nas linhas de recalque serão instaladas peças para descargas nos pontos baixos, bem como peças remoção e penetração de ar nos pontos altos.

##### a) Descarga

As descargas foram colocadas conforme as plantas nos pontos baixos da linha de recalque quando necessários, permitindo a saída de todo esgoto quando se precisa esvaziar a tubulação para fins de manutenção ou outras razões operacionais.

O esgoto descarregado será encaminhado por meio de condutos, até o local onde não causarão problemas de inundação e de questão sanitários.

Conforme TSUTIYA et. al. (2000), o diâmetro da descarga não deve ser inferior a 100 mm.

b) Ventosa

As ventosas de tríplice função devem permitir tanto a expulsão de ar durante o enchimento da linha de recalque e a entrada de ar quando essa linha está sendo esvaziada.

Também garantem a proteção da linha de recalque contra as sobre e sub-pressões que ocorrem durante um golpe de aríete.

#### **5.3.4.3 POTÊNCIA DO CONJUNTO MOTO-BOMBA**

A potência instalada de um conjunto moto-bomba está diretamente ligada à altura manométrica do sistema, incluindo o desnível geométrico e a perda de carga, sendo que, esta última, depende do diâmetro e comprimento da tubulação. O cálculo da potência das bombas apresentado no estudo do diâmetro econômico não representa necessariamente a potência das bombas que serão instaladas nas estações elevatórias.

A escolha da potência realmente instalada foi determinada no ANEXO 6 a partir do cálculo hidráulico das linhas de recalque.



## **5.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO**

O sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município de Ouro e Capinzal é administrado pelo SIMAE (Serviço Intermunicipal de Água e Esgoto), autarquia publica intermunicipal pertencente aos dois municípios.

Capinzal e Ouro juntos compreendem atualmente uma população urbana inferior a 20 mil habitantes e assemelham-se nas características geográficas, além de apresentarem localização favorável para tornar-se viável tecnicamente a execução de um sistema único para o tratamento de efluentes dos dois municípios.

Através de um projeto com embasamento técnico, pesquisa a campo, considerações ambientais e de acesso, definiu-se em Capinzal um local adequado para instalação da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), que trata através de um processo físico químico, em uma Estação móvel compacta.

O sistema é composto pelas tecnologias de coagulação/floculação, flotação por micro-bolhas e decanter centrífugos. Neste processo, tem-se como resultado um esgoto tratado de alta qualidade, com um resíduo sólido com baixo teor de umidade, no qual poderá ser destinado para aterro sanitário, compostagem, combustível, e entre outros fins.

### **5.4.1 TRATAMENTO PRELIMINAR**

A remoção de sólidos grosseiros e de areia são processos denominados de tratamento preliminar e de modo geral, devem preceder qualquer tratamento de efluente propriamente dito. São considerados grosseiros os resíduos de fácil retenção e remoção, através de operações físicas.

#### **5.4.1.1 GRADEAMENTO**

A estação de tratamento de esgoto tem uma peneira estática instalada e o gradeamento junto ao pré-tratamento, já que toda contribuição a ser tratada advém da estação elevatória B3 que por sua vez possui gradeamento mecanizado.

#### **5.4.1.2 DESARENADOR**

É um dispositivo utilizado para reter a areia proveniente da rede coletora de esgotos, e também de outros materiais de granulometria pequena e densidade superior a da água.

A estação de esgotamento sanitário implantada possui um desarenador tipo ciclônico.

#### **5.4.1.3 MEDIDOR DE VAZÃO**

A medição da vazão do esgoto que aflui a estação de tratamento será realizado por meio de uma calha Parshall. A medição da vazão na calha Parshall é efetuada por conferência visual observando-se o nível do líquido em relação a uma régua graduada existente na própria calha.

Esta unidade não possui nenhuma finalidade de tratamento dos esgotos.

#### **5.4.2 DESINFECÇÃO**

A desinfecção de esgotos tem como objetivo principal a destruição dos patógenos entéricos, que podem estar presentes no efluente tratado.

Os organismos patógenos de maior preocupação, quando o homem é exposto à ambientes contaminados com esgotos, são as bactérias e os vírus entéricos, além dos parasitas intestinais.

No Brasil são geralmente utilizados os parâmetros microbiológicos de identificação e quantificação de organismos indicadores de contaminação para o dimensionamento de sistemas de desinfecção de esgotos. Como organismos indicadores de contaminação, são geralmente empregados os coliformes totais, fecais e estreptococos fecais.

O processo de desinfecção instalado na estação de tratamento de esgoto sanitário é por radiação ultravioleta.

A luz ultravioleta na faixa de 200 nm a 300 nm é germicida, fatal aos microrganismos. Com a interrupção do mecanismo reprodutivo (DNA) e o ataque as proteínas e enzimas do microrganismo, bactérias, vírus, leveduras e mofo, os organismos são destruídos, eliminando-os como agentes transmissores de doenças.

A aplicação da radiação ultravioleta se dá a partir da incidência da luz UV ao efluente a ser desinfetado que passa no reator entre as lâmpadas de baixa pressão de mercúrio que emitem luz que cobre a totalidade da curva germicida, montados dentro de uma câmara de aço inox ou tubo de quartzo.

A intensidade de luz e a quantidade ou tempo de exposição, que atinge efetivamente os microorganismos é afetada pela turbidez da água e pelos depósitos de materiais que se acumulam sobre a lâmpada, pois absorvem energia ou interceptam os raios ultravioleta ocasionando a redução da eficiência por absorção da radiação e por proteção física dos microorganismos.

Logo, para uma eficiente desinfecção, torna-se necessário a limpeza periódica das lâmpadas ultravioleta. Independente do modo de acionamento, esse equipamento retira apenas as impurezas depositadas sobre a lâmpada não sendo eficiente para remover os produtos orgânicos que precipitam, sobretudo cálcio e carbonato. Para a remoção deste tipo de material, utilizam-se produtos químicos solventes que são injetados sobre o tubo de proteção quando se realiza a limpeza das lâmpadas de UV, não havendo a necessidade de interromper o funcionamento da unidade de desinfecção.

Em função do tempo de uso, que diminui a emissão de radiação ultravioleta pelas lâmpadas, atingindo potência radiante não mais suficiente para manter a eficiência de desinfecção nos níveis desejados, ocorrerá a troca das mesmas, geralmente uma vez ao ano.

#### **5.4.3 DESIDRATAÇÃO DO LODO**

Ao longo do tratamento do esgoto sanitário serão produzidos bio-sólidos, mais comumente conhecidos como lodos. Que é removido constantemente e desidratado. Esse lodo merece atenção especial, no que tange a questões sanitárias, tendo em conta que nele se encontram muitos organismos patogênicos.

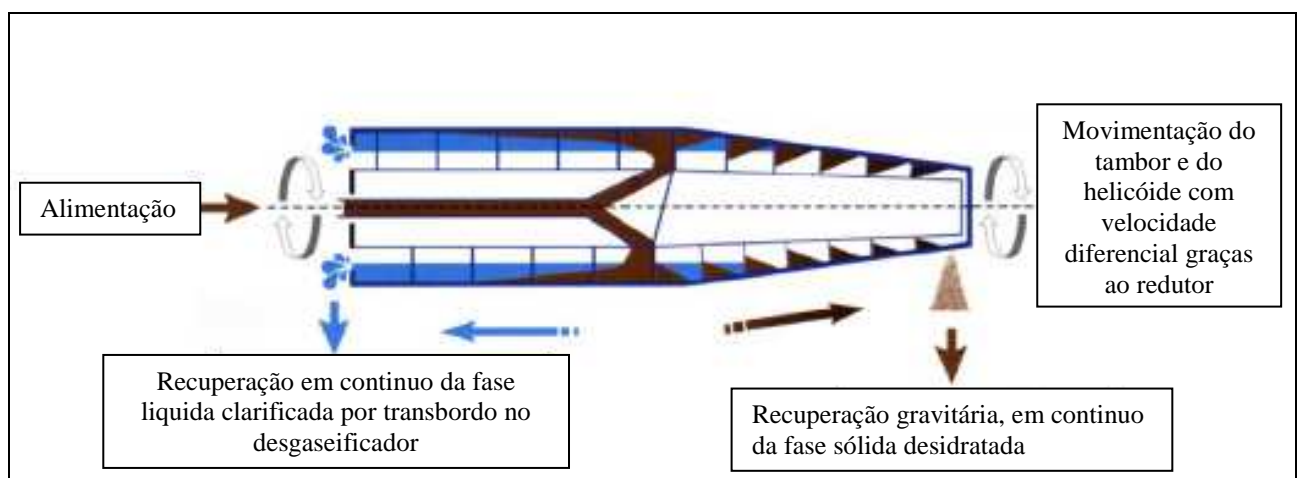
O lodo é retirado por raspador desidratado mecanicamente.

O tratamento mecânico tem como objetivo, a compactação do lodo, apresentando vantagens consideráveis, comparado a outros métodos de desidratação de lodo, devido à redução dos custos de armazenagem, transporte e disposição final.

Para a estação de tratamento de esgoto sanitário já instalada e que atenderá a população do município de Ouro a utiliza a centrífuga do tipo decantador cujas principais vantagens são listadas a seguir:

- Adaptação rápida dos parâmetros de operação da máquina quando da alteração de produtos e processo;
- Execução fechada, não ocasionando nenhuma saída de produtos voláteis;
- Necessidade de pequeno espaço;
- Baixo custo de operação;
- Pouca necessidade de pessoal de operação;
- Operação automática e contínua;
- Operação e manutenção simples;
- Acessibilidade fácil e;
- Facilidade de montagem/desmontagem.

O processo de desidratação do lodo é simples, o lodo a ser centrifugado é introduzido no interior do rotor pelo tubo de alimentação, repartindo-se entre a câmara de decantação e o parafuso transportador do sedimento, onde é submetida a uma força centrífuga (Figura 5.7). O líquido clarificado é conduzido através dos orifícios de evacuação, enquanto que as partículas sólidas são lançadas contra a parede do tambor, pressionadas através da rosca na parte cônica para ser finalmente evacuado em contínuo, na extremidade cônica desta mesma câmara.



**Figura 5.7 – Princípio de funcionamento da desidratação por centrifugação (ANDRITZ, 2007)**



Após passar pela centrifugação, a massa seca (torta) é encaminhada a uma caçamba estacionária com capacidade para 6 m<sup>3</sup>, onde ficará armazenada em local coberto até a sua coleta, sendo posteriormente encaminhada a aterro sanitário devidamente licenciado.

## **5.5 EMISSÁRIO**

Segundo a norma NBR 9.649 (1986), o emissário é a tubulação que recebe o esgoto exclusivamente na extremidade de montante. NETTO (2002) descreve o emissário como o conduto final de um sistema de esgoto sanitário, destinado ao afastamento dos efluentes para o ponto de lançamento.

Para a estação de tratamento já instalada bem como o emissário tem a função de conduzir o efluente tratado e desinfetado na ETE, a partir da unidade de desinfecção por ultra-violeta, para o Rio do Peixe.



## **5.6 OBRAS ESPECIAIS**

As obras especiais são consequência do traçado do sistema de coleta de esgoto, enquadrando-se no respectivo projeto, as travessias áreas, travessias de ponte e travessias sob rodovia.

### **5.6.1 TRAVESSIA DE SANGAS E PONTES**

A fim de evitar a construção de sifões invertidos na rede coletora de esgoto, e a construção de obras de arte específicas, optou-se pelo uso de tubos camisas para travessia de sanga e para a travessia de ponte, suportes solidários a ponte.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

“ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.” *NBR 13.969 - Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - projeto, construção e operação.* Rio de Janeiro, setembro de 1997.

“ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.” *NBR 12.207 - Projeto de interceptores de esgoto sanitário.* Rio de Janeiro, abril de 1992.

“ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.” *NBR 12.209 - Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário.* Rio de Janeiro, abril de 1992.

“ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.” *NBR 9.649 - Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário.* Rio de Janeiro, novembro de 1986.

“ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.” *NBR 12.208 - Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário.* Rio de Janeiro, abril de 1992.

“ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.” *NBR 12.214 - Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público.* Rio de Janeiro, abril de 1992.

“ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.” *NBR 12.226 - Projeto de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana.* Rio de Janeiro, abril de 1992.

CHERNICHARO, C. A. DE LEMOS. *Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, Volume 5: Reatores anaeróbios.* Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental UFMG, 1997.

“CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA 357/2005.” *Dispõe sobre classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências.* Brasília: CONAMA, 17 de março de 2005.

“DECRETO ESTADUAL nº 14.250.” *Dispõe sobre a proteção e melhora da qualidade ambiental.* Florianópolis: Santa Catarina, 5 de junho de 1981.

“Normas regulamentadoras de segurança no trabalho.” *NR 1 - Disposições gerais.* SSMT - Secretaria de segurança e medicina do trabalho.

“Normas regulamentadoras de segurança no trabalho.” *NR 6 - Equipamentos de proteção individual.* SSMT - Secretaria de segurança e medicina do trabalho, 2001.

“PORTARIA nº 024.” *Dispõe sobre a classificação dos corpos receptores do estado.* Florianópolis: Santa Catarina, 19 de setembro de 1979.



SANETAL, Engenharia e Consultoria Ambiental Ltda. “Estudo técnico preliminar e elaboração de projeto básico de engenharia do sistema de esgoto sanitário para as sedes dos municípios de Capinzal e Ouro - SC.” Relatório parcial II, Florianópolis, 2007.

SANETAL, Engenharia e Consultoria Ambiental Ltda. “Estudo técnico preliminar e elaboração de projeto básico de engenharia do sistema de esgoto sanitário para as sedes dos municípios de Capinzal e Ouro - SC.” Relatório parcial III, São José, 2007.

SANETAL, Engenharia e Consultoria Ambiental Ltda. “Estudo técnico preliminar e elaboração de projeto básico de engenharia do sistema de esgoto sanitário para as sedes dos municípios de Capinzal e Ouro - SC.” Relatório parcial I, Florianópolis, 2007.

SPERLING, Marco von. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3ª Edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade federal de Minas Gerais, 2005.

VON SPERLING, M. *Princípios do tratamento biológico de águas residuárias - Volume 1: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental UFMG, 2005.





**CONTRATADA:**

\_\_\_\_\_  
Adriano Augusto Ribeiro Eng<sup>o</sup> Sanitarista  
SANETAL ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

