



**ANÁLISE COMPARATIVA DO DESEMPENHO TÉCNICO DE MASSAS DE  
PORCELANATO ESMALTADO, OBTIDAS PELOS PROCESSOS VIA ÚMIDA E VIA SECA.**

*Laudicéia E. Marques Flôres<sup>1</sup>*

*Gabriel Francisco Clemes*

*Moishés Luiz da Silva*

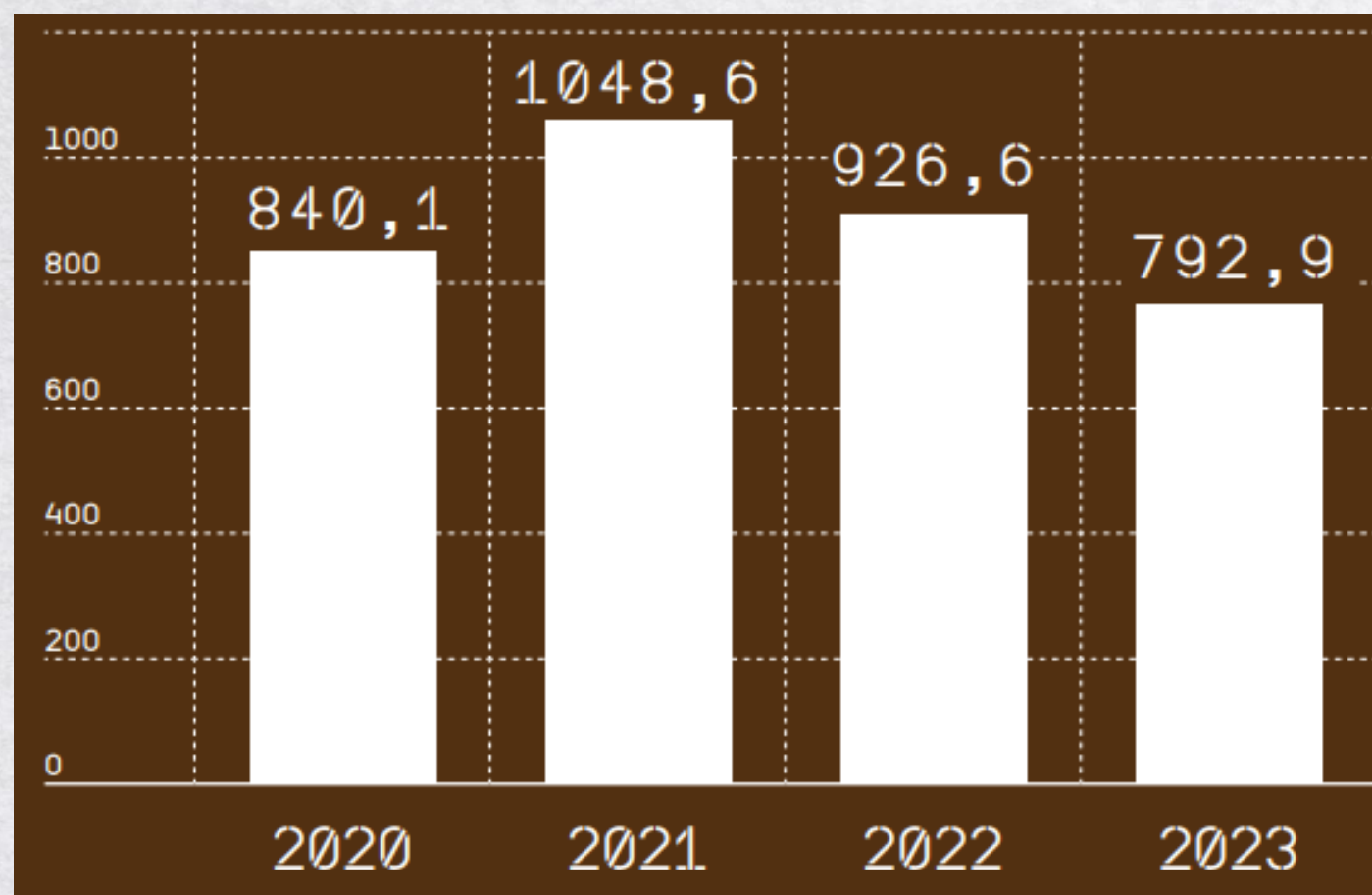
**OUTUBRO 2024**



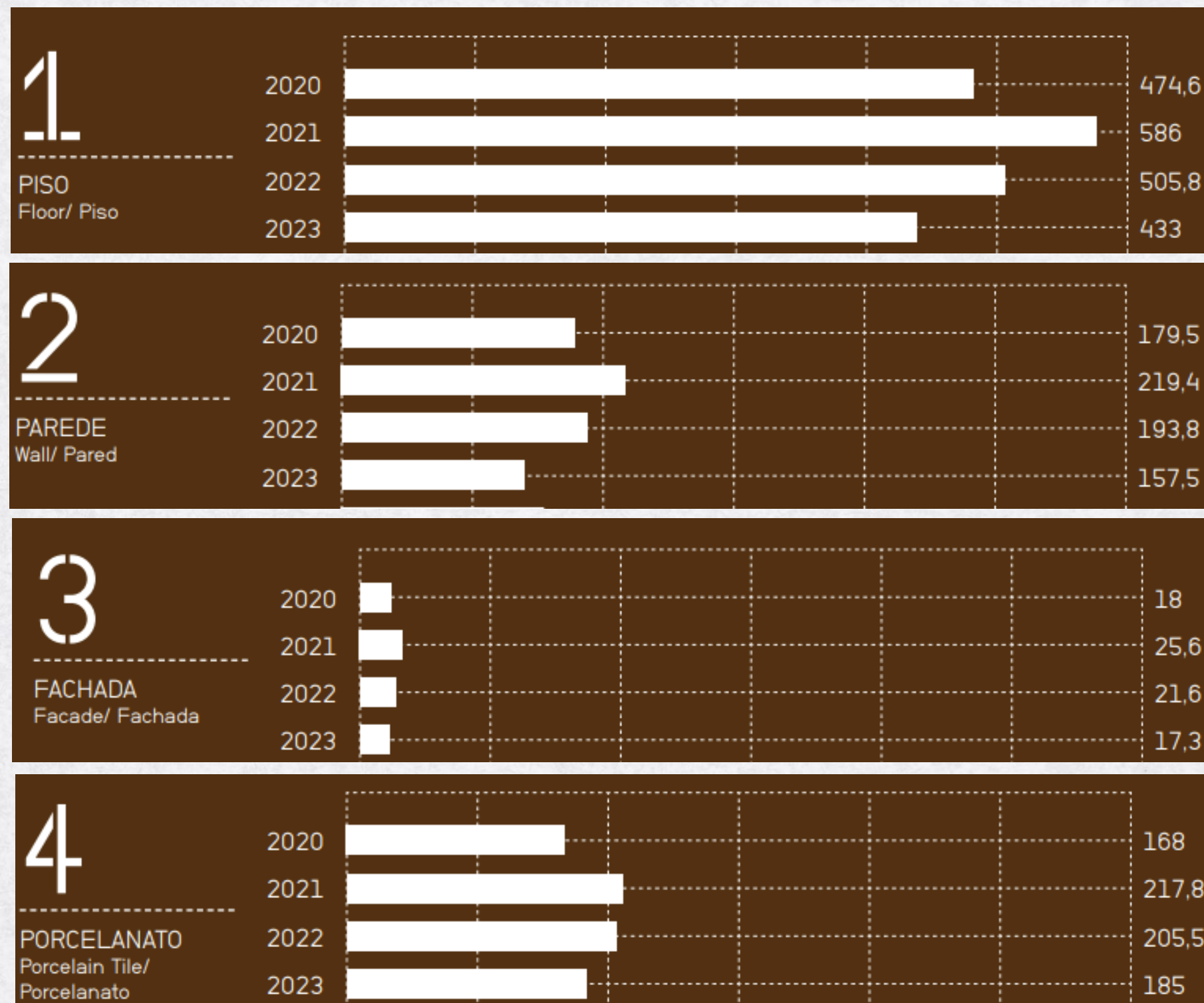
## OBJETIVOS

- Demonstrar que uma massa obtida pelo processo de moagem via seca é uma alternativa viável para produção de porcelanato esmaltado, com desempenho técnico equiparável a uma massa obtida pelo processo via úmida, levando em consideração as peculiaridades de cada processo.

### PRODUÇÃO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS NO BRASIL.



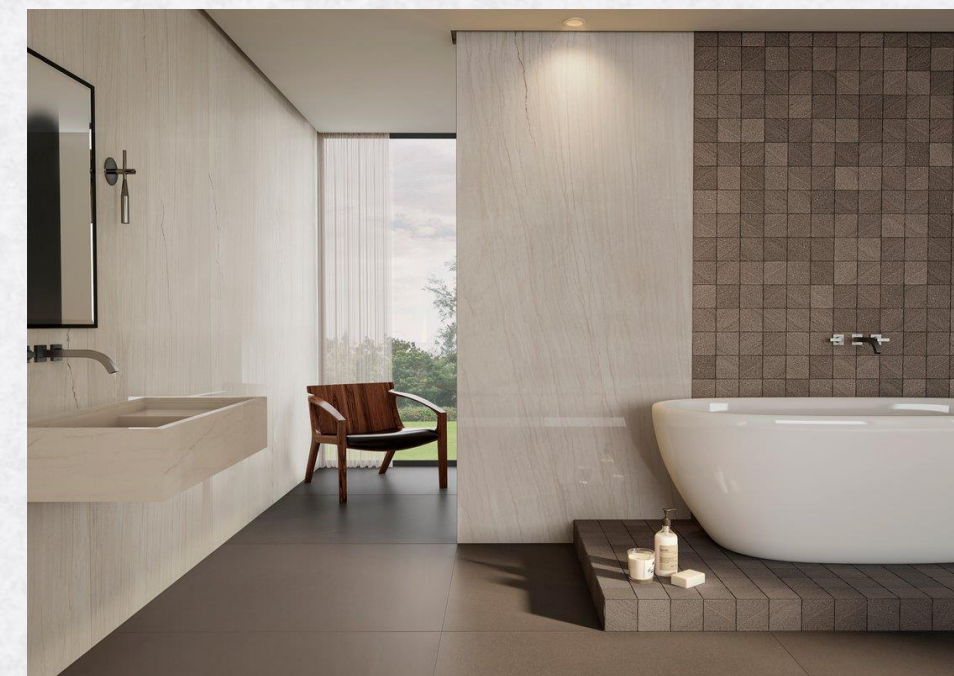
Produção brasileira de revestimentos cerâmicos (milhões de m²).



## Porcelanato Esmaltado

### Características

- Superfície Esmaltada;
- Baixa absorção de Água: inferior a 0,5 %;
- Alta Resistência;
- Versatilidade de Design e aplicação;
- Facilidade de Limpeza;
- Baixa deformação piropiástica.



- A maior produção de revestimentos cerâmicos no Brasil é de Pisos, porém observa-se uma fração significativa de porcelanato esmaltado.
- O trabalho vem comprovar a possibilidade das fábricas que produzem piso, produzirem também o porcelanato esmaltado pelo processo via seca, utilizando a planta fabril que possuem, sem investimentos significativos.

## Desafios do Projeto

- Dificuldades iniciais em entender as peculiaridades do processo via seca;
- Adequação dos parâmetros e matérias-primas utilizadas no processo via úmida para o processo via seca.
- Entendimento que deveríamos aproximar os parâmetros via úmida o máximo possível, do processo via seca, respeitando as limitações.

## Grupo de matérias-primas

Matérias-primas  
massa via seca



Matérias-primas  
Massa via úmida

## Características dos processos

MOAGEM VIA SECA	MOAGEM VIA ÚMIDA
Predominância na produção de pisos (Grês e Semi-grês).	Predominância na produção de Porcelanatos e Monoporosa.
Processo mais otimizado.	Elevados consumos de água e energia.
Grupo de matérias-primas restrito.	Grupo de matérias-primas mais diversificado.
Homogeneização menos eficaz.	Moagem mais eficaz e homogênea.

- Caracterizou-se em laboratório duas massas de porcelanato esmaltado obtidas pelos processos de moagem via seca e via úmida.
- Analisou-se os resultados obtidos, comparando o desempenho técnico das massas quanto às propriedades tecnológicas do produto.

## Parâmetros de processamento

	<u>Processo via úmida</u>	<u>Processo via seca</u>
Resíduo de moagem (%)	5,0 - 5,5 (#325)	5,0 - 5,5 (#230)
Defloculante (%)	0,40	-
Água (%)	54,5	-
Umidade para conformação (%)	7,5	8,5
Pressão específica (kgf/cm <sup>2</sup> )	300	300
Ciclo de queima (min.)	40	40

## Resultados Pré-queima

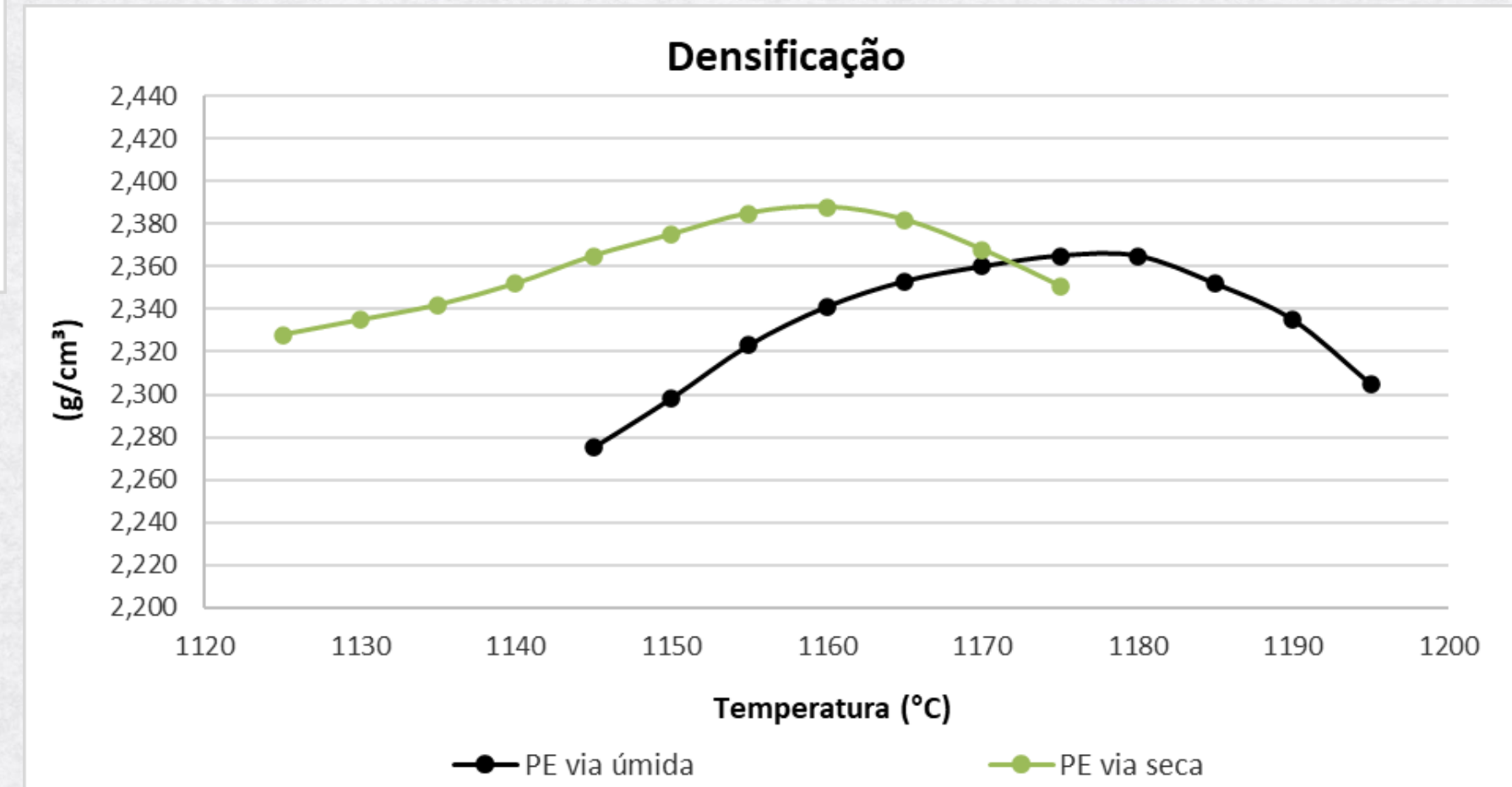
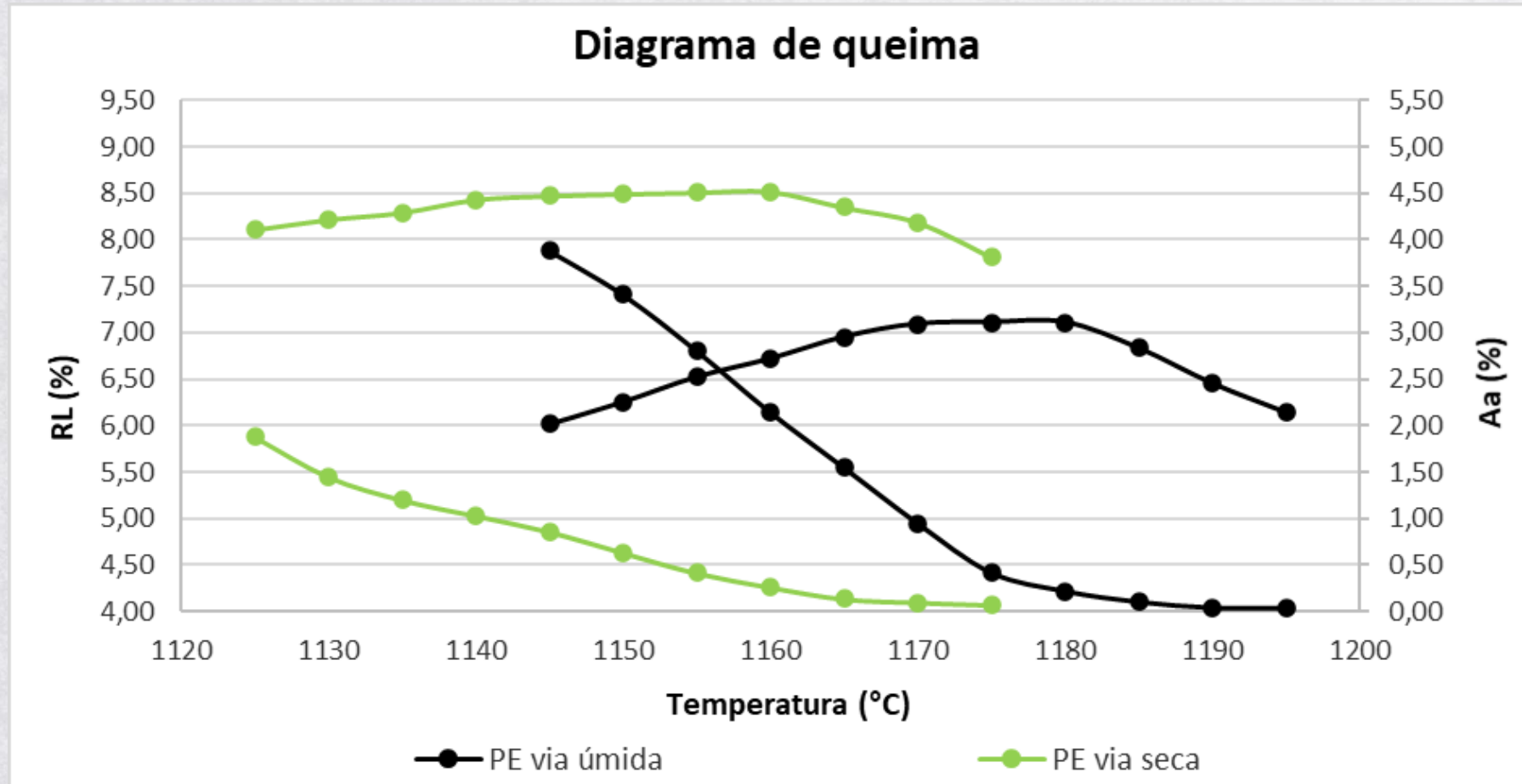
	Dap seco (g/cm <sup>3</sup> )	RMF seco (kgf/cm <sup>2</sup> )
PE via úmida	1,975	43,87
PE via seca	1,956	39,44

Retração linear (%)	Temperatura (°C)														
	1125	1130	1135	1140	1145	1150	1155	1160	1165	1170	1175	1180	1185	1190	1195
PE via úmida					6,02	6,26	6,53	6,72	6,95	7,09	7,11	7,11	6,83	6,46	6,15
PE via seca	8,11	8,22	8,30	8,43	8,47	8,49	8,51	8,52	8,35	8,19	7,82				

Absorção de água (%)	Temperatura (°C)														
	1125	1130	1135	1140	1145	1150	1155	1160	1165	1170	1175	1180	1185	1190	1195
PE via úmida					3,885	3,412	2,808	2,145	1,550	0,950	0,418	0,219	0,103	0,040	0,036
PE via seca	1,882	1,450	1,201	1,031	0,859	0,633	0,414	0,261	0,133	0,097	0,069				

Densificação (%)	Temperatura (°C)														
	1125	1130	1135	1140	1145	1150	1155	1160	1165	1170	1175	1180	1185	1190	1195
PE via úmida					2,275	2,298	2,323	2,341	2,353	2,360	2,365	2,365	2,352	2,335	2,305
PE via seca	2,328	2,335	2,342	2,352	2,365	2,375	2,385	2,388	2,382	2,368	2,351				

## DIAGRAMA DE QUEIMA



## RESULTADOS



### Resistência mecânica à flexão

	<b>RMF Q. (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>PE via úmida</b>	701,20
<b>PE via seca</b>	704,85

### Deformação piropiástica

	<b>IP (10<sup>-5</sup>cm<sup>-1</sup>)</b>	<b>Absorção de água (%)</b>
<b>PE via úmida</b>	6,67	0,34
<b>PE via seca</b>	5,11	0,30

### Mancha de matéria orgânica

<b>PEV-SP via úmida</b>	
<b>PVS-SP via seca</b>	

### Dilatação térmica linear

	<b><math>\alpha</math> (x10<sup>-7</sup> °C<sup>-1</sup>)</b>	
	<b>35-325 °C</b>	<b>560-580 °C</b>
<b>PE via úmida</b>	73,37	186,62
<b>PE via seca</b>	68,44	168,43

## RESULTADOS

### Composição química

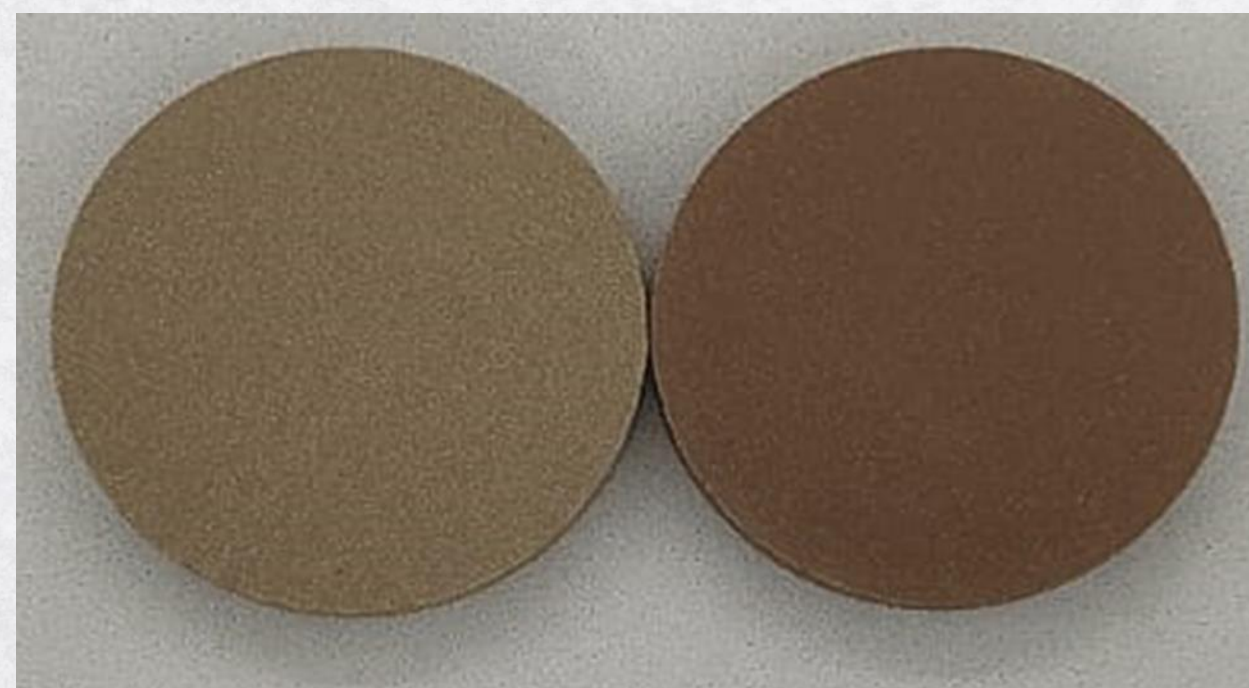
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ZrO <sub>2</sub>	PF
PE via úmida	70,75	15,97	2,07	0,50	1,61	2,86	0,05	0,57	2,03	0,05	0,00	3,54
PE via seca	66,95	17,82	3,78	0,50	1,99	2,66	0,05	0,84	1,22	0,08	0,00	4,10

### Teor de carbonatos

	Teor carbonatos (%)	
	CaCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
PE via úmida	0,77	0,46
PE via seca	0,75	0,45

## RESULTADOS cor

	Coordenadas colorimétricas				Observações
	L* (branco)	a* (vermelho)	b* (amarelo)	Delta E*	
PEV-SP via úmida	49,98	5,91	13,96	Ref.	-
PVS-SP via seca	41,30	8,64	13,13	9,14	menos branco; mais vermelho; menos amarelo



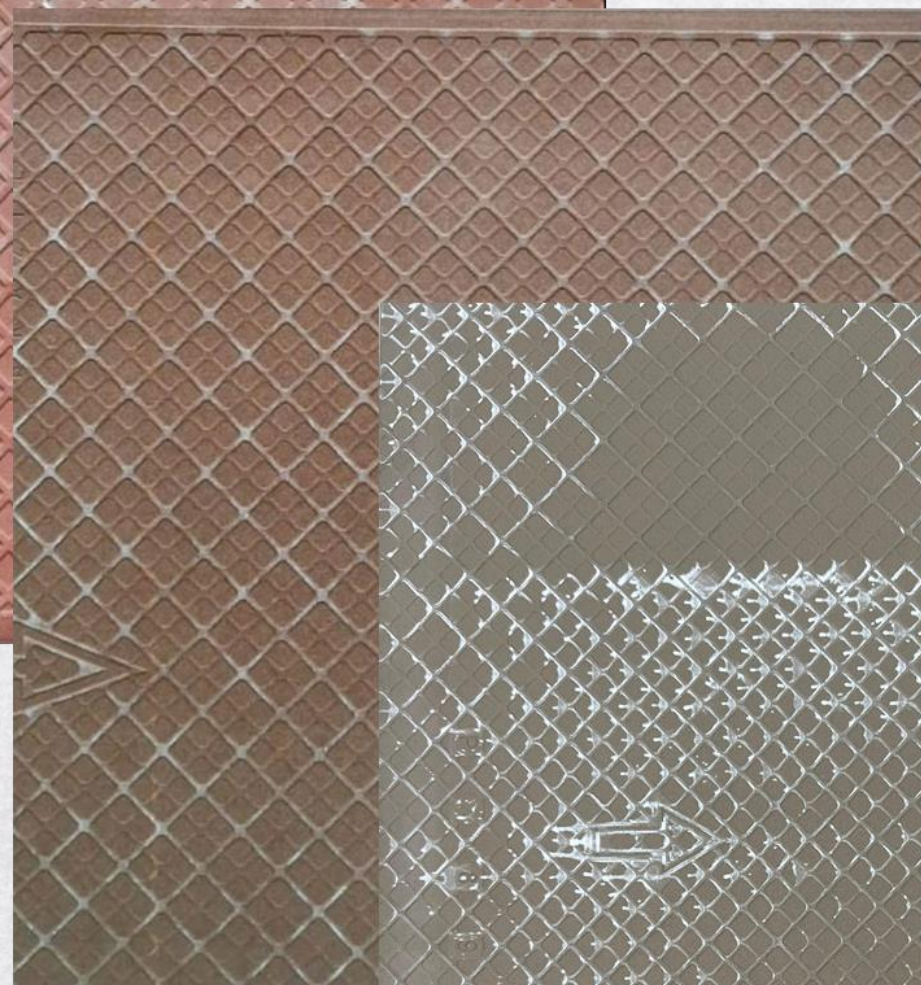
PVS-SP  
Via úmida

PVS-SP  
Via seca

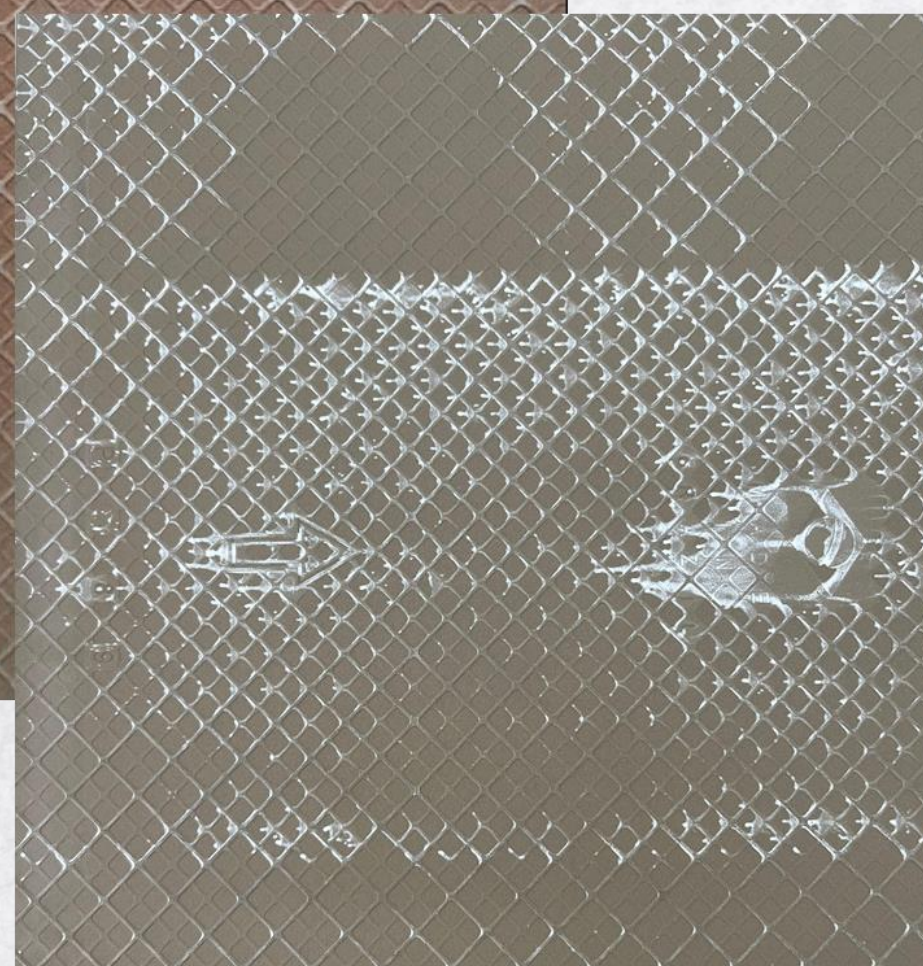
## RESULTADOS Cor dos produtos



Piso



Porcelanato Esmaltado  
via seca



Porcelanato Esmaltado  
via úmida

- Ambas as massas apresentam excelente desempenho técnico em todas as propriedades analisadas.
- Os resultados indicam que é viável produzir porcelanato esmaltado pelo processo via seca com desempenho equiparável à obtida pelo processo via úmida.
- A diferença observada, como cor de queima, se deve a seleção das matérias-primas e as condições do processo.
- O processo de moagem via seca favorece a introdução de métodos mais sustentáveis e eficientes sem comprometer a qualidade do produto final.

# Tcota

 **@tcota.engenharia**

**Unidade 1 - Tijucas:**

Rua Biguá, nº178 - Centro, Tijucas/SC  
CEP: 88200-000

 (48) 3263-6743 | 3263-6756

 (48) 99948-9648

**Unidade 2 - Rio Claro:**

Avenida 61, nº1636 - Jardim Anhanguera, Rio Claro/SP  
CEP: 13501-570

 (48) 99100-9339

 <http://www.t-cota.com.br>