

Os Fatores que Influenciam na Vida Útil dos Rolos Refratários

Cláudio Mori^{a*}

^aCerâmica e Velas de Ignição NGK do Brasil LTDA

*e-mail: claudiomori@ngkntk.com.br

Resumo: Os rolos refratários cerâmicos utilizados em fornos de sinterização dos mais diversos tipos de placas cerâmicas sofrem a influência de vários fatores que influenciam em sua vida útil, tais como ataque químico, matérias-primas utilizadas nas composições cerâmicas, incrustações sobre os rolos, materiais dos engobes, limpeza dos rolos e temperatura na troca dos rolos. Neste artigo iremos descrever como esses vários fatores atuam sobre os rolos e o que fazer para amenizar os seus efeitos.

Palavras-chave: rolos refratários, placas cerâmicas, fornos.

1. Função dos Rolos Refratários

Resistentes a deformação sob carga em altas temperaturas: Os rolos da NGK compostos de mulita, cordierita e córindom suportam cargas de até 40 kg.m⁻² e são utilizados na sinterização dos mais diversos tipos de placas cerâmicas (porosas, semi-porosas, semi-grês, grês e porcelanatos) sem deformarem em altas temperaturas.

Resistentes a choques térmicos: Na introdução/retirada para limpeza/recolocação no forno, os rolos têm que suportar os vários ciclos de aquecimento e resfriamento brusco durante sua vida útil e isto faz com que uma de suas características mais importantes, e que tem grande influência em sua vida útil, seja a sua Resistência ao Choque Térmico. Ver gráficos nas Figuras 1 e 2.

Transportar as placas uniformemente: Os rolos têm que ter alta precisão dimensional e baixo nível de empenamento para não desalinhar as placas cerâmicas transportadas ao longo do forno.

Resistente à corrosão química: Os rolos têm que resistir ao diversos tipos de ataques químicos causados pelos gases de combustão e materiais das placas, engobes e esmaltes.

2. Os Fatores que Influenciam na Vida Útil dos Rolos Refratários

2.1. Ataque químico nos rolos

Os fornos utilizados na sinterização de placas cerâmicas operam com temperaturas que variam da ambiente até temperaturas que chegam a 1250 °C.

Os rolos refratários sofrem ataque químico dos gases de combustão tais como O, CO, CO₂, H₂O e SO₂ e de elementos químicos alcalinos e alcalinos terrosos como Na, K, Mg, Ca, BA, etc., presentes nos produtos que entram em contato com os rolos, tais como massa das placas cerâmicas, esmaltes e engobes da muratura e do rolo (Figura 3).

Os elementos químicos em determinadas faixas de temperaturas reagem com o material do rolo refratário (no caso da NGK composto das fases mulita, cordierita e córindom) formando novas fases (Figura 4), com diferenças nas porosidades e microestruturas (Figuras 5 a 9) e diferentes coeficientes de expansão térmica.

No processo de retirada/inserção dos rolos do forno para a limpeza, os rolos sofrem choque térmicos (aquecimento e resfriamento brusco) e com as diferenças citadas no parágrafo anterior, as tensões internas aumentam e podem levar a geração de trincas e quebras dos rolos (Figura 4).

2.2. Matérias-primas das placas cerâmicas

De região para região existem diferenças nos teores dos elementos químicos presentes nas argilas, caulins, feldspatos, talcos, etc, utilizadas na fabricação de placas cerâmicas (Tabela 1).

Ex.: Argila:

Os diferentes teores de óxidos, principalmente os que possuem baixo ponto de fusão ou que possam reagir com o material do rolo refratário formando novas fases, tais como MgO, CaO, K₂O, Na₂O e Fe₂O₃, influenciam no ataque químico aos rolos. A composição dos Rolos da NGK ao longo dos anos foi desenvolvida e adaptada para operar com os diferentes tipos de matérias-primas e tipos de processamento das placas cerâmicas (via seca ou via úmida).

2.3. Incrustações sobre os rolos

Os rolos durante o uso aderem incrustações principalmente da massa das placas cerâmicas, esmaltes e engobes das muraturas. Na Figura 10 temos um caso em ocorreram incrustações de diversos tipos com cerca de 20 dias de uso do rolo.

As composições das massas das placas cerâmicas e dos esmaltes contêm elementos com baixo ponto de fusão e reagem com o rolo formando novas fases.

Recomenda-se que as rebarbas das placas cerâmicas sejam retiradas o máximo possível com o uso de rebarbadeiras e nas linhas de esmaltações sejam utilizados limpadores de correia na parte inferior para eliminar os resíduos de vidrados aderidos. Na Figura 11 temos um caso em que uma das laterais da placa havia rebarbagem incompleta e com isto sujava o rolo com resíduos de esmalte e na Figura 12 temos um exemplo do início de adesão da massa da placa cerâmica no rolo, analisadas por MEV e EDS.

Tabela 1. Exemplo de composições químicas típicas de argilas de diferentes regiões.

	Região de Santa Gertrudes	Região de Criciúma
Al ₂ O ₃	13-16	31-34
SiO ₂	61-69	49-53
MgO	1,8-3,2	1,4-1,8
TiO ₂	0,5-0,7	0,05-1,10
CaO	0,4-3,5	1,3-1,7
K ₂ O	2,5-3,8	1,4-1,7
Na ₂ O	1,8-4	0,8-1,0
Fe ₂ O ₃	4-6	0,8-1,3

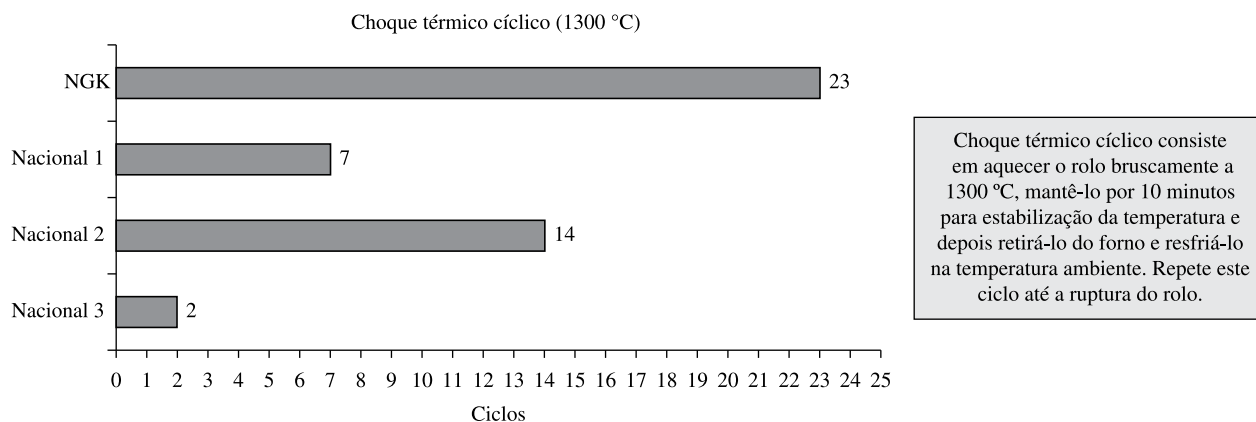


Figura 1. Comparativo de resistência ao choque térmico cíclico entre os fabricantes nacionais de rolos refratários.

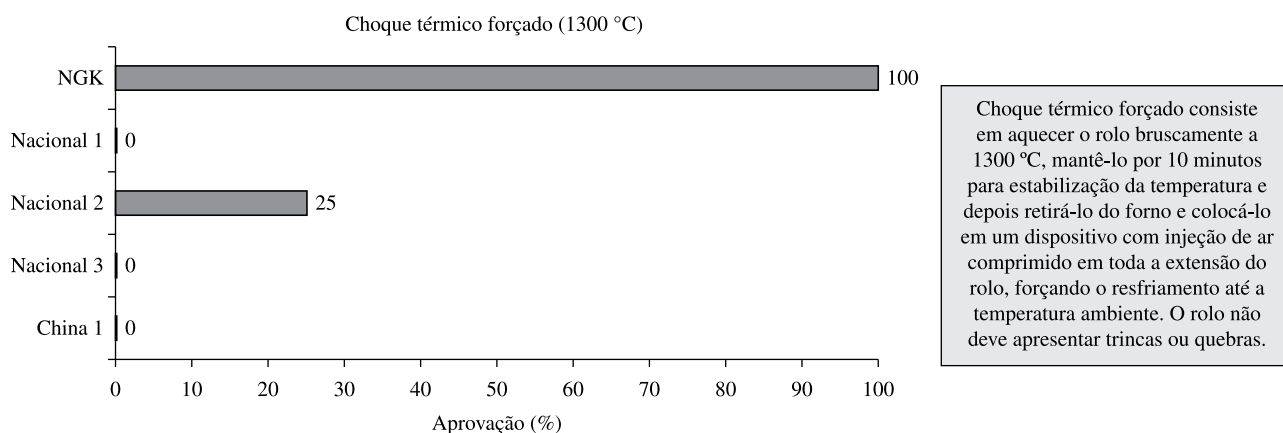


Figura 2. Comparativo de resistência ao choque térmico forçado entre os fabricantes nacionais e um chinês de rolos refratários.

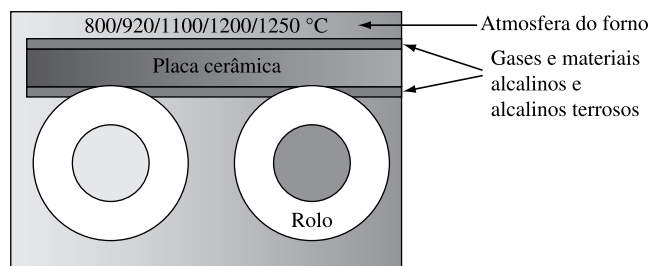


Figura 3. Ambiente do forno.



Figura 5. Peça de Rolo da zona de queima que quebrou na retirada (quarta retífica): presença de carepas de engobe da muratura e massa da placa.

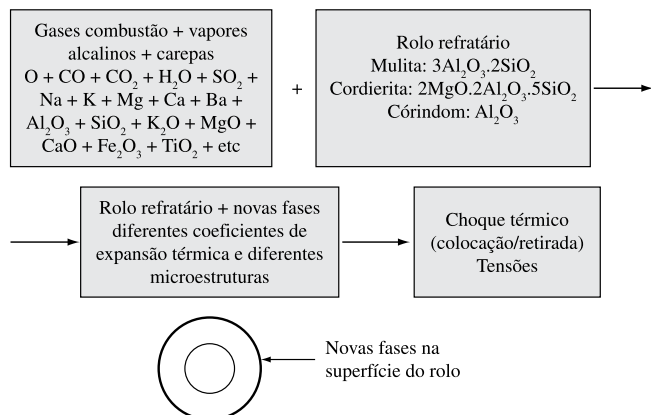


Figura 4. Formação de novas fases.

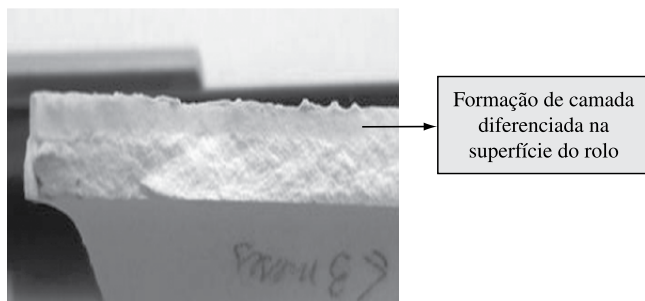


Figura 6. Ampliação do rolo da Figura 5.

Caso real: Em uma empresa realizando melhorias nas rebarbagens de massa e esmalte das placas cerâmicas permitiram aumentar a frequência de limpeza dos rolos de 1 para 5 meses.

2.4. Material do engobe

Os engobes da muratura e do rolo exercem um papel importante, pois os engobes criam uma barreira entre as placas cerâmicas e os rolos refratários (Figura 13), evitando que os materiais das placas cerâmicas grudem nos rolos em zonas de altas temperaturas, quando

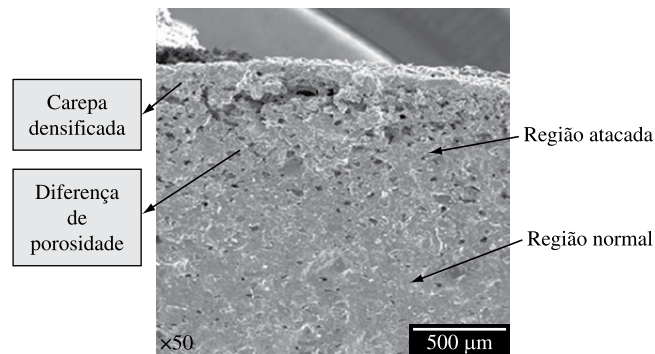


Figura 7. MEV da camada diferenciada mostrada na Figura 6.

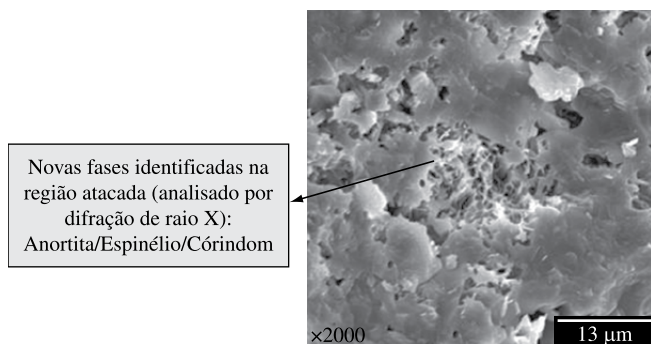


Figura 8. MEV da região atacada mostrada na Figura 7.

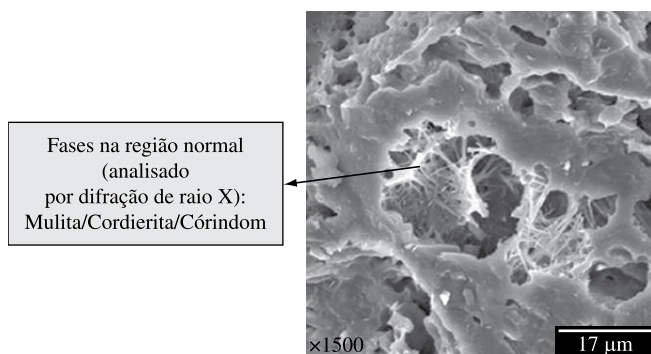


Figura 9. MEV da região normal mostrada na Figura 7.

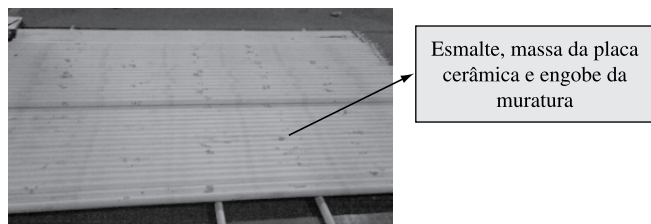


Figura 10. Rolos retirados do forno após 20 dias de uso.

ocorre a fusão das matérias-primas e também evitam o ataque químico direto das incrustações nos rolos cerâmicos.

Os materiais que contêm elementos químicos com baixo ponto de fusão como Na, K, Ca, etc, devem ser evitados o máximo possível ou utilizados em proporções bem baixas, pois eles reagem com o material do rolo formando novas fases com diferentes coeficientes de expansão térmica.

Recomenda-se o uso de engobes cuja composição tenha caráter refratário (poucos fundentes).

Na Figura 14 temos um exemplo de inscrutação no rolo com o engobe da muratura que continha na sua composição altos teores de Ca e Mg. Na análise de MEV e EDS notou-se a camada diferenciada que se formou na superfície do rolo e na região atacada observaram-se os elementos Ca e Mg em maior intensidade.

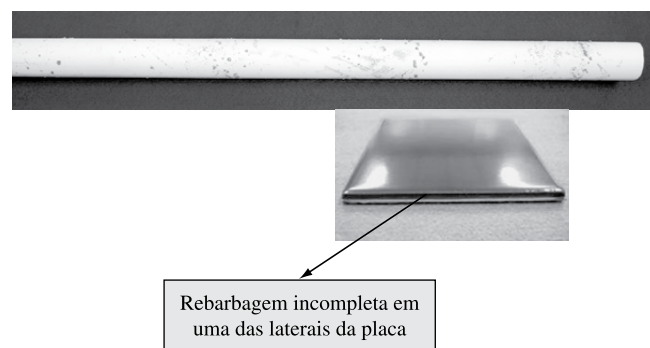


Figura 11. Rolo com incrustações de esmalte.

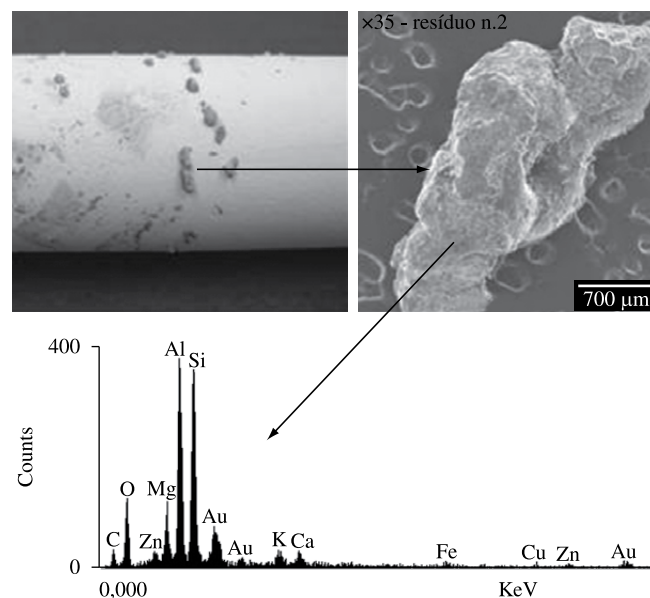


Figura 12. Rolo com incrustações de massa da placa cerâmica.

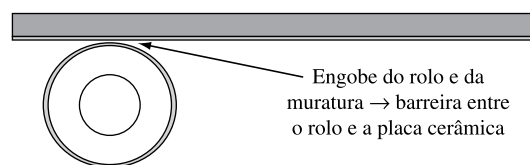


Figura 13. Engobe do rolo e da muratura.

2.5. Limpeza dos rolos

O período de limpeza dos rolos (5, 10, 15, 20 dias, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 meses, etc) varia de empresa para empresa em função dos vários fatores já citados.

Outro fator que também influencia é a qualidade da retífica/lixagem dos rolos. As retíficas/lixeiras devem agir somente sobre as sujeiras, evitando solicitar mecanicamente o rolo para que não sejam geradas trincas ou microtrincas.

Para o controle da vida útil dos rolos recomenda-se marcar com caneta ou lápis dentro do rolo (Figura 15) a cada retirada/retífica dos rolos e ter uma planilha para controle da vida útil dos rolos indicando os lotes dos rolos, datas de introdução, ciclos de retirada/ retífica/ reinstalação, quantidade de quebras dos rolos, etc.

2.6. Temperatura do forno na troca dos rolos

Recomendação: Recomenda-se abaixar a temperatura do forno em torno de 500 - 1000 °C na inserção e retirada dos rolos.

Na prática a temperatura de troca dos rolos tem variado de empresa para empresa em função da experiência e do nível de “incrustações de materiais” nos rolos.

Empresas com pouco nível de “incrustações de materiais” nos rolos têm realizado as trocas dos rolos sem abaixar a temperatura dos fornos.

Rolos novos: Normalmente são trocados sem abaixamento da temperatura dos fornos.

Rolos usados: A temperatura de troca depende muito do estado da impregnação dos materiais nos rolos, variando de empresa para empresa.

Fatores dependentes:

- Nível de incrustações (carepas).
- Quantidade de trocas: Quanto mais vezes o rolo for utilizado, menor será sua resistência, devido às degradações naturais da ação dos gases da queima e das impregnações de materiais.
- Qualidade da retífica/lixagem dos rolos.

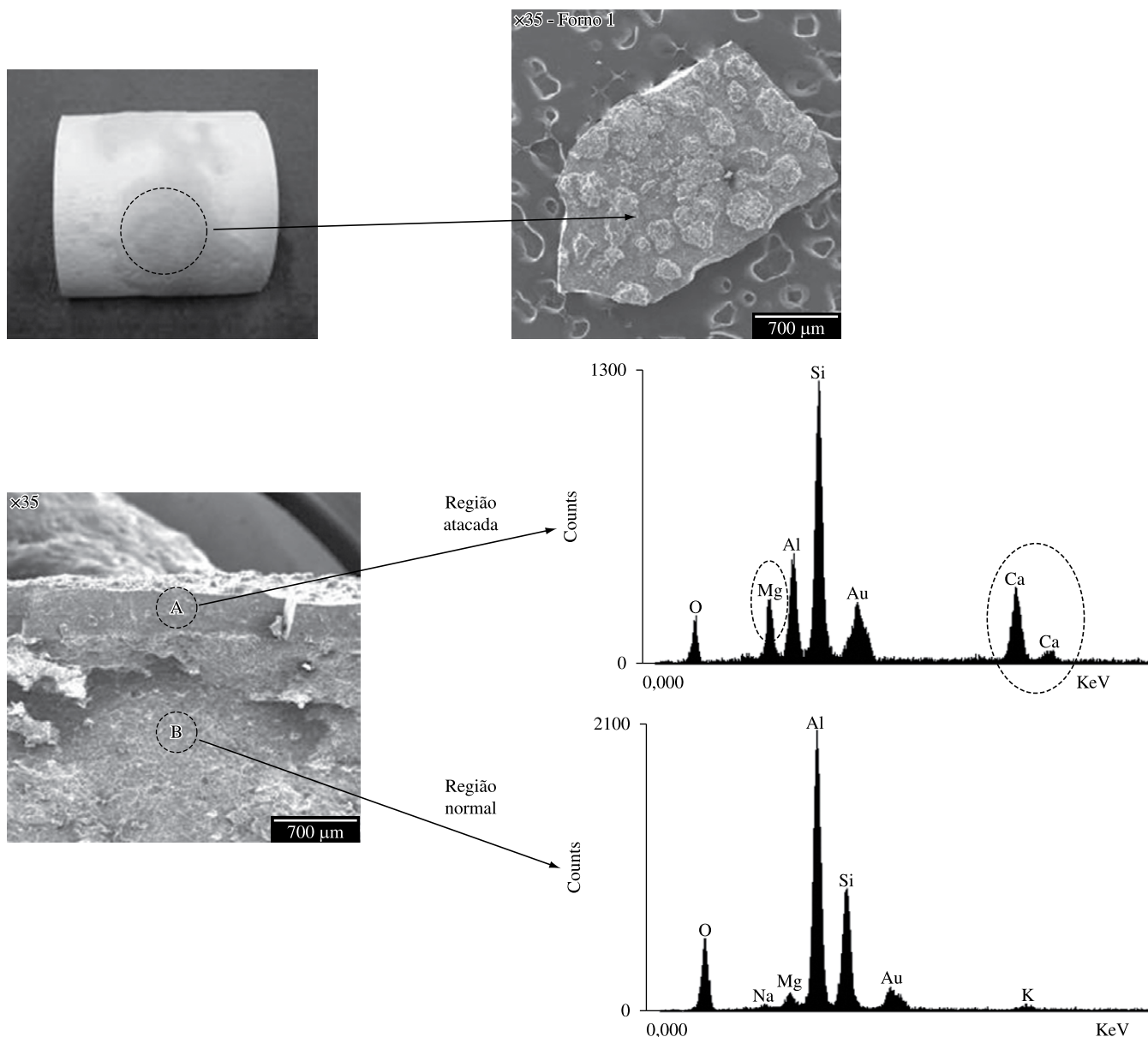


Figura 14. Rolo com incrustação de engobe da muratura.



Figura 15. Marcação interna do rolo do número de retirada/retífica.

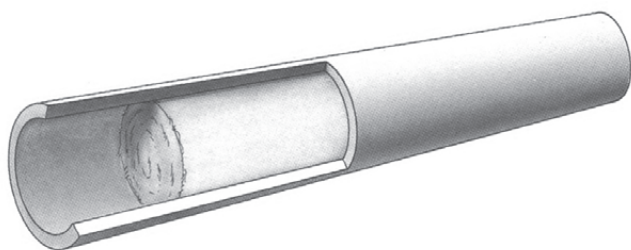


Figura 16. Fibras cerâmicas nas extremidades internas do rolo.

2.7. Recomendações gerais para uso e aumento da vida útil dos rolos

Aplicação de engobe nos rolos: proteção contra a aderência de “impregnações” de esmaltes, engobe da muratura e massa das placas cerâmicas. Após a aplicação do engobe nos rolos, antes de sua instalação no forno, seque-os pelo menos 24 horas a cerca de 100 °C para eliminar a umidade, afim de evitar quebras na introdução do rolo no forno.

Introdução do rolo no forno: Deve ser o mais rápido possível para manter homogênea a temperatura ao longo do seu comprimento

Limpeza das canaletas dos fornos: Manter limpo os canais de fragmentos de pisos evitam o desgaste dos rolos e em consequência o mau funcionamento do sistema e a quebra dos mesmos.

Rolamentos e engrenagens dos fornos: Mantê-los sempre ajustados, lubrificados e em boas condições de trabalho evita movimentos em falso e/ou travamentos dos rolos.

Alinhamento dos rolos no forno: Evita encavalamentos dos pisos e em consequência a possível quebra dos rolos.

Fibras cerâmicas nas extremidades internas do rolo (Figura 16): Evita perda de excessiva de calor.

Retirada dos rolos para limpeza e verificação: Evite de colocar os rolos diretamente sobre superfícies frias. Recomenda-se o uso de suporte giratório (os rolos apoiados somente nas extremidades

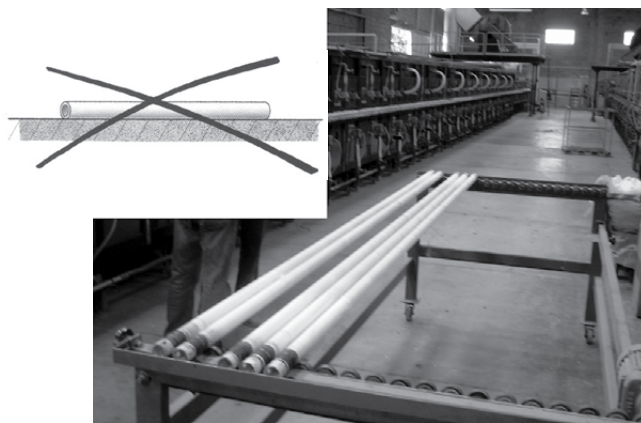


Figura 17. Suporte giratório para colocar os rolos quente retirados do forno para limpeza.

evita o choque térmico das superfícies frias e mantê-los girando enquanto estão quente evitam o empenamento) para resfriar os rolos (Figura 17).

Parada do forno por queda de energia: Manter os rolos em movimento (“Balanço”) para evitar que os rolos empenem.

3. Conclusões

A qualidade dos rolos, principalmente a alta resistência ao choque térmico e ao ataque químico dos gases de queima e incrustações, é fundamental em sua durabilidade, porém existem outros fatores que influenciam na sua vida útil tais como:

- Aplicação de engobe nos rolos/muraturas cujas composições tenham caráter refratário (evitar ou usar em pequenas proporções materiais que contêm elementos fundentes como Na, Ca e K;
- Realizar a limpeza a mais eficiente possível das rebarbas das placas cerâmicas (rebarbagem) após as suas prensagens e esmaltações;
- Adequar à temperatura do forno na troca dos rolos em função do nível de “incrustações de materiais” nos rolos e da experiência adquirida com a prática;
- Na limpeza dos rolos as retíficas/lixagens dos mesmos devem agir somente sobre as incrustações, evitando solicitar mecanicamente o rolo para que não sejam geradas trincas ou microtrincas em sua estrutura;
- Manter as condições de operação do forno (canaletas, rolamentos e engrenagens e alinhamento dos rolos) em perfeitas condições de trabalho ajuda no aumento da vida útil dos rolos e do forno;
- Uso de suportes giratórios para os rolos retirados evitam o choque térmico das superfícies frias e evitam o empenamento dos rolos enquanto estão quentes.