



## **ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO REJEITO DE GRANITO ROSA IRACEMA COMO MATÉRIA-PRIMA PARA A FABRICAÇÃO DE FUNIS DE SAÍDA DA FIAÇÃO A ROTOR DA INDÚSTRIA TÊXTIL. PARTE II: PROPRIEDADES FÍSICAS**

Cândido Jorge de Souza Lobo, candidojslobo@yahoo.com.br<sup>1</sup>  
Ricardo Emilio Ferreira Quevedo Nogueira, emilio@ufc.br<sup>1</sup>  
Raquel Argonz, argonz@ufc.br<sup>1</sup>  
Jose Marcos Sasaki, sasaki@fisica.ufc.br<sup>1</sup>  
Juscelino Chaves Sales, juscelinochaves@hotmail.com<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Ceará (UFC), Av. Mister Hull, s/n - Pici - CEP 60455-760, Fortaleza-CE, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), Departamento de Engenharia, Fortaleza-CE, Brasil.

**Resumo:** Neste trabalho foram determinadas as propriedades físicas das peças sinterizadas compostas de pó residual de granito e alumina. Este compósito foi utilizado como uma alternativa econômica ao material usado para a fabricação dos funis de saída da fiação a rotor na indústria têxtil, que é geralmente a alumina. Os compósitos foram comparados com os materiais de alguns funis importados utilizados normalmente na indústria têxtil. As amostras, obtidas por prensagem uniaxial, compostas de pó de granito e diferentes porcentagens de alumina foram sinterizadas aos 1200°C e 1500°C. O material sinterizado deve atender às exigências de produção do fio (resistência, dureza e acabamento superficial). Por isto foi avaliada a dureza das amostras nas composições utilizadas e a dureza dos funis disponíveis utilizando um microdurômetro Vickers. Foi realizado o ensaio brasileiro de compressão diametral. Foram feitas análises de rugosidade nas amostras sinterizadas de maior dureza. Foram realizados ainda o controle dimensional das peças sinterizadas nas diversas temperaturas além de análises dos funis comercializados. Foi determinada a curva de gresificação para os compósitos estudados às temperaturas de 1200°C e 1500°C. Esta curva é construída utilizando os valores de absorção de água e retração linear.

As amostras de matriz de granito Rosa Iracema contendo teores de 30 e 40% de alumina sub-micrométrica em peso e sintetizadas a 1500° C, apresentam resultados próximos dos obtidos com os funis importados fabricados a partir de materiais mais nobres. Esses resultados, evidenciam, por um lado, a viabilidade de se utilizar os materiais estudados e, por outro, a necessidade de se aprofundarem os estudos aqui relatados.

**Palavras-chave:** granito, alumina, funis industria têxtil, propriedades físicas, compósito.

## 1. INTRODUÇÃO

Durante décadas a indústria têxtil foi considerada uma das maiores responsáveis pela sustentabilidade e geração de emprego e renda no Estado do Ceará. O Nordeste, por ser o maior produtor de algodão do país, abriga atualmente importantes empresas no ramo têxtil e divide com o Sudeste e Centro-oeste a liderança nesse setor do país.

A indústria têxtil tem como objetivo a transformação de fibras em fios, de fios em tecidos e de tecidos em peças de vestuário, têxteis domésticos (roupa de cama e mesa) ou de artigos para aplicações técnicas (airbags, cintos de segurança, etc). As indústrias têxteis têm seu processo produtivo muito diversificado ou seja, algumas podem possuir todas as etapas do processo têxtil (fição, tecelagem e beneficiamento) outras podem ter apenas um dos processos (somente fição, somente tecelagem, somente beneficiamento ou somente fição e tecelagem, etc.) Romano (2003).

A fição pode ser definida como uma seção de operações que transforma uma massa de fibras têxteis inicialmente desordenadas (flocos) em um conjunto de grande comprimento, a qual em sua seção possui algumas dezenas de fibras mais ou menos orientadas e presas entre si mediante uma torção.

Apesar de ser um dos destaques mundiais no setor, o Brasil importa praticamente toda a tecnologia empregada em seus processos têxteis. Tecnologicamente, a fição foi o segmento da cadeia têxtil que mais avanços incorporou, registrando elevado incremento no grau de automação e na produtividade, passando a caracterizar-se como indústria de capital intensiva.

As novas práticas conferem, inclusive, maior resistência ao fio, cabendo destacar o desenvolvimento da fição a rotor (open-end) e, mais recentemente, o Jet-spinner – filatório a jato de ar- ainda pouco difundido no Brasil (Gorini & Siqueira, 1997).

Diversos processos numa indústria de fição utilizam peças cerâmicas justamente para aproveitar suas características de resistência ao desgaste e aparência vítrea (superfície polida). Seja na fição a rotor (open-end) ou a anel (convencional), é freqüente encontrar-se o fio em contato com peças desse material, porém o objeto de estudo será apenas o funil de saída utilizado no processo a rotor, pois é nele que é construído o fio e principalmente atribuídas todas as características importantes para um produto de qualidade (uniformidade, pilosidade, torção).

Nenhum elemento influencia de forma tão intensiva as propriedades de um fio como o funil de saída. Com sua forma e estruturação da superfície, ele é, além do rotor, determinante para a qualidade do fio e responsável pela estabilidade da fição.

Os primeiros funis eram de aço niquelado, um material que protegia muito a fibra, mas que sofria um desgaste demasiado. Através do tratamento com boro foi possível obter um material mais duro e, deste modo, uma vida útil mais prolongada. No entanto, o comportamento de fição destes funis piorava ao longo do tempo de duração de sua utilização, uma vez que a aspereza da superfície era reduzida devido ao efeito abrasivo do fio. Por este motivo, foi utilizado nos funis metálicos cromo em vez de níquel para obter um coeficiente de atrito constante ao longo de toda a duração de utilização dos funis de saída. Em 1986 foram desenvolvidos os primeiros funis feitos com cerâmica, com a finalidade de eliminar as marcas de desgaste em um espaço curto de tempo, melhorando a performance da produção e da qualidade do produto.

Com o filatório open-end em funcionamento, o rotor trabalha como parte do fio em seu interior com um número de rotações ate 150.000 rpm. As forças centrífugas produzidas pelas altas velocidades pressionam as fibras para o interior da ranhura do rotor, onde cada uma das fibras é torcida através da rotação do rotor, formando assim o fio. O fio é retirado do rotor através do funil de saída e desviado em 90° durante este processo. Parte do fio é girado em torno do centro (aqui o funil de saída) através da rotação do rotor e é aplicada rotação ao fio, sendo comparável a uma manivela cujo eixo é o funil de saída.

A Fig. (1) mostra um funil de saída e o processo de formação do fio a rotor respectivamente.



**Figura 1. à esquerda foto do funil de saída KN4 da Belcoro; à direita ilustração do processo de formação do fio na fiação a rotor. Fonte: (Schlafhorst, 2004)**

A superfície do funil de saída oferece, devido à estrutura em espiral, uma superfície de contato muito reduzida ao fio. Conseqüentemente, a estrutura do fio é lisa, tem uma superfície fechada e uma maior tendência à formação de enlaces. (Schlafhorst, 2004).

A aparência do fio é parte determinante na qualidade assim como a sua uniformidade e quantificação de pilosidade. “Todas as características podem ser medidas através de um equipamento chamado Uster Quantum, disponível em Indústrias do Ceará” (Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003).

Nesta pesquisa foi estudado o comportamento dos funis comerciais assim como do material compósito de pó de granito Rosa Iracema e alumina com o qual pretende-se substituir os primeiros. Foram realizados ensaios de microdureza Vickers, o ensaio brasileiro de compressão diametral, estudos de rugosidade, foi levantada a curva de gresificação do material, que está baseada nos dados de retração linear e absorção de água. Estes ensaios revelaram a viabilidade de utilização do compósito de pó de granito e alumina como substituto do material dos funis comerciais.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios de microdureza Vickers foram realizados utilizando amostras, compostos de alumina e pó de granito Rosa Iracema com porcentagem em peso de alumina variando entre 0% e 90%, que foram sinterizadas aos 1200°C e 1500°C, e os funis disponíveis. As medidas dos ensaios foram feitas utilizando um microdurômetro Shimadzu HVM.

Em cada amostra foram feitas cerca de cinco interações. A microdureza Vickers (HV) das amostras foi calculada utilizando o comprimento médio da diagonal das indentações de acordo com a Eq (1):

$$Hv = \frac{L}{2d^2} \quad (1)$$

Onde: L é a carga da indentação em Newton e 2d é o comprimento médio da diagonal em metros.  
O ensaio brasileiro de compressão diametral foi realizado de acordo com a Eq. (2):

$$\sigma_{xx} = \frac{2P}{\pi D} = \frac{P}{\pi R} \quad (2)$$

Onde  $\sigma_{xx}$  : tensão de tração uniforme na direção -x (positiva);  
P: força aplicada por unidade de espessura do cilindro;  
R: raio do cilindro; e  
D: diâmetro do cilindro

Foram feitas análises de rugosidade nas amostras sinterizadas de maior dureza e de melhor controle dimensional dentre as sinterizadas nas diversas temperaturas, além das análises dos funis comercializados. O equipamento utilizado foi o Starret N° 3800/EDP 67182, gentilmente cedido pela companhia Metalic Nordeste, empresa do grupo CSN com suas instalações na cidade de Maracanaú, região metropolitana de Fortaleza.

A curva de gresificação é ilustrada pela junção de dados de retração linear e absorção de água conforme metodologia descrita abaixo.

O ensaio de retração térmica linear está fundamentado na variação da peça quando submetida a sinterização. Essa contração embora se manifeste de uma forma tridimensional, é medida linearmente e expressa na forma de um coeficiente. A contração linear das peças foi determinada pela Eq. (3)

$$\Delta L\% = \frac{L_s - L_0}{L_0} \times 100 \quad (3)$$

Onde  $L_0$  é o comprimento da peça a verde e  $L_s$  o comprimento da peça após o processo de sinterização. A contração foi determinada baseando-se na norma ABTN NBR 9623 MB 2382.

O ensaio de absorção de água foi conduzido de acordo com a norma ABTN NBR 152703:2005. O índice de absorção de água (AA) é determinado pela Eq. (4)

$$AA (\%) = \frac{m_u - m_s}{m_s} \times 100 \quad (4)$$

Onde,  $m_u$  (massa úmida) e  $m_s$  (massa a seco)

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados do ensaio de microdureza foi decisiva para a determinação da quantidade de alumina utilizada para reforçar o rejeito de granito. A idéia inicial era trabalhar com o granito puro para atingir as características da peça comercializada; porém após estudos preliminares foi verificada a necessidade de reforçar a matriz para obtenção dessas características.

Para a temperatura de sinterização de 1200°C verifica-se que os maiores valores de dureza foram obtidos para as amostras contendo 30 a 40% em peso de  $Al_2O_3$  o que sugere que a adição de alumina até esses valores não prejudica a sinterização das peças, e ainda contribui para o aumento da resistência mecânica. A adição da alumina acima desses teores provoca uma queda na dureza, porque a alumina assume o papel de matriz, e a sinterização da mesma só ocorre para temperaturas em torno de 1500°C. A Fig. 2 ilustra os resultados para essa temperatura.

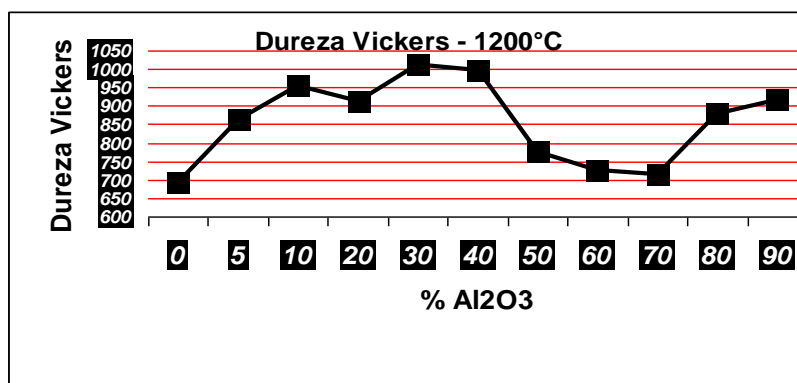


Figura 2. Dureza Vickers para a temperatura de sinterização de 1200°C

Os valores de dureza mais elevada obtidos para as amostras com teores de alumina acima de 80%, aparentemente contrariam esta tendência. No entanto, esses valores devem ser analisados com reserva, pois as amostras não estavam bem sinterizadas (o que pode ser confirmado pelas curvas de gresificação) e suas superfícies eram bastante irregulares, o que dificultou a realização dos ensaios de dureza e aumentou a imprecisão dos resultados.

É importante salientar que o objetivo deste trabalho é utilizar a maior quantidade de granito possível que permita se chegar a uma solução de compromisso entre custo e qualidade da peça acabada, quando comparada aos funis disponíveis no mercado. A ênfase é na fabricação de um material compósito de matriz granítica (ou de sílica).

Para a temperatura de 1500°C, a sinterização do pó de granito puro fica prejudicada, pois as fases constituintes do material começam a fundir e as peças se deformam consideravelmente, tornando-se bastante irregulares e porosas. Este fato se repetiu para baixos teores de adição de alumina até se atingir o valor de 40%. A partir desse ponto, verifica-se o aumento da dureza do compósito, provavelmente devido ao início da sinterização da alumina. Para a composição de 40% em peso de  $Al_2O_3$  obtiveram-se valores de dureza em níveis próximos aos obtidos com o funil comercial (1296 Vickers).

A Fig. 3 demonstra os resultados de dureza para a temperatura de sinterização de 1500°C.

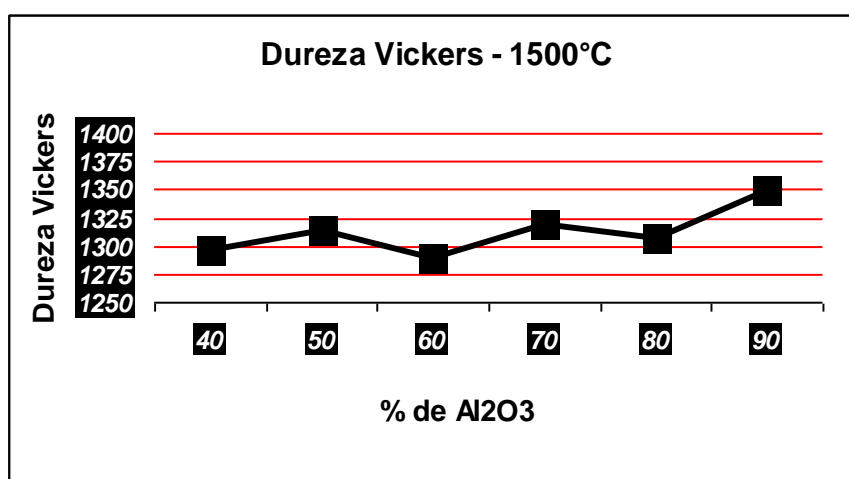


Figura 3. Dureza Vickers para a temperatura de sinterização de 1500°C

A partir desses resultados foram realizadas investigações de dureza em peças sinterizadas a temperaturas intermediárias, utilizando um corpo de prova de cada composição (30% e 40% em peso de  $Al_2O_3$ ). A Tab. 1 mostra os resultados obtidos.

Tabela 1 Dureza das amostras em Vickers

Temperatura de sinterização	30% em peso $Al_2O_3$	40% em peso $Al_2O_3$
1300°C	1108	1123
1400°C	1149	1182

O comportamento das amostras sinterizadas às temperaturas intermediárias demonstra que a dureza aumenta com a temperatura. Isso se deve, provavelmente, a uma maior densificação das amostras, proporcionada pela evolução gradual da segunda fase líquida.

O ensaio de compressão diametral do grupo de amostras demonstrou um comportamento esperado de fratura descrito por Castro-Montero et al. (1995). De acordo com aquele estudo a propagação da trinca se daria ao longo de seu diâmetro no sentido longitudinal, obtendo um formato de duas semicircunferências, como mostra a Fig. 4.



Figura 4. Amostra fraturada após ensaio de compressão diametral

A curva para os resultados de resistência à compressão diametral de peças sinterizadas a 1200°C apresentam comportamento crescente com o percentual de alumina e temperatura de sinterização, porém à mesma temperatura verificam-se pequenas variações (menor de 1%) a partir de 30% em peso de  $Al_2O_3$ . A Fig. 5 ilustra os resultados à temperatura de 1200 °C.

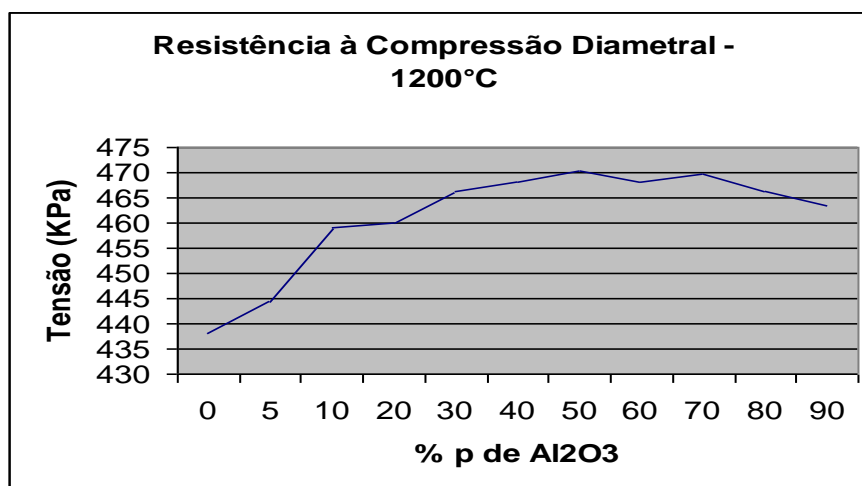


Figura 5. Resistência à compressão diametral (1200°C)

A Fig. 5 mostra que os maiores valores de resistência ocorreram a partir da composição de 30% em peso de alumina e se manteve praticamente constante após esse valor, em torno de 465 kPa. A sinterização das amostras a 1500°C revela um comportamento também crescente levando-se em consideração o crescimento do percentual de alumina, conforma exposto na Fig. 6.

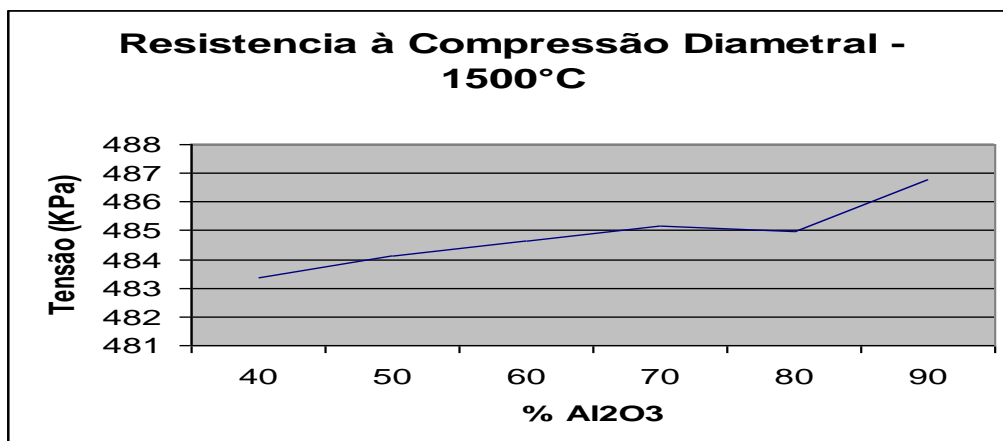


Figura 6. Resistência à compressão diametral (1500°C)

Para essa temperatura de sinterização as variações foram muito menores considerando o aumento do percentual de alumina, provavelmente devido à matriz e o reforço sofrerem sinterização e com isso minimizar os vazios (poros) no interior do material dificultando a propagação das trincas.

A Tab. 2 mostra os resultados de resistência para as temperaturas intermediárias (1300°C e 1400°C) para as composições de 30% e 40% em peso de alumina.

Tabela 2. Compressão diametral em (1300°C e 1400°C) em KPa

Temperatura de sinterização	30% em peso de Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	40% em peso de Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1300°C	476	478
1400°C	478	480

Esses resultados revelam um comportamento idêntico ao da dureza, pois a temperaturas intermediárias (1300°C e 1400°C) obtiveram-se valores de resistência também intermediários.

A rugosidade foi analisada através do gráfico com perfil de superfície e valores de rugosidade média Ra. A Fig. 7 mostra o resultado para o funil KN4.

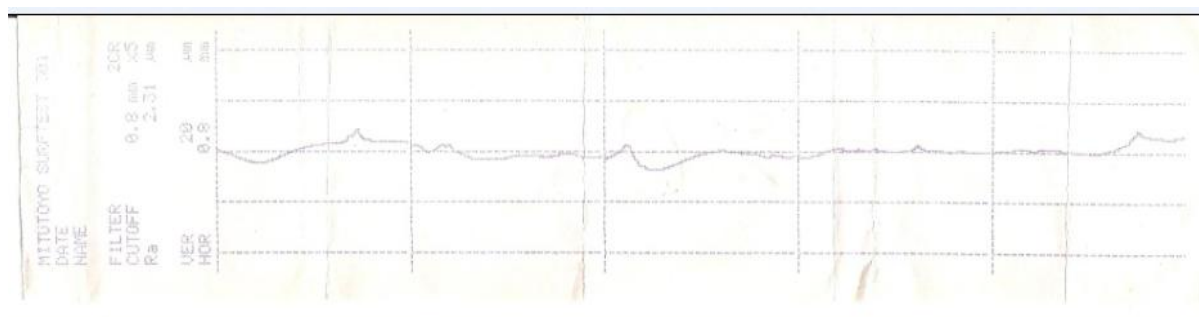


Figura 7. Rugosidade para funil KN4 Ra= 2.31

A Fig. 7 mostra uma superfície sem grandes ondulações, com picos suaves e bem próximos a linha média. O funil KSK4A possui ranhuras projetadas para aumentar a estabilidade do fio e, por esse motivo, não foi possível realizar a medição da rugosidade superficial.

Para os corpos de prova produzidos nesta pesquisa, os menores valores de rugosidade foram obtidos para as composições de 30% e 40% em peso de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, sinterizadas a 1500°C conforme se pode verificar na Fig. 8.

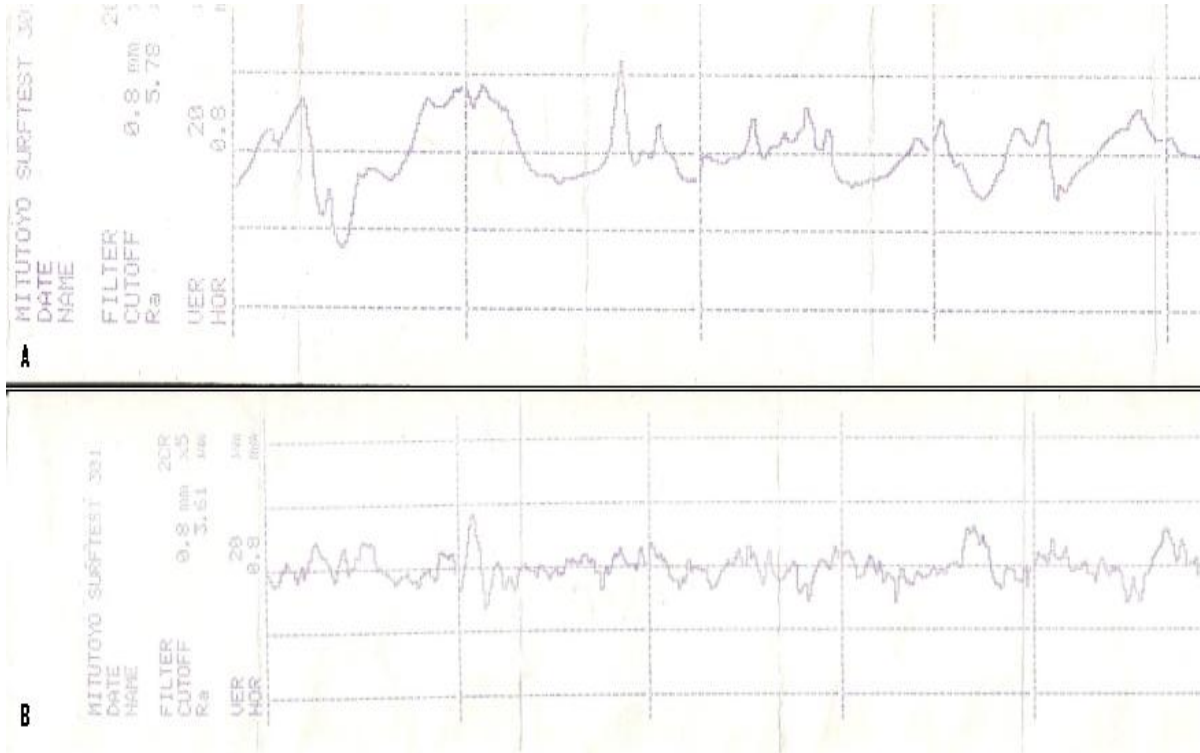
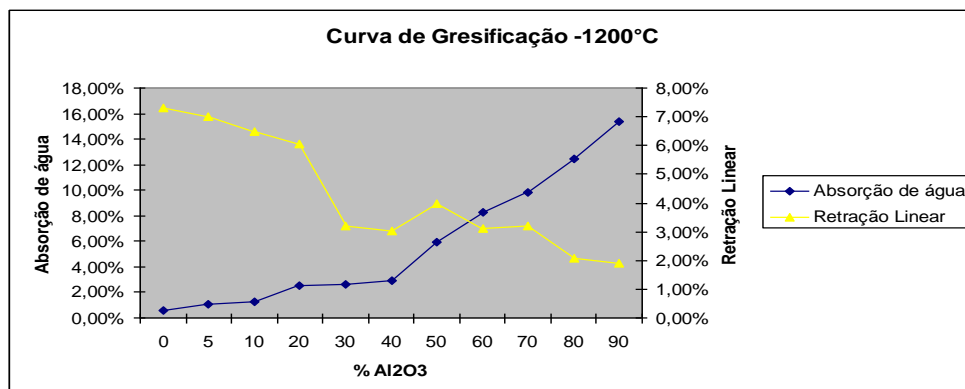


Figura 8. Gráfico de rugosidade a) 30% em peso de  $Al_2O_3$   $Ra= 5.78$  b) 40% em peso de  $Al_2O_3$   $Ra=3.61$

A 1500°C obteve-se menor rugosidade superficial para a amostra com maior quantidade de  $Al_2O_3$ . Provavelmente, isso se deve pela temperatura ser mais próxima da temperatura ótima de sinterização do reforço, além do tamanho de partícula da alumina ser muito menor que o do rejeito, ocasionando uma maior compactação e uma superfície mais homogênea.

Após a queima das amostras a 1200°C, 1500°C e posteriormente a 1300°C e 1400°C para as composições de 30% e 40% em peso de  $Al_2O_3$  foram determinadas as curvas de gresificação das respectivas amostras.

Para a temperatura de 1200°C, a partir da curva de gresificação (Fig. 9) encontra-se um comportamento típico de peças com um grau maior de sinterização à medida que diminui o percentual em peso de partículas de reforço (alumina). Parte da massa de granito transforma-se em líquido viscoso que preenche as lagunas (poros) e após o resfriamento forma uma camada maciça, o que dá a aparência vítrea. Quanto maior o grau de sinterização, maior é a retração linear e menor a absorção de água.

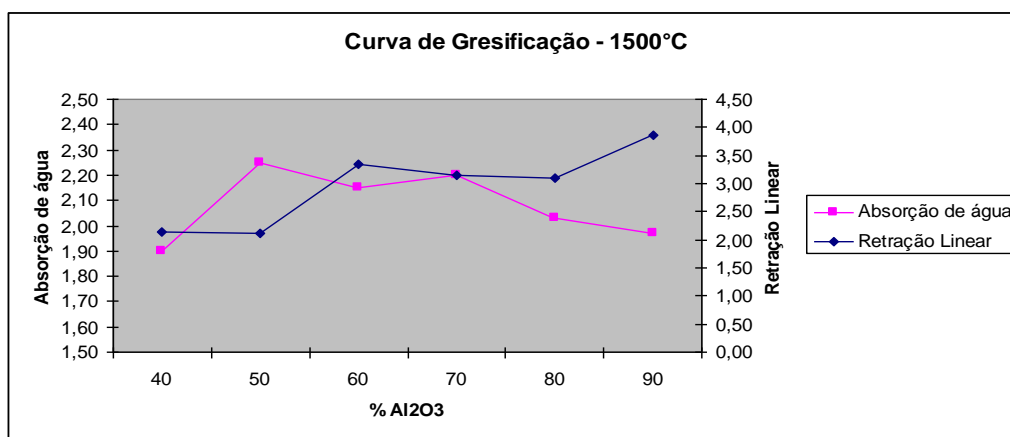




**Figura 9. Curva de gresificação do compósito à temperatura de 1200°C**

Nota-se que as maiores retrações lineares ocorrem nas respectivas composições de 0%, 5%, 10% em peso de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Os resultados mais significativos ocorreram nas composições de 30% e 40% em peso de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , onde se obteve uma retração linear relativamente aceitável (em torno a 3%) paralelo a uma baixa absorção de água (em torno a 6%). Esse comportamento deve-se ao aumento de partículas de alumínio que são de tamanhos submicrométricos, formando menos poros na compactação a verde tornando um corpo mais denso e sem retrações.

Para os corpos de prova sinterizados a 1500°C, verifica-se valores mais baixos tanto de absorção de água como de retração linear, o que se deve, provavelmente, a uma influência maior da sinterização da alumina. Acredita-se que ocorra uma maior compactação das amostras quando se aumenta a quantidade de reforço, já que os níveis de contração linear e absorção de água são bem menores, o que reforça a idéia de um material mais denso. A Fig. 10 mostra os resultados obtidos à temperatura de sinterização de 1500°C.

**Figura 10. Curva de gresificação a 1500°C**

A Tab. 3 mostra os resultados de absorção de água e retração linear para a amostra de 30% e 40% em peso de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , sinterizada a 1300°C e 1400°C.

**Tabela 3. Absorção de água e retração linear para amostra com 30% em peso de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  às temperaturas de sinterização de 1300°C e 1400°C**

Temperatura de Sinterização	Absorção de água (%)		Retração Linear (%)	
	30%	40%	30%	40%
1300°C	2,26	2,16	2,89	2,96
1400°C	2,12	2,08	3,10	3,09

Para a sinterização nas temperaturas intermediárias da Tab. 3 não houve grandes variações nos resultados demonstrando que a variação da temperatura no intervalo estudado não tem uma influência significativa sobre a absorção de água.

#### 4. CONCLUSÕES

Para a temperatura de sinterização de 1200°C verificou-se que os maiores valores de dureza foram obtidos para as amostras contendo 30% e 40% em peso de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , o que sugere que a adição da alumina até esses valores não prejudica a sinterização das peças, e ainda contribui para o aumento da resistência mecânica.

Para a composição de 40% em peso de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  obtiveram-se valores de dureza de níveis próximos aos obtidos com o funil comercial (1296 Hv).

A curva para os resultados de resistência a compressão diametral de peças sinterizadas aos 1200 °C apresentou comportamento crescente com o percentual de alumina e temperatura de sinterização. Porém, para a mesma temperatura

verificam-se pequenas variações (menores de 1%) a partir de 30% em peso de  $Al_2O_3$ . Para essa temperatura de sinterização as variações foram muito menores se considerando o aumento do percentual de alumina.

A amostra com maior quantidade de  $Al_2O_3$  obteve menor rugosidade superficial a 1500°C, provavelmente pela temperatura ser mais próxima da temperatura ótima de sinterização para o reforço ( alumina), além do tamanho de partícula da alumina ser muito menor que a do rejeito, ocasionando assim uma maior compactação e a formação de uma superfície mais homogênea.

Para a temperatura de 1200°C, a partir da curva de gresificação, observa-se um comportamento típico de peças com maior grau de sinterização à medida que diminui o percentual em peso de partículas de reforço (alumina). Nota-se que as maiores retrações lineares acontecem para as composições de 0%, 5% e 10% em peso de  $Al_2O_3$ . Os resultados mais significativos ocorreram nas composições de 30% e 40% em peso de  $Al_2O_3$ , onde se obteve uma retração linear relativamente baixa (em torno de 3%) e uma faixa de absorção de água (em torno de 6%). Esse comportamento deve-se, provavelmente, ao aumento da quantidade de partículas de alumina, que são de tamanho sub-micrométrico, formando menos poros de compactação a verde, tornando um corpo mais denso e sem grandes retrações.

Concluindo, pode-se dizer que as amostras de matriz de granito Rosa Iracema contendo teores de 30 a 40% de alumina sub-micrométrica em peso e sinterizada a 1500°C, apresentaram resultados próximos dos obtidos com os funis importados fabricados a partir de materiais mais nobres. Esses resultados evidenciam, por um lado, a viabilidade de se utilizar os materiais estudados e, por outro, a necessidade de se aprofundarem os estudos aqui realizados.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CNPq, Capes e Funcap pelo apoio financeiro.

## 6. REFERÊNCIAS

- Castro Monteiro, A. ; Jia, Z.; Shah, S. P., 1995, "Evaluation of damage in brazilian tests using holographic interferometry", ACI Materials Journal, Vol 92- M29.
- Gorini, A. P. F; Siqueira, S. H. G., 1997, "O segmento da fiação no Brasil" BNDES Setorial 1997C Disponível em [www.redetec.org.br](http://www.redetec.org.br)
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003, "Dados técnicos para a indústria têxtil" Ed. Paginas & Letras, São Paulo, Brasil, volume único..
- Romano, L. P. C. V. , 2003, "Evolução tecnologica da fiação". ITMA Preview Fiação. Disponível em [www.icetiqt.senai.br](http://www.icetiqt.senai.br)
- Schlahforst, S., 2004, "Funis de saída Belcoro", Advanced Edition. Customer Suport.

## 7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

## ON THE USE OF 'ROSA IRACEMA' GRANITE REJECTS AS A RAW-MATERIAL FOR THE FABRICATION OF SPINNING NAVELS FOR THE TEXTILE INDUSTRY. PART II: PHYSICAL PROPERTIES

CON10-0643

***Abstract:** In this work, physical properties of sintered compacts made from granite powder reinforced with alumina particles were determined. This composite is proposed as an economic alternative to the more expensive pure alumina, currently used in the fabrication of spinning navels for the textile industry. The composite material was compared to the materials from some spinning navels currently in use in a textile plant. The test pieces were obtained by compression molding of mixtures of granite powder and different amounts of alumina particles sintered at 1200°C and 1500°C. Since the sintered body has to fulfill the requirements for thread production (strength, hardness and surface finishing), these characteristics were evaluated by Vickers microhardness, diametral compression (Brazilian test) and roughness analysis, respectively. Only the hardest samples had their surface analysed. Samples taken from commercially available navels were also tested. Dimension control of samples sintered at different temperatures was performed. The gresification curve was determined for the composites sintered at 1200°C and 1500°C. This curve is built using results from water absorption and linear retraction. Samples of Rosa Iracema granite (matrix) containing 30 and 40 wt% of submicrometric alumina sintered at 1500° C presented results comparable to those from imported spinning navels made from more expensive materials. Such results show the feasibility of the use of the proposed composite, but also the need to further research on the subject.*

***Keywords:** granite, alumina, spinning navels for the textile industry, physical properties, composite.*