

## **PROSPECÇÃO E ANÁLISE TÉCNICA DA JAZIDA DE CALCÁRIO RENAUX COM O OBJETIVO DE DESENVOLVER CALCITA #200 PARA APLICAÇÃO EM MASSAS DE MONOPOROSA**

Nilson Schwartz da Silva – T-cota Engenharia e Minerais Industriais Ltda.

nilson@t-cota.com.br

Moishés Luiz da Silva – T-cota Engenharia e Minerais Industriais Ltda.

moishes@t-cota.com.br

Rua coronel Izidoro, 1022 – Tijucas – SC – CEP 88200-000

Telefone: 055-48-3263 6743

### **RESUMO**

A importância da composição química do calcário sobre a estabilidade dimensional de massas de revestimentos cerâmicos esmaltados (monoporosas) foi demonstrada pela T-cota no artigo AVALIAÇÃO DO EFEITO DA ADIÇÃO DE CALCÁRIOS CALCÍTIOS E DOLOMÍTIOS A MASSA SOBRE A REGULARIDADE DIMENSIONAL E INÉRCIA A ÁGUA DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS POROSOS. O artigo mostrou também a influência do dito mineral sobre a cor e a resistência mecânica da monoporosa. A conclusão do estudo especificou composição química de calcita para uso nestes revestimentos.

A partir das especificações técnicas e econômicas do calcário que atende a indústria de monoporosa de Santa Catarina, a T-cota pesquisou e desenvolveu o mineral industrial. O presente artigo mostra o trabalho de desenvolvimento da calcita. Relata os resultados da prospecção da ocorrência mineral, a formulação do mineral industrial e o seu comportamento em massa de monoporosa típica. O trabalho reflete o compromisso da T-cota com o desenvolvimento e o controle de minerais industriais regionais de qualidade.

### **INTRODUÇÃO**

Santa Catarina é o maior produtor nacional de revestimentos cerâmicos esmaltados para aplicação em paredes de cozinhas e banheiros, denominados, comercialmente por monoporosa. A monoporosa destaca-se dos demais revestimentos para parede devido à sua excelente conformidade dimensional e qualidade da superfície esmaltada, requisitos de produto controlados, respectivamente, pela composição química e granulométrica da calcita utilizada. Composição química e granulometria controlam também a cor e a resistência mecânica do produto acabado.

Com o objetivo de desenvolver calcita para o atendimento da demanda da indústria catarinense, a T-cota prospectou calcários calcíticos na Jazida Renaux, em Brusque, SC, de direito minerário da empresa Calcário Botuverá. O resultado do trabalho foi o desenvolvimento e a produção de calcita #200, que vem sendo usada pelos principais fabricantes de monoporosa do Estado.

### **PROSPECÇÃO DA ÁREA**

Com base na experiência da Mineração Calcário Botuverá sobre a extração de calcário da jazida Renaux, foram definidas duas bancadas para início da prospecção da área. A bancada 1 compreende a área de maior concentração de calcário calcítico da jazida. Esta bancada de cor acinzentada mede cerca 40m de altura por 150x50m de base e é bastante homogênea. O corpo do mineral mergulha com inclinação cerca de 20°.



Figura 1 - Bancada 1

A bancada 2 compreende uma larga faixa que corta toda extensão da mina, desde o pátio principal até as bancadas mais altas, e mede, aproximadamente, 50m de altura; apresenta cor acinzentada como a 1; sua inclinação é também de 20°.



Figura 2 - Bancada 2

Por conta do mergulho do corpo, todos os furos de sondagem respeitaram o critério de 15 a 20º de inclinação, contrária à orientação do mineral, conforme setas na foto. De cada furo de 9m de profundidade foram coletadas 3 amostras. As amostras foram extraídas com a ajuda de um equipamento de perfuração denominado “rock drill”.

Estima-se que a área cubada contenha, pelo menos, 100.000t de calcita que cumpram as especificações técnicas para uso em massas de monoporosa.



*Figura 03 – Perfuração com equipamento “rock drill” respeitando inclinação do corpo.*

## ■ RESULTADOS

Os resultados da prospecção e análise técnica do calcário das duas bancadas foram medidos de duas maneiras, em duas etapas: (1) análise química das amostras e da mistura das amostras que atendem aos requisitos da massa – MIX BOTUVERÁ -; (2) teste do MIX BOTUVERÁ em massa padrão de monoporosa.

## ANÁLISE QUÍMICA

As amostras coletadas foram quarteadas para análise. As duas tabelas a seguir expressam os resultados das análises químicas das bancadas. A terceira tabela define a calcita que representa o compromisso entre o melhor aproveitamento econômico da jazida e o atendimento aos requisitos de produto.

Bancada 1

Amostras / óxidos (%)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PF
Calcita padrão 1	5,67	1,12	0,47	46,44	0,17	0,06	5,20	0,04	39,15
Calcário padrão 2	10,85	2,58	1,67	41,45	0,59	0,28	4,23	0,10	35,69
Calcário padrão 3	10,94	1,93	0,76	41,51	0,01	0,08	5,48	0,00	36,58
Calcário de minas	2,25	0,16	0,15	52,47	0,07	0,01	0,69	0,35	41,43
Botuverá F-1 - 0 a 3 m	2,38	0,52	0,28	52,36	0,17	0,03	0,82	0,01	41,03
Botuverá F-1 - 3 a 6 m	2,18	0,37	0,46	51,11	0,14	0,02	2,38	0,01	39,06
Botuverá F-1 6a9 m	2,68	0,69	0,40	51,77	0,21	0,04	0,69	0,03	41,31
Botuverá F-2 - 0 a 3 m	3,06	0,78	0,35	51,30	0,20	0,05	0,54	0,02	37,46
Botuverá F-2 - 3 a 6 m	3,78	1,25	0,45	48,22	0,36	0,06	0,42	0,02	38,75
Botuverá F-2 - 6 a 9 m	3,09	0,74	0,33	51,71	0,22	0,03	0,38	0,02	40,93
Botuverá F-3 - 3 a 6 m	4,02	0,98	0,93	48,61	0,26	0,13	1,36	0,04	38,45
Botuverá F-3 - 3 a 9 m	4,61	1,48	0,74	48,66	0,38	0,09	0,62	0,05	39,58
Botuverá F-4 - 0 a 3 m	4,14	1,34	0,40	50,97	0,32	0,04	0,19	0,04	39,15
Botuverá F-4 - 3 a 6 m	5,73	1,93	0,55	47,95	0,53	0,05	0,35	0,06	38,59
Botuverá F-4 - 6 a 9 m	4,76	2,55	0,71	48,00	0,65	0,08	2,73	0,00	34,43
Botuverá F-5 - 0 a 3 m	2,80	0,79	0,39	52,26	0,21	0,03	0,36	0,03	39,79
Botuverá F-5 - 3 a 6 m	3,38	1,02	0,36	51,07	0,28	0,03	0,58	0,03	40,90
Botuverá F-5 - 6 a 9 m	4,55	1,70	0,52	49,43	0,40	0,05	0,34	0,05	39,45
Botuverá F-6 - 0 a 3 m	4,88	1,88	0,54	49,57	0,47	0,05	0,15	0,06	37,66
Botuverá F-6 - 3 a 6 m	4,83	1,75	0,64	49,05	0,48	0,04	0,19	0,04	38,25
Botuverá F-6 - 6 a 9 m	3,78	1,37	0,66	51,07	0,40	0,04	0,17	0,04	39,46
Média	3,80	1,24	0,51	50,18	0,33	0,05	0,72	0,03	39,07
Amplitude	3,54	2,16	0,64	4,46	0,51	0,11	2,58	0,06	6,88
Menor	2,18	0,37	0,28	47,95	0,13	0,02	0,15	0,00	34,43
Maior	5,70	2,55	0,93	52,36	0,65	0,13	2,73	0,06	41,31

## Bancada 2

Amostras / óxidos (%)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PF
Calcita padrão 1	5,67	1,12	0,47	46,44	0,17	0,06	5,20	0,04	39,15
Calcário padrão 2	10,85	2,58	1,67	41,45	0,59	0,28	4,23	0,10	35,69
Calcário padrão 3	10,94	1,93	0,76	41,51	0,01	0,08	5,48	0,00	36,58
Calcário de minas	2,25	0,16	0,15	52,47	0,07	0,01	0,69	0,35	41,43
Botuverá F-7 - 0 a 3 m	5,64	3,81	1,49	47,74	0,75	0,16	2,45	0,00	36,37
Botuverá F-7 - 3 a 6 m	5,95	2,65	1,15	47,22	0,54	0,10	0,21	0,06	37,22
Botuverá F-7 - 6 a 9 m	5,24	4,40	1,32	48,34	0,84	0,16	2,43	0,00	35,38
Botuverá F-8 - 0 a 3 m	2,32	0,47	0,23	52,91	0,16	0,03	0,40	0,03	41,61
Botuverá F-8 - 3 a 6 m	2,66	0,69	0,28	52,38	0,20	0,03	0,35	0,02	41,79
Botuverá F-8 - 6 a 9 m	3,99	1,23	0,42	50,43	0,37	0,04	0,42	0,05	39,37
Botuverá F-9 - 0 a 3 m	2,77	0,79	0,27	52,23	0,21	0,02	0,36	0,02	40,82
Botuverá F-9 - 3 a 6 m	3,54	1,18	0,35	50,63	0,31	0,03	0,33	0,03	40,36
Botuverá F-9 - 6 a 9 m	3,95	1,38	0,48	50,66	0,35	0,07	0,30	0,05	39,74
Média	4,00	1,84	0,66	50,28	0,41	0,07	0,80	0,03	39,18
Amplitude	3,63	3,93	1,26	5,68	0,68	0,14	2,23	0,06	6,40
Menor	2,31	0,46	0,22	47,22	0,15	0,02	0,21	0,06	35,37
Maior	5,95	4,40	1,48	52,91	0,84	0,20	2,45	0,00	41,78

O calcário das duas bancadas analisadas apresenta alto teor de CaO e baixos de MgO e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. A composição química destes materiais atende aos requisitos técnicos de massas de monoporosa.

Encontraram-se poucas contaminações nas bancadas. P.ex.: a amostra de 0 a 3 metros do furo 03 da bancada 1 não é calcita, e todas as amostras do furo 07 da bancada 2 apresentaram teor de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mais alto que o das calcitas tipicamente utilizadas pela indústria.

Com base nos resultados das análises químicas, misturara-se todas as amostras – excluindo as com teor de CaO menor que 48% ou Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> maior que 1,0%. A mistura – MIX Botuverá – foi testada em massa padrão de monoporosa em substituição a uma calcita tipicamente utilizada pela indústria.

### Composição química do MIX Botuverá

Óxidos (%)	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>
MIX BOTUVERÁ	3,299	2,021	1,004	50,692	0,04	0,446	0,006	0,182	0,967	0,082

## AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO TECNOLÓGICO DA CALCITA MIX BOTUVERÁ EM MASSA TÍPICA DE MONOPOROSA

O comportamento tecnológico de massa típica de monoporosa com CALCITA MIX BOTUVERÁ foi avaliado comparativamente ao da mesma massa com calcita típica utilizada pela indústria para verificar o atendimento do MIX BOTUVERÁ às especificações de massa.

### Fórmulas e parâmetros de processo

	Calcita típica	MIX Botuverá
Argila	38	38
Caulim	31	31
Calcita padrão	16	
MIX Botuvera		16
Filito	15	15
SOMA	100	100

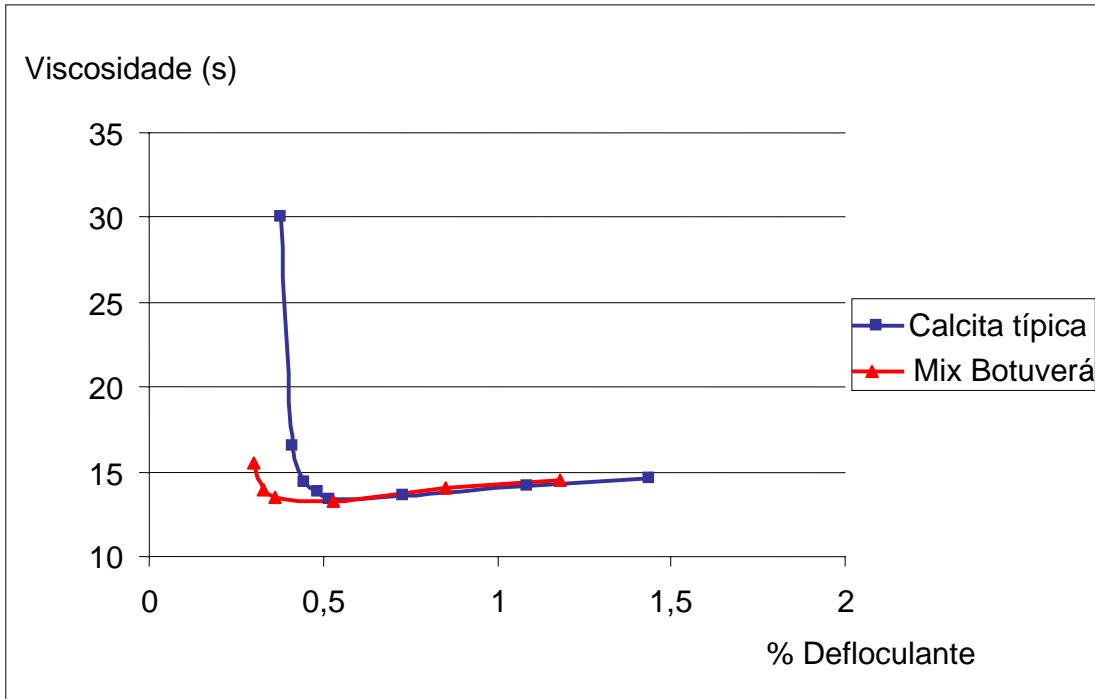
Resíduo #325 (%)	5,0-6,0	5,0-6,0
Umidade (%)	6,5	6,5
Press. Esp. (kgf/cm <sup>2</sup> )	280	280
Ciclo Queima (min)	38	38

### Propriedades tecnológicas pré-queima

Expansão de prensagem de corpo-de-prova verde e retração de secagem, densidade aparente e resistência mecânica à flexão de corpos-de-prova secos

	Calcita típica	MIX Botuverá
Dapseco (g/cm <sup>2</sup> )	1,966	1,948
RMFseco (kgf/cm <sup>2</sup> )	37,11	37,78

### Curvas de defloculação



### Diagramas de queima

#### Retração linear

	1080°C	1100°C	1120°C	1140°C	1160°C	$\Delta$ RL
Calcita típica	0,47	0,53	0,75	1,09	1,48	0,56
MIX Botuvera	0,41	0,43	0,49	0,61	0,77	0,18

#### Absorção de água

	1080°C	1100°C	1120°C	1140°C	1160°C	$\Delta$ AA
Calcita típica	18,34	18,02	17,72	16,6	15,53	1,42
MIX Botuvera	18,43	18,07	18,28	17,81	17,52	0,26

#### Densidade aparente

	1080°C	1100°C	1120°C	1140°C	1160°C
Calcita típica	1,763	1,774	1,785	1,805	1,838
MIX Botuvera	1,749	1,753	1,753	1,761	1,775

## Propriedades tecnológicas pós-queima

Resistência mecânica à flexão, perda ao fogo e expansão por umidade

	Calcita típica	MIX Botuverá
RMF Q. 1140°C (kgf/cm <sup>2</sup> )	304,47	278,14
Perda ao fogo - 1140°C (%)	11,61	11,8
Expansão por umidade (%)	0,015	0,013

Cor

Coordenadas Colorimétricas	L*	a*	b*	ΔE
Calcita típica	78,09	7,17	19,46	
MIX Botuvera	77,41	8,18	19,09	0,88

### — OBSERVAÇÕES

**Sobre as propriedades tecnológicas pré-queima:** a substituição da calcita típica pelo MIX Botuverá não alterou as propriedades pré-queima da massa em estudo.

**Sobre o comportamento na queima:** a massa com MIX Botuverá melhorou significativamente a estabilidade dimensional do produto.

**Sobre a resistência mecânica à flexão da massa queimada:** embora a resistência da massa 'MIX Botuverá' seja inferior a da massa 'Calcita típica', o valor de resistência da massa MIX Botuverá ainda é muito superior ao valor mínimo de 150 kgf/cm<sup>2</sup> prescrito pela norma ISO13006 para placas de espessura superior a 7,5mm.

**Sobre a defloculação das massas:** barbotinas preparadas com MIX Botuverá e calcita típica apresentaram comportamento na defloculação parecidos, destacando-se menor quantidade de defloculante necessário ao alcance de mínima viscosidade quando se emprega MIX Botuverá;

**Sobre a cor das massas:** a massa com MIX Botuverá apresentou cor branca, similar à típica, que cumpre os requisitos de cor da monoporosa.

### — CONCLUSÕES

A substituição de calcários ricos em MgO por calcitas de alta pureza (como a MIX BOTUVERÁ) em massas de monoporosa melhora enormemente a regularidade dimensional do produto. Isto porque a presença de MgO na composição do calcário diminui o intervalo de sinterização da massa ao contrário do CaO que o aumenta. Os valores dos demais requisitos técnicos de processo e de produto das duas massas, com as duas calcitas, são praticamente os mesmos.

A calcita presente nas bancadas 1 e 2 é indicada para uso em massas de monoporosa, como mostram os resultados de massa com MIX BOTUVERÁ comparativamente aos resultados com calcita típica.