



AVALIAÇÃO DA PORCENTAGEM DE INCLUSÕES PASSANTES DURANTE O LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE AÇOS PELA MUDANÇA DE MOBILIÁRIOS EM UM MODELO FÍSICO DE DISTRIBUIDOR.

Andrei Corrado Curatoli Ferreira Orientador: Wagner Viana Bielefeldt
LASID – Laboratório de Siderurgia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Introdução:

O lingotamento contínuo já se trata de um processo consolidado dentro da área siderúrgica, e a crescente demanda por aços livres de impurezas (clean steels) reforça o interesse no suposto "refino terciário" durante o tempo de residência do aço no distribuidor de lingotamento contínuo. Inclusões não metálicas, que são consideradas nocivas à qualidade do aço, podem flotar e aderir à camada de escória tornando o banho mais limpo, e o produto de maior qualidade. Através da modelagem física, é possível simular processos e analisar variáveis em um ambiente controlado. O modelo utilizado faz uso de água como fluido de simulação, e polietileno de alta densidade como particulado.

Objetivos:

- Desenvolvimento de uma metodologia experimental, que busca uma análise quantitativa da quantidade de inclusões não metálicas passantes do distribuidor para o molde e sua correlação com os veios laterais e o central.
- Análise da influência de mobiliários internos do distribuidor no percentual de inclusões passantes.

Metodologia:

• Configuração Modelo Físico

Os ensaios foram realizados em um modelo de distribuidor delta, em escala real. O modelo é constituído de um sistema de injeção, um inibidor de turbulência, uma soleira removível e três veios, dois dos quais dois possuem um filtro de malha 37 µm.

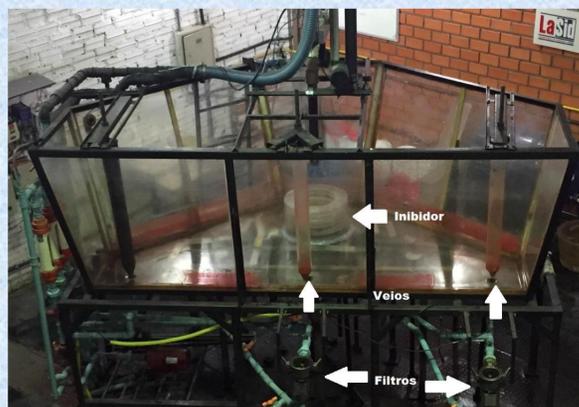


Figura 1: Modelo Distribuidor.

• Procedimento Experimental

A escolha do material que simula as inclusões foi feita baseada em relações de massa específica entre elementos do protótipo-modelo, resultando em polietileno de alta densidade simulando inclusões de alumina, com uma boa relação granulométrica protótipo-modelo. A Figura 2 ilustra o procedimento realizado.

$$r_{dm} = \lambda \sqrt{\frac{\mu_m}{\mu_p} \left[\frac{1 - \left(\frac{\rho_d}{\rho}\right)_p}{1 - \left(\frac{\rho_d}{\rho}\right)_m} \right]} r_{dp}$$



Figura 1: Relação granulométrica protótipo-modelo. Figura 2: Fluxograma do Procedimento Experimental.

Diâmetro (µm)	Porcentagem Cumulativa (%)
<35,5	0,7
<75	9,1
<180	15,3
<250	84
<500	99,9

Figura 3: Amostragem granulométrica.

Resultados:

• Resultados parciais comparando a presença de soleira:

Inibidor	Soleira	Diferença entre veios (Lateral-Central)
		Porcentagem Passantes(%)
Inibidor 1	Sem soleira	-7,54
	Sem soleira	33,73
	Sem soleira	28,71
Inibidor 2	Sem Soleira	46,17
	Com Soleira	2,20

Figura 4: Diferença entre porcentagem passante (veio lateral – veio central).

- É notável a diferença entre veios, sendo o lateral, o veio com maior número de inclusões.
- A presença da soleira, aparenta, diminuir essa diferença entre veios.

• Resultados parciais comparando a diferença entre inibidores:

Inibidor	Soleira	Inclusões Passantes (%)	Média (%)
Inibidor 1	Sem soleira	0,98	1,45
	Sem soleira	2,24	
	Sem soleira	1,14	
Inibidor 2	Sem Soleira	3,22	3,23
	Com Soleira	3,24	

Figura 5: Diferença do total passante entre inibidores.

- A diferença entre porcentagens totais de passantes entre inibidores é realmente alta mesmo considerando diferentes velocidades de lingotamento.

• Resumo dos ensaios:

Inibidor	Soleira	Vazão - Velocidade de Lingotamento (L/h)	Porcentagens de Inclusões Passantes (%)		
			Média Distribuidor	Média Lateral	Média Central
Inibidor 1	Sem soleira	7257,6	0,98	0,31	0,33
	Sem soleira	8649,6	2,24	0,84	0,56
	Sem soleira	8812	1,14	0,34	0,24
Inibidor 2	Sem Soleira	9513	3,22	1,27	0,68
	Com Soleira	9513	3,24	1,14	1,11

Figura 6: Resumo dos ensaios realizados.

Conclusões:

- Como pode ser visto na Figura 5, há uma grande diferença entre inibidores com respeito à flotação de inclusões. O inibidor de turbulência 1 demonstrou uma maior eficácia em flotação de inclusões através de uma mais eficiente alteração de fluxo de escoamento.
- Há uma clara diferença, em termos de limpeza inclusionária, entre veios para quase todas as condições ensaiadas. Os veios laterais apresentaram um maior número de inclusões passantes, como mostra a Figura 4.
- Apesar da pequena amostragem, é notável uma grande atenuação na diferença de limpeza entre veios pela presença da soleira.

Bibliografia:

1. MACHADO, F. D. **Modelagem física de remoção de inclusões em distribuidor de lingotamento contínuo**. Dissertação de Mestrado. Rio Grande do Sul, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.
2. BRAGA, B.M.; TAVARES, P.B. **Similarity criteria for the study of removal of spherical non-metallic inclusions in physical models of continuous casting tundishes: a more fundamental approach**, 2018.