

## SUMÁRIO

	Pag.
<b>DECLARAÇÃO DE AUTORIA</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b>	<b>ii</b>
<b>PRODUÇÃO CIENTÍFICA GERADA</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMO</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>ix</b>
<b>RESUM</b>	<b>x</b>
<b>SUMÁRIO</b>	<b>xii</b>
<b>LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS</b>	<b>xvii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>xix</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>xxiv</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>2</b>
1.1. 1.1. Objetivo Geral	5
1.2. 1.2. Objetivos Específicos	5
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>8</b>
2.1. Energia e Biomassa	8
2.2. Biomassa lignocelulósica	10
2.2.1. Celulose	12
2.2.2. Hemicelulose	13
2.2.3. Lignina	14
2.3. Resíduos agroindustriais	15
2.3.1. Borra residual do café	15
2.3.2. Semente de algodão	17
2.4. Pirólise	18
2.4.1. Bio-óleo	20
2.4.2. Biochar	24

2.4.3.	Biochar ativado	26
2.4.3.1	Propriedades texturais do biochar ativado	27
2.4.3.2.	Ativação do biochar	28
2.5.	Adsorção	32
2.5.1.	Isotermas de adsorção	34
2.5.1.1.	Isoterma de Langmuir	37
2.5.1.2.	Isoterma de Freundlich	38
2.5.1.3.	Isoterma de Burnauer, Emmet e Teller (BET)	40
2.6.	Contaminantes orgânicos em de águas residuais de efluentes industriais Azul de metileno	42
2.7.	Técnicas de caracterização das biomassas	44
2.7.1.	Análise Imediata	44
2.7.1.1	Determinação da umidade	44
2.7.1.2.	Determinação do teor de cinzas	45
2.7.1.3.	Determinação do teor de voláteis	46
2.7.2	Análise elementar e Cálculo do Poder Calorífico Superior e Inferior.	46
2.7.2.1.	Poder calorífico	47
2.7.3.	Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR) com modo ATR	48
2.7.4.	Espectroscopia de Absorção Molecular na Região do Ultravioleta-Visível (UV-Vis)	49
2.7.5.	Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	51
2.7.6.	Espectrometria de Energia Dispersiva de Raios-X (EDS)	52
2.7.7.	pH no Ponto de Carga Zero (pH <sub>PCZ</sub> )	54
2.7.8.	Análises Térmicas - TGA	55
2.7.8.1.	Fundamentos da Termogravimetria	55
2.7.8.2.	Análise dos resultados experimentais da TGA	56
2.8.	Técnicas de análise do bio-óleo	59
2.8.1.	Cromatografia Gasosa Bidimensional Abrangente (GC×CG)	59

2.8.2.	Índices de Retenção	63
<b>3.</b>	<b>PARTE EXPERIMENTAL</b>	<b>65</b>
3.1.	Materiais	65
3.2.	Prensagem da semente de algodão	66
3.3.	Processo de obtenção de bio-óleo e biochar: Pirólise rápida.	67
3.4.	Caracterização da biomassa e produtos do processo de pirólise.	69
3.4.1.	Análise Imediata	69
3.4.1.1.	Determinação do teor de umidade	69
3.4.1.2.	Determinação de cinzas	70
3.4.1.3.	Determinação de voláteis	71
3.4.2.	Análise Elementar	71
3.4.3.	Determinação do Poder Calorífico Superior (PCS) e Inferior (PCI)	72
3.4.4.	Análise Termogravimétrica (TGA)	72
3.4.5.	Análise por Espectroscopia na Região do Infravermelho (FT-IR)	73
3.4.6.	Determinação do pH no Ponto de Carga Zero (PH <sub>PZC</sub> )	73
3.4.7.	Microscopia Eletrônica de Varredura (SEM) e Espectrometria de dispersão de Raios X (EDS).	73
3.5.	Ativação Química do Biochar	74
3.5.1.	Ativação do Biochar com solução alcalina de Hidróxido de Sódio (NaOH)	74
3.5.2.	Ativação do biochar em atmosfera inerte com Carbonato de Potássio (K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	74
3.6.	Obtenção das Isotermas de adsorção de N <sub>2</sub> - BET	76
3.6.1.	Isotermas de adsorção empregando o corante catiônico azul de metileno	76
3.7.	Caracterização do bio-óleo obtido da pirólise da borra residual do café e semente de algodão	78
3.7.1.	Caracterização do Bio-óleo por GCxGC/ TOFMS	78
3.7.2.	Tratamento de Dados	79
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>82</b>

4.1.	Extração do óleo da semente de algodão por prensa mecânica	82
4.2.	Pirólise da borra residual do café e semente de algodão	82
4.3.	Estudo da Biomassa e Caracterização do Biochar não Ativado e Ativado	86
4.3.1.	Análise Imediata, Análise Elementar e Poder Calorífico	86
4.3.2.	Análise Termogravimétrica (TGA)	93
4.3.3.	Espectroscopia na Região do Infravermelho (FTIR)	98
4.3.4.	Análise e Caracterização do Biochar Ativado	102
4.3.4.1.	Análise Elementar e Análise Imediata	102
4.3.4.2.	Espectroscopia na Região do Infravermelho (FTIR)	104
4.3.4.3.	pH no ponto de carga zero (pH <sub>PZC</sub> )	108
4.3.4.4.	Análise dos Biochars por Microscopia Eletrônica de Varredura (SEM)	111
4.3.4.4.1.	Biochars Obtidos pela Pirólise da Borra Residual do Café	113
4.3.4.4.2.	Biochars Obtidos pela Pirólise da Semente de Algodão	114
4.3.4.4.3.	Discussão dos Resultados Obtidos por SEM	115
4.3.4.5	Análise dos Biochars por Espectroscopia de Energia Dispersiva de Raios-X (EDS).	116
4.3.4.6.	Isotermas de Adsorção de Nitrogênio – Brunnauer Emmet Teller (BET)	119
4.3.4.7	Testes de adsorção do corante Azul de metileno como adsorvato para os biochars ativados	124
4.3.4.7.1.	Cinética de adsorção	125
4.3.4.7.2	Isotermas Adsorção	130
4.4.	Estudo Detalhado dos Bio-Óleos	141
4.4.1.	Análise do bio óleo da borra residual do café por GCxGC/TOF-MS	141
4.4.1.1.	Análise qualitativa e semi-quantitativa do bio óleo.	143
4.4.1.2.	Análise através da utilização dos gráficos de dispersão (G.D.)	146
4.4.2.	Análise do bio-óleo da semente de algodão por GCxGC/TOF-MS	150
4.4.2.1.	Análise qualitativa e semi-quantitativa do bio óleo.	151
4.4.2.2.	Análise através da utilização dos gráficos de dispersão (G.D.)	153

<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>159</b>
<b>6.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>162</b>
<b>7.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>183</b>