

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

EMILY ELIZABETH RENGERS

**OTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA HIDRÁULICA DE UM
SISTEMA TIPO WETLAND CONSTRUÍDO USANDO CFD**

CAMPO GRANDE
2014

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

EMILY ELIZABETH RENGERS

OTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA HIDRÁULICA DE UM SISTEMA TIPO WETLAND CONSTRUÍDO USANDO CFD

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, na área de concentração em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Paula Loureiro Paulo

COORIENTADOR: Prof. Dr. Johannes G. Janzen

Aprovada em ____/____/____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Johannes Géron Janzen
Coorientador – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Fábio Veríssimo Gonçalves
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Pablo Heleno Sezerino
Universidade Federal de Santa Catarina

CAMPO GRANDE
2014

DEDICATÓRIA

À minha mãe, Johanna Rengers, que sempre esteve ao meu lado com perseverança, compaixão, fé e abundância de amor; e ao meu marido, Israel Ferraz de Souza, que escolheu mostrar-me amor com sua vida.

To my mom, Johanna Rengers, who has always been there for me with perserverence, compassion, faith and an abundance of love; and to my husband, Israel Ferraz de Souza who has chosen to show me love with his life.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao professor Dr. Johannes Gérson Janzen pela orientação, ensinamentos, conselhos, compreensão e paciência ao longo deste projeto.

À professora Dr. Paula Loureiro Paulo pelas contribuições especialmente na área de *wetlands* construídos.

A todos os membros da banca examinadora que gentilmente cederam seu tempo e conhecimentos para aprimorar o trabalho.

Aos colegas do laboratório de Simulação Computacional de Fluidos, RESAN e LENHS, em especial Jhonatan Barbosa da Silva, pelos bons momentos e apoio.

À Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pelas oportunidades. Ao suporte fornecido, na concessão de uma bolsa de estudos, pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/FUNDECT).

SUMMARY

DEDICATÓRIA	ii
AGRADECIMENTOS.....	iii
LIST OF FIGURES	vi
NOMENCLATURE	ix
ABSTRACT	x
RESUMO	xi
1. GENERAL INTRODUCTION	12
1.1. Introduction	12
1.1.1. Sanitation.....	12
1.1.2. Resource Oriented Sanitation - EcoSan	12
1.1.3. Greywater	13
1.2. Wetlands	14
1.2.1. Constructed Wetlands	14
1.2.2. Types of Constructed Wetlands	15
1.3. Hydrodynamics of Wetlands	16
1.3.1. The Importance of Hydrodynamics in Wetlands	16
1.3.2. Design factors and their influence on hydraulics of Wetlands	16
1.3.3. Residence time distribution and performance indices.....	17
1.3.4. Methods to obtain RTDs of Wetlands.....	20
2. Evaluation of the hydraulic efficiency of a modified constructed wetland system using CFD	21
ABSTRACT	21
RESUMO	21
2.1. Introduction	22
2.2. Objectives.....	23
2.3. Material and Methods	23
2.3.1. Residence time distribution (RTD) and Hydraulic Efficiency	23
2.3.2. Validation of CFD model	25
2.3.2.1. Experimental procedure	25
2.3.2.2. Computational fluid dynamics procedure.....	27
2.3.3. Determining the empirical effect of length, flow rate and baffles on hydraulic efficiency.....	31
2.5. Results and discussion	33
2.5.1. CEvap.....	33
2.5.2. HSSF-CW.....	42

2.7. Conclusions	52
2.8. Final Considerations	53
3. Conclusões	54
3.1. Considerações Finais	54
REFERENCES	56