

Índice

	Pág.
Capítulo 1- Contexto, Motivação e Objectivos	
1.1- Contexto e motivação.....	1
1.2- Objectivos.....	2
1.3- Estrutura da dissertação.....	4
1.4- Referências bibliográficas.....	5
Capítulo 2- Estado da Arte	
2.1- Introdução.....	7
2.2- Crómio- Origem, química, toxicidade, enquadramento legal.....	8
2.2.1- Química dos compostos de crómio.....	9
2.2.2- Toxicidade.....	10
2.2.3- Legislação aplicada aos compostos de crómio.....	11
2.3- Compostos orgânicos- Origem, toxicidade e enquadramento legal.....	12
2.4- Principais metodologias aplicadas ao tratamento de soluções aquosas de crómio.....	14
2.4.1- Precipitação.....	14
2.4.2- Evaporação.....	14
2.4.3- Processos membranares.....	15
2.4.3.1- Osmose inversa.....	15
2.4.3.2- Electrodialise.....	15
2.4.4- Permuta iónica.....	16
2.4.5- Adsorção.....	16
2.4.6- Bioremediação.....	17
2.5- Biossorção.....	18
2.5.1- Diferentes tipos de biomassa utilizada em estudos de biossorção.....	20
2.5.1.1- Leveduras.....	21
2.5.1.2- Fungos.....	23
2.5.1.3- Algas.....	24
2.5.1.4- Resíduos biológicos.....	27
2.5.1.5- Bactérias.....	29
2.5.1.5.1- Microrganismos usados no desenvolvimento deste trabalho de investigação.....	33
2.5.2- Biofilmes: Ciência e Aplicações.....	36
2.5.2.1- Conceito e importância.....	36
2.5.2.2- Mecanismos de formação.....	38

2.5.2.3- A importância dos exopolissacáridos (EPS).....	41
2.5.3- Carvão activado.....	42
2.5.4- Mecanismos de biossorção.....	44
2.5.5- Biossorção aplicada à remoção de compostos orgânicos.....	49
2.6- Modelação de sistemas de biossorção.....	50
2.6.1- Isotérmicas de equilíbrio de adsorção.....	51
2.6.1.1- Modelo de Langmuir.....	52
2.6.1.2- Modelo de Freundlich.....	52
2.6.1.3- Modelo de Redlich-Peterson.....	53
2.6.1.4- Modelo de Sips (ou modelo de Langmuir-Freundlich).....	53
2.6.1.5- Modelo de Toth.....	54
2.6.1.6- Modelo de Dubinin-Radushkevich.....	54
2.6.2- Sistemas abertos de leito fixo.....	55
2.6.2.1- Modelo de Adams- Bohart.....	56
2.6.2.2- Modelo de Wolborska.....	56
2.6.2.3- Modelo de Yoon e Nelson.....	58
2.7- Referências bibliográficas.....	59
Capítulo 3- Materiais e Métodos	
3.1- Introdução.....	79
3.2- Microrganismos.....	81
3.2.1- Armazenamento dos microrganismos.....	81
3.2.2- Meios de cultura.....	82
3.3- Preparação do carvão activado granular.....	83
3.4- Ensaio de biossorção.....	84
3.4.1- Formação do biofilme.....	84
3.4.2- Sistema fechado.....	86
3.4.3- Sistema aberto.....	87
3.4.3.1- Ensaio com a bactéria <i>Arthrobacter viscosus</i>	87
3.4.3.1.1- Ensaio em minicolunas.....	87
3.4.3.1.2- Ensaio em reactor piloto.....	88
3.4.3.2- Ensaio com a bactéria <i>Bacillus coagulans</i>	90
3.4.3.3- Ensaio com a bactéria <i>Escherichia coli</i>	90
3.4.3.4- Ensaio com a bactéria <i>Streptococcus equisimilis</i>	90
3.5- Métodos analíticos.....	91
3.5.1- Determinação da concentração dos metais pesados por Espectrofotometria de Absorção Atómica (EAA)	91

3.5.1.1- Modo de operação.....	92
3.5.2- Quantificação de compostos orgânicos.....	92
3.5.3- Quantificação de polissacáridos e polímeros totais.....	93
3.5.3.1- Solubilização dos exopolímeros.....	93
3.5.3.2- Diálise.....	93
3.5.3.3- Doseamento de polissacáridos.....	94
3.5.3.4- Doseamento dos polímeros totais.....	94
3.5.4- Espectroscopia no Infravermelho com Transformadas de Fourier (FTIR).....	94
3.5.5- Microscopia electrónica (SEM) e espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDXS).....	95
3.6- Tratamento das soluções finais de crómio.....	95
3.6.1- Ajuste do pH.....	95
3.6.2- Redução.....	96
3.6.3- Precipitação.....	96
3.7- Referências bibliográficas.....	96
Capítulo 4- Resultados e Discussão	
4.1- Quantificação de polímeros e polissacáridos.....	99
4.2- Estudo comparativo da performance de bioissorção entre bactérias Gram-positivas e Gram-negativas.....	101
4.2.1- Ensaio em sistema fechado.....	102
4.2.1.1- Modelação das isotérmicas de adsorção.....	104
4.2.2- Ensaio em sistema aberto.....	110
4.2.2.1- Efeito da concentração inicial de crómio na capacidade de bioissorção.....	110
4.2.2.2- Modelação dos ensaios em sistema aberto: Aplicação dos modelos de Adams–Bohart e Wolborska.....	115
4.2.2.3- Modelação dos ensaios em sistema aberto: Aplicação do modelo de Yoon e Nelson.....	119
4.2.2.4- Efeito da presença de outros iões em solução.....	122
4.3- Bioissorção por <i>Arthrobacter viscosus</i> suportado em GAC.....	123
4.3.1- Bioissorção de crómio- Isotérmicas de equilíbrio.....	123
4.3.2- Bioissorção de compostos orgânicos	127
4.3.2.1- Ensaio em sistema fechado.....	127
4.3.2.2- Ensaio em sistema aberto.....	135
4.4- Bioissorção em reactor piloto.....	161

4.4.1- Modelação dos ensaios em reactor piloto.....	172
4.4.1.1- Modelação dos ensaios em sistema aberto: Aplicação dos modelos de Adams–Bohart, Wolborska e de Yoon e Nelson.....	173
4.5- Análise dos resultados obtidos com espectroscopia FTIR.....	176
4.6- Referências bibliográficas.....	181
Capítulo 5- Conclusões e Sugestões para trabalho futuro	
5.1- Principais conclusões.....	187
5.2- Sugestões para trabalho futuro.....	193