

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

E-mail: 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 BIORREMEDIÇÃO 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 XV

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

**Bruna Ricci Bicudo
Ligia Belieiro Malvezzi
Edilaine Regina Pereira**

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

Bruna Ricci Bicudo

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Londrina – Paraná

Ligia Belieiro Malvezzi

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Londrina – Paraná

Edilaine Regina Pereira

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Londrina – Paraná

RESUMO: Os tratamentos de águas residuais existentes, em sua grande maioria, são caros e sofisticados, necessitando de um grande investimento para serem aplicadas, tornando-se inviáveis para pequenas cidades e comunidades presentes no Brasil. Em vista desta situação, o tratamento da água por leitos cultivados tornou-se uma solução de baixo custo e simples manutenção e instalação, que pode ser adaptável a qualquer efluente para um uso mais abrangente. O trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica acerca da temática de reuso da água por meio de leitos cultivados (constructed wetlands). Como resultados da pesquisa sobre os leitos cultivados, tem-se que Calijuri et al. (2009), obtiveram uma remoção elevada e estável com eficiências médias de 70, 80 e 60% para SST, DBO5 e DQO, respectivamente e a remoção de nitrogênio e fósforo se mostrou muito instável, aparentemente influenciada pelas mudanças de temperaturas. Além disso, Watanabe (2012) apresentou uma eficiência de 82% na remoção de DQO, e Monteiro (2009) obteve uma eficácia de 44%. Pretendesse montar em pequena escala um sistema de wetlands e utilizar o efluente do Restaurante Universitário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, como “alimentador” deste sistema. Para verificar sua eficiência, serão analisados parâmetros químicos, físicos e biológicos (mais precisamente pH, turbidez, cor aparente, condutividade elétrica, DQO, série de sólidos, Nitrogênio e Fósforo) do efluente na entrada e saída das wetlands.

PALAVRAS-CHAVE: Leitos cultivados, tratamento de efluente, tecnologias.

1. INTRODUÇÃO

O saneamento básico no Brasil ainda não atinge a maioria da população. Estudos e investimento tem sido feito nessa área, mas ainda há muito o que melhorar. Valentim (2003) discorre sobre a situação apresentada em relatório de auditoria realizada em 2001 pelo IBAMA, Agencia Nacional das Águas (ANA) e Ministério do Meio Ambiente. Os dados apresentados indicam que apenas 68% das pessoas que recebem até dois salários mínimos mensais tem abastecimento público de água e 41% dispõem de rede de esgoto.

Além disso, Carlos (2012) discorre sobre o atual cenário do tratamento sanitário que se encontra o Brasil. Segundo ele, em 2011, as 100 maiores cidades do país geraram mais de 5,1 bilhões de m³ de esgoto. Desses, mais de 3,2 bilhões de m³ não receberam tratamento. Significa que as 100 maiores cidades jogaram cerca de 3.500 piscinas olímpicas de esgoto por dia na natureza. Esse esgoto é lançado de em córregos, rios e lagos, a céu aberto ou em fossas rústicas que, se não cuidadas, geram contaminação nos lençóis freáticos.

O mesmo autor informa ainda que nas 100 cidades monitoradas, 92,2% da população tem acesso à água tratada, bem acima da média nacional – que é de 82,4%. Em relação à coleta de esgotos, os dados são mais precários. “Chega a 61,40% da população nas 100 maiores cidades e a 48,1% no país. Significa que mais de 100 milhões de brasileiros ainda não possuem esse serviço.

Com essas informações e juntamente com a realidade encontrada nos municípios brasileiros mostram que não há solução única para o problema, porém todas devem levar em conta a escassez de recursos, a realidade social da população e as possibilidades de integração dos sistemas de tratamento ao meio ambiente (VALENTIN, 2003).

Dentre as alternativas para buscar solucionar os problemas, encontram-se os sistemas naturais de tratamento de águas residuais. Estes tratamentos são simples, na sua maioria não mecanizados, tem baixo custo de implantação e manutenção, são de fácil gerenciamento e podem ser incorporados à paisagem local.

Um dos sistemas naturais destacado neste trabalho são os Leitões Cultivados (Constructed Wetlands) composto por macrófitas e tanques. Este sistema apresenta vantagens de remoção de nutrientes, mínima geração de bio-sólidos, remoção de nitrogênio e fósforo, e ainda a possibilidade da utilização da macrófita como matéria prima para uma atividade econômica e reutilização do efluente final para usos domésticos e agrícolas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Reuso da água residual

No Brasil, antes da Constituição Federal de 1988, a água era considerada como um bem inesgotável, passível de utilização farta e abundante, entretanto, após a mesma entrar em vigor, foi instituído a política Nacional dos Recursos Hídricos, onde a Lei nº 9.433/97 estabelece que os recursos hídricos têm fim e encontram-se em escassez. Dentro dessa ótica passou-se a se pensar numa forma de minimizar a perda desses recursos e uma delas foi o reuso da água.

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), a reutilização de água pode ser direta ou indireta, decorrentes de ações planejadas ou não. O reuso indireto não planejado da água ocorre quando a água utilizada em alguma atividade humana é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada

a jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada. Caminhando até o ponto de captação para o novo usuário, a mesma está sujeita às ações naturais do ciclo hidrológico (diluição, autodepuração).

O Reuso indireto planejado da água ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são descarregados de forma planejada nos corpos de águas superficiais ou subterrâneas, para serem utilizadas a jusante, de maneira controlada, no atendimento de algum uso benéfico. O reuso indireto planejado da água pressupõe que exista também um controle sobre as eventuais novas descargas de efluentes no caminho, garantindo assim que o efluente tratado estará sujeito apenas a misturas com outros efluentes que também atendam ao requisito de qualidade do reuso objetivado.

O Reuso direto planejado da água ocorre quando os efluentes, após tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reuso, não sendo descarregados no meio ambiente. É o caso com maior ocorrência, destinando-se a uso em indústria ou irrigação.

Segundo a Norma ABNT 13.969/97 para que possa ser feita a reutilização de águas residuais deverá ser seguido uma série de instruções. E acordo com a norma, o esgoto de origem essencialmente doméstica ou com características similares, o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como, irrigação dos jardins, lavagem de pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários e etc. Este item também admite-se também que o esgoto tratado em condições de reuso possa ser exportado para além do limite do sistema local para atender à demanda industrial ou outra demanda da área próxima.

A norma também fornece uma classificação para o reuso baseado na qualidade, dividindo as águas residuais em: água residual doméstica, provenientes de efluentes residenciais; água residual industrial, resultante de processos de fabricação; água de infiltração, resultam da infiltração nos coletores de água existente nos terrenos e águas urbanas, resulta de chuvas, lavagem de pavimentos, entre outros.

A Resolução CONAMA Nº 430/2011, na seção II, prevê quais são as condições e padrões para o lançamento de efluentes. Estas são citadas no artigo 16 como sendo: pH entre 5 a 9; temperatura: inferior a 40 °C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3 °C no limite da zona de mistura; materiais sedimentáveis: até 1 mL L⁻¹.

Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes; o regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vez a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente; óleos e graxas: óleos minerais: até 20 mg L⁻¹; óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg L⁻¹; ausência de materiais flutuantes e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20 °C): remoção mínima de 60% de DBO sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove

atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor. Os demais parâmetros inorgânicos e orgânicos estão citados na Tabela 1 e Tabela 2 respectivamente.

Tabela 1. Parâmetros inorgânicos para o reuso da água.

Parâmetros inorgânicos	Valores máximos
Arsênio total	0,5 mg L ⁻¹ As
Bário total	5,0 mg L ⁻¹ Ba
Boro total (Não se aplica para o lançamento em águas salinas)	5,0 mg L ⁻¹ Ba
Cádmio total	0,2 mg L ⁻¹ Cd
Chumbo total	0,5 mg L ⁻¹ Pb
Cianeto total	1,0 mg L ⁻¹ CN
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg L ⁻¹ CN
Cobre dissolvido	1,0 mg L ⁻¹ Cu
Cromo hexavalente	0,1 mg L ⁻¹ Cr+6
Cromo trivalente	1,0 mg L ⁻¹ Cr+3
Estanho total	4,0 mg L ⁻¹ Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg L ⁻¹ Fe
Fluoreto total	10,0 mg L ⁻¹ F
Manganês dissolvido	1,0 mg L ⁻¹ Mn
Mercúrio total	0,01 mg L ⁻¹ Hg
Níquel total	2,0 mg L ⁻¹ Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg L ⁻¹ S
Zinco total	5,0 mg L ⁻¹ Zn

Tabela 2. Parâmetros orgânicos para o reuso da água.

Parâmetros Orgânicos	Valores máximos
Benzeno	1,2 mg L ⁻¹
Clorofórmio	1,0 mg L ⁻¹
Dicloroetano (somatório de 1,1 + 1,2cis + 1,2 trans)	1,0 mg L ⁻¹
Estireno	0,07 mg L ⁻¹
Etilbenzeno	0,84 mg L ⁻¹
fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg L ⁻¹ C ₆ H ₅ OH
Tetracloroeto de carbono	1,0 mg L ⁻¹
Tricloroetano	1,0 mg L ⁻¹
Tolueno	1,2 mg L ⁻¹
Xileno	1,6 mg L ⁻¹

Apesar dos parâmetros exigidos por lei, a realidade é que todos os dias um grande montante de água é depositado na rede hídrica sem tratamento adequado causando a deterioração de corpos hídricos e fazendo com que os mesmos não apresentem os padrões qualitativos necessários para o consumo humano,

principalmente devido à presença de partículas coloidais e de matéria orgânica.

2.2. Tecnologias Aplicadas as águas residuais

Para o tratamento de águas residuais foram desenvolvidas diversas tecnologias ao longo dos anos, porém essas tecnologias na grande maioria são demasiadamente caras e sofisticadas, necessitando de grande investimento para serem aplicadas, tornando-se inviável para pequenas cidades e comunidades presentes no Brasil. Em vista dessa situação, torna-se necessário o emprego de uma tecnologia de baixo custo, simples manutenção e instalação e que adequa os efluentes para um uso mais abrangente como os sistemas de Leitos Cultivados (constructed wetland).

Segundo Harbel (1997), as wetlands construídas são tipos de sistemas artificiais manejáveis, que tem despertado acentuado interesse mundial nestas últimas décadas. Estes sistemas têm sido matéria de muitas discussões, as quais apresentam um ponto positivo: o desenvolvimento de pesquisas e experimentos conduzindo para um maior conhecimento e experiências nessa linha de pesquisa.

As técnicas de wetlands podem ser utilizadas em sistemas isolados ou em combinação com sistemas convencionais de tratamento de efluentes. As principais vantagens desses sistemas são: baixo custo de implantação; alta eficiência de melhoria dos parâmetros que caracterizam os recursos hídricos; alta produção de biomassa que pode ser utilizada na produção de ração animal, energia e biofertilizantes (Sallati, 2003).

Do ponto de vista prático, wetlands construídas oferecem melhores oportunidades para o tratamento de águas poluídas do que áreas alagadas naturais, pois podem ser idealizadas para maximizar sua eficiência quanto à diminuição de DBO, DQO e processos de remoção de nutrientes, e máximo controle sobre o sistema hidráulico e a vegetação da área alagada (Verhoeven e Meuleman, 1999).

Nas últimas décadas foram desenvolvidas várias técnicas de wetlands construídas, as quais variam de acordo com as características do efluente a ser tratado. Esses sistemas podem ser classificados como:

- Sistemas de wetlands com plantas flutuantes: onde podem ser utilizadas macrófitas flutuantes de diversas espécies, são mais utilizados em canais rasos e a espécie mais utilizada é a *Eichornia crassipes*. Esses sistemas são utilizados para o tratamento terciário para a remoção de fósforo e nitrogênio e em sistemas integrando o secundário e o terciário, onde além da remoção de nutrientes também há a redução de DQO e DBO.
- Sistemas de wetlands com macrófitas fixas submersas: nesses sistemas as plantas ficam submersas e não são expostas diretamente ao sol, as mais utilizadas são *Isoetes Lacustris*, *Lobelia Dortmanna*, *Egéria sp* e a *Elodea Canadensis*. São utilizados em maior parte para o polimento de

águas após o tratamento secundário, aumento o nível de oxigênio presente por conta da fotossíntese realizada pelas macrófitas.

- Sistemas de wetlands com solos filtrantes (sistema DHS): As wetlands com solos filtrantes são sistemas constituídos por camadas superpostas de brita, pedrisco e solo cultivado com arroz. As dimensões dos módulos de solos filtrantes, bem como a espessura da camada do solo, variam de acordo com o efluente a ser tratado e da eficiência que se deseja atingir (Salatti, 2003).
- Sistemas de wetlands com plantas emergentes: nesse caso as plantas então fixas em um substrato e com parte de seu caule e folhas submerso, as espécies mais utilizadas são *Phragmites australis*, a *Typha latifolia* e a *Scirpus lacustres*. Esse sistema permite que seja explorado um número maior de sedimento e pode ser subdividido em três tipos:
 - Sistemas com fluxo superficial;
 - Sistemas com fluxo subsuperficial;

Os sistemas de wetlands baseiam-se em processos bióticos e abióticos, os processos bióticos estão relacionados com os microrganismos que crescem aderidos os substratos, mineralizando o material orgânico em nutrientes para a absorção por parte das plantas.

Uma grande variedade de macrófitas aquáticas pode ser usada no tratamento de águas residuais em sistemas alagados construído com fluxo subsuperficial. As macrófitas aquáticas devem remover nutrientes (N e P, principalmente) e micronutrientes presentes no efluente; facilitar a transferência de gases (O_2 , CH_4 , CO_2 , N_2O e H_2S) e estabilizar a superfície do leito.

A concentração dos elementos presentes no efluente influencia na eficiência da remoção dos poluentes, de acordo com Burgoon (1991) a remoção de nitrogênio e fósforo aumentou, linearmente, com a carga de nitrogênio presente na água residuária, que teve variação $0,6$ a $4,4 \text{ g m}^{-2}\text{d}^{-1}$ e de fósforo, que variou de $0,14$ a $0,92 \text{ g m}^{-2}\text{d}^{-1}$. Já Tunçsiper et al. (2004) observou a remoção de SST e DBO_5 com uma variação de $0,1$ a $4,7 \text{ g m}^{-2}\text{d}^{-1}$ e de $0,06$ a $3,28 \text{ g.m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, respectivamente. Porém a concentração de nutrientes não deve ser muito elevada, pois podem causar dano a vegetação, como Hussar (2001) que relacionou a morte de plantas *Typha latifolia* com a concentração de nutrientes presentes na água residuária da suinocultura.

Segundo Vymazal (2009), a utilização de wetlands construídos têm sido feita para o tratamento de águas residuais municipais ou nacionais, onde são utilizados para uma grande variedade de poluição, incluindo efluentes agrícolas e industriais, várias águas de escoamento superficial e chorume.

Para Bordin (2010), as unidades do tipo wetlands podem ser uma solução alternativa eficaz para o tratamento do lixiviado, atuando de forma complementar à de outros sistemas prévios de tratamentos, tanto aeróbios quanto anaeróbios, possuindo como principal objetivo reduzir a concentração de nutrientes que seriam descartados no meio ambiente.

Para a escolha da espécie de planta que irá ser utilizada no sistema, a

Typha, ou Taboa, vem apresentando bons resultados inclusive na absorção de metais pesados, incluindo o Cobre, podendo contribuir para o saneamento ambiental. De acordo com Agevap (2007), a utilização dessas macrófitas em margens dos rios provoca a retirada do excesso de substâncias tóxicas na água, promove a heterogeneidade espacial e temporal no corpo hídrico que favorece a biodiversidade biológica e de outros organismos aquáticos, além de proteger as margens do corpo hídrico contra o processo erosivo.

Segundo Beltrão (2006) a Typha, é morfológicamente adaptada para se desenvolver em sedimento inundados e sua contribuição engloba a remoção de contaminantes degradados por meio da biomassa aderida ao biofilme; absorção de poluentes pelas raízes ou degradação dos mesmo por bactérias que nelas se alojam, sendo armazenados ou transportados e acumulados nas partes aéreas das plantas.

Calijuri *et al.* (2009), obteve uma remoção elevada e estável com eficiências médias de 70, 80 e 60% para SST, DBO₅ e DQO, respectivamente. A remoção de nitrogênio e fósforo se mostrou muito instável, aparentemente influenciada pelas mudanças de temperaturas. Wood *et al.* (2007) em um wetland construído horizontal durante 2 anos de monitoramento, relataram variações significativas de remoção de fósforo (13 a 86%).

Watanabe (2012) apresentou uma eficiência de 82% na remoção de DQO com a utilização da planta *Pontederia parviflora* e 83% com a *Enchnodorus sp.* Monteiro (2009) teve uma remoção média de 60%, ao passo que Galbiati (2009) apresentou uma eficácia de 44%. Newman *et al.* (2000) constataram uma média de remoção de 85% de DQO5 de um wetland construído horizontal para o tratamento de efluente de laticínios empregando uma carga de 7,3 g.m⁻².dia⁻¹.

Stefanakis e Tsihrintzis (2012) obtiveram baixas remoção de fósforo em wetland de fluxo vertical, comparado às obtidas com a wetland de fluxo horizontal, segundo os autores, esses dados estão relacionados as características hidráulicas de cada filtro, já que no fluxo horizontal o efluente permanece e muito mais tempo em contato com o maciço filtrante do que o de fluxo vertical.

3. CONCLUSÃO

Com os resultados apresentado até agora sobre o tratamento alternativo do efluente, pode-se concluir que a utilização de leitos cultivados é eficaz na redução de nitrogênio, fósforo, DQO, DBO. Portanto, pela sua facilidade e baixo custo de montagem e manutenção esse sistema vem se mostrando vantajoso para ser aplicado como uma forma alternativa ao tratamento de água residuais, aos tratamentos químicos utilizados atualmente. O estudo torna-se relevante e maiores discussões devem ser realizadas a respeito das tecnologias alternativas. De acordo com os resultados apresentados para leitos cultivados tem se a pretensão de continuar os estudos através de um sistema de teste utilizando o efluente do Restaurante Universitário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus

Londrina.

REFERÊNCIAS

ALBERTONI, T. A. **Caracterização física dos resíduos sólidos gerados em restaurante universitário**. 2013. 77f. Monografia (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2013.

ALBUQUERQUE NETO, H. C; MARQUES, C. C; DE ARAÚJO, P. G; GONÇALVES, W. P; COSTA. F. X; LUCENA, A. M. A. DE; TRESENA, N. DE L; GUIMARÃES, F. S; GUIMARÃES, M. M. B; SILVA, M. M. P; GUERRA, H. O. C. **Estudo qualitativo e quantitativo dos resíduos sólidos do Campus I da Universidade Estadual da Paraíba**. Revista de Biologia e Ciência da Terra. João Pessoa, v. 4, n. 2, 2º semestre 2004.

AGEVAP. **Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul**. 5f. Relatório Final. Programa específico sobre macrófitas trecho Paulista.2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

BELTRÃO, K.G.Q.B. **Sistema de barreira bioquímica como alternativa para o tratamento de percolato**. Tese de Doutorado – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE. 168 p. 2006.

BRASIL, M.S.; MATOS, A. T.; FIA, R. **Eficiência e impactos ambientais do tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa do fruto do cafeeiro em áreas alagadas naturais**. Engenharia na Agricultura, v.11, n.1-4, p. 43-51, Jan./Dez., 2003.

BURGOON, P.S.; et al. **Vegetated submerged beds with artificial substrates. II: N and P Removal**. Journal ASCE-EED, n.4, v.117, pp.408-424, 1991.

CARLOS, E. INSTITUTO HUMANITAS UNISINOS (IHU). **Saneamento básico no Brasil: “Um cenário alarmante”**. Disponível em: <<http://www.ihu.unisinos.br/entrevistas/524625-qos-servicosde-coleta-e-tratamento-de-esgoto-ainda-sao-muito-precariosqentrevista-especial-com-edisoncarlos>>. Acessado em 26 mar. 2015.

Estudo da remoção de matéria orgânica carbonácea, nitrogênio amoniacal e fósforo em lixiviado pré-tratado de aterro sanitário empregando Typha em Wetlands. Disponível em: <<http://biblioteca.asav.org.br/vinculos/tede/FabianeBordinEngCivil.pdf>> Acesso

em 1 março 2015.

GALBIATE, A. F. Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração. 2009. 52 f. Dissertação (mestre em tecnologia) – Programa de PósGraduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.

HAMMER, D.A. Constructed wetlands for wastewater treatment, municipal, industrial and agricultural. Chelsea: Ed. Lewis Publishers, 1989. 235p. INSTITUTO DE ECOLOGIA APLICADA Relatório técnico, 1997.

HUSSAR, G.J. Avaliação do desempenho de leitos cultivados no tratamento de águas residuárias de suinocultura. Campinas: FEAGRI-UNICAMP, 118 p. (Dissertação de Mestrado). 2001.

MAIA, R; BARBOSA, E. A. Caracterização de resíduos sólidos orgânicos produzidos no restaurante universitário de uma instituição pública (estudo de caso). XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007.

MONTEIRO, R.C.M. Viabilidade Técnica do Emprego de Sistemas Tipo “Wetlands” para Tratamento da Água Cinza Visando o Reúso Não Potável. 2009.84f. Dissertação (Mestrado); Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

NEWMAN, J. M.; Clausen, J. C.; Neafsey, J. A. Seasonal performance of a wetland constructed to process dairy milkhouse wastewater in connecticut. Ecological Engineering, vol. 14, p. 181-198, 2000.

SOTTI, G. Biogás de digestão anaeróbia dos resíduos orgânicos de restaurante universitário com efluente sanitário. 2014. 59 f. Monografia (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2014.

TESTA, A. C. Pós-tratamento de efluente de reator UASB por sistemas alagados construídos de fluxo vertical. 2013. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

TUNÇSIPER, B.; AYAZ, S.Ç.; AKÇA, L. Performances analysis and modeling of na experimental constructed wetlands. Proceedings: 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON WASTE STABILISATION PONDS and 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON WETLAND SYSTEMS FOR WATER POLLUTION CONTROL. Avignon, France, IWA/Astee, OC-40, CD-ROM. 26th of Sept. - 1st of October 2004.

Utilização de Sistemas de Wetlands Construídas para tratamento de águas.

Disponível em: < http://200.144.6.109/docs/bio/v65_1_2/salatti.pdf> Acesso em 20 de Jan de 2015.

VALENTIM, M. A. A. **Desempenho de leitos cultivados (“constructed wetland”) para o tratamento de esgoto: contribuições para a concepção e operação.** Campinas, SP, 2003.

VERHOEVEN, J.T.A. & MEULEMAN, A.F.M. **Wetlands for wastewater treatments: Opportunities and limitations.** Ecol. Engine., v.12, n.1/2, p.5-12, 1999.

VYMAZAL, J., 2009. **The use constructed wetlands with horizontal sub-surface flow for various types of wastewater.** Czech Republic. ecological engineering 3 5 pag. 1-17.

WOOD, J.; Fernandez, G.; Barker, A.; Gregory, J.; Cumbey, T.; **Efficiency of reed beds in treating dairy wastewater.** Biosystems Engineering, v.98, p 455-469. 2007.

ZANTA, V. M; FERREIRA, C. F. A. Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos In CASTILHOS JR, A. B. **Resíduos sólidos urbanos: Aterro Sustentável para municípios de Pequeno Porte.** 1º Edição. Rio de Janeiro. RiMa Artes e textos, 2003.Cap 1, p. 14-31.

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



9 788593 243394