

# USO DE VISCOSÍMETRO ROTACIONAL NA OTIMIZAÇÃO DE ESMALTES CERÂMICOS: UMA ABORDAGEM PRÁTICA

Natália Morelli Possolli; Adilso de Freitas Junior; Martins da Silveira Vicente;  
Jean Morona De March; Jorge Luiz Bombazaro

Mohawk Revestimentos Cocal do Sul LTDA

Elizabeth

**eliane** floor

**eliane**

 DECORTILES

  
MOHAWK

# PROBLEMAS – FALHA DE VÉU



# PROBLEMAS – BOLHAS



# INFLUÊNCIAS

---



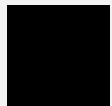
**Contaminações**



**Cavitação**



**Íons em solução**



**Concentração de sólidos**



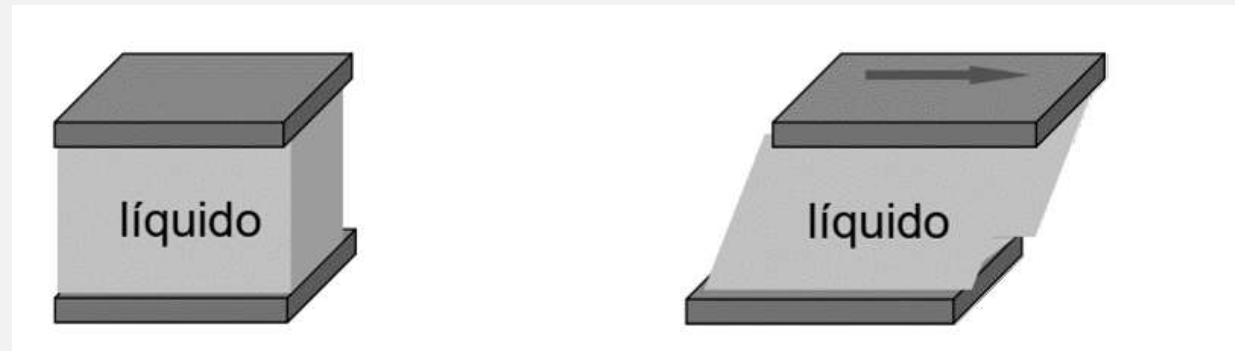
**Características do meio líquido**



**Características físicas das partículas**

# REOLOGIA

## Estudo do escoamento de fluidos

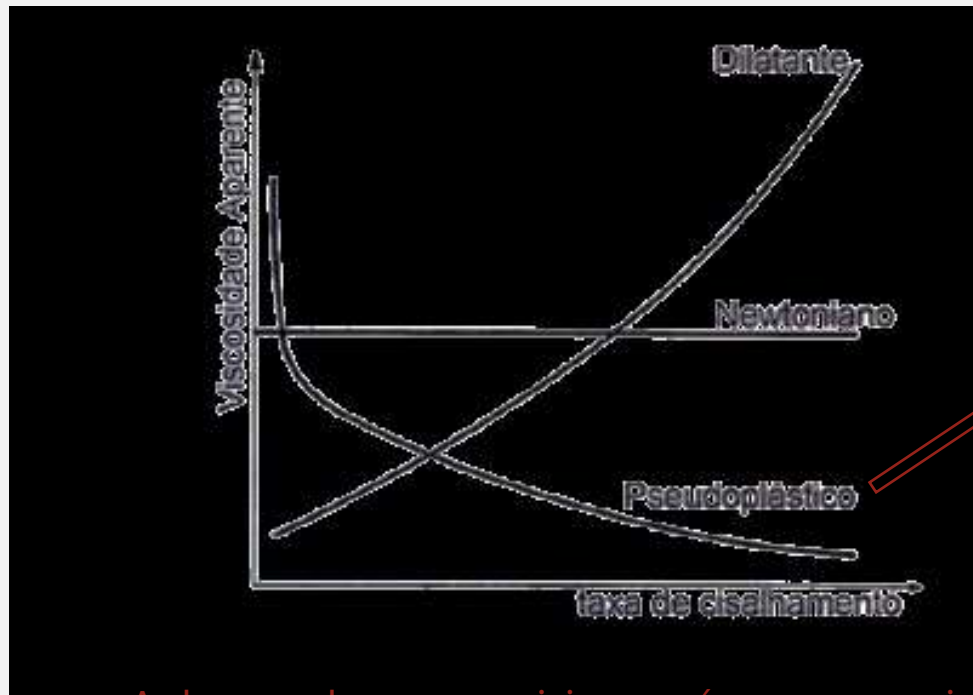


$$\begin{array}{ccc} \text{Solicitação} & \leftarrow \tau = \eta \cdot D \rightarrow & \text{Resposta medida} \\ \text{Tensão cisalhante} & & \text{Gradiente de velocidade} \\ & \downarrow & \\ & \text{Viscosidade} & \end{array}$$

# REOLOGIA

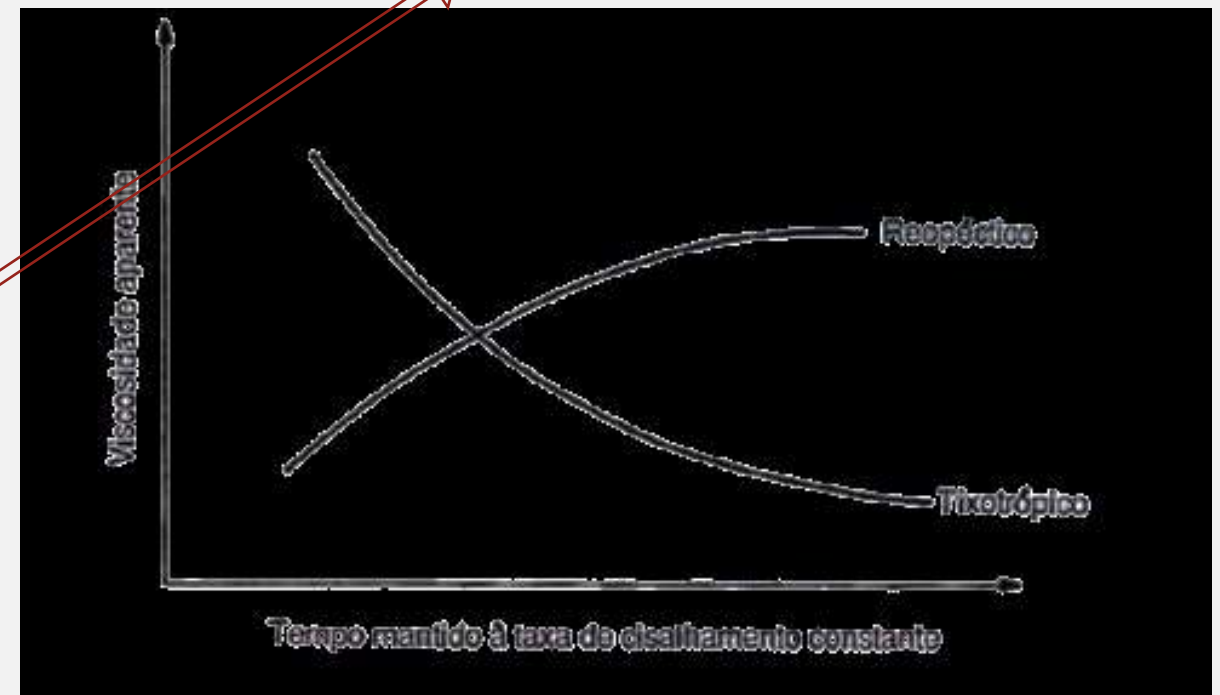
## Estudo do escoamento de fluidos

Independentes do tempo



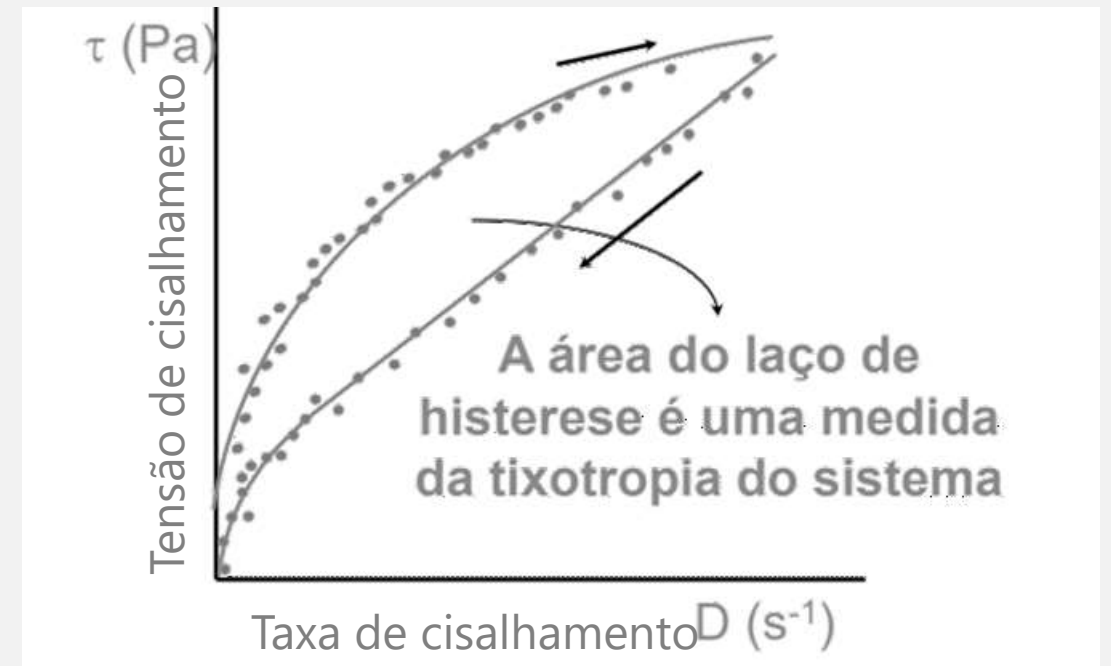
- Aglomerados que aprisionam água em seu interior

Dependentes de tempo



## Esmaltes e engobes: Fluidos tixotrópicos

- Viscosidade diminui continuamente com o tempo sob ação de um esforço cisalhante;
- Existe uma recuperação subsequente da viscosidade com a interrupção do escoamento;
- Sua estrutura é quebrada ao longo do tempo, fazendo com que a viscosidade caia. Por isso suas propriedades são muito complexas e de difícil determinação.



# REOLOGIA

## Viscosímetros



# OBJETIVOS

---

**Avaliar e comparar o comportamento reológico de esmaltes e engobes por viscosímetro rotacional, a partir de alterações na aditivação que visem diminuição na condutividade, relacionando os resultados com a formação de bolhas.**

# METODOLOGIA

## Obtenção de curvas de escoamento para determinação de tixotropia

### Procedimento:

- Moagem em um mesmo moinho, previamente seco;
- Pesagem da água;
- 24 h de descanso após moagem;
- Ajuste de tempo de escoamento por copo Ford para valores utilizados no processo fabril;
- Rampa de taxa de cisalhamento ascendente e em seguida descendente.

### Dados obtidos:

- Rotação exercida (RPM)
- Resposta de viscosidade aparente (mPa.s)



# METODOLOGIA

## Obtenção de curvas de escoamento para determinação de tixotropia

RPM	IDA				VOLTA			
	Visc. aparente	$s^{-1}$	$N/m^2$	Área da curva de ida	Visc. aparente	$s^{-1}$	$N/m^2$	Área da curva de Volta
0,3								
0,6								
1,5								
3								
6								
12								
30								
60								
	Total			A. Ida	Total			A. Volta

Tabela de Dados	
	0,10472
rH	0,006325
RV	0,0101
Área Spindle 3	0,00079
Temperatura amostra (°C)	
Temperatura ambiente (°C)	
<b>Tixotropia (Pa·s)</b>	A. Volta – A. Ida



# METODOLOGIA

Obtenção de curvas de escoamento para determinação de tixotopia

Taxa de cisalhamento  $D (s^{-1}) = \frac{dv}{dy}$

*Variação da velocidade* (indicated by a red arrow pointing up and right from the numerator  $dv$ )

*Variação da profundidade* (indicated by a red arrow pointing down and right from the denominator  $dy$ )

$$D (s^{-1}) = \frac{\text{velocidade linear}}{\text{raio da vasca} - \text{raio da hélice}} = \frac{\text{velocidade angular} \cdot \text{raio da hélice}}{\text{raio da vasca} - \text{raio da hélice}}$$

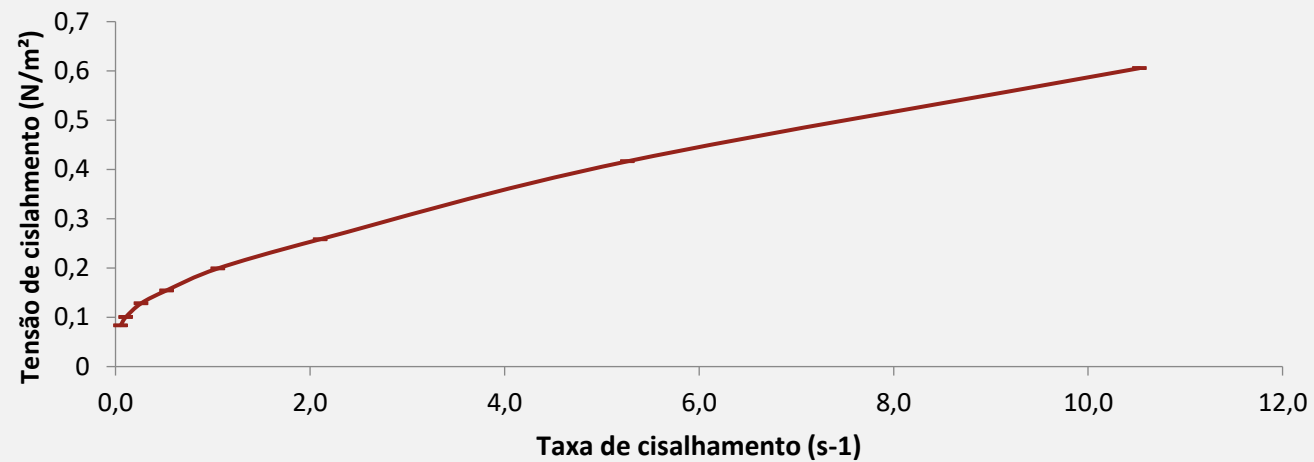


# METODOLOGIA

## Obtenção de curvas de escoamento para determinação de tixotropia

$$\tau (N.m^{-2}) = \eta (mPa.s) . D (s^{-1})$$

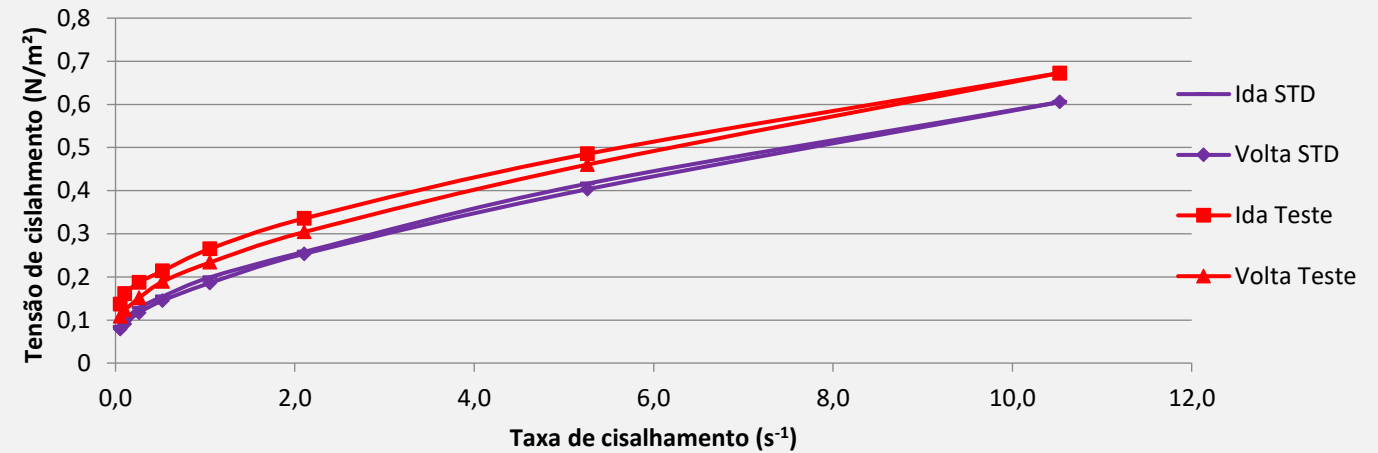
Tensão de cisalhamento = Viscosidade . Taxa de cisalhamento



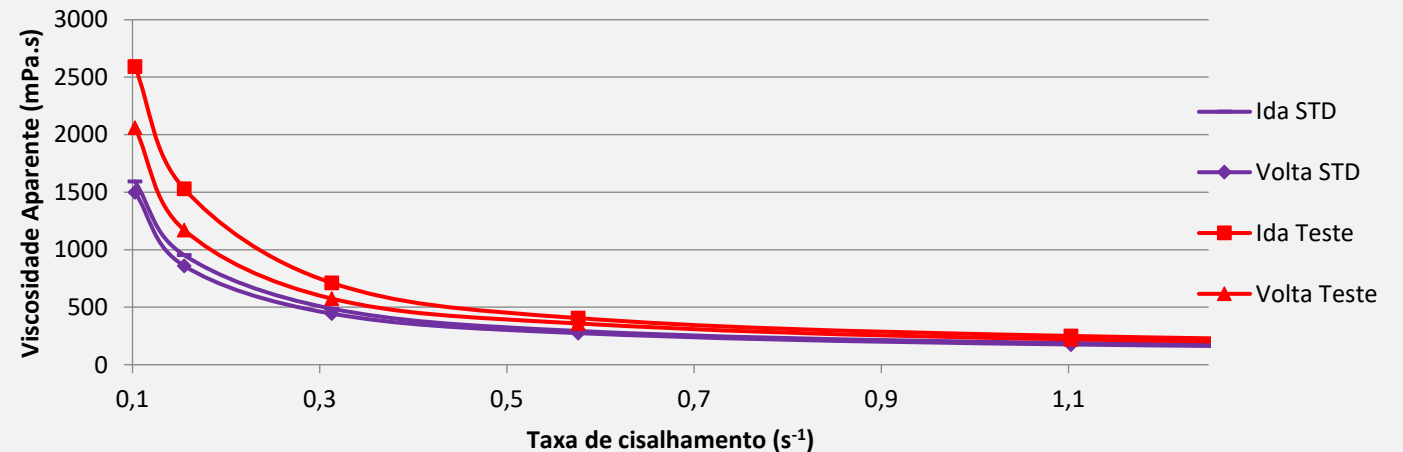
# ALTERAÇÃO DA ADITIVAÇÃO DE ESMALTOBE DE PORCELANATO (1)

## Moagem em laboratório (200 g)

	PADRÃO	TESTE
Matérias-primas	64,50%	64,65%
Fritas	34,69%	34,69%
CMC de médio peso molecular		0,30%
CMC de baixo peso molecular	0,15%	
Conservante	0,16%	0,16%
Defloculante de maior condutividade	0,30%	
Defloculante de menor condutividade		0,20%
Tripolifosfato de sódio	0,20%	



	PADRÃO	TESTE
Tempo de escoamento (s)	48,29	45,37
Temperatura fluido (°C)	24,4	24,3
<b>Tixotropia</b>	<b>0,084</b>	<b>0,218</b>
pH	9,71	8,72
<b>Condutividade (µs/cm)</b>	<b>2280</b>	<b>1771</b>
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	1,8400	1,8298

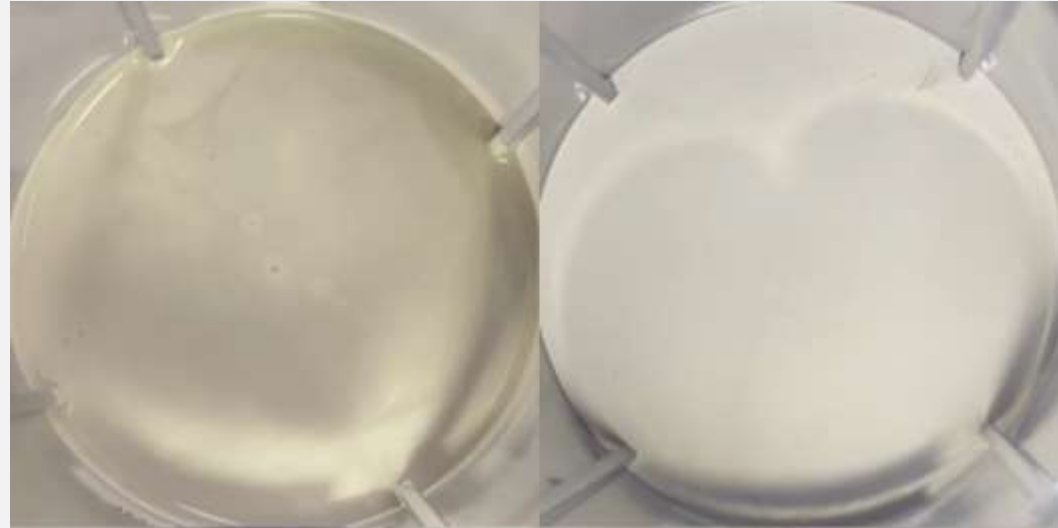


# ALTERAÇÃO DA ADITIVAÇÃO DE ESMALTOBE DE PORCELANATO (1)

1 s

3 s

PADRÃO



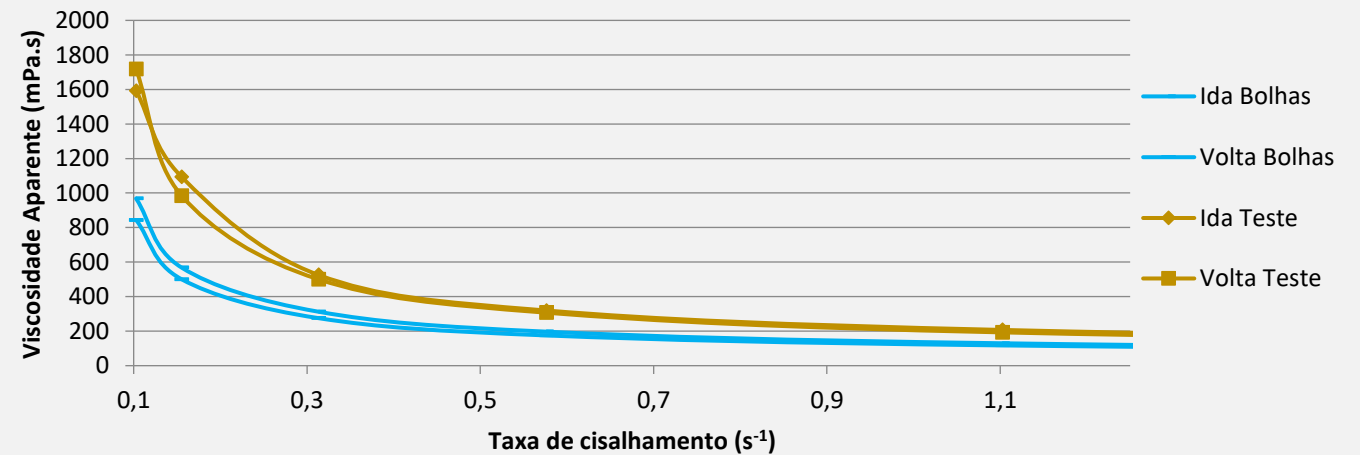
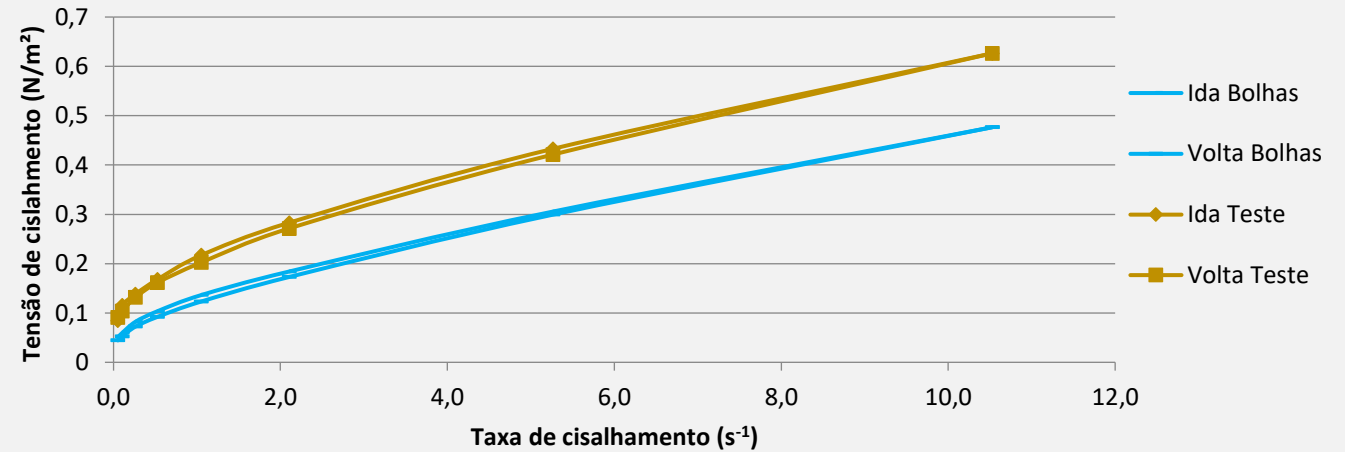
TESTE



# ALTERAÇÃO DA ADITIVAÇÃO DE ESMALTOBE DE PORCELANATO (1)

## Moagem em fábrica

	<b>BOLHAS PADRÃO</b>	<b>TESTE SEM BOLHAS</b>
Tempo de escoamento (s)	48,52	51,43
Temperatura fluido (°C)	23,5	20,6
<b>Tixotropia</b>	<b>0,0682</b>	<b>0,0897</b>
pH	9,42	8,61
<b>Condutividade (µs/cm)</b>	<b>2470</b>	<b>1652</b>
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	1,8862	1,8894

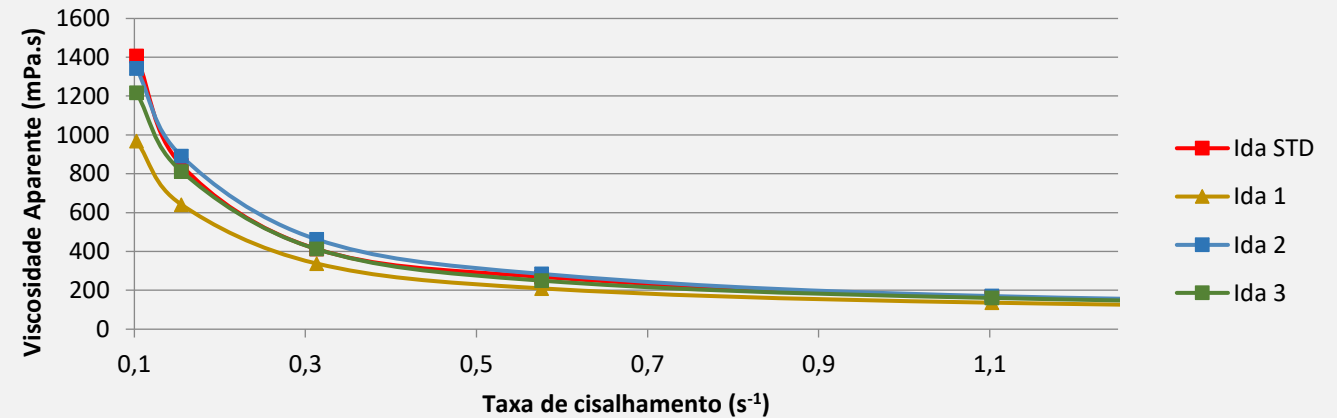
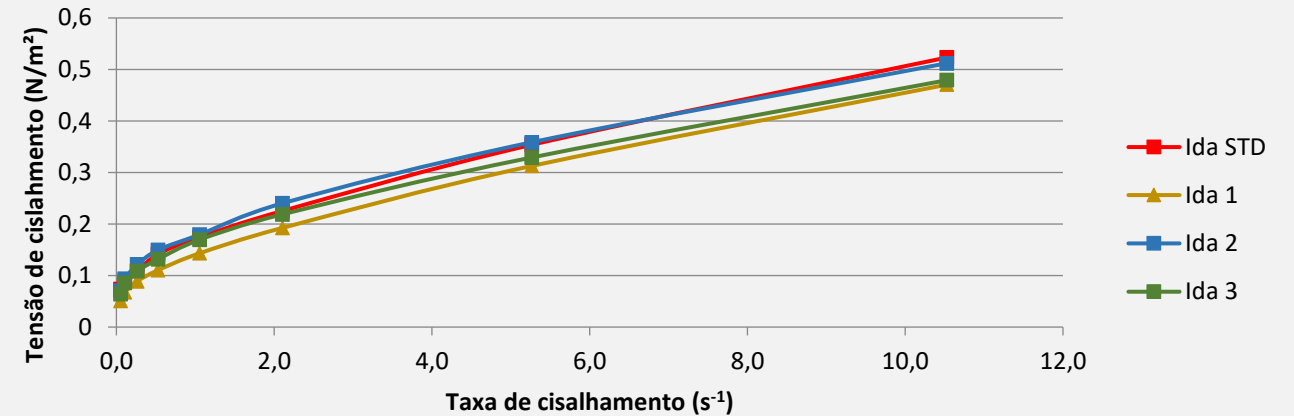


# ALTERAÇÃO DA ADITIVAÇÃO DE ESMALTOBE DE PORCELANATO (2)

## Moagem em laboratório (200 g)

	PADRÃO	1	2	3
Matérias-primas	65,5	65,7	65,6	65,5
Fritas	33,77	33,8	33,8	33,8
CMC de médio peso molecular	0,2			
CMC de baixo peso molecular		0,2	0,2	0,2
Conservante	0,08	0,2	0,2	0,2
Defloculante de menor condutividade	0,15	0,1	0,2	0,3
Tripolifosfato de sódio	0,3			

	PADRÃO	1	2	3
Tempo de escoamento (s)	48,07	47,6	47,5	48,17
Temperatura fluido (°C)	14,9	14,7	14,6	14,8
<b>Tixotropia</b>	<b>0,059</b>	<b>0,076</b>	<b>0,046</b>	<b>0,025</b>
pH	8,62	8,15	8,16	8,32
<b>Condutividade (µs/cm)</b>	<b>2600</b>	<b>1251</b>	<b>1379</b>	<b>1599</b>
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	1,88	1,9088	1,9096	1,9174

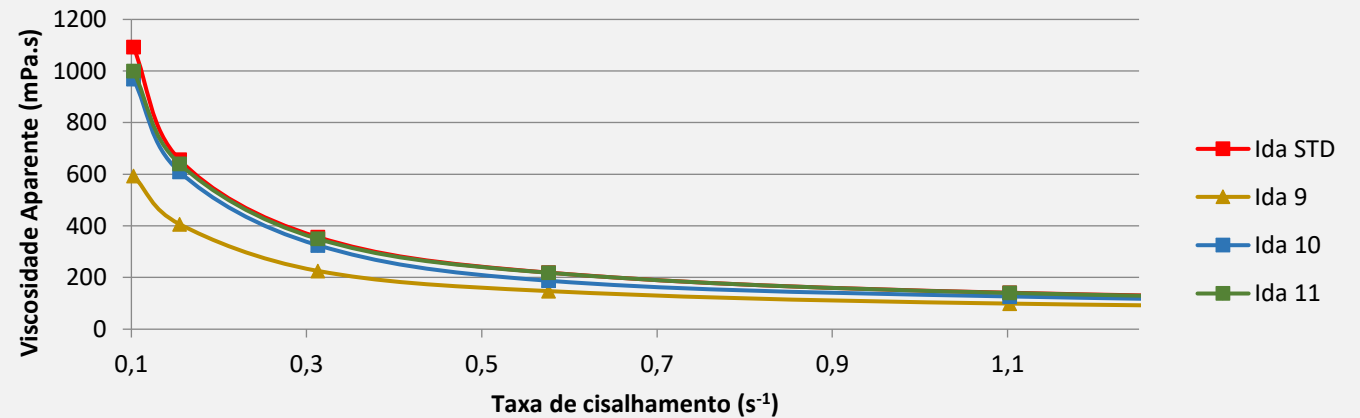
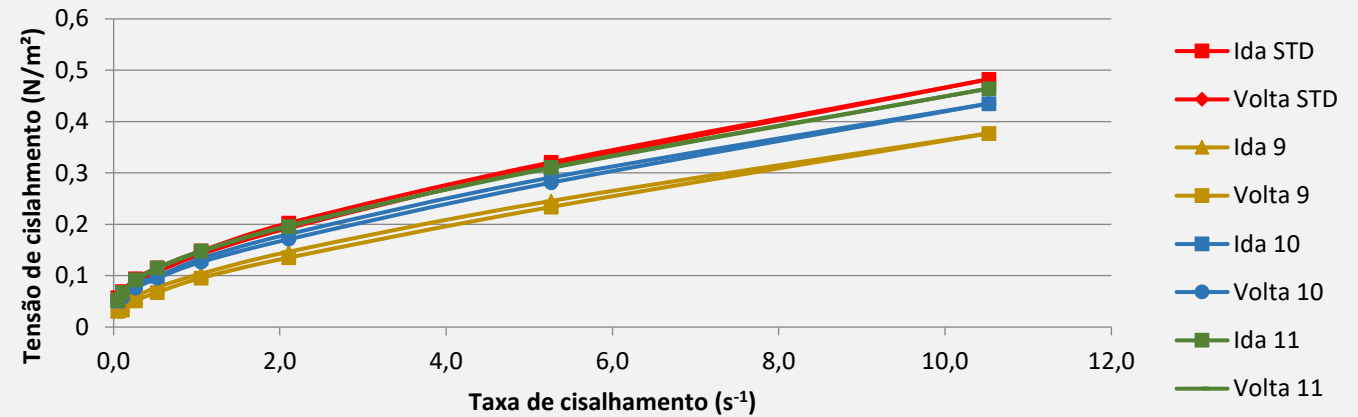


# ALTERAÇÃO DA ADITIVAÇÃO DE ESMALTOBE DE PORCELANATO (3)

## Moagem em laboratório (200 g)

	PADRÃO	9	10	11
Matérias-primas	54,59	54,3	54,3	54,3
Fritas	44,5	45,1	45	44,9
CMC de médio peso molecular	0,3	0,3	0,3	0,3
Conservante	0,16	0,2	0,2	0,2
Defloculante de menor condutividade	0,1	0,1	0,2	0,3
Tripolifosfato de sódio	0,35			

	PADRÃO	9	10	11
Tempo de escoamento (s)	47,27	49,15	49,43	49,32
Temperatura fluido (°C)	14,8	15,3	15,3	15,2
<b>Tixotropia</b>	<b>0,059</b>	<b>0,086</b>	<b>0,072</b>	<b>0,006</b>
pH	9,31	8,9	8,97	9,04
<b>Condutividade (µs/cm)</b>	<b>2610</b>	<b>1418</b>	<b>1612</b>	<b>1830</b>
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	1,8052	1,8424	1,8582	1,8592

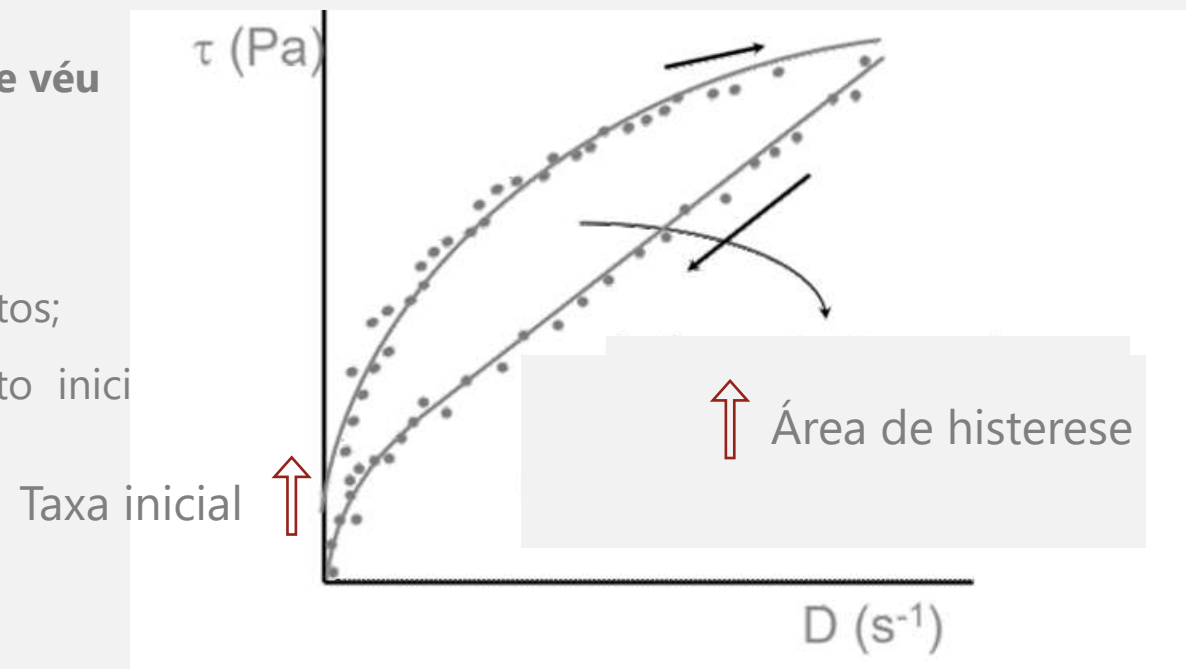


# CONCLUSÕES

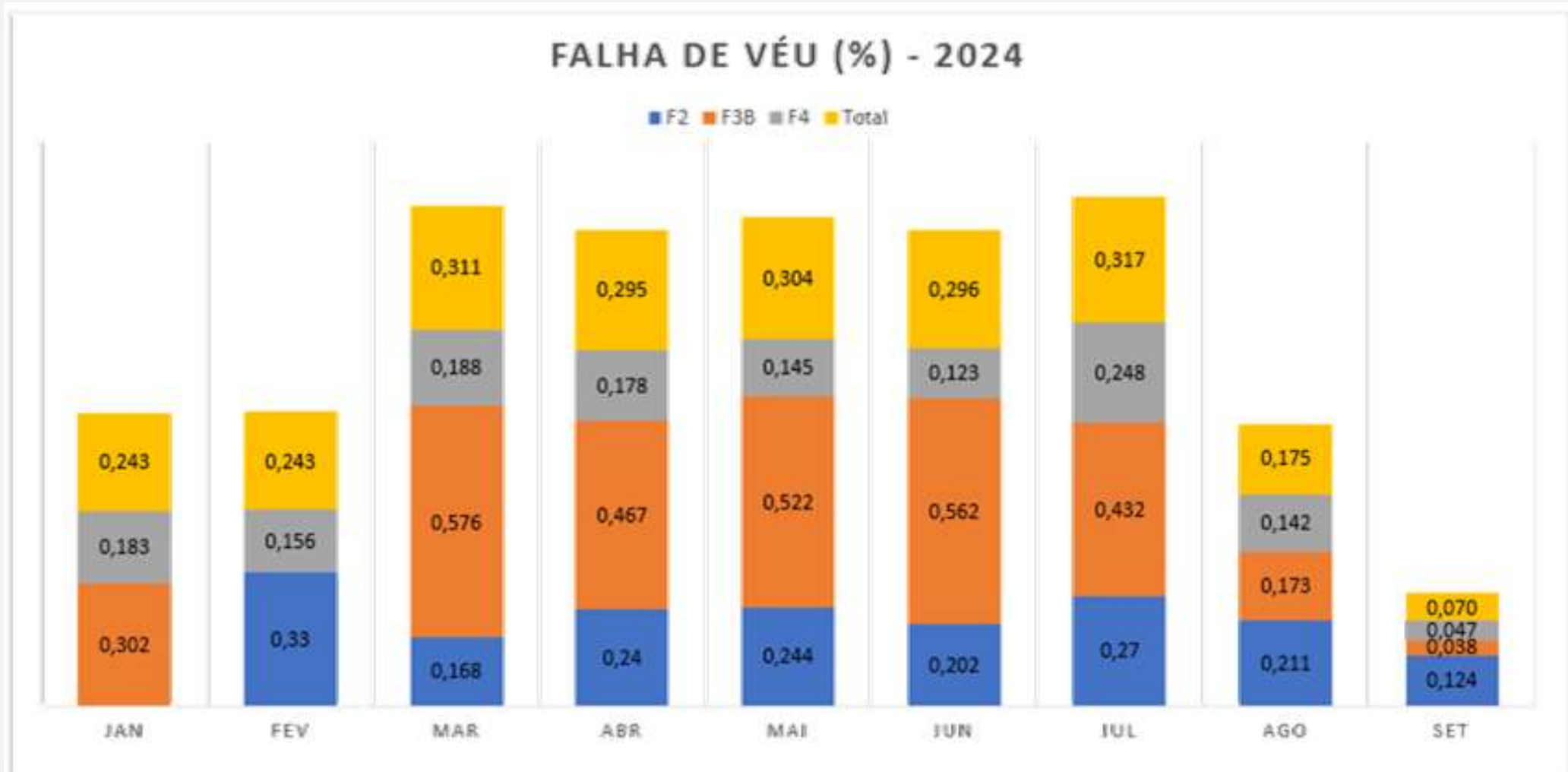
## Avaliação de curvas de escoamento de 18 compostos (Engobes e esmaltes)

Tendem a melhorar o problema de bolhas e falha de véu

- Redução da condutividade;
- Aumento da tixotropia – avaliação de mais compostos;
- Aumento ou diminuição da taxa de cisalhamento inicial dependendo da composição



# ESTIMATIVA DE RESULTADOS



# USO DE VISCOSÍMETRO ROTACIONAL NA OTIMIZAÇÃO DE ESMALTES CERÂMICOS: UMA ABORDAGEM PRÁTICA

Natália Morelli Possolli  
natalia.possolli@mohawkbr.com

Mohawk Revestimentos Cocal do Sul LTDA

Elizabeth

**eliane** floor

**eliane**

 DECORTILES

  
MOHAWK