

**Operação e manutenção
de estações elevatórias
de esgotos**

Esgotamento sanitário

Guia do profissional em treinamento

Nível **1**

Promoção Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – ReCESA

Realização Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – Nucase

Instituições integrantes do Nucase Universidade Federal de Minas Gerais (líder) | Universidade Federal do Espírito Santo | Universidade Federal do Rio de Janeiro | Universidade Estadual de Campinas

Financiamento Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério da Ciência e Tecnologia | Fundação Nacional de Saúde do Ministério da Saúde | Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades

Apoio organizacional Programa de Modernização do Setor Saneamento–PMSS

Patrocínio FEAM/Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Comitê gestor da ReCESA

- Ministério das Cidades
- Ministério da Ciência e Tecnologia
- Ministério do Meio Ambiente
- Ministério da Educação
- Ministério da Integração Nacional
- Ministério da Saúde
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social (BNDES)
- Caixa Econômica Federal (CAIXA)

Comitê consultivo da ReCESA

- Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva – ABCMAC
- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES
- Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH
- Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública – ABLP
- Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais – AESBE
- Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento – ASSEMAE
- Conselho de Dirigentes dos Centros Federais de Educação Tecnológica – Concefet
- Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CONFEA
- Federação de Órgão para a Assistência Social e Educacional – FASE
- Federação Nacional dos Urbanitários – FNU
- Fórum Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas – Fncbhs
- Fórum Nacional de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras – Forproex
- Fórum Nacional Lixo e Cidadania – L&C
- Frente Nacional pelo Saneamento Ambiental – FNSA
- Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM
- Organização Pan-Americana de Saúde – OPAS
- Programa Nacional de Conservação de Energia – Procel
- Rede Brasileira de Capacitação em Recursos Hídricos – Cap-Net Brasil

Parceiros do Nucase

- Cedae/RJ – Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
- Cesan/ES – Companhia Espírito Santense de Saneamento
- Comlurb/RJ – Companhia Municipal de Limpeza Urbana
- Copasa – Companhia de Saneamento de Minas Gerais
- DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo
- DLU/Campinas – Departamento de Limpeza Urbana da Prefeitura Municipal de Campinas
- Fundação Rio-Águas
- Incaper/ES – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
- IPT/SP – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
- PCJ – Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá
- SAAE/Itabira – Sistema Autônomo de Água e Esgoto de Itabira – MG
- SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
- SANASA/Campinas – Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A.
- SLU/PBH – Serviço de Limpeza Urbana da prefeitura de Belo Horizonte
- Sudecap/PBH – Superintendência de Desenvolvimento da Capital da Prefeitura de Belo Horizonte
- UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto
- UFSCar – Universidade Federal de São Carlos
- UNIVALE – Universidade Vale do Rio Doce

**Operação e manutenção
de estações elevatórias
de esgotos**

Esgotamento sanitário

Guia do profissional em treinamento

Nível **1**

E74 Esgotamento sanitário :operação e manutenção de estações elevatórias de esgotos : guia do profissional em treinamento : nível 1 / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Brasília : Ministério das Cidades, 2008. 48 p.

Nota: Realização do NUCASE – Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (Conselho Editorial Temático: Carlos Augusto de Lemos Chernicharo; Edson Aparecido Abdul Nour; Isaac Volschan Junior e Ricardo Franci Gonçalves).

1. Esgotos domésticos. 2. Água e esgoto. 3.. Esgotos – Manutenção e reparos 4. Estações elevatórias – esgotos. I. Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. II. Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental.

CDD – 628.1

Catálogo da Fonte : Ricardo Miranda – CRB/6–1598

Conselho Editorial Temático

Carlos Augusto de Lemos Chernicharo – DESA – EE – UFMG

Edson Aparecido Abdul Nour – DAS – FEC –UNICAMP

Isaac Volschan Júnior – DRHMA – POLI – UFRJ

Ricardo Franci Gonçalves – DEA – CT – UFES

Profissionais que participaram da elaboração deste guia

Professor Isaac Volschan Júnior

Consultores Ana Sílvia Pereira Santos | Cláudio Leite Souza | Fernando Silva de Paula |
Livia Cristina da Silva Lobato (conteudistas)| Izabel Chiodi Freitas (validadora)

Créditos

Consultoria pedagógica

Cátedra da Unesco de Educação a Distância – FaE/UFMG

Juliane Corrêa | Sara Shirley Belo Lança

Projeto Gráfico e Diagramação

Marco Severo | Rachel Barreto | Romero Ronconi

Impressão

Editora Sigma

É permitida a reprodução total ou parcial desta publicação, desde que citada a fonte.

Apresentação da ReCESA

A criação do **Ministério das Cidades** no Governo do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, em 2003, permitiu que os imensos desafios urbanos passassem a ser encarados como política de Estado. Nesse contexto, a **Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental** (SNSA) inaugurou um paradigma que inscreve o saneamento como política pública, com dimensão urbana e ambiental, promotora de desenvolvimento e da redução das desigualdades sociais. Uma concepção de saneamento em que a técnica e a tecnologia são colocadas a favor da prestação de um serviço público e essencial.

A missão da SNSA ganhou maior relevância e efetividade com a agenda do saneamento para o quadriênio 2007–2010, haja vista a decisão do Governo Federal de destinar, dos recursos reservados ao Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, 40 bilhões de reais para investimentos em saneamento.

Nesse novo cenário, a SNSA conduz ações em capacitação como um dos instrumentos estratégicos para a modificação de paradigmas, o alcance de melhorias de desempenho e da qualidade na prestação dos serviços e a integração de políticas setoriais. O projeto

de estruturação da **Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – ReCESA** constitui importante iniciativa nesta direção.

A ReCESA tem o propósito de reunir um conjunto de instituições e entidades com o objetivo de coordenar o desenvolvimento de propostas pedagógicas e de material didático, bem como promover ações de intercâmbio e de extensão tecnológica que levem em consideração as peculiaridades regionais e as diferentes políticas, técnicas e tecnologias visando capacitar profissionais para a operação, manutenção e gestão dos sistemas de saneamento. Para a estruturação da ReCESA foram formados Núcleos Regionais e um Comitê Gestor, em nível nacional.

Por fim, cabe destacar que este projeto ReCESA tem sido bastante desafiador para todos nós. Um grupo, predominantemente formado por profissionais da engenharia, mas, que compreendeu a necessidade de agregar outros olhares e saberes, ainda que para isso tenha sido necessário “contornar todos os meandros do rio, antes de chegar ao seu curso principal”.

Comitê gestor da ReCESA

Nucase

Os guias

O Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental

– **Nucase** tem por objetivo o desenvolvimento de atividades de capacitação de profissionais da área de saneamento, nos quatro estados da região sudeste do Brasil.

O Nucase é coordenado pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, tendo como instituições co–executoras a Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, a Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ e a Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Atendendo aos requisitos de abrangência temática e de capilaridade regional, as universidades que integram o Nucase têm como parceiros, em seus estados, prestadores de serviços de saneamento e entidades específicas do setor.

Coordenadores institucionais do Nucase

A coletânea de materiais didáticos produzidos pelo Nucase é composta de 42 guias que serão utilizados em oficinas de capacitação para profissionais que atuam na área do saneamento. São seis guias que versam sobre o manejo de águas pluviais urbanas, doze relacionados aos sistemas de abastecimento de água, doze sobre sistemas de esgotamento sanitário, nove que contemplam os resíduos sólidos urbanos e três terão por objeto temas que perpassam todas as dimensões do saneamento, denominados temas transversais.

Dentre as diversas metas estabelecidas pelo Nucase, merece destaque a produção dos **Guias dos profissionais em treinamento**, que servirão de apoio às oficinas de capacitação de operadores em saneamento que possuem grau de escolaridade variando do semi–alfabetizado ao terceiro grau. Os guias têm uma identidade visual e uma abordagem pedagógica que visa estabelecer um diálogo e a troca de conhecimentos entre os profissionais em treinamento e os instrutores. Para isso, foram tomados cuidados especiais com a forma de abordagem dos conteúdos, tipos de linguagem e recursos de interatividade.

Equipe da central de produção de material didático – CPMD

Apresentação da área temática:

Esgotamento sanitário

A série de guias relacionada ao esgotamento sanitário resultou do trabalho coletivo que envolveu a participação de dezenas de profissionais. Os temas que compõem esta série foram definidos por meio de uma consulta a companhias de saneamento, prefeituras, serviços autônomos de água e esgoto, instituições de ensino e pesquisa e profissionais da área, com o objetivo de se definirem os temas que a comunidade técnica e científica da Região Sudeste considera, no momento, os mais relevantes para o desenvolvimento do Projeto Nucase.

Os temas abordados nesta série dedicada ao esgotamento sanitário incluem: *Qualidade de água e controle da poluição; Operação e manutenção de redes coletoras de esgotos; Operação e manutenção de estações elevatórias de esgotos; Processos de tratamento de esgotos; Operação e manutenção de sistemas simplificados de tratamento de esgotos; Amostragem, preservação e caracterização físico-química e microbiológica de esgotos; Gerenciamento, tratamento e disposição final de lodos gerados em ETE.*

Certamente há muitos outros temas importantes a serem abordados, mas considera-se que este é um primeiro e importante passo para que se tenha material didático, produzido no Brasil, destinado à profissionais da área de saneamento que raramente têm oportunidade de receber treinamento e atualização profissional.

Coordenadores da área temática esgotamento sanitário

Sumário

	Introdução	10
	Geração e caracterização de esgotos domésticos	12
	Consumo de água e geração de esgotos	12
	Caracterização dos esgotos domésticos	14
	Transporte dos Esgotos Domésticos e Aplicação das	
	Estações Elevatórias	18
	Tipos de sistemas de coleta e transporte	
	de esgotos sanitários	18
	Aplicação e posicionamento de estações elevatórias	
	de esgoto	22
	Operação e manutenção de estações elevatórias de esgoto.....	24
	Partes constituintes das estações elevatórias	24
	Bombas centrífugas	32
	Tipos de estações elevatórias convencionais	37
	Procedimentos de operação e manutenção	
	de estações elevatórias	39
	Encerramento	46

Introdução

Olá, Profissional!

Você já parou para pensar por que os esgotos têm que ser coletados? As estações elevatórias de esgotos são necessárias em alguns sistemas de esgotamento sanitário e em outros não, por quê?

A ausência de serviços de saneamento afeta grande parte da população brasileira, prejudicando a saúde dessas pessoas e causando danos ao meio ambiente. Nesse quadro, a disposição inadequada de lixo, associada à carência de um adequado gerenciamento das águas de chuva, além da falta de acesso à água potável e de sistemas de esgotamento sanitário, prejudicam a qualidade de vida das pessoas e dificultam o progresso social.

É o caso, por exemplo, das diversas doenças que acometem a população brasileira, sobretudo aquelas pessoas menos favorecidas, em decorrência da falta de sistemas de coleta e afastamento de esgotos. Portanto, nesta oficina de capacitação, vamos dar atenção especial à operação e manutenção de estações elevatórias de esgotos, extremamente importantes para o funcionamento desses sistemas.

Esta oficina de capacitação busca estimular o intercâmbio de experiências e destacar a

importância do seu trabalho e das ações de saneamento na preservação do meio ambiente e na melhoria da qualidade de vida da população. Você verá que os assuntos abordados têm tudo a ver com o seu trabalho, com a sua comunidade e com seus hábitos.

Você é um profissional que, certamente, já passou por muitas experiências importantes em seu trabalho e na sua casa. Apostamos que tem muito a ensinar, aprender e trocar conosco e com os seus colegas. Para subsidiar as nossas discussões, elaboramos este guia, organizado em três conceitos-chave. São eles:

- Geração e caracterização de esgotos domésticos.
- Transporte dos esgotos domésticos e aplicação de estações elevatórias.
- Operação e manutenção de estações elevatórias de esgotos.

A função deste guia é orientá-lo durante a oficina de capacitação. Para tal, apresentamos os objetivos, as orientações para as atividades propostas e os assuntos abordados para cada conceito-chave.

A sua participação nas atividades é de extrema importância para o desenvolvimento de uma oficina proveitosa e agradável. Não deixe de expor suas dúvidas e comentários.

Antes de começarmos o nosso primeiro conceito-chave, sugerimos que você faça a atividade proposta a seguir, demonstrando seus conhecimentos sobre o tema.

Refleta e se manifeste...



Quais são os principais problemas associados à operação de uma estação elevatória de esgotos (EEE)? Quais seriam as causas e as conseqüências desses problemas? Quais os possíveis impactos que eles poderiam ocasionar em uma bacia sanitária?

Bacia sanitária é a área a ser esgotada que contribui com o fluxo dos esgotos por gravidade para um mesmo ponto do interceptor, para uma estação elevatória ou para uma estação de tratamento de esgotos (ETE).

Agora que já começamos a discutir o tema da oficina, vamos abordar o nosso primeiro conceito-chave.

Nós demos apenas o chute inicial: quem vai fazer o gol é você! **Bons estudos!**

OBJETIVOS:

- Discutir o consumo de água e a geração de esgotos.
- Apresentar os conceitos de quota *per capita* de água e coeficiente de retorno.
- Discutir as impurezas encontradas nos esgotos domésticos e os problemas que elas acarretam aos cursos d'água, bem como os riscos à saúde pública.
- Apresentar e discutir os principais parâmetros de caracterização de esgotos domésticos.



Geração e caracterização de esgotos domésticos

No seu cotidiano, você sabe quantas vezes você escova os dentes, toma banho, faz refeições etc. Mas você sabe quanta água você consome por dia em suas atividades? E para onde vai a grande parte da água consumida? Para o esgoto é claro! Então, quanto esgoto você gera? Multiplique isso pelo número de pessoas que residem com você; depois, multiplique de novo pelo número de casas da sua rua, do seu bairro... Imagine a quantidade de água que deve ser consumida e, conseqüentemente, a quantidade de esgoto gerado na sua cidade!

Neste nosso primeiro conceito-chave vamos discutir sobre o consumo de água e a conseqüente geração de esgotos, suas características mais importantes, como também as impurezas presentes nos esgotos domésticos e os principais parâmetros utilizados para a sua caracterização.

Consumo de água e geração de esgotos

Vamos iniciar a nossa discussão sobre o consumo de água e a geração dos esgotos realizando a atividade a seguir.

Reflita e se manifeste...

Qual a quantidade total de água utilizada na sua residência em um dia? Qual a quantidade de água gasta por uma pessoa da sua casa em um dia? Qual o percentual de água consumida em sua casa que será retornado em forma de esgoto doméstico?

Durante a atividade anterior, discutiu-se o quanto você e seus colegas consomem de água e geram de esgoto por dia. Mas como se calcula o consumo de água e o volume de esgotos gerado por uma localidade?

O volume de esgotos domésticos gerado é calculado com base no consumo de água dos moradores de uma localidade. Cerca de 80% da água consumida é transformada em esgoto. Essa fração da água é denominada **coeficiente de retorno “R”** (R = vazão de esgotos/vazão de água).

O consumo de água, por sua vez, é calculado em função do número de moradores de uma localidade e do consumo médio diário de água por morador, denominado **quota per capita (QPC)**.

Os esgotos sanitários não se constituem apenas de esgotos domésticos. Existem ainda outras importantes contribuições, que devem ser consideradas para se garantir o bom funcionamento do sistema de esgotamento sanitário como um todo.

Vazão de esgotos sanitários

A vazão de esgoto sanitário que alcança a estação de tratamento de esgotos é composta pela soma de três parcelas: a vazão doméstica, a vazão de infiltração e a vazão industrial.

$$Q_{\text{méd}} = Q_d + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{ind}}$$

A **vazão doméstica** (Q_d) é constituída pelos esgotos gerados nas residências, no comércio e nos equipamentos públicos e instituições presentes na localidade. É bom lembrar que a magnitude da vazão doméstica varia substancialmente ao longo das horas do dia, dos dias da semana e dos meses do ano.

A **vazão de infiltração** (Q_{inf}) constitui a água que adentra na rede coletora através de tubos defeituosos, juntas, conexões, poços de visita etc. Usualmente, a vazão de infiltração é quantificada na forma de uma taxa de infiltração por comprimento de rede. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em sua Norma Brasileira (NBR) 9649, cita a faixa de 0,05 a 1,0 L/s.km.

A **vazão industrial** depende do tipo e porte da indústria, grau de reciclagem da água, existência de pré-tratamento etc.

Você sabe quais são os poluentes presentes no esgoto? Existe alguma relação entre as unidades presentes nas EEE e os materiais presentes no esgoto? A caracterização do esgoto é importante para a concepção do sistema de esgotamento sanitário, sendo fundamental para sabermos o potencial do esgoto como poluidor e contaminador das águas e, também, o que fazer para reduzir esse potencial.

Caracterização dos esgotos domésticos

As características do esgoto, de uma forma geral, são determinadas pelas impurezas incorporadas à água em decorrência do uso para o qual ela foi destinada. Vamos, agora, discutir as impurezas presentes nos esgotos domésticos e os principais parâmetros utilizados para a sua caracterização.



Atividade em grupo

Quais as impurezas que vocês esperam encontrar no tanque, na máquina de lavar roupa, na pia de cozinha, no vaso sanitário, na pia do banheiro e no chuveiro?

Diferentes impurezas são incorporadas à água em cada um dos equipamentos citados. Contudo, quais são os principais parâmetros utilizados para a caracterização dos esgotos?

Parâmetros de caracterização dos esgotos domésticos

A maior parte dos esgotos domésticos, cerca de 99,9 %, é constituída por água. A fração restante, 0,1 %, é composta por sólidos. Para remover essa pequena fração referente aos sólidos é que os esgotos devem ser tratados.



A qualidade dos esgotos domésticos pode ser medida por diversos parâmetros que representam suas características físicas, químicas e biológicas. Os principais parâmetros de qualidade dos esgotos, agrupados em função do seu potencial como poluidor e contaminador de um curso d'água, são apresentados no quadro a seguir.

Principais parâmetros de qualidade dos esgotos

	Aspectos de interesse	Faixas típicas no esgoto bruto
Sólidos	Todos os contaminantes da água, com exceção dos gases, contribuem para a carga de sólidos. Os sólidos presentes nos esgotos são estimados a partir dos sólidos totais (ST) e sedimentáveis (SSed).	ST = 700 – 1350 mg/L SSed = 10 – 20 mL/L
Indicadores de matéria orgânica	A matéria orgânica é o principal problema de poluição dos corpos d'água, por ser o alimento dos microrganismos que utilizam oxigênio dissolvido (OD) na água para degradá-la, reduzindo a concentração de OD presente nas águas. A quantificação da matéria orgânica presente nos esgotos é realizada de forma indireta, através das análises laboratoriais da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e da Demanda Química de Oxigênio (DQO).	DBO = 250 – 400 mg/L DQO = 450 – 800 mg/L
Nutrientes	Os principais nutrientes de interesse para a engenharia sanitária, na caracterização de esgotos sanitários, são: o nitrogênio (N) e o fósforo (P). Os nutrientes são essenciais para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica e para o crescimento de algas, podendo em certas condições conduzir a fenômenos de eutrofização de lagos e represas.	Nitrogênio total = 35 – 60 mgN/L Fósforo = 4 – 15 mgP/L
Indicadores de contaminação fecal	Diversos organismos capazes de causar doenças nos homens e nos animais podem ser encontrados nos esgotos. Os principais grupos são as bactérias, os vírus, os protozoários e os helmintos, que trazem riscos à saúde das pessoas. Os principais parâmetros empregados para a avaliação do potencial do esgoto como contaminador das águas são os coliformes termotolerantes (C_{ter}) e os ovos de helmintos.	C_{ter} = 10^6 a 10^9 org/100mL Helmintos (ovos) = 0 a 1.000 org/100mL

Já sabemos que a maior parte das impurezas presentes nos esgotos estão relacionadas aos sólidos, porém, é usual nos sistemas de esgotamento sanitário, a presença de gases causadores de maus odores, podendo ser ainda danosos ao homem e ao funcionamento do sistema. Esse é o nosso próximo assunto.

Gases relacionados aos esgotos e compostos causadores de maus odores e corrosão

Vamos iniciar este assunto discutindo possíveis relações entre a presença desses gases e as atividades de operação e manutenção de EEE por meio da atividade a seguir.



Refleta e se manifeste...

Quais são os principais riscos e problemas associados aos gases presentes nos esgotos? O que pode ser feito para reduzi-los?

Se não podemos ver os gases usualmente emanados dos esgotos, podemos notá-los por outros meios. Presença de maus odores, ocorrência de corrosão e casos de intoxicação de operadores, são eventos relacionados à presença desses gases.

Nos sistemas de coleta e transporte de esgoto sanitário, os problemas relacionados à presença desses gases são observados, principalmente, nas tubulações de coleta e transporte, em poços de sucção de elevatórias e, também, em tubulações metálicas de linhas de recalque de maior porte.

Discutimos as características dos esgotos sanitários e os principais parâmetros de qualidade relacionados a elas. Mas quais as relações existentes entre as características do esgoto e o seu trabalho? Vamos refletir sobre esse assunto a partir da leitura e discussão do texto a seguir, publicado no jornal “A União” no dia 10 de janeiro de 2007, que trata da presença de sólidos de grandes dimensões nos sistemas de esgotamento e nas elevatórias.

Para ler e refletir...



Cagepa¹ faz limpeza em estação elevatória

Cadeiras, canos de ferro, latões e estruturas metálicas foram alguns dos entulhos retirados, ontem, pela Cagepa, da Estação Elevatória de Esgotos, localizada na comunidade do Alto do Céu, em João Pessoa.

De acordo com o gerente de Manutenção de Esgotos da estatal, Carlos Augusto, o lixo lançado na estrutura por vândalos causou a obstrução da tubulação e, conseqüentemente, o transbordamento dos detritos.

O problema gerou transtorno para a população, que viu o esgoto correr pelas ruas, espalhando muito mau cheiro. Carlos Augusto explicou que os problemas gerados pelos vândalos, na área, não são novidades e vira-e-volta os transtornos acontecem. “Estamos recuperando novamente a estrutura, para que a estação entre em funcionamento ainda hoje (ontem)”, explicou.

O lançamento de lixo no esgoto tem causado grandes prejuízos para a Cagepa. De acordo com Carlos Augusto, a empresa atende cerca de 200 chamados para desobstruir as tubulações da rede coletora de esgotos por mês. Além disso, são retiradas das estações elevatórias da empresa cerca de 10 toneladas de lixo todos os meses, lançadas no esgoto através do vaso sanitário ou dos poços de visita.

A lista dos produtos comumente encontrados inclui sacolas plásticas, roupas, sapatos, absorventes, partes de móveis, tijolos e animais. “Retiramos recentemente um porco de 50 quilos, que foi lançado na rede coletora por vândalos”, disse Augusto, deixando claro que a população precisa fiscalizar essas ações, pois os problemas decorrentes sempre trazem transtornos para os moradores.

¹ Cagepa - Companhia de Água e Esgoto da Paraíba

Vamos explorar um pouco mais o assunto desse texto, realizando o debate proposto a seguir!

Refleta e se manifeste...



No seu cotidiano de trabalho você encontra problemas desse tipo? Quais medidas seriam importantes para minimizar efeitos negativos nas elevatórias? O que você poderia fazer como cidadão para evitar eventos como esses?

Vamos tratar do transporte e afastamento dos esgotos e da aplicação das estações elevatórias em nosso próximo conceito-chave.

OBJETIVOS:

- Apresentar as partes constitutivas de um sistema de esgotamento sanitário.
- Discutir a aplicação das estações elevatórias de esgotos.

Transporte dos Esgotos Domésticos e Aplicação das Estações Elevatórias

No conceito-chave anterior, vimos os assuntos relacionados a geração e caracterização dos esgotos e percebemos que, em grande parte, as nossas rotinas diárias determinam a quantidade e a qualidade dos esgotos que produzimos.

Neste conceito-chave, vamos discutir a forma como os esgotos são retirados das residências e para onde eles são destinados. Discutiremos, também, as aplicações das estações elevatórias de esgotos como parte constituinte do sistema de esgotamento sanitário, abordando os aspectos que levam à necessidade da sua utilização.

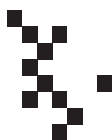
Vamos iniciar a discussão sobre os sistemas de esgotamento sanitário, realizando a atividade proposta a seguir.



Refleta e se manifeste...

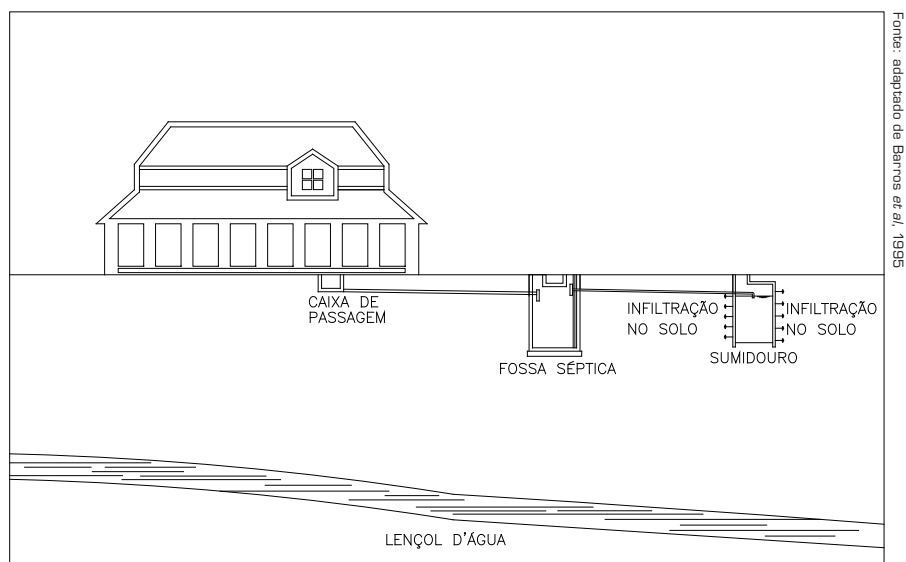
Para onde vai o esgoto gerado em sua residência? Você conhece alguma localidade na qual esse destino é diferente? Por que o sistema de esgotamento sanitário é importante?

Tipos de sistemas de coleta e transporte de esgotos sanitários



No Brasil, são utilizados basicamente dois tipos de sistemas como soluções para o esgotamento sanitário de uma determinada área: o sistema individual e o sistema coletivo.

Os **sistemas individuais** são adotados para atendimento unifamiliar e consistem no lançamento dos esgotos domésticos gerados em uma unidade habitacional, dentro do próprio lote, usualmente em fossa séptica seguida de sumidouro.



Sistema individual

Tais sistemas funcionam de forma satisfatória se utilizados em lotes grandes com elevada porcentagem de área livre ou no meio rural, o solo apresentar boas condições de infiltração e o nível de água subterrânea se encontrar a uma profundidade adequada, de forma a evitar o risco de contaminação por microrganismos transmissores de doenças.

Os **sistemas coletivos** são indicados para locais com elevada densidade populacional. Essa solução é composta por redes coletoras e interceptores que recebem o lançamento dos esgotos, transportando-os até a estação de tratamento de esgotos, e desta ao seu destino final, de forma sanitariamente adequada.

Para o adequado funcionamento dos sistemas coletivos, é de extrema importância que o esgotamento da água de chuva seja feito em canalizações diferentes dos esgotos sanitários.

Contudo, observa-se, na prática, a indesejável ocorrência de uma grande quantidade de ligações clandestinas, algumas lançando esgotos nos sistemas de águas pluviais e outras lançando águas de chuva nos sistemas de esgotos sanitários. As ligações clandestinas trazem problemas à operação de sistemas de esgotamento e de águas pluviais.



Fonte: adaptado de Barros et al., 1995

Partes constitutivas do sistema convencional

As unidades que podem compor um sistema convencional de esgotamento sanitário são as seguintes:

- **Canalizações:** tubulações e conexões que conduzem por gravidade os esgotos, isto é, os esgotos fluem espontaneamente dos pontos mais altos para os pontos mais baixos da rede.
 - **Ramal predial:** transporta os esgotos para a rede pública de coleta.
 - **Coletor:** recebe os esgotos das residências e demais edificações, transportando-os aos coletores-tronco.
 - **Coletor-tronco:** recebe as contribuições dos coletores, transportando-os aos interceptores.

- **Interceptor:** localizado nos fundos de vale, margeando cursos d'água ou canais. Os interceptores são responsáveis pelo transporte dos esgotos gerados nas sub-bacias, evitando que os mesmos sejam lançados nos corpos d'água.
 - **Emissário:** similares aos interceptores, com a diferença de que não recebem contribuições ao longo do percurso. A sua função é transportar os esgotos até a estação de tratamento de esgotos.
- **Órgãos complementares e acessórios:** devido à presença nos esgotos de grande quantidade de sólidos e ainda pelo fato de ser necessário à rede coletora funcionar como conduto livre, é preciso que as canalizações tenham dispositivos que permitam a minimização de entupimentos, possibilitando ainda o acesso de pessoas ou equipamentos nesses pontos. São eles: o poço de visita (PV), o terminal de limpeza (TL), a caixa de passagem (CP) e o tubo de inspeção e limpeza (TIL).
 - **Estações elevatórias:** quando as profundidades das tubulações tornam-se demasiadamente elevadas, quer devido à baixa declividade do terreno, quer devido à necessidade de se transpor uma elevação, torna-se necessário bombear os esgotos para um nível mais elevado. A partir desse ponto, os esgotos podem voltar a fluir por gravidade. As unidades que fazem o bombeamento são denominadas estações elevatórias.



Fonte: EEE em Uberlândia/MG

Conjuntos moto-bomba e quadro de comando em EEE

- **Estações de tratamento:** a finalidade das estações de tratamento de esgotos é a de remover os poluentes dos esgotos, os quais viriam a causar uma deterioração da qualidade dos corpos d'água e a possibilidade de transmissão de doenças. Deve-se reforçar que o sistema de esgotamento sanitário só pode ser considerado completo se incluir a etapa de tratamento.
- **Disposição final:** após o tratamento, os esgotos podem ser lançados ao corpo d'água receptor ou, eventualmente, aplicados ao solo.



Fonte: ETE Laboreaux, em Itabira/MG

Vamos agora voltar o foco das nossas discussões para as estações elevatórias de esgoto, tema principal dessa oficina de capacitação.

Aplicação e posicionamento de estações elevatórias de esgoto

Vamos iniciar a discussão desse assunto, realizando o debate a seguir.



Reflita e se manifeste...

Em quais casos as ETE são necessárias? O que deve ser considerado para a escolha do local adequado para a construção de ETE?

Em geral, as elevatórias são necessárias nos pontos mais baixos de uma bacia ou nas proximidades de rios, córregos e represas. As estações elevatórias são necessárias, em princípio, nos seguintes casos:

- Em terrenos planos e extensos, evitando-se que as canalizações atinjam profundidades excessivas.
- Quando há necessidade do esgotamento de áreas novas situadas em cotas inferiores às existentes.
- Em casos de reversão de esgotos de uma bacia para outra.
- Para descarga em interceptores, emissários em ETE ou corpos receptores, quando não for possível utilizar apenas a gravidade.

É indispensável, entretanto, o prévio estudo comparativo entre o projeto de uma estação elevatória e outras soluções tecnicamente possíveis, considerando-se os custos relativos à construção, operação, manutenção, conservação e garantia de funcionamento do sistema. Se ficar comprovado, por esse estudo, não ser possível ou recomendável o esgotamento por gravidade, a alternativa de elevatória deverá ser adotada.

Para a escolha do local adequado à construção de uma estação elevatória, devem ser considerados vários aspectos, a exemplo dos seguintes:

- As dimensões do terreno deverão satisfazer às necessidades presentes e à expansão futura.
- Baixo custo e facilidade de desapropriação do terreno.
- Disponibilidade de energia elétrica.
- Facilidade de extravasão do esgoto em condições de eventuais paralisações dos conjuntos elevatórios.
- Facilidades de acesso.
- Menor desnível geométrico.
- Trajeto mais curto da tubulação de recalque.
- Influências nas condições ambientais.
- Harmonização da obra com o ambiente circunvizinho.

Vamos, agora, tratar das partes constituintes, do funcionamento e das atividades de operação e manutenção das EEE, assunto do nosso próximo conceito-chave.

OBJETIVOS:

- Discutir os componentes que integram as elevatórias de esgoto.
- Discutir e apresentar diferentes tipos de conjuntos moto-bomba e suas partes constituintes.
- Discutir os tipos de elevatórias.
- Ampliar a discussão de problemas de operação e manutenção de estações elevatórias.

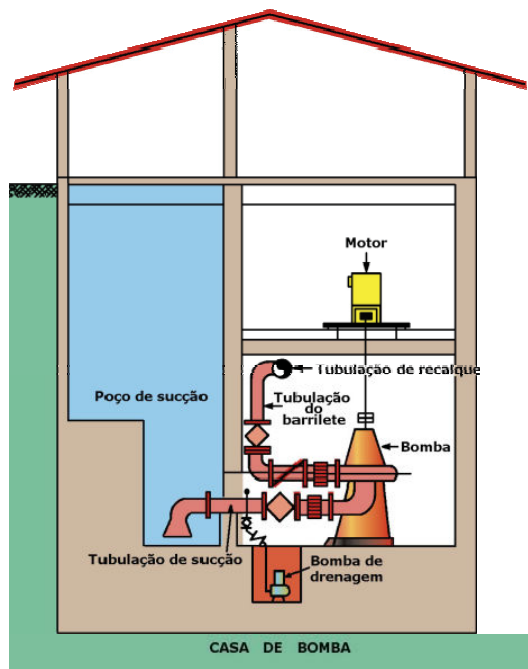
Operação e manutenção de estações elevatórias de esgoto

Caro Profissional, você, com sua experiência nesse assunto, já deve ter tido contato com algumas bombas hidráulicas nas estações elevatórias em que trabalhou ou conheceu. Neste conceito-chave, abordaremos as partes constituintes das estações elevatórias, alguns tipos de bombas e seus motores acoplados e aspectos de operação e manutenção de estações elevatórias.

Para iniciar esse assunto, vamos tratar das diversas partes constituintes das estações elevatórias e os aspectos associados ao seu funcionamento visando a sua correta operação.

Partes constituintes das estações elevatórias

As partes constituintes de uma EEE podem ser agrupadas segundo a sua natureza, em três grupos, como pode ser visto na figura a seguir.



Construção civil

- Unidade de pré-tratamento
- Poço de sucção
- Casa de bomba

Tubulações

- Sucção
- Barrilete
- Recalque

Equipamento eletro-mecânico

- Bomba
- Motor
- Quadro de comando
- Sistema de controle operacional

Construção civil

É constituída por três unidades, a saber: o pré-tratamento, o poço de sucção e a casa de bomba.

Pré-tratamento

A unidade de pré-tratamento (grades de barras, cesto, peneira etc.) visa à remoção de sólidos grosseiros do esgoto afluente às estações elevatórias, com o intuito de proteger os conjuntos elevatórios.

No Brasil, é comum o uso de gradeamento na entrada (ou a montante) do poço de sucção. Em estações elevatórias de pequeno porte, a solução mais comum é o uso de cestos removíveis por içamento colocados à altura da boca de descarga do coletor. Também são utilizadas grades de limpeza manual, desde que sejam instaladas a baixas profundidades.



Cesto removível



Grade de limpeza manual

Nas elevatórias de porte médio e mais profundas, utilizam-se normalmente grades com limpeza mecânica. Nesse caso, o próprio equipamento de limpeza das grades deposita os sólidos nela retidos em caçambas ou carrinhos. Nas instalações de grande porte, quando é comum a chegada de sólidos grosseiros maiores, que podem prejudicar a limpeza da grade mecanizada, costuma-se utilizar uma grade grosseira a montante daquela.



Grades mecanizadas

Na entrada do poço de sucção, pode haver um canal para permitir: a instalação de extravasor ou canal de desvio, de comportas, de unidades de pré-tratamento (grades, caixas de areia) e de dispositivos de medição (medidor Parshall); inspeção e manutenção.



Foto: EEE Pinhais

Caixas de areia



Poço de sucção

O poço de sucção é uma estrutura de transição que recebe as contribuições dos esgotos afluentes e mantém o líquido armazenado de forma adequada para que ocorra o bombeamento.

No acesso ao poço de sucção os trabalhadores deverão, obrigatoriamente, utilizar os EPI.

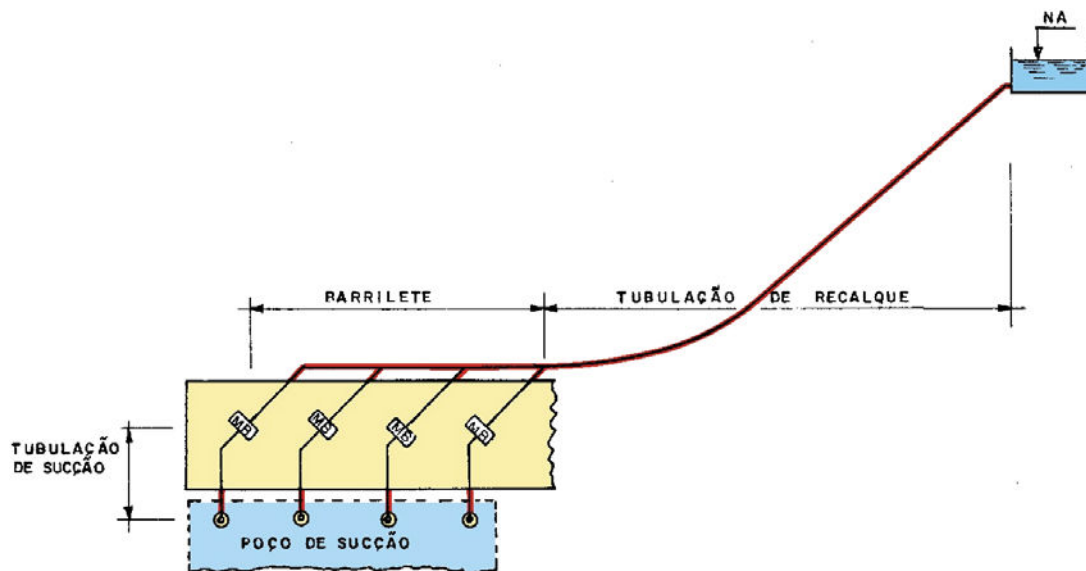
Casa de bombas

A casa de bombas abriga os conjuntos de bombeamento, incluindo os elementos de montagem e os elementos hidráulicos complementares.



Tubulações e acessórios

As principais partes de interesse, constituintes das tubulações e acessórios, são as canalizações de sucção, de recalque e do barrilete, além das válvulas usualmente utilizadas. A figura a seguir ilustra a disposição típica dessas partes.



As válvulas de gaveta são utilizadas para isolar as linhas de sucção e de recalque nas ocasiões de manutenção das tubulações e equipamentos eletromecânicos da elevatória.

As válvulas de retenção, por sua vez, permitem apenas o escoamento do fluxo em uma direção e destinam-se à proteção das instalações de recalque contra o refluxo do esgoto.



Válvula de retenção



Válvula de retenção

Fonte: www.pipast.com.br/valvulas.html

Equipamentos eletromecânicos

Toda estação elevatória é equipada com equipamentos eletromecânicos. São utilizados, minimamente, os conjuntos moto-bomba e equipamentos necessários ao seu controle e acionamento.

Vamos iniciar esse assunto realizando a atividade proposta a seguir.



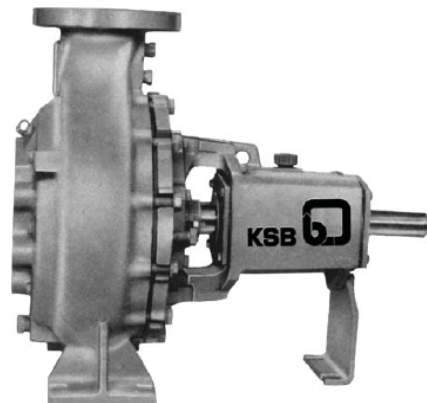
Atividade em grupo

Você e seus colegas deverão fazer um desenho ou esquema de um conjunto moto-bomba identificando suas partes mais importantes para ser apresentado aos demais colegas.

Bombas hidráulicas

A bomba tem a função de aumentar a energia de um fluido, de forma que seja possível movimentá-lo de um ponto mais baixo para outro mais alto. Existem diferentes tipos de bombas hidráulicas; as que são usualmente utilizadas para recalque de esgotos são as bombas centrífugas.

Existem diferentes tipos de bombas centrífugas que operam de diferentes formas, com características distintas, como veremos ao seu tempo.



Motores

Um motor é uma máquina que converte outras formas de energia em energia mecânica, de forma a proporcionar movimento a uma bomba ou a outras máquinas. Conjunto moto-bomba é a combinação de motor e bomba para a finalidade do bombeamento.

Dois tipos de motores são basicamente utilizados em elevatórias de esgotos, os motores elétricos (transformam energia da rede elétrica em energia mecânica) e os motores de combustão interna (transformam energia de combustíveis em energia mecânica).



Motor elétrico



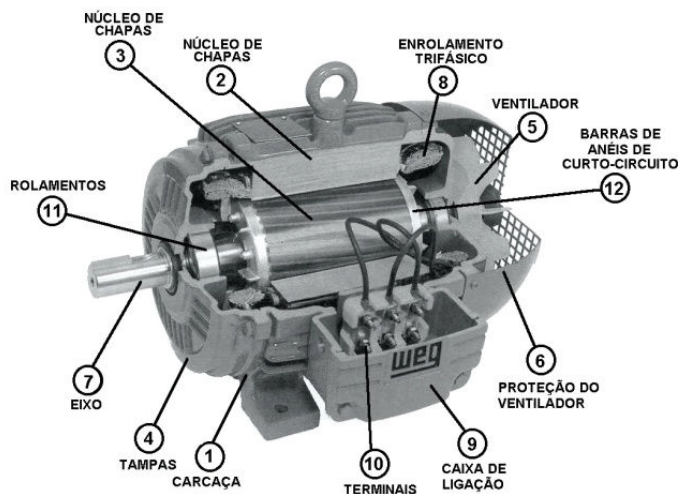
Motor de combustão interna

Os motores de combustão interna são aplicados em grandes elevatórias, como fonte de energia auxiliar (durante as interrupções de energia elétrica), nas elevatórias situadas em locais distantes onde não se dispõe de energia elétrica (ou quando o seu fornecimento é irregular) e nas elevatórias localizadas junto às estações de tratamento de esgotos, que dispõem de gás de reatores ou digestores anaeróbios, o qual possa ser utilizado como combustível.

Os motores elétricos são os mais utilizados para o acionamento das bombas de esgotos, pela sua simplicidade, confiabilidade, flexibilidade e menor custo.

Na prática, apenas os motores de indução são usados em EEE, podendo ser:

- Motores monofásicos mais utilizados para cargas de pequena potência, até 5 cv.
- Motores trifásicos largamente utilizados em elevatórias de esgoto de pequenas a grandes potências.



A potência de um motor é a rapidez com a qual uma certa quantidade de energia é transformada. Portanto, quanto mais energia for transferida do motor para a bomba através do eixo, maior será a potência do motor.

Painéis de comando elétrico

São utilizados em estações de bombeamento para operar e supervisionar todo o sistema elevatório. O painel de comando é basicamente constituído dos seguintes elementos:



- Comando liga–desliga das bombas.
- Chave seletora de automático/manual.
- Chave seletora de bombas.
- Alarme e sinalização de defeitos.
- Sinalização de operação.
- Indicador de corrente (amperímetro).
- Indicador de tensão (voltímetro).
- Relés auxiliares.
- Controle de rotação do motor (inversor).
- *Soft-starter*: controlador de corrente de partida.
- Supervisão do sistema.

A seguir, abordarmos os sistemas de controle e operação de bombas. Antes, porém, vamos realizar o debate proposto.



Refleta e se manifeste...

O que você entende por inversor ou conversor de frequência? Qual a sua utilidade? Quais os principais problemas associados ao uso desses equipamentos nas EEE?

As vazões de esgoto afluentes às estações elevatórias estão sujeitas às variações horárias e diárias e, também, às variações ao longo do tempo, em razão, principalmente, do crescimento populacional. Para o recalque do esgoto acompanhar essas variações, podem ser utilizados vários conjuntos elevatórios e/ou os variadores de rotação das bombas. Dentre os vários tipos de variadores de rotação destacam-se os variadores hidráulicos e os inversores de frequência.

Os inversores de frequência são dispositivos eletrônicos que convertem a tensão da rede em uma tensão de amplitude e frequência variáveis.

- Os inversores possibilitam que os motores sejam acionados suavemente, sem trancos, preservando-os.
- A frequência de saída de um inversor é sempre menor que a da rede, que é de 60 Hz.



Sistemas de controle e operação de bombas

Nas elevatórias de esgotos, o funcionamento das bombas, normalmente, é controlado automaticamente. O controle automático das bombas, em geral, baseia-se na variação de nível do líquido no poço de sucção, que é a forma mais simples e comum de se estabelecer um vínculo entre a vazão afluente e a vazão de recalque.

A variação de nível do líquido é detectada através de sensores de níveis que são ajustados, principalmente, para comandar os pontos de acionamento e desligamento das bombas. Os sensores tipo bóia, os pneumáticos e os elétricos têm sido os mais utilizados em elevatórias de esgotos.

- Sensores tipo bóia

São utilizados quando o sistema de comando é simples e requer alguns pontos de comando. Quando o nível de água alcança a bóia, esta muda de posição, ligando as bombas. As bóias podem ser usadas, ainda, para acionar o sistema de alarme.

As bóias devem ser localizadas no poço de sucção, em zona calma, afastadas da turbulência do esgoto. Deve-se, entretanto, ter o cuidado de se procurar eliminar ou reduzir depósitos de materiais flutuantes que, geralmente, se formam no poço de sucção e que poderão prejudicar o bom funcionamento das bóias.

- Sensores pneumáticos

São, geralmente, utilizados em grandes elevatórias com muitos pontos de comando e, também, nas elevatórias de bombas de rotação variável.

- Sensores elétricos

Os sensores elétricos utilizados em elevatórias de esgoto são: capacitância elétrica, eletrodos e ultra-som.

Como já foi dito, as bombas centrífugas são as mais utilizadas em elevatórias de esgotos, portanto, iremos agora concentrar nossas atenções sobre elas.

Bombas centrífugas

Atualmente, existe uma grande variedade de bombas centrífugas aplicáveis em estações elevatórias de esgotos. Nessa oficina de capacitação, abordaremos três tipos básicos. Antes, porém, vamos realizar o debate proposto a seguir.



Refleta e se manifeste...

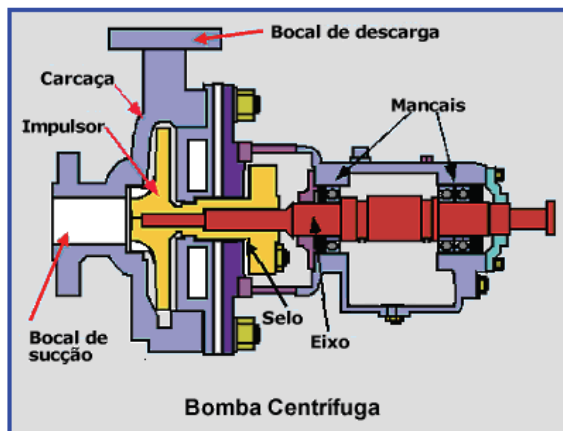
Com qual tipo de bomba você está habituado a trabalhar? Você conhece algum outro tipo de bomba centrífuga? Algum tipo apresenta maior frequência de manutenção e/ou maior dificuldade na operação?

A partir das informações proporcionadas pela atividade anterior, vamos tratar com mais detalhes alguns aspectos relacionados às bombas centrífugas utilizadas nas EEE. Iniciaremos pelas suas partes constituintes.

Principais partes constituintes das bombas centrífugas

Embora existam diferentes tipos de bombas centrífugas, de uma forma geral, elas se constituem de quatro partes essenciais, são elas: a carcaça, o rotor ou impulsor, o eixo, a vedação e o mancal.

A carcaça é o invólucro de ferro fundido que abriga o rotor (ou impulsor) da bomba. O rotor constitui-se em um elemento rotativo dotado de pás, palhetas ou hélice, que fornece ao líquido o trabalho mecânico para vencer o desnível necessário. As pás do rotor impulsionam o líquido em direção à carcaça, proporcionando-lhe um acréscimo de pressão e velocidade. As bombas para esgoto são dotadas, normalmente, de rotores abertos, para evitar entupimentos.



O eixo se apóia sobre mancais, para poder girar. O mancal de rolamento é o tipo usado em bombas, existindo basicamente dois tipos de mancal de rolamento: o de esfera e o de roletes. O compartimento do mancal também inclui um reservatório de óleo para lubrificação.

A vedação ou selo tem a função de evitar vazamento do líquido no ponto ou região em que o eixo penetra na carcaça da bomba e evitar a entrada de ar para o interior da bomba, quando a pressão interna na caixa é inferior à pressão atmosférica externa. A vedação pode ser feita com gaxeta ou com selo mecânico.

Bombas centrífugas convencionais

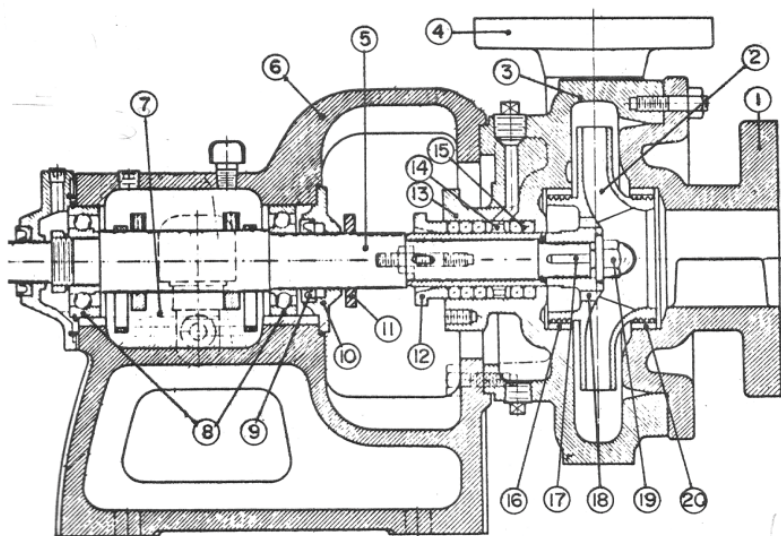
Vamos iniciar este assunto realizando a atividade proposta a seguir.

Atividade em grupo



Reunidos em grupos, você e seus colegas deverão identificar as partes numeradas constituintes da bomba centrífuga convencional ilustrada na figura a seguir.

- (5) Eixo
- () Rolamentos
- () Flange de descarga (ou pressão)
- () Gaxetas
- (3) Carcaça ou caixa espiral
- () Vareta de nível do óleo
- () Anel de desgaste
- () Luva protetora do eixo
- () Rotor
- () Suporte ou cavalete de mancal
- () Saída do gotejamento
- (7) Caixa de óleo
- () Caixa de gaxetas
- () Acoplamento bomba/motor
- () Cadeado hidráulico
- (9) Retentor
- () Sobreposta ou aperta-gaxeta
- () Flange de sucção



Existem outras partes que você considera importantes além dessas? Quais são as suas funções?

Depois de identificadas as peças, vamos relembrar a função de algumas delas?



Eixo: a sua função é transmitir potência do motor para o rotor da bomba e suportar o peso do rotor e as cargas radiais e axiais impostas ao mesmo.



Anéis de desgaste: são juntas de vedação que ficam entre o rotor e carcaça e têm a função de diminuir a recirculação do fluido, em rotores do tipo fechado.



Caixas de gaxetas: abrigam os anéis de gaxetas, que são comprimidos por uma peça chamada sobreposta ou aperta-gaxeta, até o ajuste desejado. Têm como função evitar vazamento do líquido e evitar a entrada de ar para o interior da bomba.



Selos mecânicos: garantem a estanqueidade da vedação. Dependendo do tipo de fluido a ser bombeado, pode ser necessário que a bomba tenha selo mecânico.



Rolamentos: sua função é manter o eixo e o rotor alinhados com as partes estacionárias, impedindo o seu movimento na direção radial ou axial.



Acoplamento: liga a bomba ao motor. Pode ser rígido ou flexível. O acoplamento deve ser alinhado, pois provoca vibração nos eixos e sobrecargas sobre os rolamentos, além de desgaste nas bombas.

Tipo de rotor de bombas centrífugas

Existem bombas que empregam diferentes tipos de rotores. De uma forma geral, os rotores podem ser do tipo aberto, semi-aberto e fechado, conforme ilustra a figura.



Rotor fechado



Rotor semi-aberto



Rotor aberto

Reflita e se manifeste...



A figura a seguir ilustra diferentes tipos de rotores utilizados em bombas centrífugas.

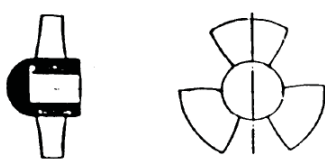
Rotor fechado, com paredes dianteira e traseira



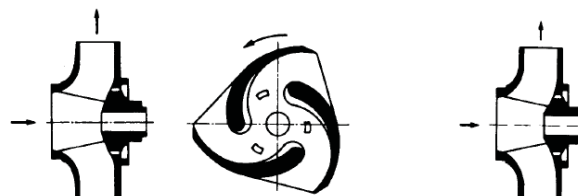
Rotor semi-aberto somente com parede traseira



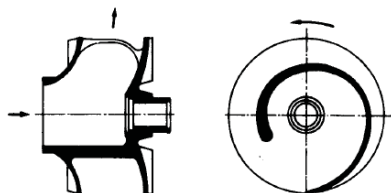
Rotor aberto sem paredes, contando apenas com



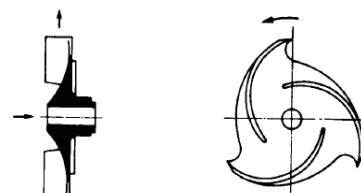
Rotor fechado com 2 ou 3 pás



Rotor fechado com pá única



Rotor aberto com 3 pás



Quais desses rotores são mais usados em bombas de esgoto?

Bombas centrífugas auto-escorvantes

As atuais bombas centrífugas auto-escorvantes têm, como atributo fundamental e exclusivo, a possibilidade de serem instaladas no nível do terreno, acima do nível de água do poço de sucção, sem necessidade de escorvamento manual (encher a tubulação de sucção e inclusive o corpo da bomba com água).



Com a bomba desligada, a escorva é mantida com o fechamento de uma portinhola interna, integrada à boca da sucção, o que impede o esvaziamento da câmara do rotor. A exemplo de outras bombas centrífugas, esses modelos possuem uma abertura frontal, facilmente acessível, para retiradas dos sólidos eventualmente enroscados no rotor.

Bombas centrífugas submersíveis

Vamos iniciar este assunto realizando a atividade proposta a seguir.



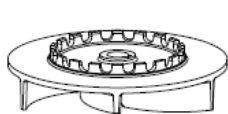
Atividade em grupo...

Qual é a vantagem de se aplicar a bomba submersível em relação às outras? Quais são as dificuldades de operar esse tipo de bomba em relação às outras?

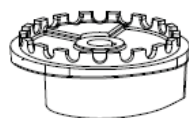
No caso das bombas submersíveis, a bomba e o motor são fabricados em acoplamento direto, de forma que o conjunto possa trabalhar permanentemente mergulhado em água. Essa característica construtiva exige que alguns reparos do equipamento somente possam ser feitos na própria fábrica.

A possibilidade de uma permanente submersão do conjunto torna desnecessária a construção de uma sala de bombas separada para abrigar o equipamento. Assim, as bombas são instaladas no próprio poço de sucção. A manutenção rotineira do equipamento é feita içando-se as bombas à superfície.

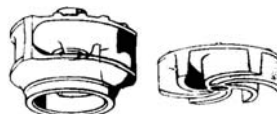
As bombas centrífugas submersíveis atualmente disponíveis utilizam, basicamente, dois tipos distintos de rotores, que apresentam algumas variantes. A figura a seguir ilustra esses tipos de rotores de bombas submersíveis e suas principais variantes.



Vortex



Pá única ABS



Vortex não entupível



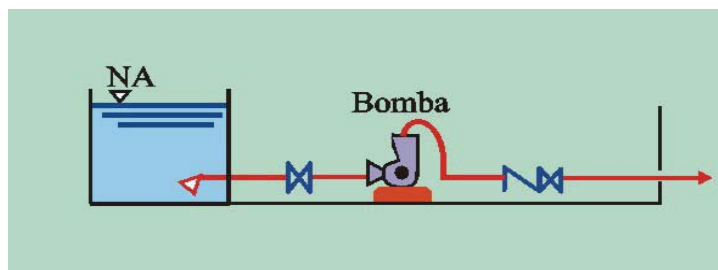
Pá única KSB

Tipos de estações elevatórias convencionais

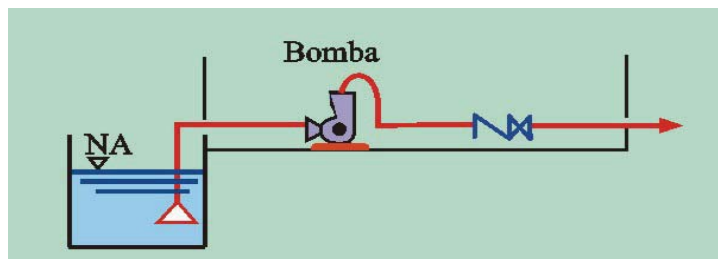
Os conjuntos elevatórios podem ser classificados de três diferentes formas, relacionadas ao eixo (horizontal ou vertical), afogamento (afogada ou não afogada) e submersão (bomba submersa ou conjunto submerso ou bomba não submersa). Vamos, agora, tratar de cada uma delas.

Classificação de acordo com a disposição relativa da bomba e do nível de água

De acordo com a instalação dos conjuntos elevatórios, as elevatórias convencionais podem ser classificadas em afogadas e não afogadas, como se pode ver na figura a seguir.



Bomba afogada



Bomba não afogada

Classificação de acordo com a disposição relativa do motor e da bomba

Segundo a disposição relativa do motor da bomba, as estações elevatórias podem ser classificadas em conjunto de eixo horizontal e conjunto de eixo vertical, além do conjunto moto-bomba submerso.

Tipo de EEE		Vantagens	Desvantagens
Conjunto de eixo horizontal		Facilidades de instalação, operação e manutenção.	Possibilidade da ocorrência de inundações na casa de bombas.
		Tradicionalmente a bomba funciona afogada, dispensando escorvamento.	
Conjunto de eixo vertical	Bombas não submersas	Permitem que as bombas trabalhem afogadas. Motores protegidos de eventuais inundações.	
	Bombas submersas	A utilização dessas bombas reduz consideravelmente as dimensões da elevatória.	Dificuldades de acesso para inspeção e manutenção da bomba.
Conjunto moto-bomba submerso		Redução substancial das dimensões da EEE.	Dificuldades de acesso para inspeção e manutenção do conjunto moto-bomba.

Classificação de acordo com a submersão da bomba

As estações elevatórias convencionais podem ainda ser classificadas, de acordo com a submersão da bomba, em elevatórias de poço seco e elevatórias de poço úmido.

As elevatórias convencionais de poço seco têm o poço de sucção separado da casa de bombas. Para as elevatórias de pequeno e médio porte, é comum a utilização de elevatórias do tipo convencional de poço úmido, com pelo menos uma bomba submersa. As elevatórias que utilizam conjuntos e elementos submersos são instalações simplificadas e totalmente enterradas, sem superestrutura. Apresentamos no quadro a seguir esses tipos de EEE.

Tipo de EEE	Bomba	Característica dos conjuntos
Poço seco	Não submersas	Conjunto moto-bomba afogado de eixo horizontal Conjunto moto-bomba de eixo vertical prolongado Conjunto moto-bomba de eixo vertical Conjunto moto-bomba auto escorvante
Poço úmido	Submersas	Conjunto vertical de eixo prolongado Conjunto moto-bomba submerso

Por ora, vimos vários aspectos relacionados às estações elevatórias de esgotos, suas partes constituintes, os diferentes tipos de bombas, com foco nas bombas centrífugas, como também os diversos tipos de elevatórias convencionais.

Já discutimos muitos itens relacionados com a operação e manutenção de estações elevatórias de esgotos. Vamos, agora, discutir os problemas que normalmente encontramos na operação de estações elevatórias, buscando ampliar as discussões e organizar a forma de combate a esses problemas observados na prática diária.

Procedimentos de operação e manutenção de estações elevatórias

O bom funcionamento da estação elevatória de esgoto depende substancialmente de um adequado programa de manutenção, que deve prever ações de caráter preventivo. Quando ocorrerem problemas ou inconformidades, o programa deve considerar, também, as ações corretivas necessárias. Para iniciar esse assunto vamos realizar a atividade proposta a seguir.

Reflita e se manifeste...



Dê um exemplo de manutenção preventiva e um exemplo de manutenção corretiva. Em qual delas o grau de dificuldade das atividades relacionadas é maior?

A manutenção corretiva é uma forma menos racional e pouco eficiente de cuidar de uma estação elevatória. Somente quando a consequência do problema aparece, é que se busca a solução parcial ou total para aquilo que causou o problema.

A manutenção preventiva obedece a um planejamento, que estabelece intervenções periódicas (ou pelo menos programadas) com a finalidade de permitir limpezas, abastecimentos e troca de peças gastas por novas, assegurando, assim, o funcionamento perfeito da estação (bombas, motores, bóias etc.) por um período maior.

As atividades de manutenção preventiva são de grande importância para o funcionamento da estação elevatória. Para que as atividades previstas no programa de operação e manutenção sejam realizadas da melhor forma possível, é necessário que as diferentes ações que ela envolve sejam realizadas segundo uma sequência predeterminada. Para aprofundar um pouco mais nesse assunto, vamos realizar a atividade a seguir.

A manutenção preventiva contribui para a durabilidade dos equipamentos.



Atividade em grupo

Inicialmente, vamos debater em conjunto as seguintes questões:



Quais são as principais atividades relacionadas à manutenção preventiva de EEE? Qual a sequência de ações que compõem essas atividades? Quais equipamentos e ferramentas são necessários para sua realização? Que cuidados devem ser tomados para que sejam realizadas com segurança?

Em seguida, reunidos em grupos:

Utilizar os espaços abaixo para fazer uma lista dos procedimentos de instalação, operação e manutenção de bombas que você e seus colegas costumam realizar no local onde vocês trabalham.

Atividade:

Responsável:

Procedimento	Dificuldades	Soluções
--------------	--------------	----------

Proposta de como fazer a operação e manutenção de estações elevatórias.

Os recursos necessários são caixa de ferramentas completa, equipamentos de proteção individual (EPI) e coletiva (EPC). O operador deve realizar somente as ações para as quais recebeu treinamento adequado, usando sempre os recursos necessários e os EPI e EPC indicados.

Principais ações:

- Quando na área externa da estação, inspecionar registro e/ou by-pass de chegada da EEE, para confirmar que não há descarga indevida do esgoto.
- Havendo desvio do esgoto, corrigi-lo abrindo registro ou stop-log.
- Verificar fluxo de esgoto de chegada.
- Registrar eventual anomalia (livro de ocorrência).
- Comunicar anormalidade imediatamente à manutenção.
- Bloquear o fluxo de chegada (fechamento de comporta, uso de bloqueador inflável ou desvio de outra forma) – onde for necessário.
- Checar tensão do(s) painel(s) em operação.
- Checar tensão da(s) bomba(s) em operação e ligadas.
- Ler os horímetros e checar a corrente elétrica das bombas (quando ligadas).
- Vistoriar as instalações elétricas e hidráulicas prediais.
- Interpretar os dados lidos – em casos de anomalias, tomar providências.
- Em caso de anormalidades, comunicar imediatamente à manutenção.
- Registrar anormalidade de acordo com instruções do supervisor (Importante: mesmo tendo solução imediata, o problema deve ser relatado).
- Verificar a integridade de barriletes, tubulações e equipamentos operacionais, quanto a vazamentos, entupimentos e outros riscos, quando visíveis.
- Bloquear o fluxo de chegada (fechamento de comporta, uso de bloqueador inflável ou desvio de outra forma) – onde for necessário.
- Efetuar descarga da parte líquida do poço com os próprios conjuntos moto-bomba instalados.
- Desligar (modo manual) todas as bombas logo em seguida.
- Desligar todo o equipamento elétrico em razão da limpeza.
- Vistoriar as condições do poço antes da retirada dos sólidos para otimizar frequência das limpezas.
- Iluminar o poço, considerando os cuidados com choques elétricos, de preferência com lanterna.
- Vistoriar o fluxo no poço de visita a montante da elevatória.
- Executar lavagem geral da área externa do poço.
- Limpar as caixas de extravasores.
- Verificar, internamente, os poços da elevatória após a limpeza.
- Desbloquear o fluxo de chegada – onde for necessário.
- Religar (modo automático) os conjuntos moto-bomba o mais breve possível.
- Verificar o funcionamento das válvulas de retenção para eventuais limpeza e lubrificação das mesmas.
- Registrar tudo o que foi realizado.

Análise, criticamente, a proposta de operação e manutenção de estações elevatórias de esgoto. Procure identificar procedimentos importantes não colocados na proposta dos grupos.

No seu cotidiano de trabalho, você vivencia a instalação e partida de bombas centrífugas?

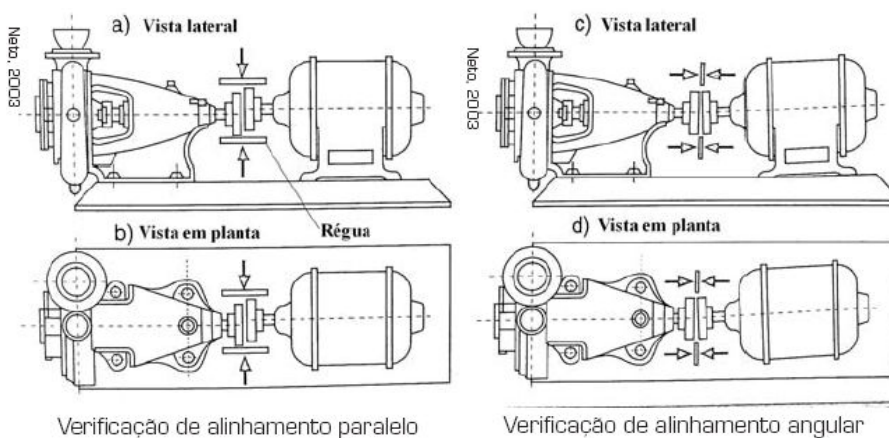
Apresentamos, a seguir, algumas recomendações e informações úteis relativas à instalação, partida, operação e manutenção de bombas centrífugas.

Recomendações para a instalação de bombas

Uma boa instalação é fundamental para proporcionar uma boa operação e manutenções menos frequentes. As bombas devem ser instaladas, niveladas e alinhadas por pessoas habilitadas. Quando esse serviço é executado incorretamente, as consequências são: transtornos na operação, desgastes prematuros e danos irreparáveis.

O conjunto moto-bomba deve ser fixado sobre uma base rígida e regular (de preferência de concreto ou alvenaria), isenta de vibrações. A vida útil do conjunto e o funcionamento do equipamento (livre de vibrações anormais) dependem do perfeito alinhamento entre a bomba e o motor. O alinhamento executado na fábrica deve ser refeito, visto que, durante o transporte e manuseio, o conjunto moto-bomba é sujeito a distorções que afetam o alinhamento inicialmente executado.

O alinhamento deve ser efetuado com o auxílio de relógio comparador para controle do deslocamento radial e axial, considerando a tolerância especificada pelo manual da bomba. Na impossibilidade de uso do relógio comparador, utilizar, para controle, uma régua metálica apoiada no sentido longitudinal nas duas partes da luva de acoplamento. O controle deve ser efetuado no plano horizontal e vertical. Para o controle no sentido axial, utilizar calibre de lâminas.



É importante seguir sempre as orientações dos fabricantes da bomba e do motor.

Recomendações para Tubulação de Sucção

- A tubulação de sucção, tanto quanto possível, deve ser curta e reta, evitando perdas de carga, e totalmente estanque impedindo a entrada de ar.
- Para que fique livre de bolsas de ar, o trecho horizontal da tubulação de sucção, quando negativa, deve ser instalado com ligeiro declive no sentido bomba–tanque de sucção. Quando positiva, o trecho horizontal da tubulação deve ser instalado com ligeiro aclave no sentido bomba–tanque de sucção.
- Quando houver necessidade de uso de redução, esta deverá ser excêntrica, montada com o cone para baixo, de tal maneira que a geratriz superior da redução fique em posição horizontal e coincidente com a da bomba. Isso impedirá a formação de bolsas de ar.

Recomendações para Tubulações de Recalque

- A tubulação deverá possuir dispositivos para o controle do golpe de aríete, sempre que os valores das sobrepressões, provenientes do retorno do líquido em tubulações longas, ultrapassarem os limites recomendados para a tubulação e a bomba.
- A ligação da tubulação de recalque ao flange da bomba deverá ser executada com uma redução concêntrica, quando seus diâmetros forem diferentes.
- Nos pontos onde houver necessidade de expurgar o ar, deverão ser previstas válvulas ventosas.

Recomendações para Partida

- Examinar o mancal quanto à limpeza e penetração de umidade e preencher o suporte de mancal com óleo, graxa ou água (dependendo da bomba) na quantidade e qualidade correta.
- Verificar o sentido de rotação do acionador, com a bomba desacoplada, para evitar operação “a seco” da bomba. Para bombas submersas, o sentido de rotação é testado já com a bomba dentro do poço. A maior pressão ou maior vazão (quando descarga livre) indicará o sentido correto de rotação.
- Certificar-se, manualmente, de que o conjunto girante roda livremente.
- Certificar-se de que o alinhamento do acoplamento foi executado corretamente.
- Inspeccionar o sistema de controle da bomba, buscando confirmar as seguintes questões: O motor dá partida quando o líquido atinge o nível desejado? O motor desliga quando o líquido atinge o nível desejado? Fazer os ajustes necessários.

- Escorvar a bomba, isto é, encher a bomba e a tubulação de sucção com água ou com líquido a ser bombeado, eliminando-se simultaneamente o ar dos interiores.
- Certificar-se de que as porcas do aperta gaxeta estão apenas encostadas.
- Abrir totalmente o registro de sucção (quando houver) e fechar o de recalque. Bombas com hidráulica axial devem partir com registro totalmente aberto (ou parcialmente aberto, para grandes vazões).
- Ligue o conjunto moto-bomba no modo manual de operação. Tendo sido efetuada a partida e estando a bomba em funcionamento observar os tópicos abaixo:
 - Ajustar a bomba para o ponto de operação (pressão e vazão), abrindo lentamente o registro de recalque, logo após o acionador ter atingido sua rotação nominal.
 - Controlar a corrente consumida pelo motor elétrico e o valor da tensão da rede.
 - Certificar-se de que a bomba opera livre de vibrações e ruídos anormais.
 - Controlar a temperatura do mancal. A mesma poderá atingir até 50 °C acima da temperatura ambiente, não devendo a soma exceder a 90 °C.
 - Ajustar o engaxetamento, apertando as porcas do aperta gaxeta cerca de 1/6 de volta. Como todo engaxetamento recém-executado requer certo período de acomodação, o mesmo deve ser observado nas primeiras 5 a 8 horas de funcionamento. Em caso de vazamento excessivo, apertar as porcas do aperta gaxeta cerca de 1/6 de volta.
 - Os cinco últimos itens acima deverão ser controlados a cada 15 minutos, durante as 2 primeiras horas de operação. Se tudo estiver normal, novos controles deverão ser feitos de hora em hora, até as primeiras 5 a 8 horas iniciais.
- Se todos os sistemas operacionais forem considerados dentro do desejado, colocar a bomba no sistema automático.

Recomendações para Operação

Exigências normais de operação de bomba centrífuga são relativamente simples e objetivas. Trata-se de trabalhos rotineiros de observação e manutenção, como os listados a seguir:

- Cuidadosa observação do funcionamento da bomba, prestando especial atenção para os sons da operação, a quantidade de vibração, e a temperatura operacional do motor e dos rolamentos.

- Observação e ajuste do fluxo da selagem de água (aproximadamente 20 gotas por minuto de perda para um preenchimento convencional).
- Observação do sistema de controle de operação.
- Limpeza dos sensores de controle.
- Observação do volume ou pressão de descarga.
- Registro dos parâmetros da bomba e do tempo cumulativo de funcionamento.
- Girar as bombas reserva para garantir que estarão utilizáveis quando necessário (normalmente, pelo menos uma vez por semana).

Analise, criticamente, as recomendações anteriores, procurando identificar eventuais procedimentos importantes não colocados na proposta da turma.

É o fim do nosso último conceito-chave, esperamos que essa oficina de capacitação tenha proporcionado a atualização de seus conhecimentos e a troca de experiências com seus colegas e, que o fruto disso seja traduzido em melhorias nessa tarefa tão importante para a preservação ambiental e para a saúde das pessoas.

Encerramento

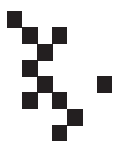
Estamos chegando ao fim da nossa oficina de capacitação. Nesses dois dias, discutimos a geração dos esgotos e suas características, falamos da importância dos sistemas de esgotamento sanitário para preservar o meio ambiente e a saúde das pessoas e da aplicação das EEE, vimos também as suas partes constituintes e diversos aspectos relacionados a sua operação e manutenção. Você se lembra do conceito de bacia sanitária? Vamos, agora, ampliar um pouco mais o foco de discussão, tratando da bacia hidrográfica.



Refleta e se manifeste...

Quais as diferenças e semelhanças entre o conceito de bacia sanitária e o de bacia hidrográfica? Como as atividades de operação e manutenção de estações elevatórias podem influenciar os recursos da bacia hidrográfica? E como podem afetar a saúde da população?

Vimos que os sistemas de esgotamento sanitário impactam o meio ambiente e a saúde das pessoas, e que o seu trabalho é de extrema importância para o alcance dos objetivos da implantação de sistemas de esgotamento sanitário, cujo princípio é a preservação ambiental e a proteção da saúde das pessoas.



Contudo, para ampliar o alcance das ações de saneamento, é necessário que o seu planejamento seja realizado de forma integrada, considerando a atuação em limites físicos adequados para tanto, e não nos limites políticos estabelecidos pela sociedade. As ações sanitárias, invariavelmente, são planejadas no âmbito da bacia hidrográfica em que serão aplicadas.

Para ler e refletir...



Importância da bacia hidrográfica

A ocupação de uma bacia hidrográfica deve ser sempre planejada. Deve-se proteger os mananciais, avaliar a influência da impermeabilização do solo sobre os corpos d'água na bacia, destinar os esgotos e o lixo adequadamente, evitar o uso de agrotóxicos e cuidar para que as indústrias não lancem poluentes que prejudiquem a qualidade da água e o meio ambiente. O não planejamento da ocupação da bacia pode trazer diversas consequências para a saúde pública, como surtos de diarreia, malária, dengue, esquistossomose etc.

As diferentes formas de interação entre as ações do homem e as conseqüentes alterações impostas sobre o meio levaram ao desenvolvimento de ferramentas de controle, como as apresentadas durante a oficina de capacitação, capazes de atenuar os impactos causados ao meio ambiente e à saúde pública.

Essas ferramentas, principalmente as ações de saneamento, são particularmente potencializadas quando aplicadas de forma integrada no contexto da bacia hidrográfica, considerando, tanto quanto possível, as especificidades lo-

cais, embora sempre levando em consideração a sua inserção num contexto mais global.

No âmbito da gestão dos serviços de saneamento, meio ambiente e recursos hídricos, a importância das bacias hidrográficas, para a garantia do desenvolvimento e da qualidade de vida das populações, é tão grande que o planejamento governamental e a atuação das comunidades devem ser feitos por bacias hidrográficas.



A **bacia hidrográfica** é uma área natural cujos limites são definidos pelos pontos mais altos do relevo (divisores de água ou espigões dos montes ou montanhas) e dentro da qual a água das chuvas é drenada superficialmente por um curso de água principal até sua saída da bacia, no local mais baixo do relevo, ou seja, na foz do curso d'água.

Chegamos ao fim da nossa oficina de capacitação. É um bom momento para refletirmos sobre o que aprendemos e avaliarmos o atendimento às nossas expectativas iniciais.

Para saber mais...

Para obter mais informações sobre “Operação e manutenção de estações elevatórias de esgotos”, consulte a bibliografia listada a seguir.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-12208/1992, Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário, 1992, 5p.

BARROS, R. T. V.; CASSEB, M. M. S.; CASTRO, A. A.; CHERNICHARO, C. A. L; COSTA, A. M. L. HELLER, L.; MÖLLER, L. M.; von SPERLING E.; von SPERLING, M.. *Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios*. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, v.2, 1995, 221p.

BORGES, K. L. *Análise e redimensionamento das estações elevatórias de esgoto no município de Araguari-MG*. VII Exposição de Experiências Municipais em Saneamento 2003, ASSEMAE.

CRESPO, P. G.; *Elevatórias nos sistemas de esgotos*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001, 290p.

Manual de Treinamento Manutenção. Centro de Treinamento do Produto, KSB Bombas Hidráulicas S/A. 8º Edição, 2003.

TSUTIYA, M. T. ; ALEM SOBRINHO, P. . *Coleta e transporte de esgoto sanitário*. São Paulo: Winner Graph, 1999. v. 1. 547 p.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2005, 243p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 1).