

COMPÓSITOS DE CINZA PESADA DE TERMELÉTRICA E FERRO COMO MEIO SUORTE EM FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR.

Autores:

Geraldo Tadeu da Silva Thiesen

Luciane Maria

Introdução

-Aproveitamento das cinzas oriundas da queima do carvão mineral

Estudos e possíveis aplicações de Cinzas de Carvão

Formulação de Ligas Metálicas/Cerâmicas
com cinzas de Carvão



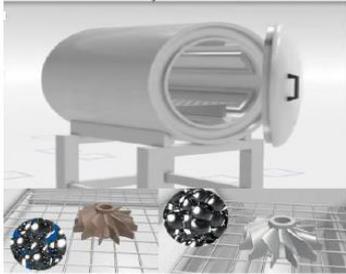
Voagem e mistura dos pós metálicos com cinzas



Compactação de corpos de prova



Sinterização de amostras



Turbinas para biogás na
geração de energia elétrica.



Eletrodos utilizados em
baterias secundárias.



Insertos para ferramentas
de usinagem. Espera-se boa
resistência ao desgaste.



Ferramentas de conformação
mecânica com alta resistência
ao desgaste.



Buchas e guias
autolubrificantes com
menor custo.

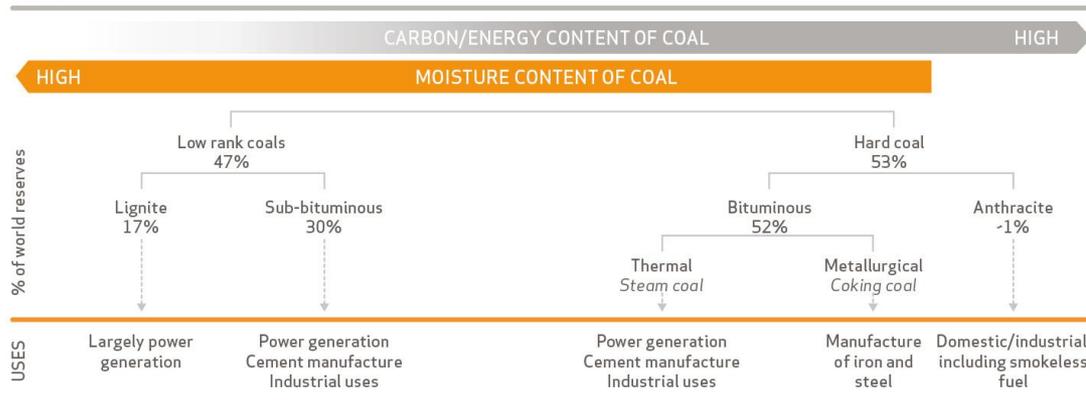


Filtros Biológicos para
tratamento de esgotos

Introdução

-Aproveitamento das cinzas oriundas da queima do carvão mineral

Types of coal

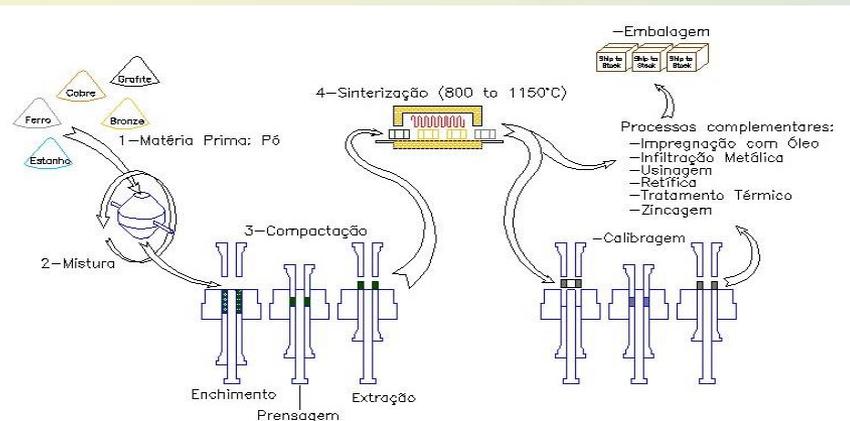


Fonte: WCI - World Coal Institute, 2022.

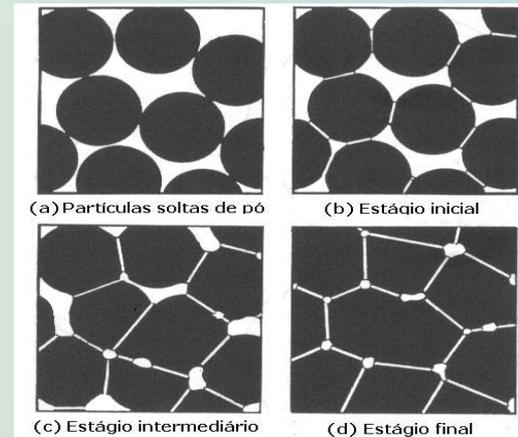
Constituintes	Cinza pesada (%)
SiO ₂	61,0
Al ₂ O ₃	25,8
Fe ₂ O ₃	4,79
CaO	2,78
SO ₃	2,08
K ₂ O	1,37
TiO ₂	1,03
Na ₂ O	0,25
MgO	0,49

Fonte: TAVARES *et al*, 2012.

-Metalurgia do Pó



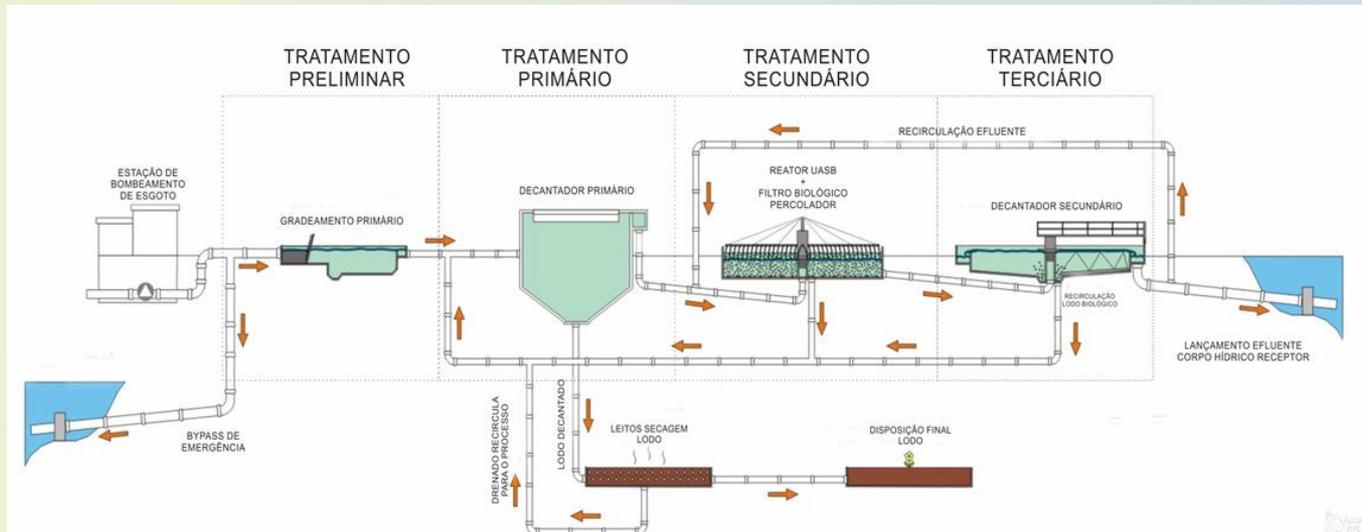
Fonte: QUALISINTER, 2017.



Fonte: LEE, W. E.; RAINFORTH, W.M, 1994.

Introdução

- Tratamento de Esgotos Domésticos



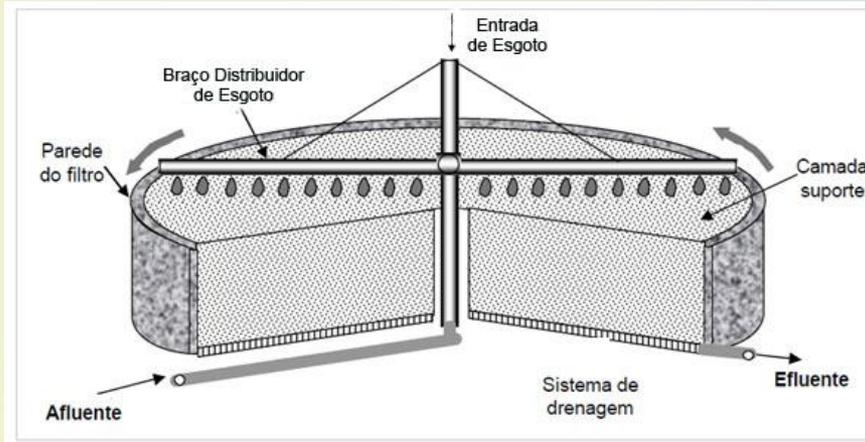
Fonte: VON SPERLING, M (Adaptado), 2005.

- Demanda Química de Oxigênio - DQO

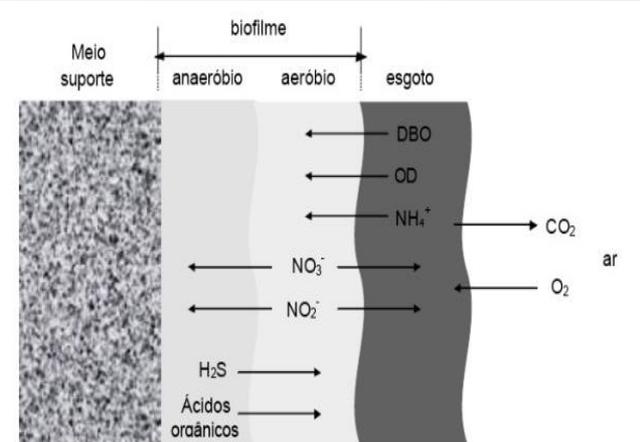


Introdução

- Tratamento dos esgotos : Filtro Biológico Percolador

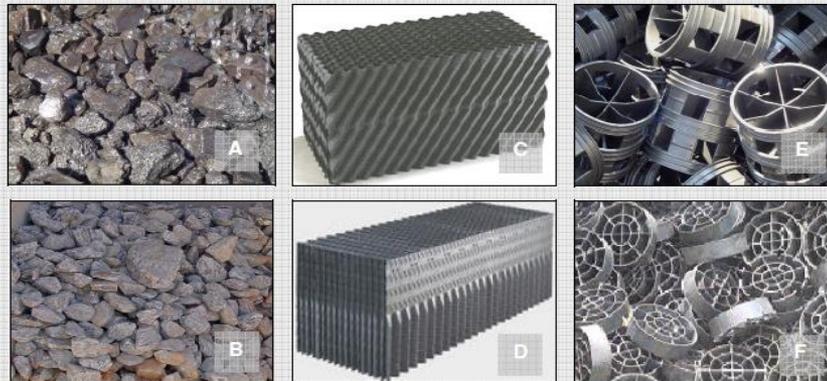


Fonte: VON SPERLING, M, 2005.



Fonte: METCALF, L ; EDDY H.P, 2003.

- Meios Suporte



Fonte: ALMEIDA, 2007.

Objetivo

Utilizar a cinza pesada de termoelétrica na fabricação de um filtro do compósito de cinza e ferro sinterizado obtido por metalurgia do pó, como meio suporte em filtro biológico percolador para pós-tratamento de esgotos domésticos.

Material e métodos

-Moagem da cinza pesada em Moinho de Esferas



- 2 kg de cinza e completado até 80% do volume com álcool etílico;
- A relação de massa das esferas por massa de pó foi de 5:1, ou seja, para 2 kg de cinza foram colocados 400 g de esferas;

- Características do pó de Ferro

Características do pó de Ferro.

Pó	Grau de Pureza	Tamanho de Partícula	Fabricante
Fe	99%	- 44 μ m	HOGANAS DO BRASIL

Material e métodos

- MEV – Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) no Laboratório de processamento Mineral (LAPROM-UFRGS), marca Tescan, modelo VEGA3, com EDS acoplado.
- Mistura e Compactação dos pós em matriz cilíndrica



- Curva de compressibilidade do compósito Cz-10Fe e Densidade à verde do compósito;

Material e métodos

- Sinterização do compósito



- Caracterizações das amostras sinterizadas

Material e métodos

- Protótipo de filtro biológico percolador

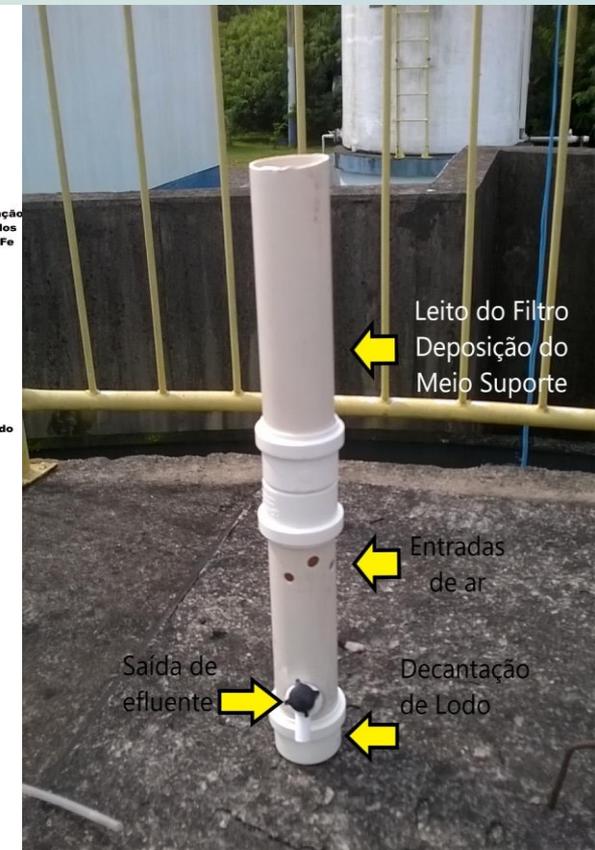
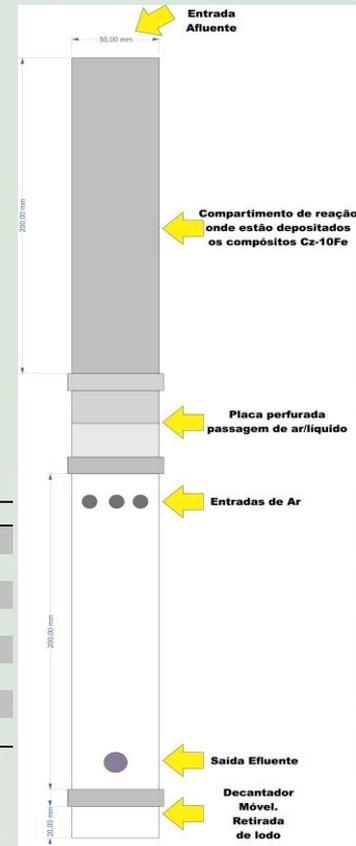
Visão Geral da ETE Morada dos Eucaliptos



Detalhes Construtivos do Protótipo do Filtro Biológico Percolador

Detalhes Construtivos do Protótipo do Filtro Biológico Percolador

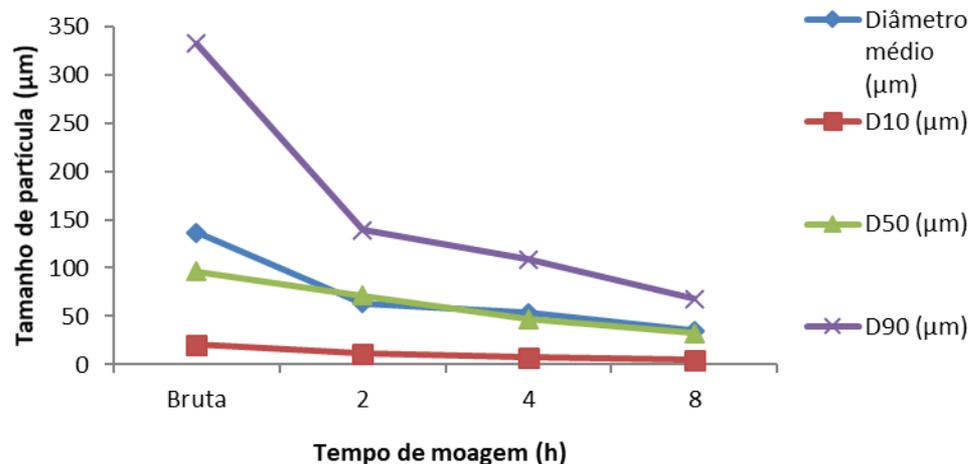
Altura Total	0,35 m
Diâmetro	0,050m
Área Superficial	0,0020 m ²
Profundidade do Enchimento	0,15 m
Volume do Enchimento	0,002 m ³
Altura do Sistema de Distribuição	0,08 m
Profundidade do Sistema de Drenagem e Ventilação	0,20 m
Vazão Média	0,0084 m ³ /dia



Resultados e discussão

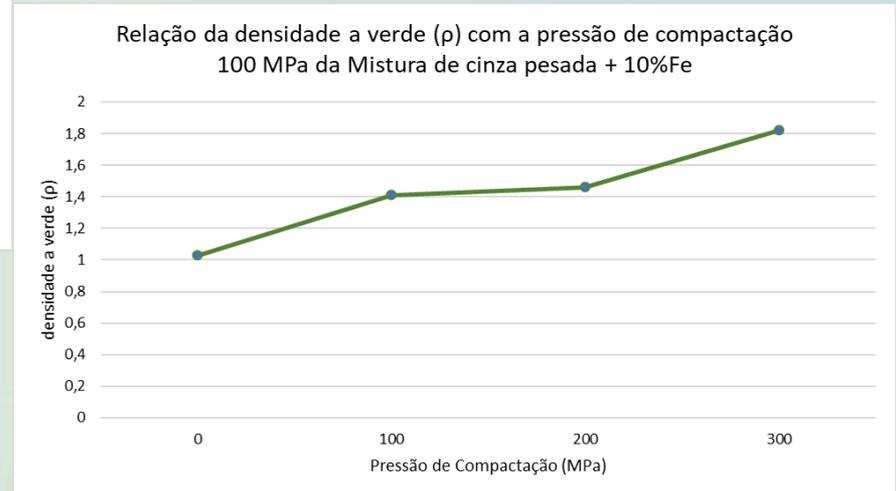
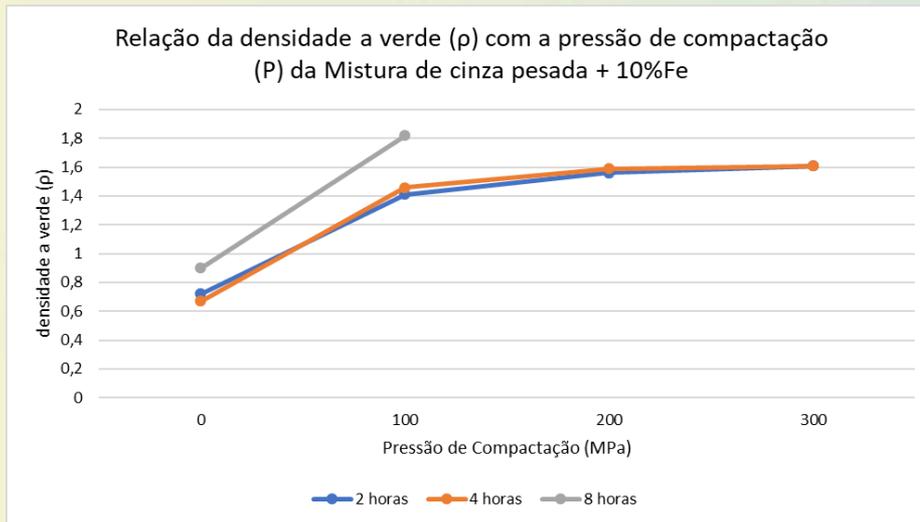
- Moagem cinza pesada: 2, 4 e 8 horas de moagem.

Horas de moagem	Diâmetro médio (μm)	D ₁₀ (μm)	D ₅₀ (μm)	D ₉₀ (μm)
Bruta	136,81	20,78	96,64	332,12
2	63,72	11,16	71,07	139,16
4	53,68	7,29	46,95	108,79
8	34,83	4,51	32,30	68,27



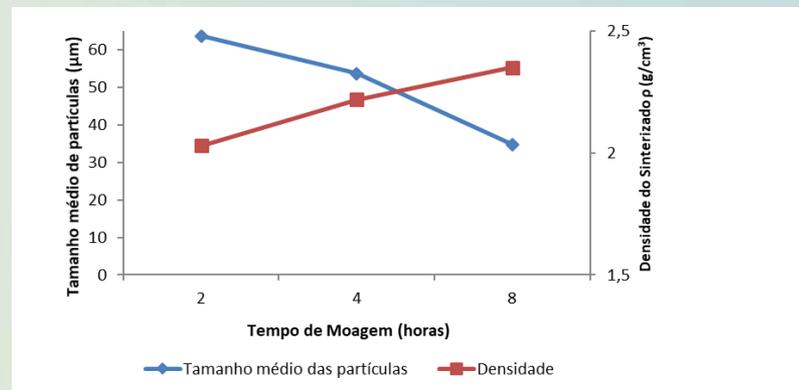
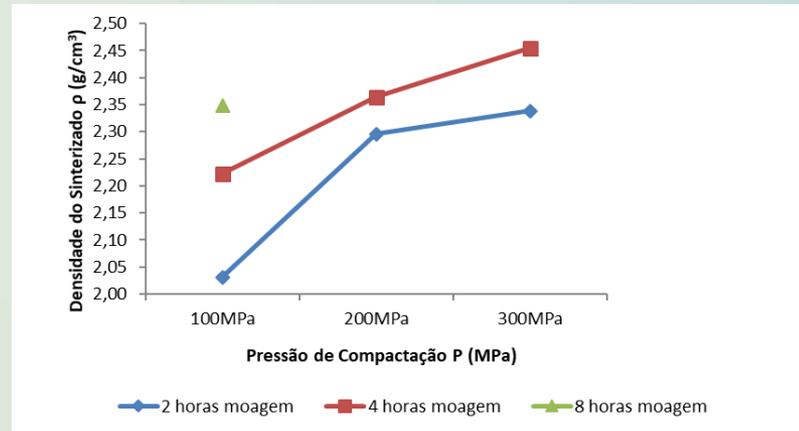
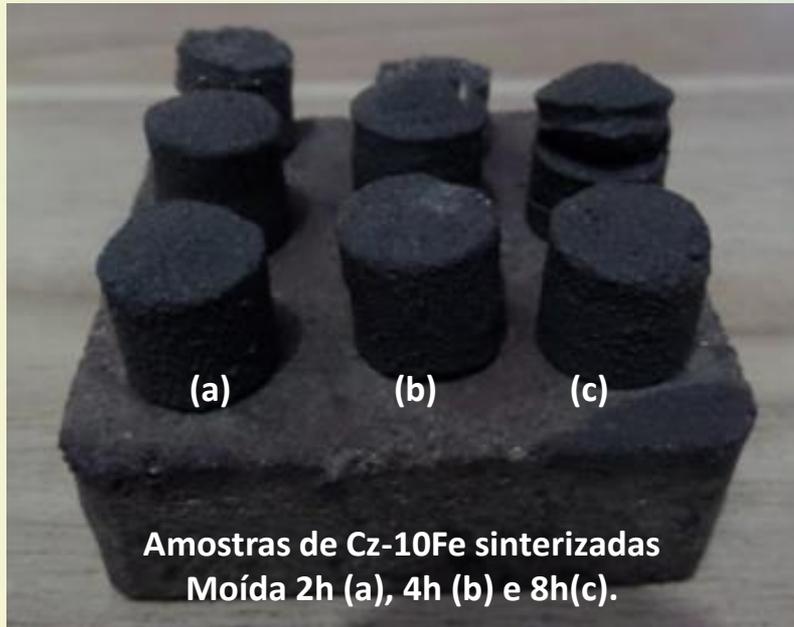
Resultados e discussão

- Compactação das amostras de cinza pesada moídas



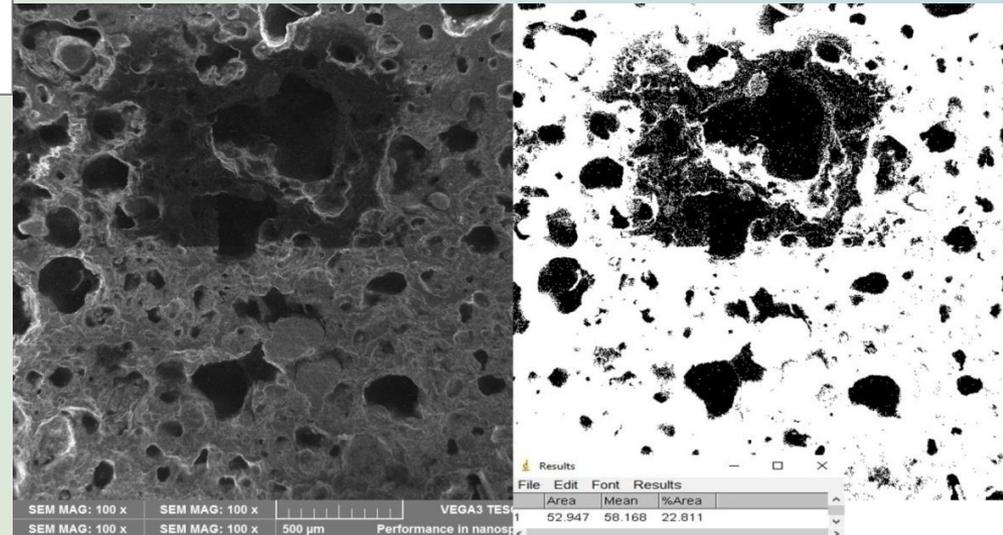
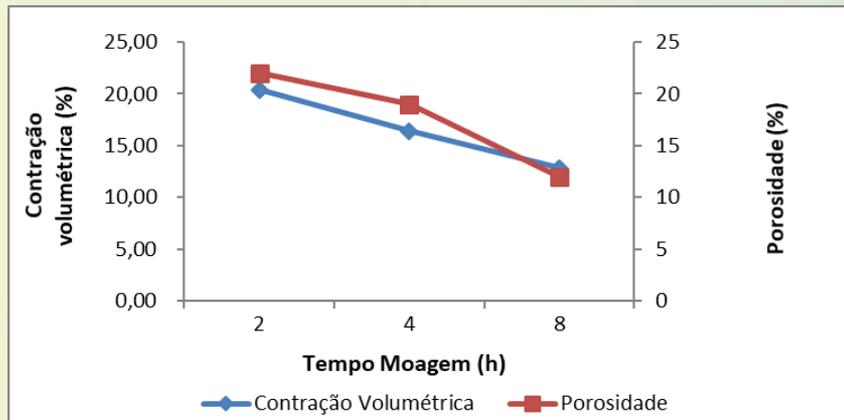
Resultados e discussão

- Sinterização das amostras de cinza pesada moída.



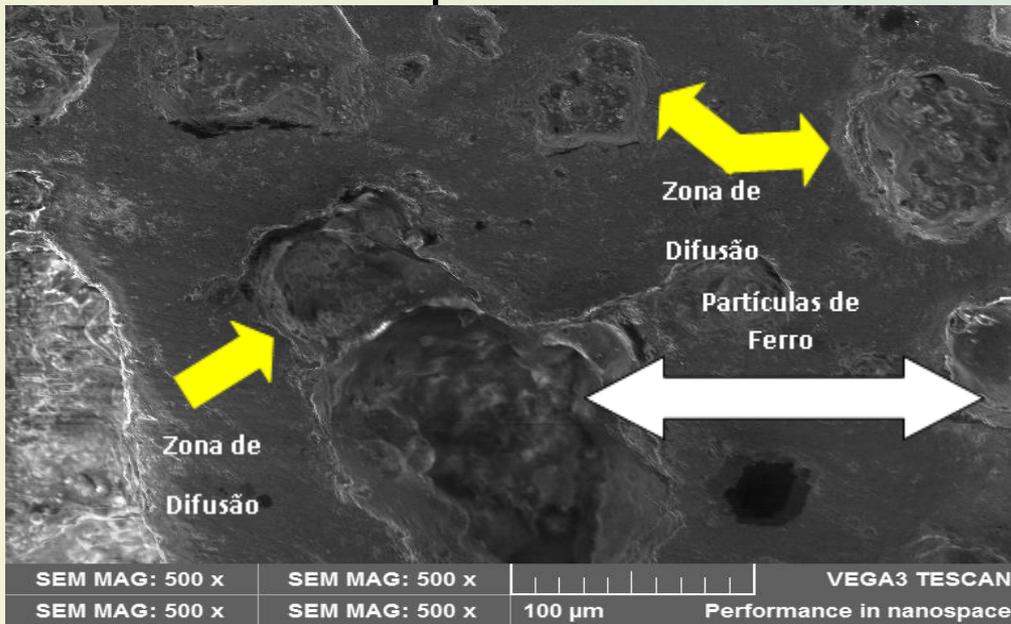
Resultados e discussão

- Porosidade



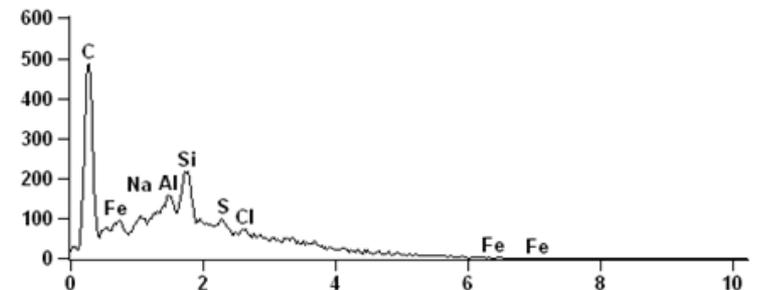
Resultados e discussão

- MEV do compósito sinterizado Cz-10Fe



Full scale counts: 486

Base(12)_pt1

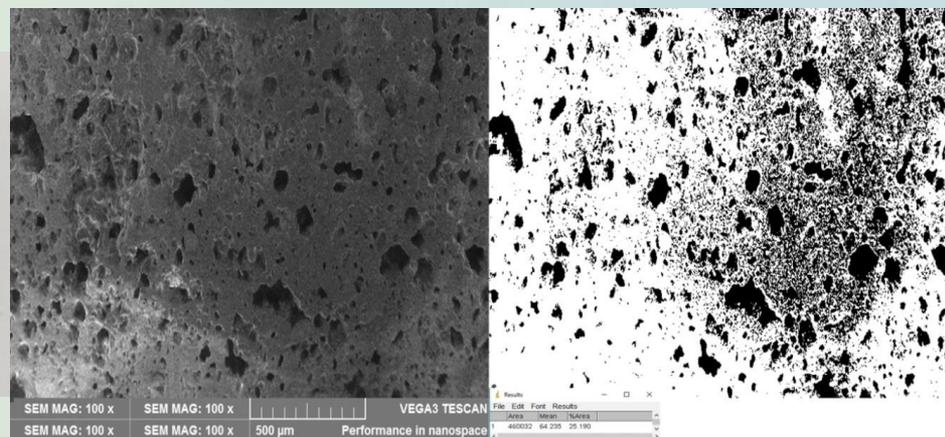


Resultados e discussão

- Escolha pela amostra com 2 horas de moagem.

Densidades a verde, do sinterizado e contração volumétrica dos compósitos produzidos para aplicação.

Tempo de moagem (horas)	Pressão de Compactação (MPa)	Densidade a verde (g/cm ³)	Densidade Sinterizado (g/cm ³)	Contração volumétrica (%)
2	100	1,61	2,10	26,5



Resultados e discussão

- Índice de Vazios

$$\text{Índice de Vazios} = \frac{\text{Volume do líquido conhecido com enchimento}}{\text{Volume do líquido conhecido sem enchimento}}$$

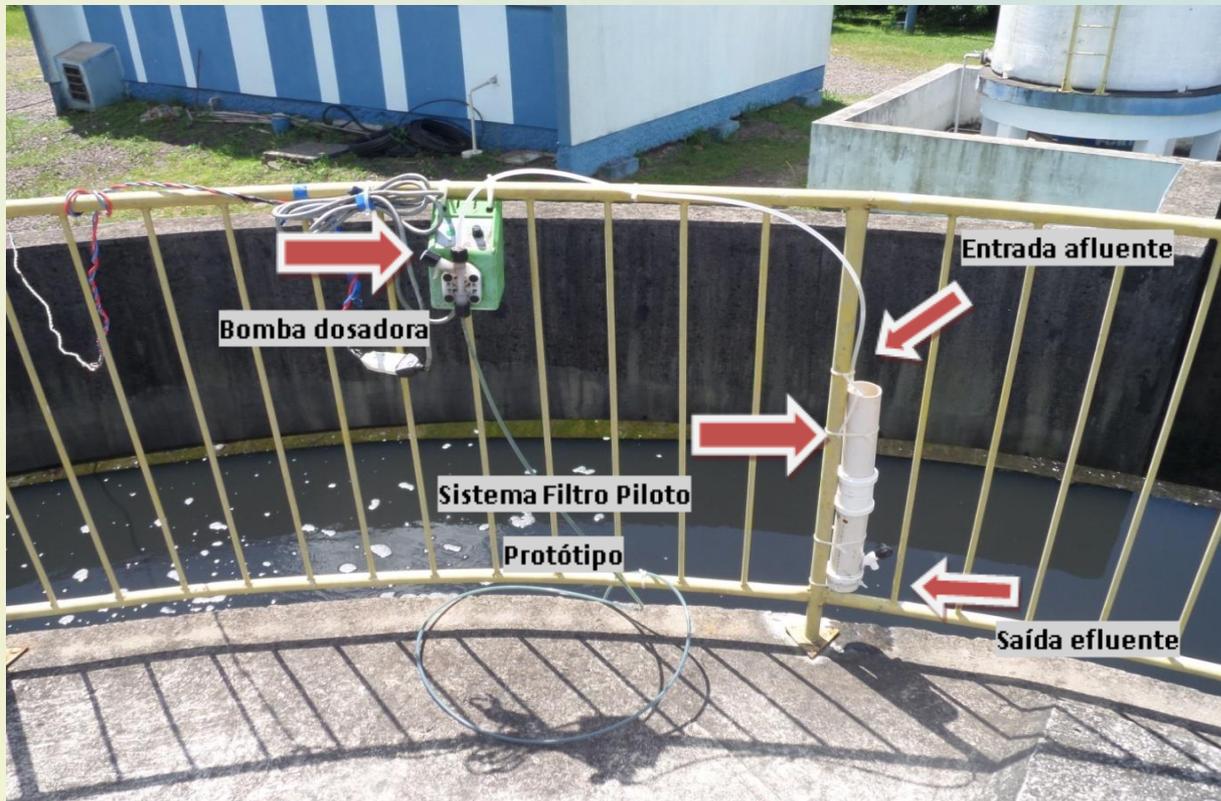
Índice de vazios – Compósito Cz-10Fe aplicação		
Volume com Enchimento (L)	Volume sem Enchimento (L)	Índice de Vazios (%)
0,739	1,0	73,9

- Superfície específica dos sinterizados com diferentes tempos de moagem

Superfície específica						
Tempo Moagem (h)	Pressão de Compactação (MPa)	Diâmetro (m)	Altura (m)	Volume (m ³)	Área (m ²)	Superfície específica (m ² / m ³)
2	100	0,01331	0,01272	0,00000177	0,00081016	457,76
	200	0,01332	0,01114	0,00000155	0,00074486	479,83
	300	0,01331	0,01111	0,00000155	0,00074284	480,54
4	100	0,01331	0,01221	0,00000170	0,00078883	464,32
	200	0,01332	0,01164	0,00000162	0,00076578	472,12
	300	0,01332	0,01108	0,00000154	0,00074235	480,80
8	100	0,01331	0,00995	0,00000138	0,00069433	501,53

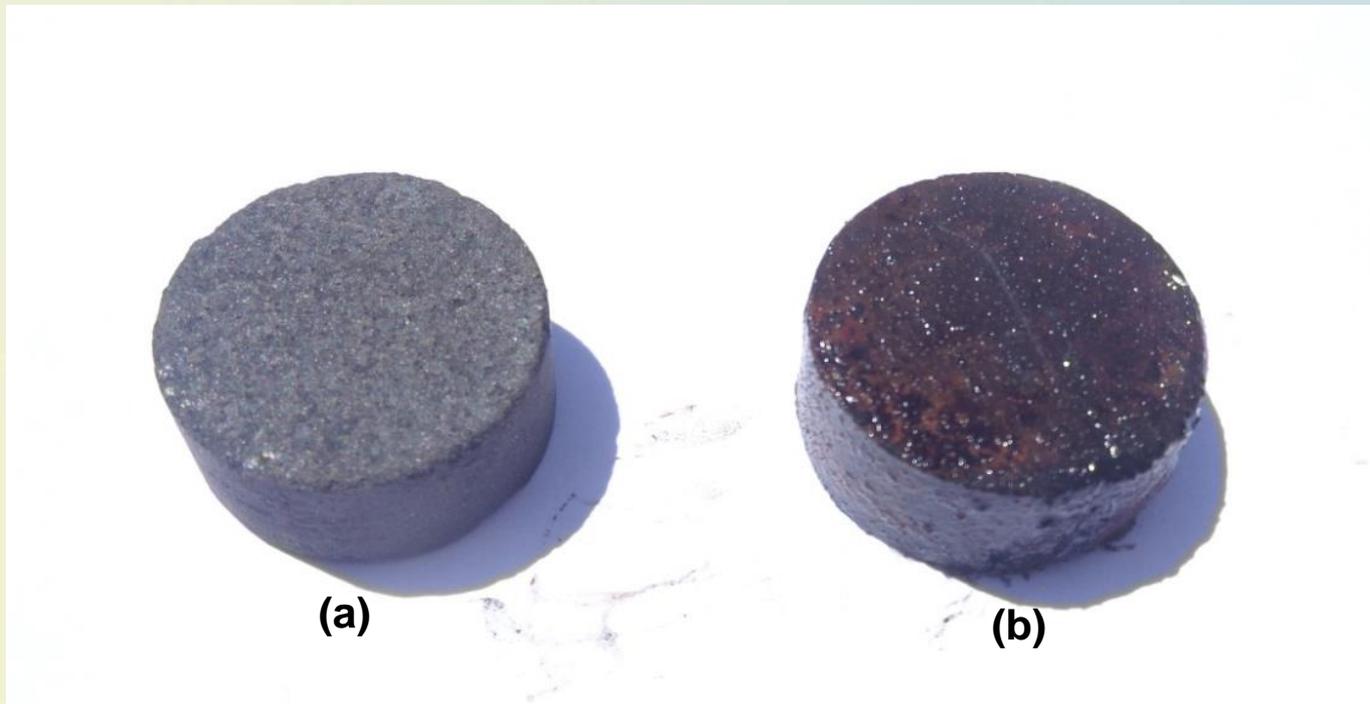
Resultados e discussão

- Início operação protótipo



Resultados e discussão

- Fase de latência



Compósito sem aplicação (a) e após formação de biofilme (b).

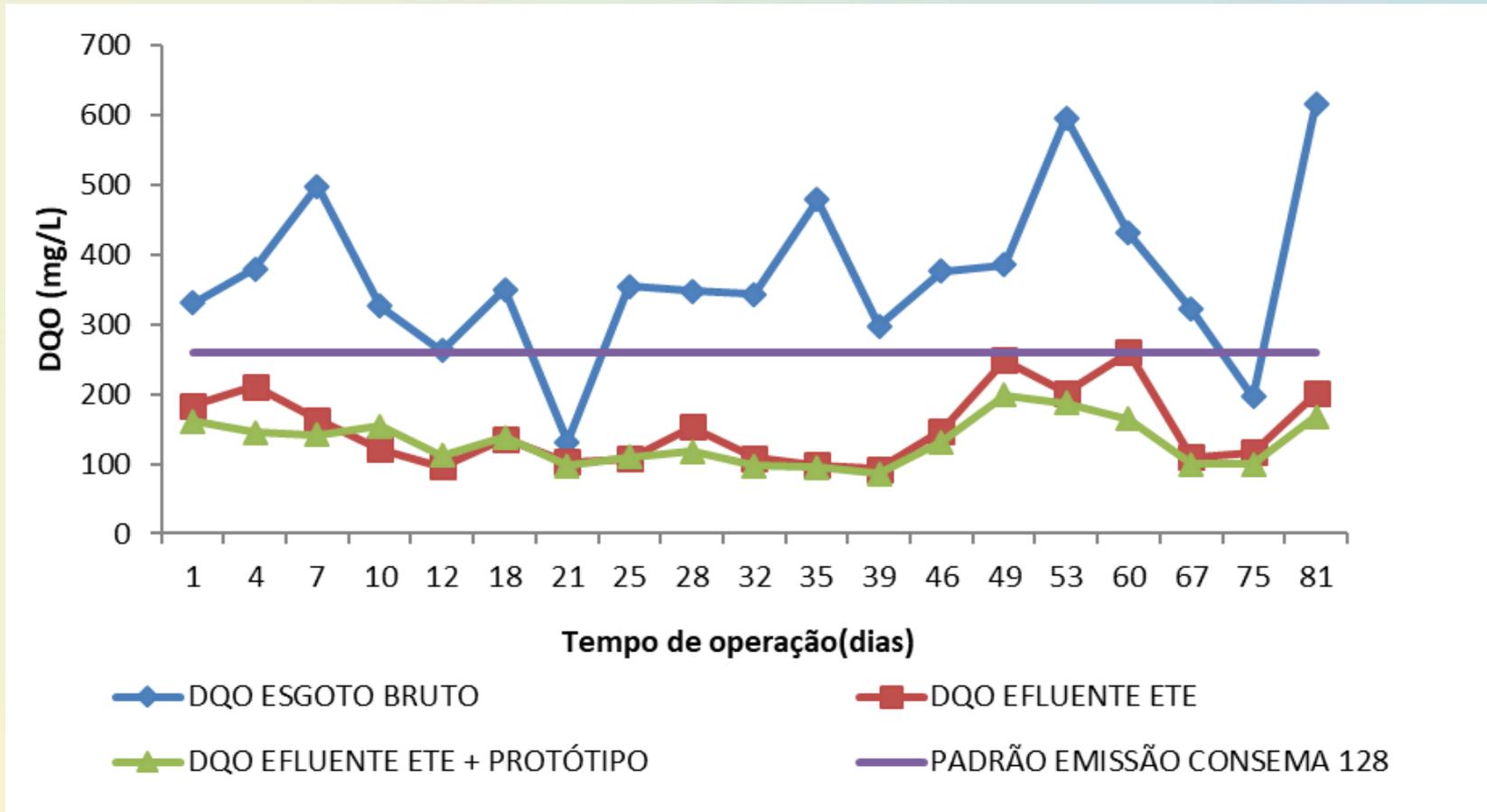
Resultados e discussão

- Dados DQO

Data	DQO (mg.L ⁻¹)			Eficiência (%)			Condições de Contorno		
	Esgoto Bruto	Efluente Final	Protótipo	ETE	Protótipo/ Efluente	Protótipo + ETE	Condições Climáticas	T(°C)	OBS
20/10/2017	331,32	183,87	161,27	44,5	12,3	51,3	Sol	18,0	
24/10/2017	380,13	211,72	145,36	44,3	31,3	61,8	Sol	15,0	
27/10/2017	498,78	163,24	141,77	67,3	13,2	71,6	Chuva	22,0	
30/10/2017	326,90	121,09	154,64	63,0	-27,7	52,7	Sol		Bomba Parada
01/11/2017	262,60	95,83	111,67	63,5	-16,5	57,5	Sol		Bomba Parada
07/11/2017	349,9	136,5	138,2	61,0	-1,2	60,5	Chuva		
10/11/2017	131,1	103,1	97,6	21,4	5,3	25,6	Chuva		
14/11/2017	355,2	107,9	110,3	69,6	-2,2	68,9			
17/11/2017	348	153,1	117,5	56,0	23,3	66,2			
21/11/2017	343,5	108,5	96,8	68,4	10,8	71,8			
24/11/2017	479,1	98,4	95	79,5	3,5	80,2			
28/11/2017	297,8	93	86,5	68,8	7,0	71,0			Fósforo=4,44ppm
05/12/2017	376,8	147	131	61,0	10,9	65,2			
08/12/2017	385,3	248,5	198,7	35,5	20,0	48,4			
12/12/2017	596,3	201,9	187,2	66,1	7,3	68,6			
19/12/2017	430,9	260,4	164,8	39,6	36,7	61,8	Limpeza		
26/12/2017	321,6	110,1	99,9	65,8	9,3	68,9			
03/01/2018	196,5	116,9	99,7	40,5	14,7	49,3			
09/01/2018	617,2	200,7	168,1	67,5	16,2	72,8			
Valores médios remoção (%)				57	9	62			

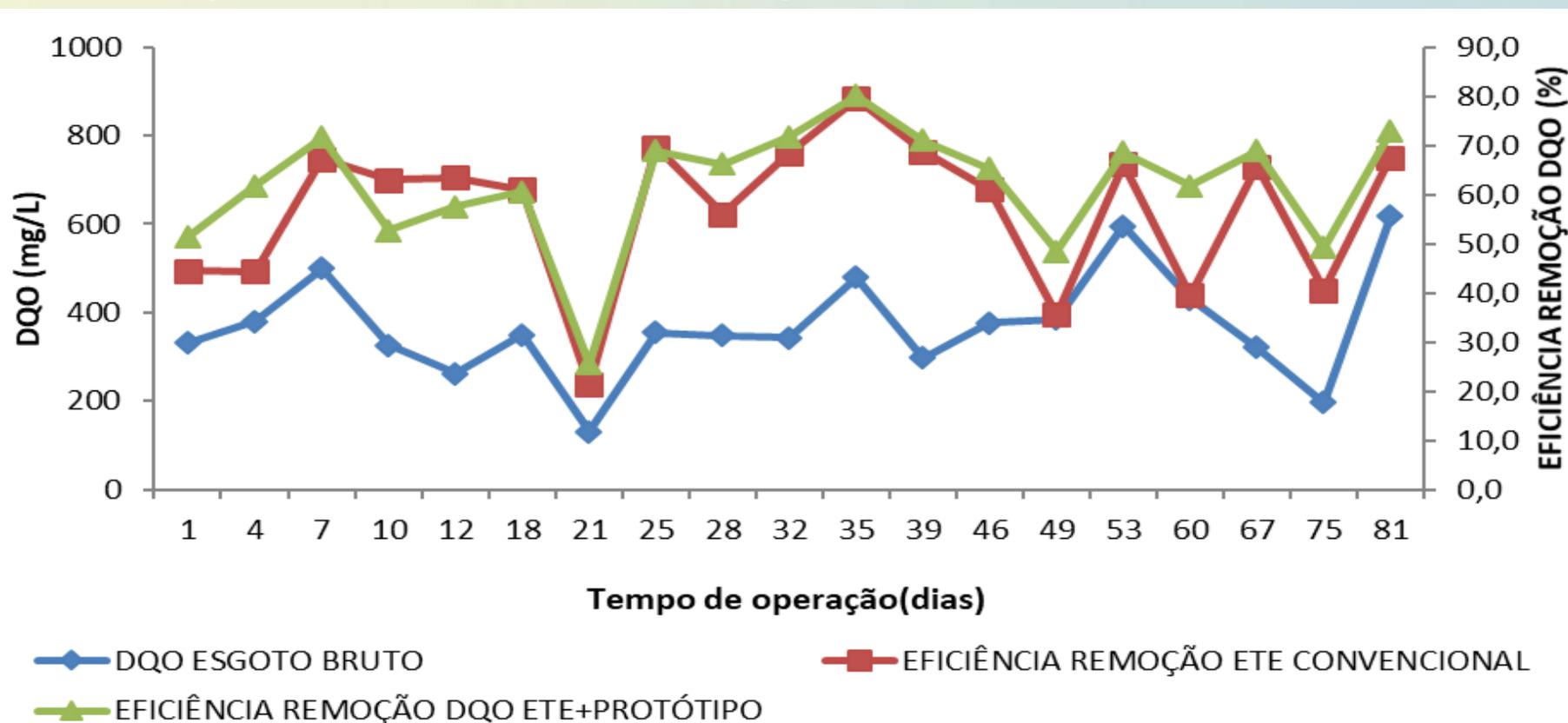
Resultados e discussão

- Análises de DQO para avaliação da eficiência do protótipo



Resultados e discussão

- Comparativo eficiências remoção



Resultados e discussão

- Oxidação do meio suporte após encerramento dos ensaios



Conclusões

- Partículas de maiores dimensões e com morfologia achatada proporcionam maior capacidade de deformação;
- Porosidade é inversamente proporcional ao aumento da pressão de compactação;
- Maiores pressões de compactação, diminuição da porosidade;
- É possível notar maior remoção no sistema agregado do protótipo, quanto maior a DQO da massa afluyente, ou seja, o efluente tratado pela ETE.
- A densidade elevada do compósito se contrapõe a uma tendência de diminuição de peso de estruturas para materiais de meio suporte

Conclusões

- Rugosidade da superfície porosa, que facilitam a formação primária do biofilme;
- Protótipo do filtro biológico aumenta sua eficiência quando a ETE tem sua eficiência diminuída;
- Processo de respiração endógena dos microrganismos;
- A porosidade, porém apresenta retenção de sólidos, que se não removidos por lavagem do sistema, são carregados para o efluente final, contribuindo para o aumento de DQO;
- Aumentar o tempo de operação para observar variações de processo e novas estratégias de tratamento;

Recomendações

- Trabalhar com novos formatos de corpos de prova, aumentando o índice de vazios;
- Testar composições que possam diminuir a densidade do material, a fim de aproximá-los de meios suporte difundidos no mercado;
- Avaliar juntamente com a remoção de DQO, a presença de sólidos suspensos no efluente tratado;
- Aumentar o tempo de detenção hidráulica no sistema protótipo para aumentar a eficiência no tratamento;
- Substituição do agente de ligação, para que o mesmo não sofra efeito de oxidação em exposição ao efluente.
- Possibilidade de utilização em pequenas comunidades, contribuindo para saneamento.

Referências

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos- princípio de tratamento biológico de águas residuárias**. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005; Vol 1. 452 p.

METCALF, L ; EDDY H.P.:**Wastewater engineering – treatment, disposal and reuse**. 4rd. ed. McGraw-Hill, Inc. New York, 2003. 1856 p.

TAVARES, A.C., MARTINS, V., AGUSTINI, R., MARIOT, P., SCHAEFFER, L.:**Obtenção de Cermets por Metalurgia do Pó Convencional a partir da Utilização das Cinzas da Queima de Carvão Mineral**. In: Encontro da Metalurgia do Pó ,9, 2012. Conferência Internacional de Metalurgia do Pó, 3, 2012. SENAFOR. Porto Alegre.

WCI - World Coal Institute.:**The Coal Resource: a Comprehensive Overview of Coal**. London, 2005. Disponível em <[HTTP://www.worldcoal.org](http://www.worldcoal.org)> Acesso em 10/08/2017.

PÓ, GRUPO SETORIAL DE METALURGIA DO. **A Metalurgia do Pó: Alternativa econômica com menor impacto ambiental**. Grupo setorial de Metalurgia do Pó, Rio de Janeiro, Brasil, p. 37-100, 2009.

ASM METALS HANDBOOK. **Ceramics and Glasses**, v. 4, p.260-269, 1991.

LEE, W. E.; RAINFORTH, W.M. **Ceramic Microstructures: Property Control by Processing**. London, Chapman & Hall, 1994.

GERMAN, R. M. **Powder Metallurgy Science**. Metal Powder Industries Federation. 2. ed. Princeton, 1994.

LEE, W. E.; RAINFORTH, W.M. **Ceramic Microstructures: Property Control by Processing**. London, Chapman & Hall, 1994.

RIO GRANDE DO SUL, CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – CONSEMA – RESOLUÇÃO 128 /2006 - **Dispõe sobre a fixação de Padrões de Emissão de Efluentes Líquidos para fontes de emissão que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul (2006)**.

Agradecimentos

SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO DE NOVO HAMBURGO

COMUSA

FAZ PARTE DA SUA VIDA



OBRIGADO!

Geraldo Tadeu da Silva Thiesen
Estação de Tratamento de Água - COMUSA

51 99308 5853

gsilva@comusa.rs.gov.br

Av. Coronel Travassos, 287
CEP 93415-000
Bairro: Rondônia
Novo Hamburgo-RS