

# GEOLOGIA AMBIENTAL:

## Tecnologias para o desenvolvimento sustentável - Vol. 1

Eduardo de Lara Cardozo  
(Organizador)



Eduardo de Lara Cardozo  
(Organizador)

**GEOLOGIA AMBIENTAL: TECNOLOGIAS PARA O  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

---

Atena Editora  
2017

2017 by Eduardo de Lara Cardozo

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Edição de Arte e Capa:** Geraldo Alves

**Revisão:** Os autores

#### **Conselho Editorial**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto (UFPEL)

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho (UnB)

Prof. Dr. Carlos Javier Mosquera Suárez (UDISTRITAL/Bogotá-Colombia)

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior (UEPG)

Prof. Dr. Gilmei Francisco Fleck (UNIOESTE)

Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza (UEPA)

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa (FACCAMP)

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior (UFAL)

Profª Drª Adriana Regina Redivo (UNEMAT)

Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua (UNIR)

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson (UTFPR)

Profª Drª Ivone Goulart Lopes (Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatric)

Profª Drª Lina Maria Gonçalves (UFT)

Profª Drª Vanessa Bordin Viera (IFAP)

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

G345

Geologia ambiental: tecnologias para o desenvolvimento sustentável /  
Organizador Eduardo de Lara Cardozo. – Ponta Grossa (PR):  
Atena Editora, 2017.

297 p. : 57.346 kbytes – (Geologia Ambiental; v. 1)

Formato: PDF

ISBN 978-85-93243-39-4

DOI 10.22533/at.ed.3940809

Inclui bibliografia.

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Geologia ambiental. 3. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Cardozo, Eduardo de Lara. II. Título. III. Série.

CDD-363.70

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

2017

Proibida a reprodução parcial ou total desta obra sem autorização da Atena Editora

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

E-mail: [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## Apresentação

Notícias como deslizamentos de encostas, regiões alagadas e ocupações irregulares sempre vêm à tona. E quando ocorrem, normalmente trazem junto a esses fatos, prejuízos econômicos e infelizmente anúncios relacionados à perda de vidas.

Alguns exemplos desses processos são recentes, como o caso do deslizamento de uma encosta em Angra dos Reis em 2010, onde houveram vítimas fatais, outro caso que chamou muito a atenção foi o rompimento, em 2015, de uma barragem de rejeitos no município de Mariana (Minas Gerais), bem como alagamentos em várias regiões brasileiras, são frequentemente divulgadas. Questões ambientais que ocorrem naturalmente, porém com o processo de ocupação irregular e degradação pela ação humana, os resultados nem sempre são positivos.

Os artigos aqui apresentados vêm ao encontro de muitos fatos ocorridos e que normalmente atribuímos apenas a questões ambientais. Porém, sabemos que não é bem assim! O deslizamento é um fenômeno comum, principalmente em áreas de relevo acidentado, as enchentes acontecem logo em seguida às chuvas intensas e em grandes períodos. Situações que há milhares de anos vem se repetindo, porém com o processo de urbanização, a retirada da cobertura vegetal, a ocupação de áreas irregulares, a contaminação do solo, a degradação do ambiente, entre vários outros pontos, acaba sendo intensificada pela constante alteração e ocupação desse espaço geográfico.

No primeiro volume da obra **“Geologia Ambiental: tecnologias para o desenvolvimento sustentável”** são abordadas questões como: análise da suscetibilidade a deslizamentos, avaliação de cenários sob perigo geotécnico, ordenamento territorial, a importância de estudos específicos considerando as complexidades e diversidades dos diferentes contextos, análise do comportamento geomecânico dos maciços rochosos, caracterização química-mineralógica e da resistência ao cisalhamento, estudos de resistência do meio físico em busca de segurança de instalações e a utilização de software no dimensionamento geotécnico aplicado a fundações profundas.

Neste primeiro volume também são contemplados os seguintes temas: análise da evolução da boçoroca do Córrego do Grito em Rancharia-São Paulo, estudos de áreas suscetíveis a ocorrência de inundações, diagnóstico ambiental voltado à erosão hídrica superficial e cartografia geotécnica, erosão e movimento gravitacional de massa, melhoramento fluvial do rio Urussanga - SC objetivando a redução de impactos associados às chuvas intensas, desassoreamento do Rio Urussanga - SC e caracterização do sedimento, potencialidades dos recursos hídricos na Bacia do Córrego Guariroba -MS.

E fechando este primeiro volume, temos os temas ligados ao: uso de tecnologias alternativas para auxiliar no tratamento de águas residuais, gestão de esgotamento sanitário, estudos sobre a contaminação dos solos por gasolina e

descontaminação através de bioremediação, metodologias que determinam a vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação, mapeamento geoambiental como subsídio à seleção de áreas para implantação de centrais de tratamento de resíduos sólidos, são apresentados.

Diferentes temas, ligados a questões que estão presentes em nosso cotidiano. Desejo uma excelente leitura e que os artigos apresentados contribuam para o seu conhecimento.

Atenciosamente.

*Eduardo de Lara Cardozo*

## SUMÁRIO

**Apresentação.....03**

### CAPÍTULO I

ANÁLISE DA SUSCETIBILIDADE A DESLIZAMENTOS DA UNIDADE GEOMORFOLÓGICA SERRAS CRISTALINAS LITORÂNEAS NO MUNICÍPIO DE BLUMENAU/SC.

*Maurício Pozzobon, Gustavo Ribas Curcio e Claudinei Taborda da Silveira.....08*

### CAPÍTULO II

AValiação DE CENÁRIOS SOB PERIGO GEOTÉCNICO: O CASO DA COMUNIDADE DO MORRO DA MARIQUINHA, FLORIANÓPOLIS-SC.

*Gabriela Bessa, Daniel Galvão Veronez Parizoto, Rodrigo Del Olmo Sato, Nilo Rodrigo Júnior, Murilo da Silva Espíndola e Vítor Santini Müller.....30*

### CAPÍTULO III

AValiação DOS REMANESCENTES FLORESTAIS NA ELABORAÇÃO DE CARTAS GEOTÉCNICAS DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO O CASO DE SÃO BERNARDO DO CAMPO - SP

*Raquel Alfieri Galera, Fernando Cerri Costa e Ricardo de Souza Moretti.....42*

### CAPÍTULO IV

Caracterização E CLASSIFICAÇÃO GEOMECÂNICA DE MACIÇOS ROCHOSOS COMPOSTOS PELAS PRINCIPAIS LITOLOGIAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

*Walter dos Reis Junior e Maria Giovana Parizzi.....57*

### CAPÍTULO V

Caracterização GEOTÉCNICA E MINERALÓGICA DE UMA ARGILA FORMADA SOB ATIVIDADE HIDROTÉRMAL

*Marcelo Heidemann, Luiz Antônio Bressani, Juan Antonio Altamirano Flores, Matheus Porto, Breno Salgado Barra e Yader Alfonso Guerrero Pérez.....73*

### CAPÍTULO VI

PROPOSIÇÕES PARA UM CISALHAMENTO DIRETO DE CAMPO: ALTERNATIVA EM MAPEAMENTOS GEOTÉCNICOS.

*Vitor Santini Müller, Nilo Rodrigues Júnior, Murilo da Silva Espíndola, Regiane Mara Sbroglia, Rafael Augusto dos Reis Higashi e Juan Antonio Altamirano Flores.....89*

### CAPÍTULO VII

USO DE MODELO GEOLÓGICO DIGITAL COMO FERRAMENTA DE ORIENTAÇÃO DE DIMENSIONAMENTO DE FUNDAÇÃO

*Carlos Magno Sossai Andrade, Patrício José Moreira Pires e Rômulo Castello Henrique Ribeiro.....102*

#### CAPÍTULO VIII

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA BOÇOROCA DO CÓRREGO DO GRITO EM RANCHARIA-SP DE 1962 A 2014

*Alyson Bueno Francisco.....118*

#### CAPÍTULO IX

CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM COMO SUBSÍDIO AO ESTUDO DA SUSCETIBILIDADE À INUNDAÇÃO NAS MICROBACIAS DO MÉDIO RIO GRANDE

*Eduardo Goulart Collares, Ana Carina Zanollo Biazotti Collares, Jéssica Avelar Silva e Amanda Francieli de Almeida.....126*

#### CAPÍTULO X

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SUPERFICIAL DO MUNICÍPIO DE PACOTI NO ESTADO DO CEARÁ. EROSIVIDADE, ERODIBILIDADE E UNIDADES DE RELEVO PARA GEOTECNIA

*Francisco Kleison Santiago Mota, Jean Marcell Pontes de Oliveira, Naedja Vasconcelos Pontes, César Ulisses Vieira Veríssimo e Sônia Maria Silva de Vasconcelos.....138*

#### CAPÍTULO XI

MAPEAMENTO DE AMEAÇAS E DESASTRES NATURAIS NA ÁREA URBANA DE SANTARÉM - PA

*Fábio Ferreira Dourado e Milena Marília Nogueira de Andrade.....160*

#### CAPÍTULO XII

MELHORAMENTO FLUVIAL DO RIO URUSSANGA PERTENCENTE À BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUSSANGA, SUL DE SANTA CATARINA

*Sérgio Luciano Galatto, Gustavo Simão, Jader Lima Pereira, Nadja Zim Alexandre e Vilson Paganini Belletini.....174*

#### CAPÍTULO XIII

METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM E CARACTERIZAÇÃO DO SEDIMENTO DO RIO URUSSANGA-SC PARA FINS DE DEPOSIÇÃO

*Nadja Zim Alexandre, Carlyle Torres Bezerra de Menezes, Gustavo Simão, Jader Lima Pereira e Sérgio Luciano Galatto.....190*

#### CAPÍTULO XIV

POTENCIALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO CÓRREGO GUARIROBA, MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE-MS

*Giancarlo Lastoria, Sandra Garcia Gabas, Guilherme Henrique Cavazzana, Juliana Casadei e Tamiris Azoia de Souza.....204*

CAPÍTULO XV

ASPECTOS PRINCIPAIS SOBRE O USO DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS PARA AUXILIAR NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

*Bruna Ricci Bicudo, Lígia Belieiro Malvezzi e Edilaine Regina Pereira.....214*

CAPÍTULO XVI

AVALIAÇÃO DOS PROBLEMAS OPERACIONAIS PRESENTES EM ALGUMAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO CEARÁ

*Thiago de Norões Albuquerque, Tícia Cavalcante de Souza e Wladya Maria Mendes de Oliveira.....225*

CAPÍTULO XVII

COMPARATIVO DE BIORREMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS POR GASOLINA

*Diego Moreira da Silva, Marcela Penha Pereira Guimarães, Raphael Moreira Alves e Francisco Roberto Silva de Abreu.....239*

CAPÍTULO XVIII

DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO E SUPERFÍCIE POTENCIOMÉTRICA EM TAQUARUÇU DO SUL - RS

*Gabriel D'Avila Fernandes, José Luiz Silvério da Silva, Willian Fernando de Borba, Lueni Gonçalves Terra, Carlos Alberto Löbler e Edivane Patrícia Ganzer.....251*

CAPÍTULO XIX

MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL COMO SUBSÍDIO À SELEÇÃO DE ÁREAS PARA IMPLANTAÇÃO DE CENTRAIS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: APLICAÇÃO AO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO - SP

*Hermes Dias Brito, Fábio Augusto Gomes Vieira Reis, Claudia Vanessa dos Santos Corrêa e Lucilia do Carmo Giordano.....263*

***Sobre o organizador.....286***

***Sobre os autores.....287***

## **CAPÍTULO XVI**

### **AVALIAÇÃO DOS PROBLEMAS OPERACIONAIS PRESENTES EM ALGUMAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO CEARÁ**

---

**Thiago de Norões Albuquerque  
Tícia Cavalcante de Souza  
Wladya Maria Mendes de Oliveira**

## AVALIAÇÃO DOS PROBLEMAS OPERACIONAIS PRESENTES EM ALGUMAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO CEARÁ

### **Thiago de Norões Albuquerque**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE  
Fortaleza-Ceará

### **Tícia Cavalcante de Souza**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE  
Fortaleza-Ceará

### **Wladya Maria Mendes de Oliveira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE  
Maracanaú-Ceará

**RESUMO:** A fim de promover a saúde pública é de fundamental importância a gestão do esgotamento sanitário. No estado do Ceará, esta função é delegada a Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE. Nesta pesquisa, foram avaliados os principais problemas operacionais presentes em algumas estações de tratamento de esgoto da CAGECE. Os problemas foram avaliados através de questionários aplicados aos gestores e operadores e por meio de visitas técnicas as unidades. Como resultados foram observados diversos problemas sendo os principais; a falta de profissionais capacitados e recursos financeiros insuficientes para o gerenciamento das estações de tratamento de esgoto concluindo que para que ocorra um real tratamento do efluente algumas medidas devem ser tomadas para a correção dos problemas observados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estações de tratamento de esgoto, Problemas operacionais e Tratamento preliminar.

.

## **1. INTRODUÇÃO**

Os serviços de saneamento básico são essenciais para promoção da saúde pública, o que inclui itens como abastecimento de água e esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais. A gestão desses serviços pode trazer benefícios à população a curto ou longo prazo por corrigir problemas imediatos e evitar ações emergenciais, respectivamente.

No estado do Ceará grande parte dos esgotos domésticos são encaminhados para as redes de coleta e tratamento de esgoto operadas pela CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará). Dentre os 184 municípios do estado, 150 apresentam seus sistemas de tratamento delegados a Companhia. Porém, apenas 72 municípios apresentam estações de tratamento, representando uma cobertura estadual de cerca de 38,12% da população. No estado como um todo existe 223 ETE's disseminadas entre a capital e o interior, onde são implantados os mais diversos tipo de tratamento.

Em grande parte das estações encontram-se presentes uma infinidade de problemas operacionais, esses passam a produzir um impacto cumulativo no processo de tratamento à medida que o efluente avança nas etapas do sistema. Sua identificação tardia pode causar sérios problemas ambientais, operacionais e de estrutura. A principal consequência desses problemas é a queda na eficiência do tratamento em seus níveis; preliminar, primário, secundário e terciário e no sistema como um todo.

Dentre os problemas mais comuns, pode-se citar um ineficiente tratamento preliminar, que tem por objetivo separar materiais grosseiros e areia, por exemplo com a falta de limpeza de grades ou a sedimentação inadequada levando a obstrução das canalizações, a emanação de odor, o arraste de material através das grades, etc. Como consequência dessa situação pode-se ter a deteriorização de equipamentos (abrasão) bem como perdas de eficiência dos processos de tratamento subsequentes em um efeito cascata.

Portanto, o presente trabalho tem por objetivo identificar e avaliar os principais problemas operacionais presentes nas estações de tratamento de esgoto operadas pela Companhia de Água e Esgoto do estado do Ceará.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

A operação da ETE requer cuidados básicos a fim de se evitar problemas para as unidades de tratamento e para a equipe de trabalho, é fundamental, por exemplo, a permanência de um encarregado, devidamente treinado e capacitado, para o controle operacional da unidade, além da proibição da entrada de pessoas inabilitadas ou animais na área da estação (MENEZES *et al.*, 2006).

De acordo com Bolzani *et al* (2011), dentre os problemas operacionais, os mecânicos, podem afetar uma variedade de unidades que necessitam de eletricidade em seu funcionamento, como grades mecânicas, centrifugas, bombas de recirculação de lodo entre outras.

Com relação aos problemas operacionais encontrados em reatores anaeróbios no Distrito Federal Ramos *et al* (2010), cita a presença de extravasamento das unidades, corrosão, presença de espuma na zona de digestão, sobrecargas hidráulicas, recalque do terreno, degradação do concreto, entupimento de tubulações entre outros.

De acordo com o volume de água servida tratada nas estações de tratamento de esgoto, grande quantidade de lodo pode acumular-se nos pátios dessas estações, tornando sua disposição final um importante problema ambiental (GOMES *et al.*, 2007).

Além dos problemas operacionais, é importante ressaltar a contaminação do ar, segundo Pedruzzi e Souza (2013), a presença de sulfeto é responsável pela geração de odores desagradáveis e pelo processo de corrosão nas instalações de coleta e tratamento de esgoto.

Para Pecora (2006), a finalidade do tratamento de esgoto é a obtenção da

redução dos agentes contaminantes a ponto dos subprodutos gerados, quando devolvidos ao meio ambiente, não ocasionem impactos ambientais não desenvolvendo assim problemas ambientais circunvizinhos às estações de tratamento.

A aplicação de uma normativa para a fase de projeto de novas estações de tratamento de esgoto visando a prevenção de riscos ocupacionais tende a minimizar diversas situações de risco que os operadores estão expostos (ROCHA, 2012).

De acordo com Mortari (2005), para se evitar problemas operacionais é necessária a efetiva conservação dos taludes, dos gramados de proteção e correção de porosidades e erosão, assegurar a limpeza dos taludes, roçados, tubulações de entrada do esgoto afluente além do controle do nível e eficiência dos processos de tratamento.

Mensurar, monitorar e reportar são elementos chave no sistema de gestão ambiental, a inserção dos indicadores de ecoeficiência no processo de gestão ambiental além de auxiliar o desempenho ambiental, considera também a sua eficiência econômica, prestando também especial contribuição para apontar possíveis falhas operacionais (SALGADO, 2004).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Em primeiro lugar foram identificadas todas as estações de tratamento de esgoto pertencentes à CAGECE no estado do Ceará, em seguida essas foram classificadas de acordo com o tipo de tratamento primário e secundário existente.

#### Tipos de tratamento

- Lagoa sem aeração: 67 estações
- Decanto digestor seguido de filtro anaeróbio: 105 estações
- Sistema UASB: 31 estações
- Sistema UASB seguido de Pós-tratamento: 11 estações
- Lagoa com aeração: 9 estações.

O termo lagoa sem aeração é definido pela CAGECE e designa o tratamento por lagoas facultativas ou anaeróbias. Enquanto que para lagoa com aeração estão contidos os sistemas de lagoa aerada facultativa ou de mistura completa.

Após a realização desse levantamento foram identificadas 10 estações, em comum acordo com a companhia gestora, para aplicação de questionários. O número reduzido de estações em relação ao total é justificado pela impossibilidade de liberação de um maior número de estações para realização da pesquisa.

Para a produção dos questionários foram feitos levantamentos bibliográficos em livros, artigos, manuais, entre outros, que conceituassem e pontuassem os principais problemas existentes nas ETE's. Nesses constavam questões abertas e fechadas e foram aplicados aos operadores e gestores das unidades avaliadas,

com o intuito de ser facilmente entendido e rapidamente respondido de forma a não prejudicar o andamento das atividades na estação.

Nos questionários foram contempladas questões referentes a problemas frequentes para cada nível de tratamento, preliminar, primário, secundário e terciário quando existentes. Foi aplicado ainda um questionário a ser respondido pelo supervisor da unidade, sendo esse mais focado na estrutura física, econômica e de funcionários da estação.

As perguntas aplicadas no questionário dos operadores eram divididas em dois blocos: um referente ao sistema preliminar de tratamento, igual a todas as estações, e outro retratando questionamentos específicos ao sistema de tratamento primário e secundário implantado em cada unidade.

O número total de estações avaliadas foram 10 e os sistemas contemplados foram: lagoa facultativa, lagoa anaeróbia, sistema UASB, sistema UASB seguido de pós tratamento e decanto digestor seguido de filtro anaeróbio (Tabela 1).

Tabela 1- Estações avaliadas, local e tratamento implantado.

Nome das Estações	Tratamento	Localização (municipal)
Maraponga Campo dos Ingleses	Decanto Digestor e Filtro Anaeróbio	Fortaleza
Marco Freire	Decanto Digestor e Filtro Anaeróbio	Fortaleza
Herval	UASB seguido de Pós-tratamento	Quixadá
Maratoan	Lagoa sem Aeração	Crateús
Vila 3 Marias	UASB	Juazeiro do Norte
Tarrafas	UASB	Tarrafas
Centro de Eventos	UASB seguido de Pós-tratamento	Fortaleza
Malvas	Lagoa sem Aeração	Juazeiro do Norte
Tupã Mirim	Lagoa sem Aeração	Fortaleza
Conjunto Ceará 4 Etapa	Lagoa sem Aeração	Fortaleza

Fonte: Autor (2015).

Assim foram retratados os principais problemas existentes em cada sistema e pontuadas as falhas durante o processo de operação.

## 4. RESULTADOS

### Dos Gestores

O primeiro item buscou avaliar o nível de conhecimento ambiental, apresentado pelos profissionais gestores das ETE's. Observou-se que dentre os 8 gestores avaliados, pelo menos seis possuíam alguma capacitação na área ambiental, entretanto a ausência de formação ambiental em dois dos gestores é fator preocupante e pode contribuir tanto para o surgimento de problemas, decorrente disposição final inadequada de efluente com qualidade insatisfatória em rios e solo, como da incapacidade de resolvê-los.

Com relação ao segundo quesito, o qual tratou da necessidade de um maior número de profissionais para operação dos sistemas, verificou-se que em 60% das estações seria necessário um maior contingente para a realização das atividades. Para as demais 4 estações (ETE's Herval, Vila 3 Marias, Centro de Eventos e Malvas) o número de operadores atende as necessidades existentes.

Para o terceiro quesito, que questionou a necessidade de se aumentar o número de profissionais qualificados para exercer cargos de gestão das unidades, 60% dos entrevistados concordaram que o aumento desse efetivo melhoraria a eficiência dos processos de tratamento. Já as demais 4 estações (Tarrafas, Centro de Eventos, Tupã Mirim, Conjunto Ceará 4 Etapa) informaram que o grupo técnico existente é suficiente para assegurar a eficiência máxima da estação.

No quarto quesito foi perguntado se o valor em dinheiro recebido para o gerenciamento das estações era suficiente para sua manutenção e atendimento de todas as necessidades existentes. Para todas as estações pesquisadas, com exceção da Vila 3 Marias, o valor é insuficiente para realização de todos os reparos e cessamento dos problemas existentes, de forma que acaba por comprometer a eficiência da estação.

Em relação à responsabilidade e dedicação dos gestores, com base no número de unidades gerenciadas por esses, 90% dos gestores afirmaram ser responsáveis por mais de uma estação estando presente somente em alguns momentos em cada estação.

### **Tratamento Preliminar**

O material retido nas grades deve ser removido de forma constante para evitar que ocorra perda de carga. O acúmulo de esgoto a montante das grades promove o aumento de sua velocidade entre as barras arrastando alguns sólidos que ali deveriam ficar retidos (BOLZANI, 2011).

Sendo assim, o primeiro quesito avaliou a ocorrência de obstrução nas grades do sistema de tratamento preliminar. De acordo com a avaliação as unidades Maraponga Campo dos Ingleses, Marco Freire, Maratoan, Tupã Mirim, Conjunto Ceará 4 Etapa e Malvas, apresentaram problema com a constante obstrução de suas grades.

Com relação ao segundo quesito que avaliou a passagem de material grosseiro da etapa de tratamento preliminar para as unidades a jusantes, apenas duas das estações (Herval e Centro de Eventos) informaram não apresentar esse problema.

O terceiro e quarto itens avaliaram respectivamente a presença de odor desagradável nas etapas do tratamento preliminar e a frequência em que esse era verificado. Com relação à avaliação desse quesito todas as estações informaram apresentar odor desagradável, sendo em 50% das estações verificado odor apenas em algumas épocas do ano.

Com relação à frequência de limpeza das grades, questionado no quinto

item, as estações promovem em média três limpezas diárias, ocorrendo no momento em que se observa na unidade um elevado acúmulo de resíduos, entretanto o número de limpezas diárias está relacionado ao porte das estações e a presença de resíduos sólidos no efluente. Quando questionado sobre as condições das grades e peneiras 70% das estações (Maraponga Campo dos Ingleses, Marco Freire, Maratoan, Vila 3 Marias, Tupã Mirim, Conjunto Ceará 4 Etapa e Malvas), afirmaram que não eram observadas boas condições de uso, pois encontravam-se oxidadas, quebradas ou colocadas de forma incorreta.

Para Ramos (2008), a correta limpeza das unidades de gradeamento e de desarenação melhora a eficiência dessas unidades promovendo uma máxima retirada de sólidos grosseiros de forma a evitar a passagem desses para as demais etapas do sistema, onde reduziriam a qualidade do tratamento.

Com relação às caixas de areia o primeiro item buscou avaliar a presença de odor nessas unidades. Em geral esse odor pode ser gerado pela sedimentação incorreta de material orgânico partícula. Com base nos dados apresentados as estações (Maraponga Campo dos Ingleses, Maratoan, Conjunto Ceará 4 Etapa) afirmaram possuir esse problema.

Entretanto quando questionados no segundo item sobre a existência de arraste do material da caixa de areia para as unidades posteriores do sistema, com exceção da estação Herval, todas as demais relataram o problema.

Segundo Tomiello (2008), a boa operação das caixas de areia condiciona o efluente para as demais unidades de tratamento subsequentes.

O terceiro quesito avaliou o período entre a limpeza da caixa de areia. Em 80% dos casos é utilizado um prazo de 15 dias entre as limpezas, entretanto foram também citados períodos mensais e diários respectivamente para as estações Maratoan e Tarrafas.

Relacionado aos medidores de vazão se buscou saber se esses se encontravam presentes e em funcionamento na estação, visto que é essencial saber o volume de entrada de efluente para proporcionar um tratamento eficiente. De acordo com o avaliado apenas as estações Herval, Centro de Eventos e Malvas apresentavam medidor de vazão, sendo esse do tipo calha parshall.

Como a vazão do esgoto varia ao longo do tempo deve ocorrer a existência de sistemas de controle de nível, de forma que a velocidade média de escoamento horizontal possa ser mantida constante, para evitar o arraste de materiais sedimentados (PRADO, 2006).

## **Tratamento Primário e Secundário**

### **Lagoa Sem Aeração**

Dentre as ETEs investigadas nesse trabalho, que apresentaram unidades de lagoas sem aeração, estão: Maratoan, Malvas, Tupã Mirim, Conjunto Ceará 4 Etapa.

Destas estações, 3 afirmaram não apresentar problema de odor. Já a ETE Malvas visando minimizar seu problema, implantou aeradores na parte superficial de suas lagoas.

Para Schirmer e Oliveira (2010), a maior consequência da produção de odor são as reclamações efetuadas pelas populações circunvizinhas à estação, além da ausência de padrões que possam ser seguidos pelos administradores ambientais.

Quanto a proliferação de insetos, 3 das estações afirmaram possuir tal problema (ETE's Malvas, Tupã Mirim e Conjunto Ceará) que pode ser decorrente das zonas mortas apresentadas nas lagoas.

Segundo Fernandes (2008), a proliferação de insetos pode ser decorrente do acúmulo de resíduos não tratados nas lagoas de estabilização, sendo esse um identificador da ausência de manutenção nos sistemas de tratamento.

Nos questionários apresentados também foi perguntado sobre o crescimento de vegetação no interior das lagoas. Foi unanime a resposta de que ocorre crescimento de vegetação aquática no interior das lagoas (Figura 1).



Figura 1- Lagoa de Estabilização ETE Conjunto Ceará. Fonte: Autor.

Com relação à cobertura da superfície das lagoas por uma camada de espuma ou material gorduroso, apenas a ETE Maratoan não apresentou esse problema.

Segundo Ramos (2008), a existência de espuma na parte superficial das lagoas é constante causa de reclamação dos operadores por propiciar um mau aspecto na superfície da lagoa, além de propiciar ambiente favorável à proliferação de moscas, mosquitos e maus odores.

Também foi avaliada, na saída, a alta concentração de biomassa no efluente final. De acordo com a avaliação, esse problema foi verificado em 3 estações (ETE's Malvas, Tupã Mirim e Conjunto Ceará) das 4 avaliadas.

Finalmente, referente ao quadro geral de problemas citados e verificados

ocorria na maioria das estações problemas de odor, sobrenadante, espuma, presença elevada de biomassa no efluente, zonas mortas, aeradores e bombas quebrados, ausência de ferramentas, entre outros.

#### Decanto Digestor e Filtro Anaeróbio

As ETEs com decanto digestor e filtro anaeróbio estudadas foram: Maraponga Campo dos Ingleses e Marco Freire.

Primeiramente foi verificada a existência de algum tipo de monitoramento do fluxo de efluente na entrada e na saída das estações. Para o efluente de saída foi observado que ocorre monitoramento uma vez ao mês.

Para Silva (2011), o monitoramento tanto do efluente com dos problemas da estação de tratamento é de efetiva importância, uma vez que através desses é possível identificar problemas antes que os mesmos possam comprometer o funcionamento das estações.

Com relação à passagem de flocos dos digestores para os filtros foi verificada a passagem desse material nas duas estações estudadas, passando assim a comprometer a eficiência do tratamento proporcionada pelos filtros anaeróbios.

Quando questionado sobre o arraste do leito filtrante dos filtros anaeróbios juntamente com o efluente final, as duas estações afirmaram apresentar esse problema. A ETE Maraponga ainda afirmou que também ocorre saída de biossólidos, juntamente com o efluente final do processo.

Relativo à obstrução do leito filtrante nenhuma das estações apresentou esse problema. Sendo assim, pode-se induzir que ocorra aplicação de elevadas velocidades do efluente no interior dos filtros que passam a não permitir a obstrução do leito filtrante, mas proporcionam seu carreamento e remoção conjunta de biossólidos com o efluente final.

#### UASB

As ETEs estudadas compostas por unidades de reatores do tipo UASB foram: Vila 3 Marias e Tarrafas.

O primeiro quesito avaliado questionou sobre a excessiva presença de areia no interior do reator, as estações estudadas afirmaram apresentar esse problema que pode ser atribuído a falhas na etapa preliminar do sistema de tratamento.

Uma melhor eficiência dos reatores UASB esta condicionada à minimização da entrada de materiais grosseiros e areia, advindas dos esgotos afluentes, no reator (RAMOS, 2008).

Com relação ao volume de lodo excedente e a frequência de sua remoção tanto a ETE Vila 3 Marias, como a Tarrafas não apresentam qualquer metodologia de retirada sendo esse removido de forma arbitrária. No caso da ETE tarrafas a remoção ocorre em período quinzenal.

Uma das atividades mais importantes na rotina operacional de um reator do

tipo UASB consiste na determinação do volume de biomassa no interior da unidade. Isso facilitará a determinação da frequência e da quantidade de lodo que deve ser removido, com consequência direta na eficiência do tratamento (RAMOS, 2008).

De acordo com o monitoramento existente nos reatores relacionados a ETE Vila 3 Marias não apresenta variações de eficiência. Já na ETE Tarrafas ocorre variação de eficiência ao longo do tempo, podendo esse ser proporcionado pelo descarte inadequado do lodo no reator. Todo o lodo removido em ambas as estações segue para o leito de secagem e aguarda disposição final.

#### UASB e Pós-Tratamento

As ETEs estudadas compostas por unidades de reatores do tipo UASB seguido de Pós-tratamento foram:

- ETE Herval – sistema UASB seguido por filtro anaeróbio, decantador lamelar e lagoa de polimento;

- ETE Centro de Eventos – sistema UASB seguido de filtro aerado submerso.

Relativo à lavagem de gases a ETE Herval apresenta sistema de tratamento para odores, por lavagem com a cal, porém esse encontrasse inativo.

Foi identificado que as estações apresentam o problema de passagem de material sólido (lodo) juntamente com o efluente final.

Para o sistema de pós-tratamento do reator UASB da unidade do Centro de Eventos, que é composta por filtro anaeróbio de fluxo ascendente, apresenta-se o arraste do leito filtrante juntamente com biossólidos no efluente final do sistema. Não foi verificado qualquer problema de odor ou obstrução do leito filtrante, de forma que o arraste do material no filtro pode ser decorrente da aplicação de elevadas taxas no interior da unidade.

Referente ao pós-tratamento aplicado a ETE Herval relacionado, ao filtro submerso aerado, não foi verificado a presença de odor desagradável nem obstrução do leito filtrante, que é composto de bobs de pvc. Entretanto ocorre arraste do leito filtrante decorrente do rompimento da tela de proteção para as unidades a jusante. A unidade de filtração é recente por isso nunca foi realizada sua limpeza. Quando necessário às águas de lavagem serão encaminhadas para o leito de secagem.

Com relação à unidade de decantação existe a geração de espuma em sua superfície, sendo essa removida pelo operador. A unidade não apresenta qualquer odor desagradável ou qualquer monitoramento do efluente final. Há a existência de flocos em sua superfície e o lodo descartado sofre recirculação no sistema.

Por fim, relacionado à lagoa de polimento essa não apresenta odor desagradável ou proliferação de inseto, mas é notório o crescimento de vegetação no interior da lagoa, entretanto não se observa demais problemas existentes.

## 5. CONCLUSÃO

Dentre os resultados observados na avaliação dos questionários aplicados aos gestores e operadores, bem como nas visitas às estações de tratamento de esgoto foi possível concluir que:

### Dos Gestores

- ✓ Foi observado que alguns gestores não apresentam formação na área ambiental;
- ✓ Com relação ao grupo técnico, foi observada a necessidade de um maior número de profissionais para realização das atividades diárias nas estações;
- ✓ A estrutura orçamentária das estações não é satisfatória para a realização das atividades de manutenção e ampliação quando necessário.

### Tratamento Preliminar

- Na maioria das estações de tratamento as grades sofrem constante obstrução pela presença de sólidos grosseiros e encontravam-se oxidadas, quebradas ou colocadas de forma incorreta;
- Foi identificado odor desagradável para essas unidades em todas as estações;
- Com relação às caixas de areia foi observado o arraste do material sedimentado, na maioria das estações;
- Quanto aos medidores de vazão 70% das estações não apresenta esse equipamento.

### Tratamento Primário, Secundário e Terciário

#### Lagoa Sem Aeração

- As estações apresentaram, em sua maioria problemas, de odor, proliferação de insetos e crescimento de vegetação no interior da lagoa;
- Notou-se a presença de muita biomassa sendo descartada conjuntamente com o efluente final.

#### Decanto Digestor e Filtro Anaeróbio

- Ocorre a passagem de material particulado entre as unidades, o qual deveria ficar retido;
- Com relação aos filtros ocorre problema de saída do material filtrante em alguns momentos.

#### UASB

- No reator ocorre a presença excessiva de areia;
- Não existe metodologia para o cálculo do volume de retirada de lodo;
- A frequência de retirada do lodo é aleatória;
- No processo de saída do efluente ocorre o arraste do lodo com o efluente tratado.

#### Pós-Tratamento de UASB

- No caso da unidade de filtro submerso aerado foi identificado o rompimento da tela de proteção em uma das estações avaliadas;

Dentre as possíveis soluções a serem aplicadas as estações de tratamento de esgoto com o objetivo de solucionar os problemas podem citar-se:

- ✓ Promover a qualificação adequada dos gestores e contratação de maior corpo técnico;
- ✓ Levantamento e divisão dos problemas em relação à prioridade de solução;
- ✓ Adotar a constante manutenção preventiva dos sistemas de tratamento de esgoto.

#### REFERÊNCIAS

BOLZANI, Hugo Renan et al. **Influência das condições operacionais de uma estação de tratamento de esgoto na análise de fósforo total**. In: Encontro Internacional de Produção Científica, 7., 2011, Maringá, Paraná. **Anais...** . Maringá: Epcc, 2011.

BOLZANI, Hugo Renan. **O efeito da manutenção e das condições operacionais no desempenho de estações de tratamento de esgoto**. 2011. 148 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá Centro de Tecnologia, Maringá, 2011.

FERNANDES, Adelaide Cristina. **Tratamento de efluentes em indústrias frigoríficas por processos de anaerobiose, utilizando reatores compartimentados em forma de lagoas**. 2008. 41 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão Ambiental, Universidade Estadual de Goiás, Morrinhos, GO. 2008.

GOMES, Samuel Belo Venâncio; NASCIMENTO, Clístenes Wilians Araujo; BIONDI, Caroline Miranda. **Produtividade e composição mineral de plantas de milho em solo adubado com lodo de esgoto**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, p.459-465, 2007.

MENEZES, Dayse de Oliveira; SILVINO, Guilherme; CARVALHO NETO, Absalão. **Orientações básicas para operação de estações de tratamento de esgoto - ETEs**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 52 p. 2006.

MORTARI, Renata. **Estação de tratamento de esgoto do sistema Embuguaçu**. 2005. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005.

PECORA, Vanessa. **Implantação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP – estudo de caso**. 2006. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PEDRUZZI, Danielle Cristine; SOUZA, Edmilson de. **Estudo do impacto das emissões de sulfeto de hidrogênio de estações de tratamento de esgoto de dourados**. In: ENCONTRO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO, 11. 2013, Dourado. **Anais...**. Campo Grande: Enic, v. 5. 2013.

PRADO, Gustavo Silva do. **Concepção e estudo de uma unidade compacta para tratamento preliminar de esgoto sanitário composto por separador hidrodinâmico por vórtice e grade fina de fluxo tangencial**. 2006. 245 f. Tese (Doutorado) - Curso de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

RAMOS, Ricardo Augusto. **Avaliação das rotinas operacionais e de manutenção em reatores uasb: o caso das estações de tratamento de esgotos no Distrito Federal do Brasil**. *Revista Aidis: de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica.*, [S.i], p.108-119, 2010.

RAMOS, Ricardo agosto. **Avaliação da influência da operação de descarte de lodo no desempenho de reatores uasb em estações de tratamento de esgoto no Distrito Federal**. 2008. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

ROCHA, Luís Alexandre Maba Germann da. **Prevenção de riscos ocupacionais em estações de tratamento de esgoto**. 2012. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2012.

SALGADO, Vivian Gulo. **Proposta de indicadores de ecoeficiência para o transporte de gás natural**. 2004. 248 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SCHIRMER, Waldir Nagel; OLIVEIRA, Gabriela Laila de. **Desodorização de efluentes líquidos tratados em leito de zona de raízes (“Wetlands”)**. Revista Tecnológica, Santa Cruz do Sul, p.11-19, 2010.

SILVA, Jéssica Luara Daluz Jales. **Levantamento da situação da estação de tratamento de esgoto de cajazeiras no bairro cajazeiras na cidade de Mossoró - RN**. 2011. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semiárido Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas Curso de Ciência e Tecnologia, Mossoró, 2011.

TOMIELLO, Erick Christian. **Análise dos resíduos sólidos de desarenador do tratamento preliminar de esgotos sanitários da cidade de Maringá - PR**. 2008. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Urbana, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

**ABSTRACT:** In order to promote public health is fundamental importance to management of sewage. In the state of Ceará, this function is delegated to Water and Sewage Company of Ceará - CAGECE. In this study, we evaluated the major operational problems present in some sewage treatment plants in the CAGECE. The problems were assessed through questionnaires applied to managers and operators and technical visits units also. These results were observed with several major problems, such as: the lack of trained professionals and insufficient financial resources for the management of sewage treatment plants for concluding that there can be a real treat effluent some measures should be taken to correct the problems observed.

**KEYWORDS:** Sewage treatment plants, Operational problems and Preliminary treatment.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-93243-39-4



9 788593 243394