



**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

**I Simpósio**

**PPGERHA**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

# **CADERNO DE RESUMOS**

Curitiba, 2018



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

## **Integração das ciências ambientais em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

### **COMISSÃO ORGANIZADORA**

Daniel Henrique Marco Detzel  
Heloise Garcia Knapik  
Luciane Lemos do Prado  
Ramiro Goncalves Etchepare  
Bruno Henrique Toná Juliani  
Elaine Cristina Latocheski  
Gabrielle Ramos Aragão de Araújo  
Jacqueline Carril Ferreira  
Juliana Leithold  
Luis Otávio Miranda Peixoto  
Nanúbia Pereira Barreto

### **COORDENAÇÃO DO PPGERHA**

Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes  
Daniel Costa dos Santos

### **REALIZAÇÃO**

Universidade Federal Do Paraná



Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental



**PPGERHA**

### **APOIO**

Associação Brasileira de Recursos Hídricos





**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **APRESENTAÇÃO**

Durante os dias 10 a 14 de Setembro de 2018 foi realizado o I Simpósio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental - PPGERHA, com o tema “Integração das ciências ambientais em um contexto de MUDANÇAS”, que teve como objetivos:

- ✓ Divulgar os trabalhos desenvolvidos pelos discentes de mestrado e doutorado, bem como propiciar o desenvolvimento das habilidades de escrita e apresentação acadêmica pelos discentes;
- ✓ Contribuir na formação de mestres e doutores, com vistas a uma maior integração de trabalhos e linhas de pesquisa entre os discentes, docentes e participantes do evento;
- ✓ Contribuir para a divulgação das atividades científicas no ambiente acadêmico da graduação, para diferentes cursos da Universidade Federal do Paraná e outras instituições de ensino de Curitiba e região;
- ✓ Divulgar e integrar os trabalhos desenvolvidos no ambiente acadêmico com as empresas de saneamento, a fim de fortalecer e/ou criar parcerias, bem como de trocar experiências e necessidades com relação às pesquisas realizadas e às demandas existentes;
- ✓ Apresentar para a sociedade as pesquisas realizadas na área de Recursos hídricos, Monitoramento ambiental e Saneamento.

O caderno de resumos, ora apresentado, engloba quarenta e oito trabalhos apresentados nas modalidades: Recursos Hídricos, Monitoramento Ambiental e Saneamento.

Agradecemos a todos docentes e discentes envolvidos na Comissão Organizadora pelo compromisso e dedicação que contribuíram para realização deste evento.

Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes

Daniel Costa dos Santos



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## SUMÁRIO

<b>Programação</b> .....	7
<b>Resumos da Modalidade Recursos Hídricos</b> .....	10
<b>USO DE SIMULAÇÃO MONTE CARLO PARA GERAÇÃO DE HIDROGRAMAS DE PROJETO SINTÉTICOS</b> Alex Johnny Simplicio, Eloy Kaviski, Miriam Rita Moro Mine .....	11
<b>ANÁLISE DA INCERTEZA DE HIDROGRAMAS UNITÁRIOS SINTÉTICOS NA ESTIMATIVA DA VAZÃO DE PROJETO EM PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS</b> Andréia Pedroso, Michael Mannich.....	12
<b>ESTUDO DE TENSÕES TANGENCIAIS EM LEITOS DE CANAIS UTILIZANDO MODELO COMPUTACIONAL</b> Cíntia Satomi Schmidlin de Andrade, José Junji Ota .....	13
<b>ANÁLISE E NOVA FUNÇÃO PARA O MODELO NWS BREACH – BARRAGENS ZONADAS</b> Felipe Pereira Diniz, André Luiz Tonso Fabiani .....	14
<b>ANÁLISE E MODELAGEM DA TURBINA PARAFUSO DE ARQUIMEDES INVERTIDO</b> Jéssica Büchner Albizu, José Junji Ota .....	15
<b>OTIMIZAÇÃO DA ALOCAÇÃO DE MICRO-RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO EM REDES DE DRENAGEM URBANA</b> João Lucas do Carmo Ponciano, Júlio Gomes.....	16
<b>ANÁLISE MULTIVARIADA DAS CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO PARANÁ</b> Kássia Regina Bazzo, Júlio Gomes .....	17
<b>INTRASEASONAL RAINFALL VARIABILITY OVER MOZAMBIQUE DURING THE AUSTRAL SUMMER SEASON AND ITS POSSIBLE RELATIONSHIP WITH MONSOON CIRCULATION</b> Kenedy Cipriano Silvério, Alice Marlene Grimm .....	18
<b>MODELO DE OTIMIZAÇÃO PARA SISTEMAS HIDROTÉRMICOS CONSIDERANDO A ELASTICIDADE DA DEMANDA</b> Leandro Andrade Nacif, Marcelo Rodrigues Bessa .....	19
<b>ANÁLISE DO PLANEJAMENTO DA OPERAÇÃO DE UM SISTEMA HIDRO-TERMO-EÓLICO A PARTIR DA MODELAGEM CONJUNTA DE SÉRIES HIDROMETEOROLÓGICAS</b> Leandro Ávila Rangel, Miriam Rita Moro Mine, Eloy Kaviski .....	20
<b>AVALIAÇÃO DAS TENSÕES TANGENCIAIS EM RESSALTOS HIDRÁULICOS PARA DIMENSIONAMENTO DE BACIAS DE DISSIPÇÃO</b> Lucas Ricardo Valentim, José Junji Ota....	21
<b>ESTIMATIVA DO EFEITO EJETOR EM USINA HIDRELÉTRICA DE BAIXA QUEDA EM CONDIÇÃO SUBMERSA POR MEIO DE DADOS EXPERIMENTAIS E MODELOS TEÓRICOS</b> Luis Mauricio Romero Mérida, José Junji Ota, Tobias Bernward Bleninger .....	22



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

## **Integração das ciências ambientais em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

<b>VULNERABILITY AND ADAPTATION CAPACITY OF RIVER BASINS TO CLIMATE CHANGE: Different Approach to Climate Vulnerability Index</b> Luís Miguel Samussone Tomas Buchir, Daniel Henrique Marco Detzel, Miriam Rita Moro Mine .....	23
<b>A HYBRID ARIMA AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODEL FOR SYNTHETIC STREAMFLOW GENERATION</b> Luiz Renato Martini Filho, Daniel Henrique Marco Detzel .....	24
<b>AVALIAÇÃO DE PROCESSOS HIDROSSEDIMENTOLÓGICOS EM REGIÕES DE CONFLUÊNCIA RIO-RESERVATÓRIO PARCIALMENTE CONFINADAS</b> Nayla Maria Salvador, William Bonino Rauen .....	25
<b>QUANTIFICAÇÃO DA DESCARGA SÓLIDA DO LEITO EM RIOS COM DUNAS</b> Philipe Ratton, Tobias Bernward Bleninger .....	26
<b>DESEMPENHO DE USINAS HIDRELÉTRICAS REVERSÍVEIS NO SISTEMA INTERLIGADO BRASILEIRO</b> Renê Bettega, Marcelo Rodrigues Bessa, Thelma Solange Piazza Fernandes .....	27
<b>AVALIAÇÃO DO IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA REGIÃO LESTE DO PARANÁ POR MEIO DO ÍNDICE RDI</b> Robinson Ploszai, Miriam Rita Moro Mine, Daniel Henrique Marco Detzel .....	28
<b>INTERFERÊNCIA DAS FRENTES FRIAS E DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS NA HIDRODINÂMICA DO CANAL PORTUÁRIO DE PARANAGUÁ</b> Thaís Nogueira de Rezende, Tobias Bernward Bleninger .....	29
<b>Resumos da Modalidade Monitoramento Ambiental</b> .....	30
<b>ANÁLISE DA CALIBRAÇÃO DE MODELOS HIDROLÓGICOS A PARTIR DE FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS COM COMPLEXA DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO</b> Ana Paula Muhlenhoff, Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes, Tobias Bernward Bleninger .....	31
<b>AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM RIOS SOB INFLUÊNCIA DE PROCESSOS DIFUSOS DE POLUIÇÃO</b> Caroline Kozak, Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes .....	32
<b>ANÁLISE INTEGRADA PARA A MODELAGEM DE VAZÃO E TRANSPORTE DE CONTAMINANTE EM RIOS</b> Danieli Mara Ferreira, Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes, Eloy Kaviski ...	33
<b>CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO ESPACIALMENTE DISTRIBUÍDA DO MODELO SWAT: ESTUDO DE CASA DA BACIA DO RIO BARIGUI</b> David Bispo Ferreira, Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes .....	34
<b>ÁGUA DE REÚSO E A ECONOMIA CIRCULAR NO BRASIL: UMA REFLEXÃO CRÍTICA</b> Elisa Stefan, Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes .....	35
<b>OPTIMIZATION OF PASSIVE SAMPLING WITH THERMAL DESORPTION FOR BTEX SAMPLES: CASE STUDY IN THE PORT OF PARANAGUÁ</b> Hugo Sarmiento Vela, Ricardo Henrique Moreton Godoi .....	36



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

<b>AVALIAÇÃO DE RISCO DE CONTAMINANTES EMERGENTES DE ORIGEM URBANA E RURAL EM CORPOS HÍDRICOS</b> Jhonatas Antonelli, Júlio César Rodrigues de Azevedo .....	37
<b>APLICAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E DE RESÍDUOS DE FUNDIÇÃO NA COMPOSIÇÃO DE CERÂMICAS</b> João Henrique Mine, Uivald Pawlowsky .....	38
<b>APORTE DE METAIS AO RESERVATÓRIO DO PASSAÚNA POR POLUIÇÃO DIFUSA</b> Juliana Pisa Grudzien, Sérgio Michelotto Braga, Maria Cristina Borba Braga .....	39
<b>UTILIZAÇÃO DE UM PERFILADOR ACÚSTICO DE EFEITO DOPPLER PARA LEVANTAMENTOS SIMULTÂNEOS DE BATIMETRIA E CAMPOS DE VELOCIDADE</b> Laís Thie Hasuda Nakao, Claudia Pereira Krueger, Tobias Bernward Bleninger .....	40
<b>USO DA TECNOLOGIA DE EFEITO DOPPLER PARA DETERMINAÇÃO DA PLUMA DE SEDIMENTOS EM RESERVATÓRIOS – ESTUDO DE CASO: RESERVATÓRIO DO RIO PASSAÚNA, PR</b> Liege Fernanda Koston Wosiacki, Tobias Bernward Bleninger, William Bonino Rauen, Stephan Fuchs.....	41
<b>UNCERTAINTY ANALYSIS IN WATER RESOURCES TIME SERIES</b> Marcelo Coelho, Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes, Daniel Henrique Marco Detzel .....	42
<b>USO DE MODELO MATEMÁTICO DE PRIORIZAÇÃO DE RESÍDUOS E REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS PARA DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO MATERIAL</b> Stéphanie Abisag Sáez Meyer Piazza, Uivald Pawlowsky, Vsévolod Mymrine .....	43
<b>Resumos da Modalidade Saneamento</b> .....	44
<b>AVALIAÇÃO INTEGRADA DO DESEMPENHO DE REATOR ANAERÓBIO DO TIPO UASB, TRATANDO ESGOTO DOMÉSTICO, EM ESCALA REAL</b> Ana Caroline de Paula, Miguel Mansur Aisse.....	45
<b>DETERMINAÇÃO DO NÍVEL ECONÔMICO DE PERDAS DE ÁGUA DAS ZONAS DE PRESSÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA INTEGRADO DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA</b> Anna Carolina Bonilauri Moll, Selma Aparecida Cubas.....	46
<b>SISTEMAS DESCENTRALIZADOS DE TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO COM PÓS TRATAMENTO COM WETLAND CONSTRUÍDO E PLANTAS ORNAMENTAIS, VISANDO O REÚSO NÃO – POTÁVEL EM EMPREENDIMENTOS COM CERTIFICAÇÃO LEED</b> Daniela Misael dos Santos Appel, Selma Aparecida Cubas.....	47
<b>ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS NA MICROBIOTA DO TRATAMENTO ANAERÓBIO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO</b> Elaine Cristina Latocheski, Maria Cristina Borba Braga.....	48
<b>INTEGRAÇÃO DE PROCESSOS FÍSICO-QUÍMICOS E OZONIZAÇÃO NO TRATAMENTO DE ÁGUAS PARA ABASTECIMENTO</b> Gabrielle Ramos Aragão de Araújo, Ramiro Gonçalves Etchepare.....	49



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

<b>ESTRUTURAÇÃO DE FERRAMENTA BASEADA NA ABORDAGEM DO BLUE GREEN PARA A REVITALIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DE ÁREAS URBANAS</b> Jacqueline Carril Ferreira, Daniel Costa dos Santos.....	50
<b>TRATAMENTO DO LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO POR PROCESSOS COMBINADOS E AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE POR MEIO DE ORGANISMOS TESTES</b> Jean Carlos Bosquette de Almeida, Maria Cristina Borba Braga .....	51
<b>AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE BIOGÁS PROVENIENTE DO TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS EM BIODIGESTOR</b> Larissa Firmino de Lima, Maria Cristina Borba Braga .....	52
<b>HIERARQUIZAÇÃO DE AÇÕES DE EFICIÊNCIA HIDROENERGÉTICA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> Liliane Klemann Raminelli, Daniel Costa dos Santos.....	53
<b>SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA PLANEJAMENTO, IMPLEMENTAÇÃO E GESTÃO DE AÇÕES ESTRUTURAIS DE SANEAMENTO PARA PEQUENOS MUNICÍPIOS</b> Marllon Boamorte Lobato, Daniel Costa dos Santos, Marcelo Rodrigues Bessa.....	54
<b>AVALIAÇÃO DO FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR COMO PÓS-TRATAMENTO DE REATOR UASB APLICADO NA CODISPOSIÇÃO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO COM ESGOTO DOMÉSTICO</b> Michel Marques Monteiro, Selma Aparecida Cubas .....	55
<b>AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE REATORES UASB, EM ESCALA PLENA, INCLUINDO A GERAÇÃO DE BIOGÁS NO TRATAMENTO DO ESGOTO SANITÁRIO, EMPREGANDO EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO ONLINE</b> Orlando Antônio Duarte Hernandez, Mauricio Pereira Cantão, Miguel Mansur Aisse .....	56
<b>CODISPOSIÇÃO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO EM REATOR ANAERÓBIO TIPO UASB TRATANDO ESGOTO SANITÁRIO</b> Saymon Silvério Lima, Ellen Caroline Baettker, Miguel Mansur Aisse .....	57
<b>ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O SISTEMA SEPARADOR ABSOLUTO E O SISTEMA COMBINADO COM TRATAMENTO DE ESGOTO NOS LOTES</b> Taiane Regina Hoepers, Daniel Costa dos Santos.....	58
<b>CLARIFICAÇÃO DE ÁGUA CINZA CLARA DE UM EDIFÍCIO COMERCIAL POR COAGULAÇÃO E FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO PARA FINS DE REÚSO DE ÁGUA</b> Túlio Salatiel Cintra, Ramiro Gonçalves Etchepare .....	59
<b>AVALIAÇÃO DO FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR DE BAIXA TAXA COMO PÓS-TRATAMENTO DE REATORES DE MANTO DE LODO VISANDO NITRIFICAÇÃO DO EFLUENTE SANITÁRIO</b> William Cantos Correa, Miguel Mansur Aisse.....	60



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## Programação

### Dia 10 – Recursos Hídricos

- 08h00 – 10h00 Credenciamento
- 08h30 – 09h00 **Abertura:** Prof. Dr. Daniel Detzel, Profa. Dra. Heloise Knapik, Prof. Dr. Ramiro Gonçalves
- 09h00 – 10h00 **Desafios da Pós-Graduação na UFPR e no Brasil** – Prof. Dr. André Luiz Felix Rodacki, Coordenador de Pós-Graduação da UFPR
- 10h00 – 10h15 Intervalo
- 10h15 – 12h15 Apresentações
- 12h15 – 14h00 Almoço
- 14h00 – 14h30 **Projeto Lynx** – Prof. Dr. Marcelo Rodrigues Bessa
- 14h30 – 15h40 Apresentações
- 15h40 – 16h00 Intervalo
- 16h00 – 18h00 **Mesa Redonda 1:** Desafios das Obras Hidráulicas e dos Recursos Hídricos –  
Coordenador: Prof. Dr. Daniel Henrique Marco Detzel  
Prof. Dr. Nelson Luiz de Sousa Pinto, DHS/UFPR  
Prof. Dr. Heinz Dieter Fill, DHS/UFPR  
Emerson Luís Albert, ELEJOR
- 18h00 Coquetel de Abertura

### Dia 11 – Monitoramento Ambiental

- 08h00 – 10h00 Credenciamento
- 09h00 – 10h00 **Hidrologia Estocástica e Setor Elétrico** – Prof. Francisco Luis Sibut Gomide
- 10h00 – 10h15 Intervalo
- 10h15 – 12h15 Apresentações
- 12h15 – 14h00 Almoço
- 14h00 – 14h30 **Projeto MUDAK** – Prof. Dr. Tobias Bernward Bleninger
- 14h30 – 15h10 Apresentações
- 15h10 – 15h40 **Linhas de Pesquisa** – Prof. Dr. Uivald Pawlowsky
- 15h40 – 16h00 Intervalo



## Integração das ciências ambientais em um contexto de MUDANÇAS

**I Simpósio**  
**PPGERHA**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

16h00 – 18h00 **Mesa Redonda 2:** Desafios do Monitoramento Ambiental – Coordenador: Profa. Dra. Heloise Garcia Knapik  
Prof. Dr. Nelson Luís da Costa Dias, DEA, UFPR  
Prof. Dr. Marco Tadeu Grassi, DQUIM/UFPR  
Prof. Dr. Tobias Bernward Bleninger, DEA/UFPR

### **Dia 12 – Saneamento**

08h00 – 10h00 Credenciamento

09h00 – 10h00 **Desafios de Publicação da Revista RBRH** – Visões Editoriais – Prof. Dr. Cristovão Fernandes

10h00 – 10h15 Intervalo

10h15 – 12h15 Apresentações

12h15 – 14h00 Almoço

14h00 – 15h00 **Pesquisas na área de Saneamento** – Prof. Dr. Marcos Von Sperling

15h00 – 15h40 Apresentações

15h40 – 16h00 Intervalo

16h00 – 18h00 **Mesa Redonda 3:** Desafios do Saneamento Básico e Ambiental – Coordenador:  
Prof. Dr. Daniel Costa dos Santos  
Prof. Dr. Marcos Von Sperling, UFMG  
Prof. Dr. Gustavo Rafael Collere Posseti, SANEPAR  
Prof. Dr. Pedro Luís Prado Franco, SANEPAR

### **Dia 13 – Palestras e Minicurso**

08h00 – 10h00 Credenciamento

09h00 – 10h00 **Desafios da Internacionalização** – Prof. Dr. Ron Martinez, UFPR

10h00 – 10h15 Intervalo

10h15 – 12h15 **Termo de Cooperação Brasil e Suécia sobre o Ciclo Agroalimentar** – Profa. Dra. Selma Aparecida Cubas

12h15 – 14h00 Almoço

14h00 – 15h40 **Minicurso Escrita Científica Internacional** – Prof. Teodorico Alves Sobrinho, UFMS

15h40 – 16h00 Intervalo

16h00 – 18h00 **Minicurso Escrita Científica Internacional** – Prof. Teodorico Alves Sobrinho, UFMS



## Integração das ciências ambientais em um contexto de MUDANÇAS

**I Simpósio**  
**PPGERHA**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

### **Dia 14 – Minicurso**

09h00 – 10h00 **Minicurso Escrita Científica Internacional** – Prof. Teodorico Alves Sobrinho, UFMS

10h00 – 10h15 Intervalo

10h15 – 12h15 **Minicurso Escrita Científica Internacional** – Prof. Teodorico Alves Sobrinho, UFMS

12h15 – 14h00 Almoço

14h00 – 15h40 **Minicurso Escrita Científica Internacional** – Prof. Teodorico Alves Sobrinho, UFMS

15h40 – 16h00 Intervalo

16h00 – 18h00 **Minicurso Escrita Científica Internacional** – Prof. Teodorico Alves Sobrinho, UFMS

18h00 Jantar de encerramento – por adesão



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

# **Resumos da Modalidade Recursos Hídricos**



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **USO DE SIMULAÇÃO MONTE CARLO PARA GERAÇÃO DE HIDROGRAMAS DE PROJETO SINTÉTICOS**

**Alex Johnny Simplicio**<sup>1</sup>

**Eloy Kaviski**<sup>2</sup>

**Miriam Rita Moro Mine**<sup>3</sup>

**RESUMO:** Na prática hidrológica, vazões de projeto com T anos de período de retorno são comumente estimadas por meio de distribuições marginais de probabilidades, no entanto, o dimensionamento de algumas estruturas hidráulicas requer a representação de um hidrograma completo. Diversas pesquisas propuseram análises multivariadas da vazão de pico, volume e duração dos eventos para a construção de hidrogramas de projeto, visto que estas variáveis apresentam uma forte correlação entre si. Adicionalmente, outros estudos ajustaram funções de densidade de probabilidades (FDPs) a hidrogramas observados, onde os parâmetros dessas funções tinham o objetivo de descrever o formato dos hidrogramas. Apesar de considerar mais essa variável na construção de hidrogramas de projeto, esses estudos se restringiram ao uso da esperança condicional para descrever a relação mútua entre todas as variáveis do problema. Tendo isso em vista, esta dissertação se propôs a elaborar um método para a construção de hidrogramas de projeto a partir de uma análise multivariada das vazões de pico, volume, duração e os parâmetros de distribuição GSTSP (*Generalized Standard Two-Sided Power Distribution*), os quais descrevem o formato dos hidrogramas observados. Tendo como área de estudo o rio Iguaçu, entre as estações de Fluviópolis e União da Vitória, observou-se em resultados preliminares uma forte correlação entre as vazões de pico e o volume dos hidrogramas observados em Fluviópolis, e uma correlação moderada por parte dos parâmetros de forma. As próximas etapas consistirão de uma modelagem chuva-vazão da bacia incremental do trecho de estudo mencionado. Todas essas variáveis servirão como dados de entrada de um modelo de geração de séries sintéticas baseado na distribuição Normal multivariada, com o objetivo de gerar hidrogramas de projeto sintéticos para a estação de União da Vitória.

**Palavras-chave:** Hidrogramas de projeto. Análise multivariada. Funções densidade de probabilidades.

---

<sup>1</sup> Engenheiro Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, alexsimplicio.eng@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Métodos Numéricos em Engenharia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, eloy.dhs@ufpr.br

<sup>3</sup> Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, mrmine.dhs@ufpr.br



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **ANÁLISE DA INCERTEZA DE HIDROGRAMAS UNITÁRIOS SINTÉTICOS NA ESTIMATIVA DA VAZÃO DE PROJETO EM PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS**

**Andréia Pedroso**<sup>1</sup>

**Michael Mannich**<sup>2</sup>

**RESUMO:** Os hidrogramas unitários sintéticos (HUS) são ferramentas de grande utilidade para a estimativa de vazões máximas em bacias hidrográficas desprovidas de registros históricos. Entretanto, apesar da aplicação funcional, esses métodos possuem muitas incertezas e, dado o grau de empirismo e subjetividade envolvido, nem sempre produzem resultados compatíveis com a realidade. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi analisar comparativamente a aplicação dos métodos de HUS de Snyder e SCS (*Soil Conservation Service*) em relação aos hidrogramas observados em bacias hidrográficas com até 250 km<sup>2</sup> de área de drenagem, consideradas pequenas do ponto de vista morfométrico, localizadas no estado do Paraná. Para tanto, foi realizada minuciosa consistência dos dados pluviométricos e fluviométricos selecionados, visando reduzir as incertezas nos dados de entrada dos modelos, bem como nos hidrogramas naturais das bacias hidrográficas. A partir dos resultados preliminares obtidos, constatou-se que os métodos de HUS superestimaram em até 10 vezes a vazão de pico. O HUS do SCS apresentou as maiores vazões de pico e, conseqüentemente, os maiores erros em relação ao hidrograma observado. No entanto, o HUS de Snyder igualmente não apresentou bons resultados na representação da vazão de pico. Já os erros nos volumes escoados foram muito menores quando comparados aos erros na estimativa da vazão de pico. A discretização temporal da chuva em intervalos de tempo menores resultou na maximização da vazão de pico. Com a aplicação dos métodos a um número maior de eventos, os resultados serão analisados conjuntamente para a determinação das incertezas médias de cada método na estimativa da vazão de pico e demais atributos dos hidrogramas.

Palavras-chave: Incerteza. Hidrograma unitário sintético. Pequenas bacias hidrográficas.

---

<sup>1</sup> Engenheira ambiental e Mestranda em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, pedroso.ea@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, mannich@ufpr.br



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **ESTUDO DE TENSÕES TANGENCIAIS EM LEITOS DE CANAIS UTILIZANDO MODELO COMPUTACIONAL**

**Cíntia Satomi Schmidlin de Andrade**<sup>1</sup>

**José Junji Ota**<sup>2</sup>

**RESUMO:** A capacidade de transporte do sedimento no fundo de um canal está relacionada com a tensão tangencial produzida pelo contato entre o fluxo e a superfície deste canal. Usualmente, para avaliação da capacidade de transporte dos sedimentos por arraste, utiliza-se o conceito de tensão tangencial média calculada com o raio hidráulico. Estudos experimentais citados na literatura demonstraram que, para seções circulares rugosas com profundidades intermediárias de fluxo, a tensão tangencial no fundo do canal possui maior intensidade do que a tensão tangencial média. Desta forma, conclui-se que a capacidade de transporte de sedimentos por arraste é subestimada ao utilizar o valor da tensão tangencial média. A aplicação deste estudo se dá ao avaliar o transporte de sedimentos em galerias de águas pluviais. Com a utilização da ferramenta de modelagem computacional de escoamentos Telemac3D, reproduziram-se as condições do modelo físico, a fim de obter a distribuição de tensões tangenciais ao longo do perímetro molhado em um canal circular. Para a condição de  $h/D=1/3$ , a relação entre tensão tangencial máxima e o valor médio ( $\tau/\tau_0$ ) resultou da ordem de 1,3, confirmando os dados de modelo físico que indicam subestimação da capacidade de arraste de sedimentos.

Palavras-chave: Tensão tangencial. Modelo hidráulico computacional. Capacidade de transporte de sedimentos por arraste.

---

<sup>1</sup> Engenheira Civil e Mestranda em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, cin.schmidlin@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia, Universidade Federal do Paraná Curitiba, PR, ota.dhs@ufpr.br



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **ANÁLISE E NOVA FUNÇÃO PARA O MODELO NWS BREACH – BARRAGENS ZONADAS**

**Felipe Pereira Diniz**<sup>1</sup>

**André Luiz Tonso Fabiani**<sup>2</sup>

**RESUMO:** Realizam-se diversos estudos para melhor representar o rompimento de barragens, em especial para barragens de terra e enrocamento em que a ruptura ocorre progressivamente durante um longo período de tempo. A maioria dos modelos existentes para esses casos se aplicam para barragens homogêneas ou com núcleo de argila e simulam apenas galgamento. O modelo BREACH do National Weather Service, USA, tornou-se popular por simular tanto galgamento quanto piping e ser de uso livre, além de código aberto. Assim, estudou-se o modelo para compreender como ele simula a ruptura de uma barragem com núcleo e constatou-se que se ponderam as propriedades dos materiais com base em relações geométricas obtidas a cada passo de tempo, homogeneizando toda a barragem. Assim, implementou-se uma rotina semelhante para simular barragens zonadas, com um núcleo (zona) não central à barragem a exemplo de uma enscadeira, e avaliou-se a sensibilidade da rotina alterando o  $D_{50}$ ,  $D_{90}/D_{30}$ , porosidade e altura da zona enquanto analisava-se o impacto sobre a vazão de pico, tempo de pico e dimensões da brecha. Para o caso da barragem de Teton, USA, uma zona com  $D_{50}$  de 25 mm e com altura de 60% a da própria barragem, demais propriedades do material iguais às de Teton. A vazão de pico reduziu-se em 20% e o tempo de pico aumentou em 76%. Os resultados mostraram que é possível ampliar a aplicabilidade do modelo e uma zona mais resistente à erosão torna menos severo o processo de ruptura da barragem.

Palavras-chave: Segurança de barragens. Barragens de terra e enrocamento. Análise de risco.

---

<sup>1</sup> Engenheiro Civil e Mestrando em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, fp.diniz92@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná Curitiba, PR, andre.dhs@ufpr.br



I Simpósio  
PPGERHA

Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## ANÁLISE E MODELAGEM DA TURBINA PARAFUSO DE ARQUIMEDES INVERTIDO

Jéssica Büchner Albizu<sup>1</sup>

José Junji Ota<sup>2</sup>

**RESUMO:** A Turbina Parafuso de Arquimedes Invertido (ou *Archimedes Screw Generator* - ASG) produz energia elétrica renovável para locais de baixa carga. Amplamente adotada na Europa para a geração de energia micro-hidroelétrica, a turbina é altamente competitiva em termos de alta eficiência e baixo impacto ambiental. Atualmente, a teoria para o dimensionamento de um ASG é simples e empírico. Estudos recentes têm se concentrado em sua eficiência. Variáveis como inclinação, vazão de entrada, nível de água a jusante, velocidade de rotação máxima, número, formato e espaçamento das lâminas, bem como a relação entre os raios interno e externo são apresentadas na literatura consultada como parâmetros geométricos para maximizar a eficiência do sistema. Além disso, os estudos buscam quantificar com maior precisão as perdas do sistema, numa tentativa de reduzi-las e, se possível, eliminá-las. Vários autores já concordam entre si quanto aos resultados obtidos para parâmetros geométricos como o avanço ( $S$ ) e o cálculo da velocidade de rotação ( $n$ ). Porém não há concordância entre outros parâmetros, tais como a inclinação ( $\beta$ ) da turbina. Ainda assim há espaço para analisar outros fatores, como maneiras de contabilizar e eliminar a maior quantidade possível de perdas do sistema da Turbina Parafuso de Arquimedes Invertido. Com o intuito de aumentar a eficiência e chegar ao estado da arte da turbina, procuram-se parâmetros geométricos que possam ser melhorados. Algumas hipóteses são: modificação no formato e espaçamento das lâminas; inclinação da calha, escolhendo aquelas mais apropriadas para o escoamento e que maximizem a geração de torque. É possível simular computacionalmente, a fim de identificar mudanças positivas ao se confrontar resultados obtidos de um modelo baseado no estado da arte (tipo I) com os resultados de modelos obtidos pelas modificações propostas. A geometria da turbina, construída utilizando-se o software SolidWorks®, pode ser importada diretamente para o software CFX da ANSYS®, onde é feita a modelagem do escoamento através da turbina.

Palavras-chave: Turbina Parafuso de Arquimedes Invertido. Microgeração de Hidroeletricidade. CFX.

---

<sup>1</sup> Engenheira Civil e Mestranda em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná Curitiba, PR, albizu.jessica@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia, Universidade Federal do Paraná Curitiba, PR, ota.dhs@ufpr.br



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **OTIMIZAÇÃO DA ALOCAÇÃO DE MICRO-RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO EM REDES DE DRENAGEM URBANA**

**João Lucas do Carmo Ponciano**<sup>1</sup>

**Júlio Gomes**<sup>2</sup>

**RESUMO:** O escoamento superficial urbano é um assunto de grande importância para o gerenciamento dos recursos hídricos urbanos. Dispositivos capazes de controlar o escoamento devem estar ligados às paisagens urbanas de modo integrado e com múltiplos usos. As infraestruturas verdes buscam essa ideia integradora. Dentre essas infraestruturas verdes estão as bacias de retenção, dispositivos capazes de capturar o escoamento superficial por um período e lançá-lo de modo gradual a jusante. Uma importante decisão na adoção de tais dispositivos é sua localização junto à rede de drenagem. O presente trabalho tem como objetivo avaliar diferentes abordagens de alocação de micro-reservatórios de retenção e encontrar um arranjo ótimo para os mesmos. Para isso o trabalho se divide em duas etapas, uma manual e outra computacional. Ambas as etapas têm como objetivo a minimização do volume total de reservatórios e do volume de inundações nas áreas de drenagem da rede. Para a etapa manual definiu-se uma rede hipotética, em que foram simulados 14 cenários de localização de reservatórios de retenção. Partiu-se de um cenário de armazenamento concentrado em um ponto crítico da rede para cenários com armazenamento distribuído ao longo da rede. Os resultados mostraram que os volumes são menores quanto menor o número de reservatórios. Contudo, a abordagem concentrada se mostra limitada quando ocorrem eventos com tempo de recorrência maior do que o utilizado para o dimensionamento da rede de drenagem. Uma vez que as abordagens da etapa manual apresentam diferentes capacidades de minimização dos volumes, a etapa computacional busca responder qual é a melhor alocação de reservatórios, em uma área real, a partir de uma função objetivo de minimização. Para isso o algoritmo do recozimento simulado, auxiliado pela simulação hidrológica, será implementado. Por meio de tal algoritmo e das iterações realizadas em algumas de suas etapas, será possível definir qual o arranjo ótimo de micro-reservatórios de retenção em uma rede de drenagem urbana.

Palavras-chave: Hidrologia Urbana. Recozimento Simulado. Otimização. Modelagem Hidrológica. Gerenciamento de Recursos Hídricos.

---

<sup>1</sup> Engenheiro Ambiental e Mestrando em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, joalponciano@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, jgomes.dhs@ufpr.br



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **ANÁLISE MULTIVARIADA DAS CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO PARANÁ**

**Kássia Regina Bazzo**<sup>1</sup>

**Júlio Gomes**<sup>2</sup>

**RESUMO:** A caracterização geomorfológica das bacias hidrográficas é fundamental para o entendimento de diversos processos hidrológicos. Como consequência da complexidade dos sistemas naturais, a geomorfologia é uma ciência multivariada cuja matriz de parâmetros pode apresentar redundância de informações e dependência, que devem ser eliminadas dependendo dos interesses do estudo. Uma vez que o objetivo da dissertação que está sendo conduzida é compreender a influência das características geomorfológicas das bacias hidrográficas sobre as vazões máximas, este trabalho apresenta os resultados parciais de uma das etapas previstas no desenvolvimento da dissertação, que é a caracterização geomorfológica das bacias em estudo. Assim, o objetivo é filtrar as características que melhor representam o conjunto de dados originais sem perdas significativas de informação e formar um novo conjunto de variáveis independentes, cuja interpretação física seja possível. Foram selecionadas 53 sub-bacias hidrográficas monitoradas e localizadas nas quatro principais bacias do Estado do Paraná com séries históricas de, pelo menos, 30 anos. Para cada uma destas sub-bacias, foram extraídas 26 características geomorfológicas que potencialmente afetam as vazões máximas, relacionadas à escala, forma, topografia e rede de drenagem. Para alcançar os objetivos desta etapa, utilizou-se a Análise de Correlação (AC) e as técnicas multivariadas de Análise dos Componentes Principais (ACP) e de Análise Fatorial (AF). Os resultados mostraram que a aplicação da ACP e da AF sem rotação dos eixos possibilitou a redução do número de variáveis. Entretanto, não foi possível interpretá-los fisicamente, o que limita a sua utilização. Já a aplicação da AF com rotação dos eixos reduziu a quantidade de variáveis para cinco fatores adimensionais que explicam 86,4% da variância total do conjunto de dados originais, além de possibilitar a interpretação física de cada um destes fatores. Conclui-se, portanto, que o novo conjunto de dados atendeu ao princípio da parcimônia sem perda considerável de informação. Além disso, a independência dos fatores e sua compreensão física viabilizam a utilização destes resultados parciais nas próximas etapas previstas no estudo.

**Palavras-chave:** Geomorfologia. Vazões de cheia. Estatística multivariada. Análise de componentes principais.

---

<sup>1</sup> Engenheira Sanitarista e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, bazzokassia@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, jgomes.dhs@ufpr.br



I Simpósio  
PPGERHA

Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## INTRASEASONAL RAINFALL VARIABILITY OVER MOZAMBIQUE DURING THE AUSTRAL SUMMER SEASON AND ITS POSSIBLE RELATIONSHIP WITH MONSOON CIRCULATION

Kenedy Cipriano Silvério<sup>1</sup>

Alice Marlene Grimm<sup>2</sup>

**ABSTRACT:** Knowledge of summer rainfall variability provides useful guidance for the management of rain-fed activities (e.g., agriculture and hydropower generation) upon which most of the Mozambican rural population heavily depends on. For instance, knowledge of intraseasonal time-scale variability enables better tracking of the rainfall distribution as the season progresses. In this regard, this paper investigates rainfall ISV (intraseasonal variability) over Mozambique during the austral summer season (December–February), using the gauge daily rainfall data in form of anomalies for the period 1960–2005. The study uses Lanczos filter to separate the intraseasonal variations on the 10–25-day, 10-90 and 20–90-day time-scales, for which principal component analysis (PCA) with Varimax rotated option was applied. The PCA reveals 5 (4) modes for band 10–25-day (10-90 and 20–90-day), respectively. The patterns of modes 3 and 4 slightly change in these different time bands, while those of modes 1 and 2 remain almost unchangeable, even in non-filtered data, suggesting that these modes are present in all time scales. Composite and correlation analysis of low-level wind associated with each mode pattern captures a cyclonic circulation anomaly in different locations over southeast Africa. This cyclonic pattern effects in different ways the monsoon circulation system (anomalous north-westerly and northerly inflow) that favours increases in precipitation over Mozambique, especially in modes 3 and 4. In addition, a precipitation monsoon index (PMI), area averaged over the region (32°E–38°E, 14°S–19°S) and its associated low-level wind index, area averaged over the box (20°E–40°E, 7°S–14°S) are defined, based on obtained rainfall ISV modes, and previous work showing the Madden–Julian oscillation influence over the selected PMI region. Further investigation indicates the strongest significant relationships between PMI and the modes 3 and 4 of 10-90 day-band, suggesting that these modes better represent the monsoon ISV. Overall, the results strongly suggest that the selected region may represent the ISV of the southern African monsoon.

Key-words: Mozambique. ISV. Agriculture. Southern African monsoon.

---

<sup>1</sup> P.h.D student, PPGERHA-UFPR, and Higher Polytechnic Institute of Songo, Moçambique, Curitiba, PR, kenedysilverio@mail.ru

<sup>2</sup> P.h.D, PPGERHA, and Department of Physics, UFPR, Curitiba, PR, grimm@fisica.ufpr.br



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **MODELO DE OTIMIZAÇÃO PARA SISTEMAS HIDROTÉRMICOS CONSIDERANDO A ELASTICIDADE DA DEMANDA**

**Leandro Andrade Nacif<sup>1</sup>**  
**Marcelo Rodrigues Bessa**<sup>2</sup>

**RESUMO:** No Brasil utilizam-se os modelos NEWAVE e DECOMP para a otimização da operação do Sistema Interligado Nacional (SIN), o qual se caracteriza como hidro-termo-eólico de grande porte, com predominância de usinas hidrelétricas. Esta predominância é fundamental para a otimização e também para o processo de formação do preço da energia. Para se definir tal preço, de acordo com a ciência econômica, bastaria observar em que ponto a curva de oferta de energia se encontra com a de demanda. Entretanto, em função da predominância hidrelétrica, a determinação de ambas é tarefa de alta complexidade. Como existem reservatórios com grande capacidade de regularização no SIN, decisões de geração do sistema em algum momento podem alterar a oferta futura de energia em um horizonte superior a um ano. Nesse horizonte, previsões com elevado grau de precisão para vazões e demanda são impraticáveis. Assim, definiu-se, mediante regulamentação, que o preço da energia no mercado de curto prazo (PLD) seja igual ao custo marginal da operação (CMO) calculado pelos modelos. Tal condição é deduzida a partir da teoria microeconômica nos modelos teóricos de monopólio e de ambiente de competição perfeita. Entretanto, esta fundamentação é válida quando a demanda, representada pela Receita Média, possui elasticidade em relação aos preços, o que não ocorre no cálculo do CMO e do PLD. O objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta de modelo de otimização com programação não linear, cuja demanda possui elasticidade em relação aos preços, e quantificar o impacto da introdução da elasticidade da demanda nesta modelagem. Isso é feito mediante comparações de desempenho do sistema a ser otimizado com demanda elástica e inelástica. O Método dos Pontos Interiores Não Linear Com Busca Linear por Filtro foi utilizado na solução do problema, formulado com base na configuração do sistema brasileiro em dezembro de 2008. Os resultados corroboram a ciência econômica, em que com a elasticidade, maior será a quantidade de energia disponível e menor será o preço. Conclui-se, portanto, que os modelos oficiais devem adotar uma modelagem com elasticidade da demanda e também que o cálculo das tarifas para os consumidores cativos deve atender a essa questão.

Palavras-chave: Otimização Energética. Demanda Elástica. Energia.

---

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, nacif.leandro@gmail.com

<sup>2</sup> PhD in Systems Design Engineering, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, mrbessa57@yahoo.com



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **ANÁLISE DO PLANEJAMENTO DA OPERAÇÃO DE UM SISTEMA HIDRO-TERMO- EÓLICO A PARTIR DA MODELAGEM CONJUNTA DE SÉRIES HIDROMETEOROLÓGICAS**

**Leandro Ávila Rangel<sup>1</sup>**  
**Miriam Rita Moro Mine**<sup>2</sup>  
**Eloy Kaviski**<sup>3</sup>

**RESUMO:** Esta tese tem como objetivo investigar a complementariedade entre as fontes de energia hídrica e eólica a partir da modelagem conjunta de cenários sintéticos de vazão e velocidade de vento. Para isso, será estudada a dependência estatística entre essas duas variáveis, a partir da construção de distribuições de probabilidade conjunta e condicionada pelo uso de funções cópulas. Dessa forma, procura-se estudar o planejamento da operação de um sistema hidro-termo-eólico, visando otimizar o despacho de energia entre estas fontes. Com isso, serão avaliados diferentes cenários de operação em função dos níveis de regularização de energia a partir do uso de reservatórios. Espera-se com esta pesquisa poder quantificar uma redução no uso de usinas térmicas, mostrando a importância de se analisar e modelar diferentes fontes de energia de forma conjunta. Esta tese define como área de estudo o Setor Elétrico Brasileiro, apresentando suas principais características e desafios.

Palavras-chave: Planejamento energético. Funções cópulas. Modelagem multivariada.

---

<sup>1</sup> Mestre em Recursos Hídricos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, leandroavilarangel@gmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, mrmine.dhs@ufpr.br

<sup>3</sup> Doutor em Métodos Numéricos em Engenharia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, eloy.dhs@ufpr.br



I Simpósio  
PPGERHA

Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## AVALIAÇÃO DAS TENSÕES TANGENCIAIS EM RESSALTOS HIDRÁULICOS PARA DIMENSIONAMENTO DE BACIAS DE DISSIPAÇÃO

Lucas Ricardo Valentim<sup>1</sup>

José Junji Ota<sup>2</sup>

**RESUMO:** O ressalto hidráulico é um fenômeno amplamente estudado há séculos e, mesmo assim, existem muitas incertezas sobre suas propriedades. Normalmente, constrói-se uma bacia de dissipação a jusante de estruturas vertentes, que tem por função proteger o leito das possíveis erosões causadas pelo ressalto hidráulico. Costuma-se adotar o comprimento da bacia igual ao comprimento do ressalto hidráulico. Entretanto, como tal fenômeno é altamente turbulento, como consequência surgem algumas dificuldades para caracterizar o comprimento deste último. Primeiramente, não há uma solução analítica que seja capaz de defini-lo por completo, sendo necessário recorrer à modelagem computacional e a estudos empíricos. Como se sabe que a erosão está diretamente relacionada ao desenvolvimento de tensões tangenciais no leito, o objetivo do trabalho é buscar definir o comprimento do ressalto hidráulico com base nessas tensões, buscando definir um ponto de potencial erosivo suficientemente baixo. Para isso, realizaram-se simulações no *software OpenFOAM* de ressaltos hidráulicos estáveis, na faixa de número de Froude entre 4,5 e 9,0. Para validar os resultados encontrados, pretende-se ainda realizar as simulações em modelo físico. Os resultados obtidos até o momento indicam uma tendência de redução das tensões similar para todos os casos. Algumas simulações estão sendo reavaliadas, para garantir a precisão dos resultados. Após a reavaliação das simulações, pretende-se, por fim, usar o critério de condição crítica de arraste, definido por Shields, para buscar uma nova forma de dimensionar o comprimento do ressalto hidráulico, baseado na tensão tangencial crítica de arraste.

Palavras-chave: Ressalto hidráulico. Tensões tangenciais. OpenFOAM. Bacia de dissipação.

---

<sup>1</sup> Engenheiro Civil e Mestrando em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, lucas.rilenti@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, ota.dhs@ufpr.br



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **ESTIMATIVA DO EFEITO EJETOR EM USINA HIDRELÉTRICA DE BAIXA QUEDA EM CONDIÇÃO SUBMERSA POR MEIO DE DADOS EXPERIMENTAIS E MODELOS TEÓRICOS**

**Luis Mauricio Romero Mérida**<sup>1</sup>

**José Junji Ota**<sup>2</sup>

**Tobias Bernward Bleninger**<sup>3</sup>

**RESUMO:** A presente pesquisa procura estudar o aproveitamento do efeito ejetor em uma usina hidrelétrica de baixa queda por meio de condutos laterais em condição submersa no Centro de Hidráulica e Hidrologia Prof. Parigot de Souza (CEHPAR/LACTEC). A fase experimental consistiu na implementação de um modelo físico calibrado de uma planta hidroelétrica tipo com uma escala geométrica 1:70. Foram estudadas até o momento quatro configurações geométricas e estruturais da usina por meio de 51 testes, onde mediram-se vazões previamente estabelecidas através das turbinas e os descarregadores, velocidades de fluxo e níveis de água. Implementaram-se numericamente os modelos teóricos de Slisskii (1953) e Krei (1920), os quais foram adaptados e modificados para os casos estudados por meio da equação da conservação de momento linear. As diferenças entre valores observados e calculados da carga efetiva de ejeção foram reduzidas satisfatoriamente através de um fator de correção  $\phi$ , como uma função do quociente entre as vazões turbinada e total no sistema. Os modelos teóricos calibrados mostraram ser muito úteis e consistentes para simulações numéricas de 160 cenários hipotéticos de fluxo no modelo físico, permitindo avaliar relações entre níveis de água a jusante da casa de força e o efeito ejetor efetivo e a estimativa do efeito ejetor máximo para diferentes relações de vazões turbinadas e nos descarregadores de fundo em cada alternativa estudada.

Palavras-chave: Efeito ejetor. Usina hidrelétrica de baixa queda. Descarregadores de fundo. Modelo físico. Condição submersa.

---

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, mauricioromero@ufpr.br

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, ota.dhs@ufpr.br

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Hidráulica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, tobias.bleninger@gmail.com



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **VULNERABILITY AND ADAPTATION CAPACITY OF RIVER BASINS TO CLIMATE CHANGE: DIFFERENT APPROACH TO CLIMATE VULNERABILITY INDEX**

**Luís Miguel Samussone Tomas Buchir**<sup>1</sup>

**Daniel Henrique Marco Detzel**<sup>2</sup>

**Miriam Rita Moro Mine**<sup>3</sup>

**ABSTRACT:** Based on the best of our knowledge the issues of climate change have already been well established. The impacts such floods, droughts, cyclones, and others, are visible. However, the challenge still on recovering. The process is complex, and require a huge structure. The solution has to come from better planning, improving the assessment tool for climate vulnerability to assist the decision-makers and reinforce the role of management institutions at the climate change issues. Therefore, the focus of discussions will be the susceptibility degree of the river basin to adverse effects of climate change, which as defined as, climate vulnerability. Here, the Climate Vulnerability Index will be assessed, taking into account four main components; Exposure, Sensitivity, Adaptive Capacity, and Governance, which require indicators. Those indicators will be defined using the Indicators Method and multi-criteria analysis. The sensitivity analysis will be taken producing different scenarios of vulnerability through Monte Carlo simulation, based on the number of extreme events and the effort given on adaptive capacity component, to each system. The result shows that Adaptive Capacity, specially Governance, are the crucial components in the process of reducing the Climate Vulnerability Index. Systems with a strong Governance component, become less vulnerable. These remarks, as a scientific contribution, brings a new approach of Climate Vulnerability Index definition. Will reinforce the role of management institutions (Governance), which is rarely considered in the component of adaptive capacity to evaluated of the vulnerability index.

**Keywords:** Climate Change. Adaptive Capacity. Governance. Climate Vulnerability Index.

---

<sup>1</sup>Doutorando em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, buchirmz@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, daniel@lactec.org.br

<sup>3</sup> Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, mrmine.dhs@ufpr.br



I Simpósio  
PPGERHA

Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## A HYBRID ARIMA AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODEL FOR SYNTHETIC STREAMFLOW GENERATION

Luiz Renato Martini Filho<sup>1</sup>  
Daniel Henrique Marco Detzel<sup>2</sup>

**ABSTRACT:** For water resources planning and management, streamflow modeling and forecasting is essential in several subjects, such as, flood analysis and hazard mitigation systems, operation and planning of reservoirs, hydropower generation, among others. Good quality streamflow time series are of paramount importance for successfully fitting a hydrological model. However, the representativeness of such datasets may be a relevant issue to be considered. In situations when the historical register of a catchment has little available data, generating synthetic series by using stochastic models is a good way to overcome such problems. Thus, an ensemble of models capable to compute and replicate important statistical features of a series, namely Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) type models, are still largely used for this purpose by many hydrologists worldwide, presenting a fair representation of the river regimen. However, a problem regarding ARIMA modelling is that those classic models are linear and fail to represent the non-linearity of streamflow and, thus, might not give the best result. Moreover, synthetic series using ARIMA models might present numerical issues related to the integration of the series, whilst Autoregressive Moving Average (ARMA) models, although useful in synthetic generation, are incapable to compute possible nonstationarities of a series. To illustrate such issues, Mann-Kendall and Pettitt statistical trend tests were performed for the Foz do Areia hydropower plant streamflow series, in the Iguaçu river basin. Two analyses were performed: (i) using the original data, and (ii) using residuals of the original data resulting of an ARMA filtering procedure. It is shown that the ARMA filter does not remove the trend detected in analysis (i), which hinders the use of such model for generating synthetic streamflow series. An alternative approach, possible to improve the quality of the results and adequate to deal with non-linear patterns and trends is the artificial neural network (ANN). The next steps of this research will consider the development and training of an ANN model and couple it with the ARIMA approach to produce a hybrid ARIMA-ANN model for streamflow synthetic series generation.

Palavras-chave: ARIMA model. Streamflow time series. Artificial neural network. Nonstationarity.

---

<sup>1</sup> Engenheiro Civil e Mestrando em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, luizrenato.martini@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, daniel@lactec.org.br



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **AVALIAÇÃO DE PROCESSOS HIDROSEDIMENTOLÓGICOS EM REGIÕES DE CONFLUÊNCIA RIO-RESERVATÓRIO PARCIALMENTE CONFINADAS**

**Nayla Maria Salvador**<sup>1</sup>

**William Bonino Rauen**<sup>2</sup>

**RESUMO:** Objetiva-se estabelecer relação funcional entre o padrão de deposição líquida que tende a ocorrer em regiões de confluência rio-reservatório – representado pela variável de resposta “eficiência de retenção de sedimentos (ERS)” – e parâmetros geométricos do escoamento e hidrossedimentológicos relevantes (variáveis de controle). Também será avaliado se, e de que modo, o confinamento parcial promovido por estreitamento de seção a jusante altera o padrão de deposição de sedimentos em tais regiões, com hipótese de aumento da ERS causado por descontinuidade hidrodinâmica parcial com o restante do reservatório. Os resultados serão obtidos por meio de modelagem computacional 3D (ECOMSED) a partir de cenários hidrossedimentológicos e de configuração geométrica pré-estabelecidos. Estes resultados passarão por análise de sensibilidade, dimensional e estatística, as quais subsidiarão uma avaliação crítica das respostas buscadas. É esperado que o estudo proporcione um melhor entendimento da dinâmica hidrossedimentológica de regiões do tipo estudado, podendo subsidiar futuras iniciativas de projeto e implementação dessas regiões em outros reservatórios para os quais se busque melhor controle sobre o padrão de deposição do aporte sólido fluvial.

Palavras-chave: Confluência rio-reservatório. Modelagem computacional. CFD. Transporte de sedimentos. Deposição.

---

<sup>1</sup> Engenheira Civil e Mestranda em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, [nayla.salvador@gmail.com](mailto:nayla.salvador@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, [wbrauen@gmail.com](mailto:wbrauen@gmail.com)



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **QUANTIFICAÇÃO DA DESCARGA SÓLIDA DO LEITO EM RIOS COM DUNAS**

**Philippe Ratton**<sup>1</sup>

**Tobias Bernward Bleninger**<sup>2</sup>

**RESUMO:** O objetivo do trabalho é implementar e avaliar o uso de diferentes métodos (diretos e indiretos) para estimar a descarga sólida do leito do rio Taquari, localizado na bacia do rio Paraguai, na região do Pantanal. Levantamentos de campo foram realizados em diferentes condições hidrológicas para obter os dados necessários às análises. Uma armadilha Helley-Smith foi utilizada para coletar amostras de sedimentos transportados junto ao leito em diferentes pontos de uma seção transversal do rio. Um perfilador acústico de correntes por efeito Doppler (ADCP) foi empregado para calcular a velocidade de deslocamento das partículas de sedimento através de medições estáticas. Este equipamento também foi aplicado no mapeamento de perfis batimétricos longitudinais em dias consecutivos, visando estimar a descarga sólida por meio da equação de Dunas e Rugas. Além disso, seis fórmulas empíricas disponíveis na literatura que utilizam parâmetros hidráulicos da seção transversal para calcular o transporte de sedimentos também foram aplicadas. Devido às incertezas associadas a todos os métodos, torna-se difícil avaliar qual o mais preciso, mas foi possível calcular a magnitude da descarga sólida do leito na seção transversal de interesse. É necessário aprofundar os estudos para melhor compreender a dinâmica do transporte de sedimentos na região e a aplicabilidade das fórmulas existentes.

Palavras-chave: Transporte de sedimentos. Descarga sólida de leito. Dunas. Rio Taquari.

---

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, philipe.ratton@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Hidráulica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, tobias.bleninger@gmail.com



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **DESEMPENHO DE USINAS HIDRELÉTRICAS REVERSÍVEIS NO SISTEMA INTERLIGADO BRASILEIRO**

**Renê Bettega**<sup>1</sup>

**Marcelo Rodrigues Bessa**<sup>2</sup>

**Thelma Solange Piazza Fernandes**<sup>3</sup>

**RESUMO:** Os recentes ciclos de planejamento de longo prazo do sistema elétrico brasileiro indicam a expansão do parque gerador com base em Fontes Renováveis Intermitentes (FRI), tais como usinas hidrelétricas a fio d'água, eólicas e fotovoltaicas. Um dos desafios desta estratégia é manter o equilíbrio operacional entre carga e geração, uma vez que nem sempre há coincidência entre os perfis do consumo do sistema e de produção das FRI. O Sistema Interligado Nacional Brasileiro (SIN), neste contexto, é singular perante demais sistemas, contando com significativa capacidade de armazenamento de energia em reservatórios de hidrelétricas convencionais e intercâmbio entre diferentes regiões. Atualmente esta característica confere razoável flexibilidade operativa para atenuar a variabilidade das FRI. No entanto, a ausência de significativos acréscimos à capacidade de armazenamento do SIN estimula a necessidade de revisão das estratégias de planejamento e operação. O Brasil conta com um potencial inventariado em Usinas Hidrelétricas Reversíveis (UHR) de 1355 GW, valor promissor mesmo sujeito à revisão devido a restrições socioambientais. O objetivo da pesquisa é identificar efetivas sinergias das UHR no âmbito do SIN e demais setores da matriz energética nacional. Para tanto, a pesquisa está inserida como um módulo periférico do Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento LYNX – Otimização em Larga Escala Aplicada ao Despacho Hidrotérmico Brasileiro. O Projeto LYNX trabalha com algoritmos de otimização para minimizar o custo operativo do SIN, integrando os problemas da operação energética e fluxo de potência de uma configuração hidrotérmica representada de forma individualizada. Análises preliminares indicam a possibilidade de desperdício da geração de FRI do subsistema Nordeste e a necessidade de fontes dedicadas ao atendimento da ponta de carga do sistema. As UHR representam uma tecnologia consolidada capaz de lidar com problemas desta natureza, pois permitem o deslocamento de blocos de energia elétrica no tempo e de forma controlada.

**Palavras-chave:** Usina Hidrelétrica Reversível. Armazenamento de Energia. Despacho Hidrotérmico.

---

<sup>1</sup>Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, [rnbettega@gmail.com](mailto:rnbettega@gmail.com)

<sup>2</sup>PhD in Systems Design Engineering, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, [mrbessa57@yahoo.com](mailto:mrbessa57@yahoo.com)

<sup>3</sup>Doutora em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, [thelma@eletrica.ufpr.br](mailto:thelma@eletrica.ufpr.br)



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **AVALIAÇÃO DO IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA REGIÃO LESTE DO PARANÁ POR MEIO DO ÍNDICE RDI**

**Robinson Ploszai**<sup>1</sup>

**Miriam Rita Moro Mine**<sup>2</sup>

**Daniel Henrique Marco Detzel**<sup>3</sup>

**RESUMO:** As mudanças climáticas alteram o ciclo hidrológico e impactam significativamente os recursos hídricos. Uma das maneiras de se quantificar seus efeitos é analisando eventos extremos de precipitação. No caso de secas, as análises podem ter base em índices específicos para se obter os cenários mais críticos em termos de severidade, grau e intensidade. Dentre eles, o Índice de Reconhecimento de Seca (RDI, em inglês) ajustado a determinadas distribuições estatísticas (e.g. Log-Normal de dois parâmetros ou LN2 e Gama) vem sendo frequentemente utilizado. Como base de entrada do mesmo, são utilizadas séries de precipitação e temperatura de uma determinada região. Neste trabalho, o RDI foi considerado em um contexto de cenários futuros de precipitação obtidos por meio do Modelo Regional de Circulação (RCM, em inglês) ETA, visando inferir a severidade de eventos futuros de secas nas regiões de Curitiba e Paranaguá, no Estado do Paraná. Como resultados, observa-se que nos piores cenários gerados pelo RCM ETA para a região de Paranaguá, tanto a distribuição LN2, quanto a Gama apresentam secas significativas para o período de 2020 a 2026, bem como em meados de 2060 e 2080. Em Curitiba, as secas mais significativas contemplam os períodos de 2020 a 2024 e 2070. Dentre as duas distribuições ajustadas, a Gama se ajusta melhor aos dados simulados do que a distribuição LN2, para as duas regiões.

Palavras-chave: RDI. Mudanças Climáticas. Modelos Climáticos Regionais. Distribuições Estatísticas.

---

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, ploszai@ufpr.br

<sup>2</sup> Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, mrmine.dhs@ufpr.br

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, daniel@lactec.org.br



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **INTERFERÊNCIA DAS FRENTES FRIAS E DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS NA HIDRODINÂMICA DO CANAL PORTUÁRIO DE PARANAGUÁ**

**Thaís Nogueira de Rezende**<sup>1</sup>

**Tobias Bernward Bleninger**<sup>2</sup>

**RESUMO:** O comércio exterior da maioria dos países se baseiam na troca de produtos via marítima. O Brasil, com sua grande extensão costeira, segue essa característica, o que atenua a importância dos estudos, obras e planejamentos na região portuária, uma vez que os portos se apresentam como principais acessos das mercadorias. O porto de Paranaguá é um dos mais importantes na economia brasileira com grande movimentação de granéis sólidos, além de líquidos, e de carga geral. A partir da bibliografia embasada em publicações de autores nominados e de dados disponibilizados por pesquisadores da área de estudo, a mesma será caracterizada. Os métodos utilizados serão baseados em livros clássicos que abordam a hidrodinâmica costeira e de estuários, com aplicação da modelagem na região estudada, a partir do software Delft-3D. Com os dados específicos para a região, a hidrodinâmica local será simulada, na presença de algumas forçantes. As interferências das condições meteorológicas, especificamente de frentes frias, e da movimentação sedimentológica serão agregadas às condições de marés. Então serão avaliadas a influência no canal portuário e as consequências na manutenção da segurança e qualidade do acesso ao porto.

Palavras-chave: Modelagem hidrodinâmica. Estuário. Porto. Paranaguá. Delft3D.

---

<sup>1</sup> Engenheira Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, thaisnrezende@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Hidráulica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, tobias.bleninger@gmail.com



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

# **Resumos da Modalidade Monitoramento Ambiental**



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **ANÁLISE DA CALIBRAÇÃO DE MODELOS HIDROLÓGICOS A PARTIR DE FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS COM COMPLEXA DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**

**Ana Paula Muhlenhoff**<sup>1</sup>

**Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes**<sup>2</sup>

**Tobias Bernward Bleninger**<sup>3</sup>

**RESUMO:** A calibração de modelos hidrológicos e hidrodinâmicos é um processo essencial para se dispor dos resultados de suas aplicações. A qualidade e disponibilidade de dados para essa etapa é, bem como à de implementação, responsável direta pelo sucesso na aplicação prática dos modelos à previsão e gestão de recursos hídricos. Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas ao monitoramento de variáveis do ciclo hidrológico podem ser uma fonte de dados interessantes para melhorar o processo de calibração dos modelos, no sentido de poder diminuir as fontes de incerteza na determinação de alguns parâmetros. Entretanto, estes dados nem sempre estão disponíveis em resoluções temporais e espaciais de forma a serem aplicados a qualquer escala de bacia. Neste sentido, busca-se determinar para cada escala de bacia quais tipos de informações obtidas do sensoriamento remoto existentes passíveis de serem utilizadas, consistindo na primeira etapa das próximas ao desenvolvimento do trabalho. Dispondo disso, num ambiente SIG ferramentas de geoprocessamento permitem tornar disponíveis os dados do monitoramento hidrológico por sensores remotos e associá-los àqueles obtidos do monitoramento sistemático convencional. Assim, um banco de dados completo para alimentar as demandas dos modelos pode ser construído. Portanto, os objetivos deste trabalho se concentram em melhorar a calibração de modelos hidrológicos e hidrodinâmicos a partir da melhor representação da variabilidade espacial das variáveis hidrológicas de entrada nos modelos, com a definição a priori de intervalos mais consistentes para a calibração de cada parâmetro. Para tal, o Modelo de Grandes Bacias (MGB-IPH) será aplicado e alimentado por um banco de dados que reúna todas as informações disponíveis para a bacia hidrográfica. Por fim, espera-se conseguir explorar melhor essas informações para garantir que o modelo represente bem os processos hidrológicos que ocorrem no sistema físico e, para isso, utilizar-se de uma interface SIG para auxiliar na calibração dos parâmetros envolvidos no processo.

Palavras-chave: SIG. Sensoriamento Remoto. Integração.

---

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, anapaula.dhs@ufpr.br

<sup>2</sup> Doutor em Doutorado em Civil and Environmental Engineering, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, cris.dhs@ufpr.br

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Hidráulica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, tobias.bleninger@gmail.com



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **AValiação da Qualidade da Água em Rios sob Influência de Processos Difusos de Poluição**

**Caroline Kozak**<sup>1</sup>

**Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes**<sup>2</sup>

**RESUMO:** A poluição difusa causada por eventos de chuva afeta a qualidade da água dos rios. Adicionalmente, as formas de uso e ocupação do solo exercem influência direta no tipo de poluição carregada. Portanto, o objetivo do trabalho é avaliar o aporte de massa advindo de contribuição difusa, considerando as estratégias de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos. Para isso, a abordagem quali-quantitativa é usada. Tal metodologia consiste na coleta automática de amostras de água do rio durante os eventos de chuva. O amostrador automático utilizado é denominado SBn, o qual funciona considerando as alterações de lâmina d'água provocadas pela chuva. Esta forma de monitoramento permite a discretização temporal quali-quantitativa dos eventos de chuva. Após as coletas, são analisados os parâmetros convencionais de qualidade da água, como por exemplo: nitrogênio, fósforo, carbono e série de sólidos, e utilizadas técnicas espectroscópicas para determinar o tipo de material orgânico carregado. O local de estudo escolhido foi o Rio Barigui, localizado em Almirante Tamandaré, na porção superior de sua bacia. O uso e ocupação do solo é predominantemente de vegetação e campo. O local não possui nenhuma fonte de poluição pontual conhecida. Os resultados mostram uma dinâmica de aporte de massa muito evidente quando são observados os parâmetros físicos da qualidade da água. Contudo, para os parâmetros químicos, o padrão não acontece. Cada chuva possui características diferentes que produzem respostas diferentes do corpo hídrico. Outro aspecto relevante está no tipo de contribuição orgânica recebida pelo rio durante esses eventos. Foi observado que as chuvas, em seu início, trazem material com características refratárias, provavelmente devido à lavagem da área do entorno do local de monitoramento. Porém, apesar da inexistência de fontes pontuais de poluição, o rio também recebe influência de contribuição lábeis, podendo ser via galerias subterrâneas ou despejos domésticos clandestinos. Em suma, é possível concluir que as perturbações ocorridas durante a chuva possuem influência na qualidade da água e são diretamente relacionadas à forma da chuva e ao tipo de uso e ocupação do solo da área de drenagem do ponto de monitoramento.

**Palavras-chave:** Poluição Difusa. Amostrador Automático. Matéria Orgânica.

---

<sup>1</sup> Engenheira Ambiental e Doutoranda em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, [carolinekozak@ufpr.br](mailto:carolinekozak@ufpr.br)

<sup>2</sup> Doutor em Doutorado em Civil and Environmental Engineering, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, [cris.dhs@ufpr.br](mailto:cris.dhs@ufpr.br)



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **ANÁLISE INTEGRADA PARA A MODELAGEM DE VAZÃO E TRANSPORTE DE CONTAMINANTE EM RIOS**

**Danieli Mara Ferreira**<sup>1</sup>

**Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes**<sup>2</sup>

**Eloy Kaviski**<sup>3</sup>

**RESUMO:** Modelos de qualidade da água em estado não-permanente permitem prever a distribuição de poluentes ao longo do tempo e espaço em sistemas hídricos e analisar impactos para diferentes condições e cenários de gerenciamento. Essa abordagem, no entanto, requer dados de entrada com alta resolução temporal, usualmente não disponíveis para todos os parâmetros. Este estudo compara metodologias para geração de polutogramas sintéticos, a fim de serem utilizados como condição de contorno em um modelo determinístico unidimensional. Concentrações de demanda bioquímica de oxigênio para o rio Iguaçu, localizado em Curitiba-PR, são geradas para extrapolar dados obtidos em campo, embasando a realização de simulações em regime transiente a partir de informações de monitoramento limitado a campanhas trimestrais. O objetivo principal é fornecer evidências de que o polutograma de entrada, usualmente não explorado em estudos semelhantes, tem um significado relevante em resultados de modelos para propagação de substâncias ao longo de canais. As técnicas aplicadas para geração de séries contínuas são baseadas em interpolações, séries de Fourier e modelos autorregressivos de primeira ordem. Nessas análises, concentrações são estimadas com base nas condições de fluxo, tempo e indicadores estatísticos do conjunto de dados de monitoramento. O modelo de propagação, por sua vez, resolve as equações de Saint-Venant e de advecção-dispersão-reação. Os resultados destacam a significância das condições de contorno na modelagem de séries temporais de qualidade de água por meio de leis de conservação. Do mesmo modo, as análises conduzidas evidenciam que processos de calibração devem considerar incertezas e variações dos dados de entrada, a fim de fornecer previsões mais precisas e, conseqüentemente, garantir assertividade de ações para gerenciamento de sistemas hídricos.

**Palavras-chave:** Modelagem hidrodinâmica e de qualidade de água. Condições de contorno. Gerenciamento de recursos hídricos.

---

<sup>1</sup> Doutoranda em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, danielimaraferreira@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Doutorado em Civil and Environmental Engineering, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, cris.dhs@ufpr.br

<sup>3</sup> Doutor em Métodos Numéricos em Engenharia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, eloy.dhs@ufpr.br



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO ESPACIALMENTE DISTRIBUÍDA DO MODELO SWAT: ESTUDO DE CASA DA BACIA DO RIO BARIGUI**

**David Bispo Ferreira**<sup>1</sup>

**Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes**<sup>2</sup>

**RESUMO:** A poluição difusa é causa importante e por vezes causa principal de perda da qualidade da água para diversos fins. O gerenciamento e disponibilidade de recursos hídricos também são dependentes em aspectos hidrológicos, muitas vezes negligenciados. A bacia do rio Barigui é afluente do Rio Iguaçu, de importância fundamental para o estado do Paraná. A bacia encontra-se em situação de vulnerabilidade no que tange a qualidade dos ecossistemas e balanços de massa favoráveis sustentáveis. A bacia possui alta heterogeneidade espacial na distribuição dos usos do solo, o que pode contribuir para aportes difusos na bacia. Portanto, compreender as fontes principais é importante no que tange quantidade e qualidade da água. Neste estudo utilizou-se o modelo *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) para simulação dos balanços hídricos da bacia entre 2003 e 2017, sendo a calibração do modelo de qualidade da água uma fase secundária do projeto. O procedimento de calibração automática e avaliação de incerteza *SWAT Calibration and Uncertainty Program* (SWAT-CUP) foi utilizado. O algoritmo SUFI2 por sua simplicidade e baixo tempo de implementação foi utilizado, fornecendo para as Estações Tamandaré, Santa Quitéria e Caximba valores e eficiência de Nash-Sutcliffe de 0,31; 0,55 e 0,60, respectivamente. Os resultados de calibração foram satisfatórios, em termos de simulação, e demonstram como outros autores do mesmo nicho, que o conhecimento da hidrologia da bacia pode auxiliar grandemente a modelagem dos processos envolvidos.

**Palavras-chave:** Poluição difusa. Ferramenta de Avaliação do Solo e Água. Barigui. Sistemas de Informação Geográfica.

---

<sup>1</sup> Engenheiro Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, davidbispo@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Doutorado em Civil and Environmental Engineering, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, cris.dhs@ufpr.br



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **ÁGUA DE REÚSO E A ECONOMIA CIRCULAR NO BRASIL: UMA REFLEXÃO CRÍTICA**

**Elisa Stefan**<sup>1</sup>

**Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes**<sup>2</sup>

**RESUMO:** O setor de recursos hídricos se desenvolveu de modo linear: captação, tratamento, uso, tratamento do efluente e descarte. Entretanto o cenário atual de escassez hídrica e a economia mundial indicam a necessidade da transição para um modelo de economia circular. A política da água no Brasil ainda é recente, com apenas 30 anos de evolução, e o setor se desenvolveu de modo reducionista. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos visa até 2020 desenvolver ações para a promoção do uso sustentável e reúso da água. Surge então o início de um planejamento para o país evoluir para um modelo circular de economia com a introdução e disseminação de sistemas de reúso. Esse trabalho é uma reflexão crítica do cenário atual e das possibilidades que surgem da transformação do setor de recursos hídricos.

Palavras-chave: Economia Circular da Água. Água de Reúso. Gestão dos Recursos Hídricos.

---

<sup>1</sup> Engenheira Ambiental e Mestranda de Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, elisasstefan@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Doutorado em Civil and Environmental Engineering, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, cris.dhs@ufpr.br



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **OPTIMIZATION OF PASSIVE SAMPLING WITH THERMAL DESORPTION FOR BTEX SAMPLES: CASE STUDY IN THE PORT OF PARANAGUÁ**

**Hugo Sarmiento Vela**<sup>1</sup>

**Ricardo Henrique Moreton Godoi**<sup>2</sup>

**RESUMO:** Air pollution due to ship emissions are mainly due to the use of motors to supply auxiliary device and involves emissions of compounds such as sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>), particulate matter, and volatile organic compounds (VOCs). In addition, the European Union (EU) legislation requires the use of cleaner fuel in terms of sulfur content for stays longer than 2 ppm. Volatile Organic Compounds (VOCs) play an important role in atmospheric chemistry. This is especially true for substituted aromatic VOCs, such as toluene and xylenes, which have a high potential for photochemical ozone generation. They participate in photochemical reactions and are the main sources of radicals that can oxidize NO to NO<sub>2</sub>: the ozone precursor. The regulation of the main indicators of air pollution (ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide) has been updated in recent years to include additional compounds such as benzene. Atmospheric BTEX is highly reactive, although the presence of BTEX in the upper atmosphere has a very low concentration, they can influence the natural photochemical balance, such as the formation of additional organic aerosols, as well as photo oxidants. Therefore, BTEX measurements in the upper atmosphere are of great importance. Exposure to benzene has the potential for adverse health effects, as it is a genotoxic carcinogen, within the highly toxic VOC include the BTEX. The objective of this work is to validate both the sampling and the analytical techniques for the determination of Benzene, Toluene, Ethylbenzene, and p-xylene (BTEX) in the air. The samples will be collected by a passive sampler, the desorption of the analyte will be done by means of thermal desorption technique and by gas chromatography analysis coupled to a mass detector, from which will be made carry out a case study in the port of Paranagua, so that the BTEX sampling phase is validated, as well as the thermal desorption methodology for the extraction of these compounds in the laboratory.

Key-words: Passive. Validation. Thermal desorption. BTEX. Port.

---

<sup>1</sup> Mestrando em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, hugosarmiento@ufpr.br

<sup>2</sup> Doutor em Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, rhmgodoi@ufpr.br



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **AVALIAÇÃO DE RISCO DE CONTAMINANTES EMERGENTES DE ORIGEM URBANA E RURAL EM CORPOS HÍDRICOS**

**Jhonatas Antonelli**<sup>1</sup>

**Júlio César Rodrigues de Azevedo**<sup>2</sup>

**RESUMO:** O aumento contínuo da produção agropecuária nos últimos anos é um fato que vem trazendo inúmeros benefícios tanto para a sociedade devido a geração de alimento, quanto para a economia. Porém aliado aos benefícios, há alguns fatores que devem ser levados em consideração. Entre as principais preocupações está a possível contaminação ambiental por defensivos agrícolas e resíduos da pecuária. Os contaminantes de maior preocupação são os agroquímicos, hormônios e antibióticos. Esses compostos são utilizados com o objetivo de ampliar a produção e diminuir os custos. Quando atingem o meio ambiente, podem ser classificados como contaminantes emergentes. Para investigar a presença e riscos desses poluentes no meio ambiente, será realizado monitoramento ao longo de quatro campanhas amostrais, localizados no rio Piraí, nos municípios de Piraí do Sul e Castro. Em cada amostra serão analisados um total de 37 compostos emergentes, pertencentes a diversas classes (anti-inflamatórios, antimicrobianos, hormônios sexuais e agroquímicos). A determinação dos compostos será realizada utilizando extração em fase sólida e cromatografia em fase líquida com detector de arranjo de diodos e cromatografia em fase gasosa hifenada a espectrometria de massas. Por fim para estimativas de risco de cada composto, índices de quociente de risco ambiental serão avaliados.

Palavras-chave: Resíduos da pecuária. Defensivos agrícolas. Fármacos. Produtos de cuidado pessoal. Análise de risco.

---

<sup>1</sup> Mestre em Energia na Agricultura, UFPR, Curitiba, Paraná, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, jonatasantonelli@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, UTFPR, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, jcrazevedo.utfpr@gmail.com



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **APLICAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E DE RESÍDUOS DE FUNDIÇÃO NA COMPOSIÇÃO DE CERÂMICAS**

**João Henrique Mine**<sup>1</sup>

**Urivald Pawlowsky**<sup>2</sup>

**RESUMO:** No contexto do desenvolvimento sustentável e da economia circular, a indústria tem sido pressionada por vetores regulatórios e competitivos a buscar por soluções tecnológicas para minimização e reaproveitamento de resíduos, através de processos mais eficientes e da integração dos fluxos de material e de energia ao longo de uma rede produtiva cooperativa. A dissertação de mestrado em andamento propõe desenvolver produtos cerâmicos para a construção civil a partir do lodo de estação de tratamento de água (ETA) e resíduos da indústria de fundição da região de Curitiba e Ponta Grossa. A caracterização e teste das operações unitárias de secagem, britagem e moagem para beneficiamento das matérias-primas resultou na formulação de 22 hipóteses de reaproveitamento e desenvolvimento dos processos de obtenção dos produtos pela formatação, secagem e queima de corpos de prova na temperaturas de 950, 1000, 1050, 1100, 1150, 1200 e 1250°C e futura determinação das propriedades mecânicas e físico-químicas.

Palavras-chave: Minimização. Reaproveitamento. Lodo de ETA. Resíduos de fundição. Cerâmica.

---

<sup>1</sup> Engenheiro Químico e Mestrando em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, [jhmine@gmail.com](mailto:jhmine@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, [urpawl@gmail.com](mailto:urpawl@gmail.com)



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **APORTE DE METAIS AO RESERVATÓRIO DO PASSAÚNA POR POLUIÇÃO DIFUSA**

**Juliana Pisa Grudzien<sup>1</sup>**  
**Sérgio Michelotto Braga**<sup>2</sup>  
**Maria Cristina Borba Braga**<sup>3</sup>

**RESUMO:** O entendimento do aporte de poluentes por fontes difusas em rios e lagos é dificultado por limitações relativas à qualidade da amostragem, que se refletem na precisão da quantificação. Para o estudo do aporte de metais, objetivo deste trabalho, é importante utilizar amostradores que sejam capazes de interpretar as mudanças no corpo hídrico, efetuando coletas nos momentos mais apropriados. Com uma coleção de amostras mais representativa, visa-se quantificar o carreamento de metais pesados na durante eventos de chuva, relacionando esses elementos à poluição difusa e buscando entender qual a contribuição dos solos e dos agentes poluidores da bacia hidrográfica para o rio e para o reservatório a jusante. Para tanto, foi escolhido como objeto de estudo a bacia do Rio Passaúna, localizada em Curitiba e região metropolitana, e como instrumento de coleta o amostrador automático denominado SBN, instalado no Rio Passaúna, a montante da represa de mesmo nome. O SBN possui a capacidade de quantificar a variação de nível do rio e amostrar um litro de água para cada aumento de nível pré-determinado. A partir destas amostras e outras coletadas dentro reservatório, foram analisados os seguintes parâmetros: sólidos totais, suspensos e sedimentáveis, Carbono Orgânico Dissolvido (COD), Carbono Orgânico Total (COT) e turbidez. A determinação das concentrações de COD na água e COT no sedimento são importantes para a detecção de parcelas húmicas possivelmente associadas aos metais e as análises de sólidos e turbidez mostram a contribuição das parcelas particuladas. As análises de quantificações de metais propriamente ditas, contudo, serão realizadas posteriormente com um montante maior de amostras, em função dos elevados custos associados à utilização do equipamento analisador para poucos eventos coletados. Tendo como resultados preliminares um aumento turbidez, sólidos e de mais de 15 mg/L de COD no decorrer do evento, é possível verificar a importância da poluição difusa para perda de qualidade de um corpo hídrico, especialmente em bacias com grande urbanização e aporte de fertilizantes agrícolas, aterros industriais e domésticos. Espera-se entender de forma mais completa sua relação direta com os metais pesados após as análises específicas deste parâmetro.

Palavras-chave: Poluição difusa. Metal. Amostrador automático.

---

<sup>1</sup> Engenheira Civil e Mestranda de Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, julianapisag@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, sergio.dhs.ufpr@gmail.com

<sup>3</sup> Doutora em Environmental Technology, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, cristinabraga01@gmail.com



I Simpósio  
PPGERHA

Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## UTILIZAÇÃO DE UM PERFILADOR ACÚSTICO DE EFEITO DOPPLER PARA LEVANTAMENTOS SIMULTÂNEOS DE BATIMETRIA E CAMPOS DE VELOCIDADE

Laís Thie Hasuda Nakao<sup>1</sup>  
Claudia Pereira Krueger<sup>2</sup>  
Tobias Bernward Bleninger<sup>3</sup>

**RESUMO:** O presente estudo tem como objetivo verificar a precisão e acurácia do conjunto HydroSurveyor M9 e comparar com as precisões dos métodos clássicos descritos pelas normas vigentes (NORMAM-25 e Resolução Conjunta n° 3 ANEEL/ANA) para levantamentos batimétricos, a fim de verificar a possibilidade da implementação deste equipamento para estes levantamentos. Foram realizados testes estáticos e cinemáticos em um ambiente controlado, visando verificar a precisão das medições de profundidade, utilizando-se o ADCP M9 em uma piscina com profundidade conhecida em diferentes cenários: estático sem obstáculos (T1), estático com obstáculos no fundo (T2 e T3), próximo a margem (T4), estático com ADCP operando simultaneamente a 1 metro de distância do ecobatímetro SDH-13A (T5), medições com ADCP em movimento sem obstáculos (T6) e medições com ADCP em movimento com obstáculos no fundo (T7). Os resultados dos testes mostraram que o feixe vertical obteve valores próximos ao real para todos os testes, com precisão entre 0,0016 e 0,0021 metros e acurácia entre 0,003 e 0,025 metros, para os testes T4 e T1, respectivamente. Porém os quatro feixes de efeito Doppler apresentaram precisão entre 0,0018 e 0,0643 metros, com acurácia entre 0,000 e 2,202 metros para os testes estáticos T4 e T1, respectivamente. Observa-se no teste T5 uma grande interferência gerada pelo ecobatímetro nas medições do ADCP, onde valores de 0 metros foram registrados. Os modelos gerados com os conjuntos de dados coletados nos testes T6 e T7 mostraram que o ADCP é capaz de detectar estruturas de fundo. No entanto, o método de posicionamento usado proporcionou precisão na ordem do metro, propagando o erro no modelo. Concluiu-se que alguns cuidados devem ser tomados na coleta dos dados para que representem de forma adequada o cenário em estudo. A partir dos resultados preliminares, o HydroSurveyor M9 mostrou grande potencial para a realização de levantamentos batimétricos, sendo necessário um maior aprofundamento no seu funcionamento.

Palavras-chave: Levantamento hidrográfico. Modelo Digital de Elevação. Precisão. Monitoramento ambiental.

<sup>1</sup> Mestre em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, laishasuda@gmail.com.

<sup>2</sup> Doutora em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, cpkrueger64@gmail.com

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Hidráulica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, tobias.bleninger@gmail.com



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **USO DA TECNOLOGIA DE EFEITO DOPPLER PARA DETERMINAÇÃO DA PLUMA DE SEDIMENTOS EM RESERVATÓRIOS – ESTUDO DE CASO: RESERVATÓRIO DO RIO PASSAÚNA, PR**

**Liege Fernanda Koston Wosiacki**<sup>1</sup>

**Tobias Bernward Bleninger**<sup>2</sup>

**William Bonino Rauen**<sup>3</sup>

**Stephan Fuchs**<sup>4</sup>

**RESUMO:** Ao longo dos anos, para tentar suprir a demanda de água e energia, no Brasil muitas barragens e reservatórios vem sendo construídos. Embora necessários, tais empreendimentos são responsáveis por uma série de mudanças em diferentes esferas do ecossistema, entre eles a mudança da dinâmica do sedimento tanto no lago formado devido ao barramento do rio, quanto à jusante e à montante desses. Tendo em vista os impactos causados faz-se necessário o conhecimento da dinâmica de entrada de sedimentos na área de interesse para que se faça um correto monitoramento do sistema, uma vez que quando o aporte de sedimentos ocorre de forma pronunciada pode se tornar a principal via de acesso de diferentes tipos de nutrientes e poluentes para o interior do reservatório e também causar a diminuição do tempo de vida do empreendimento. De forma a facilitar essa quantificação, o estudo proposto visa checar a viabilidade da aplicação de equipamentos baseados na tecnologia de Efeito Doppler (ADCP – Acoustic Doppler Current Profiler) combinadas com outras tecnologias ópticas (LISST – Laser In-Situ Scattering Transmissiometer) para quantificação e visualização da pluma de sedimentos que aporta ao reservatório. Comparações de medições de seções transversais no Rio Taquari mostraram uma correlação aceitável, para aproximadamente 60% dos casos, para mapear a distribuição de sedimento em suspensão. Testes preliminares no reservatório Passaúna também mostraram o potencial de aplicação deste método em ambientes lênticos para mapear seções grandes e obter assim mapas de distribuição de sedimento em suspensão.

Palavras-chave: Sólidos em Suspensão. ADCP. Tecnologias Inovadoras.

---

<sup>1</sup> Mestre em Métodos Numéricos em Engenharia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, liegewosiacki@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Hidráulica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, tobias.bleninger@gmail.com

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, wbrauen@gmail.com

<sup>4</sup> Dr-Ing, Instituto de Tecnologia de Karlsruhe, Karlsruhe, Alemanha, stephan.fuchs@kit.edu



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **UNCERTAINTY ANALYSIS IN WATER RESOURCES TIME SERIES**

**Marcelo Coelho**<sup>1</sup>

**Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes**<sup>2</sup>

**Daniel Henrique Marco Detzel**<sup>3</sup>

**ABSTRACT:** Although it is clear the need for inclusion of uncertainty analyses in water resources management, the knowledge about how to perform them is still incipient. The application of standard practices, based on probabilities theory, are challenging in environmental sciences, a field in which each event is unique. It implies considerable subjectivity for uncertainty assessment and expression. The impact of uncertainties should be understood in the statistical context, where information for planning is produced. Statistical methods should only be applied in time series compliant with randomness, homogeneity, independence and stationarity (RHIS). Non-compliance can occur when autocorrelation, trends, cycles and/or shifts are present. In this research, an algorithm was developed to generate synthetic time series from uncertainty intervals and verify compliance with RHIS. The method was applied in time series from the Upper Iguassu Basin in southern Brazil. Results revealed that uncertainties related to representativeness are more relevant than measurement uncertainties, and that the inherent subjectivity of uncertainty assessment and expression has little importance to this process. It was concluded that investments in well-developed monitoring strategies can provide higher benefits than more precise methods, techniques and equipments for statistical results.

Key-words: Uncertainty. Water resources management. Time series. Statistical analysis.

---

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, mcoelho2011@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Doutorado em Civil and Environmental Engineering, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, cris.dhs@ufpr.br

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, daniel@lactec.org.br



I Simpósio  
PPGERHA

Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## USO DE MODELO MATEMÁTICO DE PRIORIZAÇÃO DE RESÍDUOS E REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS PARA DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO MATERIAL

Stéphanie Abisag Sáez Meyer Piazza<sup>1</sup>

Urivald Pawlowsky<sup>2</sup>

Vsévolod Mymrine<sup>3</sup>

**RESUMO:** Uma das necessidades enfrentada pela indústria é a minimização de resíduos, pois esta possibilita o desenvolvimento sustentável a partir da preocupação ambiental e a redução dos custos de produção. Nesse quesito referente à gestão ambiental, à minimização e à reutilização de resíduos, esta tese de doutorado tem como objetivo utilizar um modelo matemático de priorização de resíduos com posterior proposta de reaproveitamento de resíduos de uma fábrica de painéis de MDF (lodo físico-químico, areia e cinzas), juntamente com resíduos da indústria de celulose (*dregs*, *grits* e lama de cal) e resíduos da indústria de cal, para geração de um novo produto com características de concreto. Os resíduos serão caracterizados separadamente e depois serão misturados em diferentes proporções para o desenvolvimento de um produto com características de concreto que possa ser utilizado na área de construção civil. Dentre os resultados esperados estão o levantamento do inventário de resíduos da indústria e uso de um modelo matemático (EPIP - *analytical tool for Environmental Performance in Industrial Processes*) para determinação dos resíduos prioritários; caracterização físico-química dos resíduos para elaboração de novos produtos; e a identificação da melhor combinação de resíduos para a obtenção de um produto de valor agregado e comercial com características de concreto que atenda às normas brasileiras. Os materiais desenvolvidos serão economicamente atrativos devido ao baixo custo das matérias-primas (resíduos industriais) e aos grandes benefícios adicionais esperados devido à transformação de material passivo, geralmente dispostos em aterro industrial, para material ativo na fabricação de materiais para a construção civil. O resíduo industrial, que antes representava ameaça de contaminação ambiental, agora também oportunizará a diminuição da extração de matérias-primas para a produção de materiais para a construção civil.

Palavras-chave: Resíduos industriais. Minimização e reaproveitamento. EPIP. Indústria de painéis de MDF. Indústria de celulose.

---

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, s.meyer.piazza@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, urpawl@gmail.com

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Geológica e Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, seva6219@gmail.com



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **Resumos da Modalidade Saneamento**



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **AVALIAÇÃO INTEGRADA DO DESEMPENHO DE REATOR ANAERÓBIO DO TIPO UASB, TRATANDO ESGOTO DOMÉSTICO, EM ESCALA REAL**

**Ana Caroline de Paula**<sup>1</sup>

**Miguel Mansur Aisse**<sup>2</sup>

**RESUMO:** Por conta das favoráveis condições climáticas que o Brasil e países da América Latina e Caribe apresentam e da baixa cobertura sanitária, os reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo (reatores UASB - *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) são amplamente utilizados para tratamento do esgoto doméstico, visto que temperaturas mais altas favorecem a ação dos micro-organismos responsáveis pela degradação do material orgânico, e o uso dessa tecnologia acarreta na produção de subprodutos (biogás e lodo) que podem ser utilizados para fins energéticos. Isto posto, visando obter um tratamento eficiente evidencia-se a importância do adequado gerenciamento dos reatores UASB presentes nas diversas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE). Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o uso de instrumentos que possam contribuir com a gestão dos reatores anaeróbios nas estações, como o uso de equipamentos capazes de medir *in situ* e em tempo real a Demanda Química de Oxigênio (DQO), sendo este o parâmetro global utilizado para verificar a eficiência em termos de remoção de matéria orgânica; a aplicação do balanço de massa em termos de DQO, visando fornecer informações sobre todas as rotas de conversão do material orgânico no sistema; e a avaliação das correlações entre o biogás produzido e os diversos parâmetros das fases líquida e sólida, com o intuito de fornecer embasamento para verificar a possibilidade de reaproveitamento do potencial energético do biogás. As avaliações serão desenvolvidas ao longo de seis meses, em uma ETE de médio porte composta por seis reatores anaeróbios do tipo UASB, localizada no município de Curitiba - Paraná. Os parâmetros da fase líquida que serão avaliados são vazão de esgoto, temperatura, pH, ácidos voláteis, alcalinidade, DBO, DQO, DQO filtrada, série de sólidos, nitrogênio, fósforo, sulfeto, sulfato e metano dissolvido. Da fase sólida, os parâmetros monitorados são DQO e série de sólidos e os parâmetros da fase gasosa são vazão e qualidade do biogás. Os resultados preliminares obtidos possibilitaram uma caracterização do afluente e efluente dos reatores, sendo que a maioria dos parâmetros não apresentaram diferenças significativas ao longo de três dias subsequentes.

**Palavras-chave:** Balanço de massa. Biogás. Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Mensuração em tempo real.

---

<sup>1</sup> Engenheira Química, PUCPR, Curitiba, PR, [aanacarolinepaulaa@hotmail.com](mailto:aanacarolinepaulaa@hotmail.com)

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, [miguel.dhs@ufpr.br](mailto:miguel.dhs@ufpr.br)



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **DETERMINAÇÃO DO NÍVEL ECONÔMICO DE PERDAS DE ÁGUA DAS ZONAS DE PRESSÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA INTEGRADO DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA**

**Anna Carolina Bonilauri Moll**<sup>1</sup>

**Selma Aparecida Cubas**<sup>2</sup>

**RESUMO:** O nível econômico de perdas é o valor mínimo econômico onde os custos da água se equiparam com os custos de controle de perdas. É, portanto, uma ferramenta útil para companhias água, pois permite justificar investimentos e prioridades para estratégias gestão de perdas, especialmente quando os recursos financeiros são escassos. O presente trabalho objetivou avaliar as perdas por meio da metodologia top-down proposto pela International Water Association - IWA e aplicação do modelo econômico proposto por Wyatt (2010) das zonas de pressão pertencentes ao Sistema de Abastecimento Integrado de Curitiba e Região Metropolitana (Brasil) a partir de dados mensais, fornecidos pela Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, do período de Janeiro de 2017 a Dezembro de 2017. Os resultados indicaram que 44% do volume de entrada do sistema representa o volume de água perdido, sendo que desse percentual 37% corresponde a perdas reais e 7% a perdas aparentes. O índice de vazamentos por ligação (IPL) apresentou um intervalo grande de variação: 131,3 L/lig.dia a 1.001,7 L/lig.dia enquanto os índices econômicos variaram de 120,5 L/lig.dia a 581 L/lig.dia. Já para o indicador de vazamentos da infraestrutura (IVI) variou de 4,5 a 21,4 para o cenário atual e 3,6 a 11,7 para o cenário econômico. Os resultados também apontaram que algumas áreas possuem elevado potencial de redução, enquanto outras já estão muito próximo do valor mínimo econômico. Do ponto de vista econômico, o modelo econômico também permitiu avaliar a relação entre o aumento de investimentos e economias, que atingiu a relação de 1 para quatro, ou seja, para cada real investido, são economizados até 4 reais para certas zonas de pressão. Por fim, conclui-se até o momento que a análise do balanço hídrico em nível de zona de pressão possibilitou a identificação do rateio entre perdas reais e aparentes, sendo essa proporção diferente para cada região, mas facilitando a aplicação ações de controle voltadas conforme o tipo de perda e localidade. Já o modelo econômico proporcionou a determinação do nível econômico de perdas, quantificando e identificando prioridades de investimento necessário para cada região sem que haja prejuízo para a concessionária.

**Palavras-chave:** Nível Econômico de Perdas. Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água. Perdas reais e aparentes.

<sup>1</sup> Engenheira Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, acbmoll@gmail.com.

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, selmacubas@gmail.com



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **SISTEMAS DESCENTRALIZADOS DE TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO COM PÓS TRATAMENTO COM *WETLAND* CONSTRUÍDO E PLANTAS ORNAMENTAIS, VISANDO O REÚSO NÃO – POTÁVEL EM EMPREENDIMENTOS COM CERTIFICAÇÃO LEED**

**Daniela Misael dos Santos Appel**<sup>1</sup>

**Selma Aparecida Cubas**<sup>2</sup>

**RESUMO:** A água é um recurso natural limitado e imprescindível à vida, de modo que questões sobre a conservação e preservação dos recursos hídricos têm sido foco de estudos. Diante disso, os sistemas descentralizados de tratamento de esgoto se apresentam como tecnologias sustentáveis para o tratamento de pequenas vazões, que objetivam o reúso para fins não potáveis em residências, pequenas comunidades e edifícios comerciais. Esses empreendimentos têm sido motivados pelas certificações ambientais, principalmente o LEED (*Leadership in Energy and Environmental*), a investirem na implantação de tecnologias sustentáveis, tais como *Wetlands*, para o reúso não potável das águas cinzas e negras. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho de sistemas descentralizados de tratamento de esgoto doméstico com pós-tratamento com *Wetland* Construído e plantas ornamentais, visando o reúso não potável em empreendimentos com certificação LEED. Os empreendimentos estão localizados no município de Curitiba. O Sistema A está em funcionamento há quatro anos, em escritório de engenharia, possuindo 14 colaboradores. O Sistema B está implantado há dois anos em edifício comercial de alto padrão, com quatorze pavimentos, e certificação ambiental LEED – PLATINUM. A metodologia aplicada para realização desta pesquisa envolveu a caracterização dos sistemas de tratamento, por meio de visitas técnicas, consultas a fornecedores e coleta de dados da construção e operação dos sistemas. A hidrodinâmica foi avaliada pela técnica de estímulo resposta com traçador de NaCl e simulação com modelo de Fluidodinâmica Computacional (CFD). Para avaliação de desempenho dos sistemas quanto às características químicas, físicas e biológicas foram analisadas 160 amostras de efluentes, para os parâmetros de: COD, Coliformes, DBO, DQO, Série de nitrogênio, Ortosfato, Fósforo total, Série de sólidos, e Microscopia do lodo. A análise microscópica foi utilizada para a avaliação da organização estrutural das plantas utilizadas nos sistemas de *Wetland*. Tem-se como resultados preliminares a dificuldade em caracterizar os sistemas, visto a complexidade envolvida; a análise microscópica do lodo do reator aeróbio não evidenciou presença de filamentosas; as raízes das plantas apresentaram reserva de nutrientes e as folhas grande porcentagem de aerênquima. Conclui-se que os sistemas implantados carecem de monitoramento acerca da eficiência do tratamento no longo prazo.

**Palavras-chave:** Reúso. *Wetland*. Esgotos. Plantas.

<sup>1</sup> Engenheira Civil e Mestranda em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, daniappel20@gmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, selmacubas@gmail.com



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS NA MICROBIOTA DO TRATAMENTO ANAERÓBIO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO**

**Elaine Cristina Latocheski**<sup>1</sup>

**Maria Cristina Borba Braga**<sup>2</sup>

**RESUMO:** O lixiviado é um dos passivos ambientais dos aterros sanitários, com elevado potencial poluidor, caracterizado, normalmente, por elevadas concentrações de compostos orgânicos, nitrogênio amoniacal, íons (especialmente cloreto) e metais pesados. Um dos tipos de tratamento biológico proposto para o lixiviado, ainda pouco aplicado, é o anaeróbio em reatores de leito fluidizado, que apresenta como vantagens a geração de biogás, reduzida quantidade de lodo e baixo consumo de energia. Entretanto, o tipo e a idade do aterro e as oscilações de vazão ao longo do tempo, além das características inerentes ao lixiviado, como a presença de compostos refratários, elevada concentração de nitrogênio amoniacal e a variabilidade na composição, são fatores que interferem na qualidade do efluente dos sistemas biológicos anaeróbios. Este trabalho visará, portanto, avaliar a influência das características físicas e químicas do lixiviado na composição e comportamento da microbiota do tratamento anaeróbio em reatores de leito fluidizado. Será executada, inicialmente, a caracterização do lixiviado, por meio da quantificação de parâmetros como: alcalinidade total e acidez volátil, temperatura, nitrogênio amoniacal e demanda química de oxigênio (DQO). Os micro-organismos envolvidos, nas diferentes etapas do tratamento anaeróbio e em condições variáveis de carga orgânica e de concentração de nitrogênio amoniacal, serão identificados e quantificados por meio de PCR (*polymerase chain reaction*) quantitativa em tempo real (qPCR). Também será avaliada a formação de biofilmes microbianos, por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Finalmente, a análise estatística dos resultados obtidos será realizada mediante aplicação de Análise Multivariada pelo estudo da correlação entre as variáveis físicas e químicas, composição e comportamento da microbiota do reator. Espera-se, como resultado, determinar, qualitativa e quantitativamente, as variáveis de maior influência no tratamento anaeróbio do lixiviado de aterro sanitário em reator de leito fluidizado, para que, futuramente, seja possível a otimização operacional por meio de alterações na comunidade microbiana envolvida.

Palavras-chave: Lixiviado. Tratamento anaeróbio. Leito fluidizado. qPCR. Análise Multivariada.

<sup>1</sup> Bacharela em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia e Mestranda em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, e.latocheski@gmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Environmental Technology, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, cristinabraga01@gmail.com



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **INTEGRAÇÃO DE PROCESSOS FÍSICO-QUÍMICOS E OZONIZAÇÃO NO TRATAMENTO DE ÁGUAS PARA ABASTECIMENTO**

**Gabrielle Ramos Aragão de Araújo**<sup>1</sup>

**Ramiro Gonçalves Etchepare**<sup>2</sup>

**RESUMO:** Nos últimos anos, o número de pesquisas relacionadas à qualidade da água tem aumentado, acompanhando o aparecimento significativo dos contaminantes emergentes, além dos padrões de qualidade da água estabelecidos por portaria para a distribuição para o consumo, como odor, sabor. As atuais formas de tratamento de efluente doméstico das estações de tratamento não estão sendo eficiente na remoção de contaminantes emergentes, o que acaba alterando a qualidade das diversas fontes de água, mesmo que as concentrações encontradas sejam da ordem de  $\mu\text{g L}^{-1}$  e  $\text{ng L}^{-1}$ . Mesmo nessas concentrações, os contaminantes emergentes podem produzir efeitos tóxicos aos organismos expostos. Por conseguinte, novas técnicas de tratamento precisam ser desenvolvidas, aplicadas e aperfeiçoadas para remover esses e outros compostos. A alternativa proposta por esse trabalho é a oxidação da matéria orgânica por ozônio, que vêm demonstrando ser eficaz na redução dos contaminantes emergentes. Os objetivos de estudo incluem a integração de processos físico-químicos combinados com a ozonização para o tratamento de água bruta para abastecimento. Os objetivos específicos estão associados à obtenção de parâmetros operacionais e de processo, a remoção de contaminantes emergentes, maior capacidade de tratamento ( $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{h}^{-1}$ ), a redução/otimização do uso de reagentes químicos e a melhoria nos padrões de qualidade organolépticos. Os resultados esperados são a definição do melhor ponto de injeção de ozônio para tratamento de água bruta, avaliando a clarificação da água e a obtenção de parâmetros de processo para o uso integrado de micro e nano bolhas de ar e ozônio.

Palavras-chave: Ozônio. Tratamento de água. Contaminantes emergentes. Oxidação.

---

<sup>1</sup> Engenheira Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, gabrielleramos330@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Tecnologia Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, ramiroetche@gmail.com



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **ESTRUTURAÇÃO DE FERRAMENTA BASEADA NA ABORDAGEM DO BLUE GREEN PARA A REVITALIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DE ÁREAS URBANAS**

**Jacqueline Carril Ferreira<sup>1</sup>**

**Daniel Costa dos Santos<sup>2</sup>**

**RESUMO:** A qualidade de vida da população está associada a diversos fatores, desde o tipo de ocupação até os serviços de infraestrutura presentes, dentre os quais se destacam os serviços de saneamento básico, que incluem abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e resíduos sólidos. A ausência do saneamento básico, além de não promover a qualidade de vida, causa impactos ao meio ambiente natural, seja pelo desmatamento da vegetação nativa, seja pelo despejo inadequado de esgoto sanitário e resíduos sólidos neste ambiente. Com isso, se fazem necessárias ações que promovam a conservação, preservação e recuperação do meio ambiente. Neste contexto, tem-se a cidade de Manaus, capital do Amazonas, que nos últimos 50 anos teve um crescimento populacional extraordinário, chegando a uma população dez vezes maior e cujos serviços de infraestrutura não acompanharam tal crescimento. Portanto, o estabelecimento de ações a fim de alcançar a salubridade ambiental às populações se torna imprescindível, sendo crucial que haja um planejamento que analise todas as variáveis existentes e que a população participe do processo de decisão. Isto posto, pretende-se estruturar uma ferramenta de gestão da água no meio urbano com base nas filosofias do *Integrated Urban Water Management (IUWM)* e do *Blue Green*, a fim de propor intervenções de revitalização de áreas urbanas com ocupação desordenada que foram estabelecidas em áreas com densa vegetação. Para isto, será considerada, como objeto de estudo, uma área urbana da cidade de Manaus-AM, que seja representativa dentro do contexto em que a cidade se encontra com relação aos serviços de saneamento. A pesquisa caracteriza-se por ser de abordagem qualitativa e quantitativa, de natureza aplicada com objetivos exploratórios e procedimentos de pesquisa documental e de campo. Além de estruturar a ferramenta, serão realizadas oficinas com os *stakeholders* para explicá-la, avaliar a percepção e construir os cenários e *vision*, aplicando o *UWU Model*. Espera-se, ainda, chegar ao Plano de implementação das medidas e ao Plano de Gestão das Águas Urbanas para o município de Manaus. Acredita-se que o modelo de gestão integrada proposto contribua para a mobilização e sensibilização da população local, servindo de modelo para outras áreas urbanas.

Palavras-chave: Drenagem sustentável. Abordagem Blue Green. Áreas Urbanas.

---

<sup>1</sup> Engenheira Civil e Mestre em Engenharia de Recursos da Amazônia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, jacqcaril@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, dcsantos.dhs@ufpr.br



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **TRATAMENTO DO LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO POR PROCESSOS COMBINADOS E AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE POR MEIO DE ORGANISMOS TESTES**

**Jean Carlos Bosquette de Almeida**<sup>1</sup>

**Maria Cristina Borba Braga**<sup>2</sup>

**RESUMO:** Nas últimas décadas, o crescimento populacional tem sido um dos fatores mais importantes associados aos impactos ambientais e à pressão sobre os ambientes naturais. No Brasil, a disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados é, geralmente, realizada em aterros sanitários e, ainda com maior impacto associado, em lixões a céu aberto. Um dos problemas presente em aterro sanitário é a geração do lixiviado, definido como produto da degradação física, química e biológica dos resíduos, sendo um líquido escuro, com odor desagradável, que apresenta elevadas concentrações de poluentes tóxicos (metais pesados e microrganismos patogênicos). Como consequência das suas características, está associado o alto risco à saúde pública e ambiental, podendo desencadear problemas de ordem sanitária, econômica e estética. Dessa forma, quando não tratado de forma adequada, possui elevado potencial de contaminação dos recursos hídricos e do solo. Diante deste contexto, o objetivo da presente pesquisa será realizar o tratamento do lixiviado de aterro sanitário por processo químico Fenton (POA) combinado com tratamento biológico em reator de leito fluidizado. As amostras de lixiviado serão coletadas no aterro sanitário da Estre Ambiental, localizado no município de Fazenda Rio Grande (RMC). Para tanto, será avaliada a redução da carga poluidora por meio de análises físico químicas, além da avaliação da toxicidade do lixiviado, antes e após o tratamento. As análises de toxicidade serão realizadas com espécies representantes do solo (*Lactuca sativa* L.) e de água doce (*Daphnia magna*). Para avaliar a influência do lixiviado do aterro sanitário sobre os organismos teste, também serão realizados testes de genotoxicidade (*Allium cepa*). Em função dos resultados obtidos, espera-se que a associação dos processos de tratamento contribua para a melhoria da qualidade do lixiviado para lançamento em corpos receptores.

**Palavras-chave:** Crescimento populacional. Resíduos sólidos. Toxicologia ambiental. Metais pesados.

---

<sup>1</sup>Mestre em Engenharia Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, eng.jeancarlos92@gmail.com

<sup>2</sup>Doutora em Environmental Technology, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, cristinabraga01@gmail.com



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE BIOGÁS PROVENIENTE DO TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS EM BIODIGESTOR**

**Larissa Firmino de Lima<sup>1</sup>**  
**Maria Cristina Borba Braga**<sup>2</sup>

**RESUMO:** O Brasil possui leis que visam a obrigatoriedade de procedimentos de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU's), assim como normativas que estimulam o consumo consciente e que combatem o desperdício de alimentos. Entretanto, o descarte descriterioso de resíduos sólidos é prática comum no país e cerca de 50% dos RSU's são constituídos de matéria orgânica. Uma maneira de minimizar os impactos ambientais do fluxo intenso de rejeitos é a adoção do princípio da Economia Circular, baseado nos preceitos regenerativos da natureza, considerando os resíduos como matéria-prima de novos ciclos produtivos. Nesse sentido, o presente trabalho objetiva avaliar o tratamento, via digestão anaeróbia em biodigestores, dos resíduos sólidos orgânicos (RSO) gerados pelo restaurante universitário (RU) localizado no Campus Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Curitiba, visando à substituição ou complementação do gás liquefeito de petróleo (GLP) utilizado na cozinha, principalmente quando se considera a economia de GLP associada à utilização do biogás. Para isso, será utilizado um biodigestor em escala de bancada, cuja performance será avaliada por meio da produção de biogás e das análises dos seguintes parâmetros: temperatura, pH, alcalinidade, ácidos graxos, sólidos totais e voláteis, relação carbono/nitrogênio, gases metano e carbônico, umidade, microrganismos anaeróbios e nutrientes presentes nos resíduos alimentares e no biofertilizante gerado. O biofertilizante resultante do processo poderá ser utilizado pela própria universidade, respeitando o conceito de circularidade do processo. Será projetado e construído um biodigestor em escala de bancada operado em batelada. Espera-se identificar os interferentes na decomposição anaeróbia dos RSO e responder aos problemas em relação à baixa produção de biogás a partir de resíduos alimentares e acidificação do sistema. Também serão verificados os custos de implantação do biodigestor.

Palavras-chave: Resíduos sólidos orgânicos. Biodigestor. Biogás. Economia circular.

---

<sup>1</sup> Engenheira Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, larissa.lflima@gmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Environmental Technology, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, cristinabraga01@gmail.com



**I Simpósio**  
**PPGERHA**

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **HIERARQUIZAÇÃO DE AÇÕES DE EFICIÊNCIA HIDROENERGÉTICA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

**Liliane Klemann Raminelli**<sup>1</sup>

**Daniel Costa dos Santos**<sup>2</sup>

**RESUMO:** O consumo de energia e os altos índices de perdas de água em sistemas de abastecimento de água, principalmente em países em desenvolvimento, como o Brasil, demonstram a falta de planejamento e gerenciamento que ocorre nesses sistemas. Assim, é necessário que sejam tomadas ações a fim de melhorar a eficiência hidroenergética desses sistemas de abastecimento de água. Na literatura existem diversas ações cabíveis de serem aplicadas nesses sistemas, desde as mais simples, como a detecção de vazamentos, até as mais complexas, como a otimização dos sistemas de bombeamento. A maior dificuldade trata-se da escolha dessas ações e, também, quais critérios analisar para determinar as ações a serem executadas. Para que essa análise se torne ainda mais completa devem ser considerados critérios técnicos, econômicos, sociais e ambientais. O objetivo dessa pesquisa é, portanto, desenvolver uma ferramenta que hierarquize as ações de eficiência hidroenergética em um determinado sistema de abastecimento de água baseado em um Sistema de Apoio à Decisão que faça uma Análise Multicritérios. Nessa pesquisa foi adotado o Método da Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process – AHP*). Com isso, cada sistema de abastecimento de água poderá selecionar os critérios que considerar mais significativos e, assim, obter em ordem de prioridade as ações mais adequadas a serem executadas para cada caso. Como resultado, poderá ser feito um plano de ação para a melhoria da eficiência hidroenergética de determinado sistema de abastecimento de água, propondo quais ações serão executadas em curto, médio e longo prazos.

Palavras-chave: Eficiência hidroenergética. Ações. Hierarquização. Sistemas de abastecimento de água.

---

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia, Engenheira Ambiental e de Segurança do Trabalho, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, liliane\_kl@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, dcsantos.dhs@ufpr.br



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA PLANEJAMENTO, IMPLEMENTAÇÃO E GESTÃO DE AÇÕES ESTRUTURAIS DE SANEAMENTO PARA PEQUENOS MUNICÍPIOS**

**Marllon Boamorte Lobato**<sup>1</sup>

**Daniel Costa dos Santos**<sup>2</sup>

**Marcelo Rodrigues Bessa**<sup>3</sup>

**RESUMO:** Pequenos municípios, cuja população varia entre 2.000 e 50.000 habitantes, encontram-se em uma área cinza no que concerne o saneamento básico, onde as ações aplicadas para a área rural não atendem à necessidade da população, e as ações aplicadas aos grandes municípios tornam-se inviáveis. No Brasil, segundo os dados apresentados no Atlas da ANA, para o ano base de 2013, 1023 municípios brasileiros possuíam acima de 90% de sua população sem coleta e tratamento de seus efluentes, sendo que 973 desses municípios tinham uma população estimada abaixo de 20000 habitantes. Consequentemente, é necessário estabelecer um gerenciamento dos sistemas de esgotamento sanitário para esses municípios que, provavelmente, envolva soluções adotadas em ambas as áreas, rural e grandes municípios. Além da questão do esgotamento sanitário, outro problema crônico dos países emergentes é a pouca ou nenhuma gestão da drenagem das águas pluviais desses municípios, o que leva à existência recorrente de enchentes ou alagamentos, causando prejuízos econômicos e de saúde pública ocasionados pelas doenças de veiculação hídrica. À luz dessa realidade, o objetivo geral da pesquisa é desenvolver uma ferramenta computacional de apoio à decisão que auxilie os agentes decisores a definir a alternativa de sistema de esgoto e drenagem mais viável em termos econômicos, sociais e ambientais. Cumpre destacar que as alternativas de saneamento compreenderão duas tipologias de sistemas, a saber, o Sistema Separador Absoluto (SSA), em que as águas pluviais são completamente separadas do esgoto sanitário, e o Sistema Único Alternativo (SUA), o qual compreende a junção das águas pluviais e do esgoto sanitário tratado em uma única rede coletora. Especificamente quanto à ferramenta computacional, esta contará com uma análise multicritério segundo a metodologia AHP, em que as alternativas deverão ser classificadas segundo critérios econômicos, sociais e ambientais a serem definidos. Para a alternativa escolhida deverá então ser elaborado um plano de gestão, que engloba a implantação o monitoramento desta. A metodologia proposta será aplicada a um estudo de caso para o município de Nobres, no Estado do Mato Grosso.

Palavras-chave: Saneamento. Esgoto. Drenagem. Gestão. Sistema de Apoio à Decisão.

---

<sup>1</sup> Mestre em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, marlloneng@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, dcsantos.dhs@ufpr.br

<sup>3</sup> PhD in Systems Design Engineering, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, mrbessa57@yahoo.com



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **AValiação DO FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR COMO PÓS-TRATAMENTO DE REATOR UASB APLICADO NA CODISPOSIÇÃO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO COM ESGOTO DOMÉSTICO**

**Michel Marques Monteiro**<sup>1</sup>

**Selma Aparecida Cubas**<sup>2</sup>

**RESUMO:** A codisposição do lixiviado com esgoto doméstico pode ser uma solução viável para solucionar o problema do tratamento do lixiviado, uma vez que este tratamento é uma das partes mais complicadas dos aterros sanitários, em função dos elevados custos e do atendimento dos padrões de lançamento. A utilização da codisposição reduz a carga aplicada no sistema de tratamento e também regula o requerimento nutricional dos sistemas biológicos, sendo que na proporção de até 10% não tem interferências significativas nos processos. Várias são as tecnologias de tratamento possíveis para a codisposição e, considerando o tratamento anaeróbio que é amplamente utilizado no Brasil, em especial no Paraná, propõe-se a possibilidade da inserção de um filtro biológico percolador como pós-tratamento de reatores UASB. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho de um filtro biológico percolador, com características não convencionais, em escala piloto, como pós-tratamento de efluente de reator anaeróbio do tipo UASB utilizado na codisposição de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico. A configuração proposta é uma adaptação das configurações usualmente adotadas, sendo utilizado um meio suporte plástico, além da utilização de um reator sem ventilação na sua parte inferior. O filtro utilizado apresenta taxa de aplicação superficial de  $13,75 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$  e TDH teórico de 2,09 horas. Também será avaliado o meio suporte alternativo constituído de aparas de conduítes. O trabalho foi dividido nas seguintes etapas: Imobilização e adaptação da biomassa; avaliação da hidrodinâmica do reator; avaliação da eficiência do reator; avaliação do crescimento e aderência da biomassa ao meio suporte; e avaliação da transferência de massa e de oxigênio. Para a realização do trabalho foi utilizado o lixiviado gerado no aterro sanitário da Estre ambiental, localizado em Fazenda Rio Grande, e esgoto doméstico da Estação de tratamento de esgoto Padilha Sul, localizada em Curitiba. O sistema fica localizado na ETE Padilha Sul e as análises laboratoriais foram realizadas nas dependências do LABEAM, na Universidade Federal do Paraná. O filtro biológico percolador foi inoculado com lodo proveniente da ETE Belém, também localizada em Curitiba. Espera-se verificar o desempenho dessa configuração proposta na codisposição de lixiviado com esgoto doméstico.

**Palavras-chave:** Codisposição de lixiviado. Lixiviado de aterro sanitário. Esgoto doméstico. Filtro biológico percolador. Pós-tratamento de reator UASB.

<sup>1</sup> Engenheiro Civil e Mestrando no PPGERHA, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, michelmmonteiro@gmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, selmacubas@gmail.com



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE REATORES UASB, EM ESCALA PLENA, INCLUINDO A GERAÇÃO DE BIOGÁS NO TRATAMENTO DO ESGOTO SANITÁRIO, EMPREGANDO EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO ONLINE**

**Orlando Antônio Duarte Hernandez**<sup>1</sup>

**Mauricio Pereira Cantão**<sup>2</sup>

**Miguel Mansur Aisse**<sup>3</sup>

**RESUMO:** Uma tecnologia bastante empregada para o tratamento de esgoto sanitário é o reator *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB), revelando-se como uma alternativa ao tratamento secundário e servindo também para a geração de biogás. Este trabalho buscou a avaliação do desempenho de reatores UASB, em escala plena, incluindo a geração de biogás no tratamento do esgoto sanitário, empregando equipamentos de medição *on-line*. Os objetivos específicos foram avaliar o uso de sensor na medição da Demanda Química de Oxigênio (DQO) e dos sólidos suspensos totais (SST) do esgoto sanitário; avaliar o uso de sensores na medição do biogás, gerado do esgoto sanitário; avaliar os métodos de caracterização metrológica, incluindo a análise de incertezas, da medição do esgoto e biogás; avaliar as correlações das variáveis do esgoto sanitário e da operação dos reatores tipo UASB. Os trabalhos foram desenvolvidos em uma ETE de médio porte, localizada em Curitiba-PR, que, com uma vazão de projeto de 420 L/s, corresponde a uma população de 235.000 habitantes. Utilizaram-se estatística descritiva e indicadores como  $R^2$ , RMSE<sub>rel</sub>, RSR e o teste de t-Student com nível de significância de 0,05. Foram avaliados um sensor (ultrassônico) na medição de vazão de esgoto, um sensor (espectroscopia UV-Vis) na medição da DQO e dos SST e sensores na medição do biogás (vórtex, dispersão térmica, infravermelho não dispersivo e eletroquímico). O sensor (espectroscopia UV-Vis) demonstrou que a calibração global e local linear foram as que se adaptaram melhor ao afluente, e a local linear foi a que melhor se adaptou ao efluente. Na medição de vazão do biogás, os dois medidores testados não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, porém o medidor de dispersão térmica mostrou-se mais sensível para vazões menores. A vazão apresentou curvas padrão com período de 24 horas. As vazões máximas ocorreram tipicamente entre 0 e 3 horas do dia e aproximadamente às 15 horas, e as mínimas entre 6 e 9 horas. Mensuraram-se também a vazão média e a produção *per capita* de biogás. Foram calculadas as incertezas para cada sensor utilizado, segundo as diretrizes reportadas no Guia para a Expressão da Incerteza de Medição (GUM) (a concluir).

**Palavras-chave:** Análise de Incertezas. DQO. Espectroscopia UV/VIS. Sensores de Composição. Sensores de Vazão.

<sup>1</sup> Mestre em Gestão e Auditorias Ambientais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, oranduher@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Física, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, mpcantao@gmail.com

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, miguel.dhs@ufpr.br



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **CODISPOSIÇÃO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO EM REATOR ANAERÓBIO TIPO UASB TRATANDO ESGOTO SANITÁRIO**

**Saymon Silvério Lima**<sup>1</sup>

**Ellen Caroline Baettker**<sup>2</sup>

**Miguel Mansur Aisse**<sup>3</sup>

**RESUMO:** O lixiviado apresenta elevadas concentrações de matéria orgânica e nitrogênio amoniacal, que dificultam seu tratamento, sendo uma das opções o tratamento em conjunto com o esgoto sanitário. O presente trabalho teve como objetivos: caracterizar o lixiviado de aterro sanitário e avaliar a sua degradabilidade em um processo de codisposição com esgoto sanitário em Reator tipo UASB empregando uma relação volumétrica de 5% de lixiviado. O estudo do desempenho do reator, juntamente com a caracterização do lixiviado, foi realizado por análises analíticas quantitativa dos parâmetros padrões de monitoramento de esgotos urbanos, sendo DQO, DBO, sólidos (suspensos e totais) alcalinidade e pH. As análises foram realizadas no Laboratório de Engenharia Ambiental (LBEAM), da UFPR, na cidade de Curitiba-PR. A caracterização do lixiviado utilizado no reator entre os períodos de setembro de 2017 a janeiro de 2018 mostraram que o lixiviado se encontra na fase metanogênica, fase limitante na degradação biológica. Possui quantidades de material nitrogenado alto, aproximadamente 3000 mgL<sup>-1</sup>, quando comparados com quantidades encontradas em esgoto doméstico (aproximadamente 40 mgL<sup>-1</sup>) possibilitando assim uma possível inibição do processo anaeróbio. Resultados preliminares obtidos constataram que a codisposição de 5% do lixiviado não alterou de forma significativa o desempenho do reator, mantendo todos os parâmetros dentro da normalidade sendo constatado eficiências na remoção de DQO superiores a 50%. Demonstrando assim ser uma etapa viável no processo de tratamento do lixiviado podendo reduzir o seu impacto no meio ambiente. Entretanto é necessário a utilização de outra tecnologia para o tratamento da amônia, podendo ser um pré-tratamento como arraste por Stripping ou um pós tratamento através de um filtro percolador.

Palavras chave: Tratamento biológico. Metanogênese. Reator de Manta de Lodo. Aterro Estre. ETE Padilha Sul.

---

<sup>1</sup> Graduando de Engenharia Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, saymon.silverio@gmail.com

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia Civil e Saneamento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, ebaettker@gmail.com

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, miguel.dhs@ufpr.br



I Simpósio  
PPGERHA

Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O SISTEMA SEPARADOR ABSOLUTO E O SISTEMA COMBINADO COM TRATAMENTO DE ESGOTO NOS LOTES

Taiane Regina Hoepers<sup>1</sup>

Daniel Costa dos Santos<sup>2</sup>

**RESUMO:** No Brasil, pouco mais da metade dos municípios possuem sistema de esgotamento sanitário. Quanto aos sistemas de drenagem urbana, apesar da cobertura ser maior, estes não são eficientes. Portanto, essa baixa cobertura demanda um estudo de alternativas para a implantação de sistemas de saneamento que, no caso deste trabalho, são concebidas a partir dos princípios do sistema combinado de esgotamento sanitário e drenagem urbana. Dessa forma, o presente estudo visa comparar a implantação de um sistema separador absoluto com a de um sistema combinado alternativo, em que a rede de drenagem urbana recebe esgoto já tratado. A análise comparativa foi feita por meio de um pré-dimensionamento dos dois sistemas distintos. O sistema separador absoluto pré-dimensionado é composto por uma rede de drenagem urbana com 10.027 m de extensão e 500 mm de diâmetro na tubulação de concreto armado e uma rede coletora de esgoto com tubulação de PVC, com 25.936,7 m de extensão e diâmetros de 150 mm, 200 mm e 250 mm. O tratamento de esgoto nesse sistema é feito em uma estação centralizada composta por tratamento preliminar, reator UASB, Filtro Percolador, Decantador e *Wetlands* construídos. Já o sistema combinado alternativo é composto por rede de drenagem idêntica à do sistema separador absoluto, por uma rede coletora de esgoto com tubulação de PVC de 150 mm de diâmetro e 15.509,5 m de extensão e, com relação ao tratamento de esgoto, este é feito no lote por Tanque Séptico seguido de Filtro Anaeróbio e *Wetlands* construídos. O sistema alternativo também conta com dois dispositivos de drenagem sustentável: microrreservatórios de retenção e pavimentos permeáveis. Por fim, por meio de custos unitários atualizados para o ano de 2018, foram obtidos custos *per capita* para o sistema separador absoluto e sistema combinado alternativo de R\$ 1.509,62/habitante e R\$ 1.389,78/habitante, respectivamente, sendo as redes responsáveis pela maior parte dos custos de implantação do sistema separador absoluto, o que demonstra a competitividade da solução proposta, que é alternativa ao sistema convencional em vigor no país.

Palavras-chave: Sistema Separador Absoluto. Sistema Combinado Alternativo. ETEs descentralizadas. Drenagem Urbana Sustentável.

---

<sup>1</sup> Engenheira Civil e Mestranda em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, taihoepers@ufpr.br

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, dcsantos.dhs@ufpr.br



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **CLARIFICAÇÃO DE ÁGUA CINZA CLARA DE UM EDIFÍCIO COMERCIAL POR COAGULAÇÃO E FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO PARA FINS DE REÚSO DE ÁGUA**

**Túlio Salatiel Cintra**<sup>1</sup>

**Ramiro Gonçalves Etchepare**<sup>2</sup>

**RESUMO:** Este estudo avaliou a clarificação de uma água cinza clara proveniente de um edifício comercial pelos processos de coagulação e flotação por ar dissolvido (FAD) e filtração em areia para fins de reúso de água. Foi investigada a aplicação de diferentes agentes coagulantes em diferentes concentrações e valores de pH, bem como a taxa de reciclo e a pressão de saturação da FAD. A água cinza avaliada apresentou uma baixa carga orgânica (DQO = 36,3 mg.L<sup>-1</sup>; DBO = 31,6 mg.L<sup>-1</sup>) e de sólidos suspensos (SST = 20,1 mg.L<sup>-1</sup>; turbidez = 17,8 UNT) em comparação com valores reportados na literatura para efluentes semelhantes. Os resultados da otimização da etapa de coagulação indicaram o emprego de 20 mg.L<sup>-1</sup> de cloreto de polialumínio (PAC) como agente coagulante em pH 7. Nestas condições, o uso de taxas de reciclo entre 15 – 20% e de uma baixa pressão de saturação da FAD (2 bar) resultaram em uma turbidez residual de 1 NTU na água tratada. Este valor atende aos critérios internacionais mais restritivos de turbidez (2 NTU) para o reúso de águas cinzas em descargas de bacias sanitárias. Assim, conclui-se que a FAD possui elevado potencial de aplicação em sistemas de reúso de águas cinzas claras.

Palavras-chave: Água cinza. Flotação. Reúso.

---

<sup>1</sup> Engenheiro Ambiental e Sanitarista e Mestrando em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, tuliosalatielc@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Tecnologia Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, ramiroetche@gmail.com



**I Simpósio**  
PPGERHA

**Integração das ciências ambientais  
em um contexto de MUDANÇAS**

Curitiba – PR – Brasil

10 a 14 de setembro de 2018

## **AVALIAÇÃO DO FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR DE BAIXA TAXA COMO PÓS-TRATAMENTO DE REATORES DE MANTO DE LODO VISANDO NITRIFICAÇÃO DO EFLUENTE SANITÁRIO**

**William Cantos Correa**<sup>1</sup>

**Miguel Mansur Aisse**<sup>2</sup>

**RESUMO:** O projeto visa avaliar o desempenho na digestão do nitrogênio amoniacal do efluente sanitário urbano, em estações de tratamento compostas por reatores anaeróbios de manto de lodo, seguidos de filtros percoladores de baixa taxa, objetivando realizar a simulação matemática das unidades de filtração biológica em escala real, para tanto se considerou as seguintes etapas: Avaliar o desempenho do filtro biológico percolador em escala real na digestão de matéria orgânica; Investigar a performance da digestão do nitrogênio amoniacal em um filtro percolador de uma estação de tratamento de esgoto em escala real; Determinar as condições operacionais que resultem em melhores eficiências na remoção de nitrogênio amoniacal e de matéria orgânica; Estimar parâmetros cinéticos de reatores de filtração biológica na digestão da matéria orgânica e do nitrogênio amoniacal; Modelar o comportamento das formas de nitrogênio durante o processo de tratamento. Para tanto utilizou-se histórico de análises laboratoriais realizados pela SANEPAR que será complementado por análises laboratoriais da série do nitrogênio a ser realizada no Laboratório de Engenharia Ambiental Professor Francisco Borsari Netto – LABEAM, do Departamento de Hidráulica e Saneamento – DHS da Universidade Federal do Paraná. Na avaliação dos parâmetros clássicos observou-se uma alta eficiência na digestão de matéria orgânica no filtro percolador, sendo esperada uma nitrificação constante, porém com grande variabilidade devido às variações de temperatura e vazão.

**Palavras-chave:** Estação de tratamento em escala real. Filtro biológico percolador. Nitrificação.

---

<sup>1</sup> Engenheiro Ambiental e Mestrando em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, willccorrea@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, miguel.dhs@ufpr.br