

MEDIÇÃO DO DESGASTE ABRASIVO DE RESINA VEGETAL POR MEIO DE ENSAIO TABER

Isaias Pereira Seraco

Aluno de graduação em Engenharia de Produção, 7º período, Faculdade Multivix
Período PIBIC/CETEM: agosto de 2014 a julho de 2015,

iseraco@cetem.gov.br

Leonardo Luiz Lyrio da Silveira

Orientador, Geólogo, D.Sc.

leolysil@cetem.gov.br

Abstract

Although the sector of dimension stones has significant participation in the Brazilian economy, the tailings from the industrial process represent significant environmental liabilities and are under stringent government regulation. In this context, new technologies have emerged in recent years for the replacement of toxic inputs in the process by other ones more environmentally friendly, as the case of polishing wheels composed by polyurethane resin on castor oil base. The use of this resin is the result of studies developed by CETEM - Cachoeiro de Itapemirim, which lead to real potential of employment in the industry of dimension stones (patent INPI number 102012032157-2). Following methodology as used for such work carried out by CETEM, we started a more detailed analysis on the performance of this resin in terms of the wear parameter. The main objective of this study is to measure the resistance to abrasive wear, considering the Taber test, of test pieces made from polyurethane resin from castor oil in different traits. Such assays aim to guide the choice of an optimized combination for the development of an abrasive resinoid, with cutting element silicon carbide. The results revealed that certain specimens exhibited a satisfactory performance.

Keywords: Wear, Taber, abrasive.

Resumo

O setor de rochas ornamentais possui participação marcante na economia do país. Entretanto, existem produtos químicos utilizados para as etapas de beneficiamento que podem causar danos ao meio ambiente e à saúde humana. Nesse âmbito, nos últimos anos novas tecnologias surgiram com vista à substituição de insumos tóxicos por outros mais ecológicos. Um exemplo são os rebolos para polimento, oriundos de resina poliuretana à base de mamona. O emprego desta resina na produção de rebolos abrasivos é fruto de estudos realizados pelo CETEM – Cachoeiro de Itapemirim, apresentando resultados que demonstram a real potencialidade de seu emprego, com depósito de patente no INPI sob o número 102012032157-2. Seguindo metodologia já utilizada nos trabalhos do CETEM com tais resinas, verificou-se a necessidade de se realizar uma análise mais detalhada sobre o desempenho da resina em termos do parâmetro de desgaste. O principal objetivo do presente trabalho é medir a resistência ao desgaste abrasivo, de corpos de prova confeccionados com resina poliuretana de

mamona em diferentes traços, por meio do ensaio Taber. Tal ensaio visa nortear a escolha de uma combinação otimizada para o desenvolvimento de um abrasivo resinóide, tendo como elemento de corte o Carbetto de Silício. Os resultados revelaram que determinados corpos de prova apresentaram um desempenho satisfatório.

Palavras chave: Desgaste, Taber, Abrasivo.

1. INTRODUÇÃO

O setor de rochas ornamentais apresenta significativa importância na economia do país, possuindo participação marcante na economia do estado do Espírito Santo, uma vez que, segundo Sedes (2011 *apud* LEITÃO, 2015) existem cerca de 1250 empresas responsáveis por 130 mil empregos diretos e indiretos neste setor produtivo no estado. O beneficiamento dessas rochas passa por três etapas principais, sendo elas: a extração dos blocos nas pedreiras, o desdobramento dos blocos através do processo de serragem e, por fim, o polimento, como principal tipo de acabamento superficial, no qual os rebolos abrasivos são a principal ferramenta responsável pela ação de polir. Dentre alguns trabalhos científicos relacionados ao estudo destas etapas de beneficiamento pode-se citar Silveira (2007), Turchetta (2003), Almeida (2014), Camargo (2013), Neves (2010), entre outros. Os rebolos mais comuns para o polimento de rochas ornamentais podem ser divididos em: Magnesianos – composto por um cimento sorel e tendo como elemento abrasivo o Carbetto de Silício (SiC), e Diamantados – apresentando diamante como elemento abrasivo, podendo estar fixado por resina epoxídica ou por pós metálicos sinterizados. Dentre tais abrasivos, os resinóides à base de epóxi são os mais amplamente utilizados e que apresentam maior potencialidade de dano ambiental, uma vez que tais produtos podem conter epícloridrina e bisfenol A. Em contraposição aos abrasivos resinóides epoxídicos, foi desenvolvido no CETEM, Núcleo Regional de Cachoeiro de Itapemirim (NR-ES) um reboło abrasivo à base de resina poliuretana de mamona, que pode representar uma alternativa sustentável e ecológica para o polimento de rochas ornamentais. Esta resina consiste de dois componentes, um poliól e um pré-polímero, que combinados em diferentes proporções irão gerar produtos com propriedades físico-mecânicas distintas. Mais detalhes sobre as características desse composto vegetal, do desempenho dos rebolos confeccionados com tal resina e da metodologia utilizada para sua confecção, podem ser encontrados em Leitão e Silveira (2011), Leitão e Silveira (2012), Leitão e Silveira (2013) e Silveira e Moro (2012). Os testes já realizados com os rebolos confeccionados com resina poliuretana de mamona que tinham o diamante sintético como elemento abrasivo, apresentaram resultados satisfatórios em relação aos valores de brilho e desgaste. Entretanto, os rebolos que continham como elemento de corte o Carbetto de Silício (SiC) não alcançaram resultados tão positivos quanto ao parâmetro de brilho. Essa constatação pode estar associada ao fato de que a relação de dureza entre a resina e o elemento de corte não tenha sido a mais apropriada, o que ocasionou uma diminuição do poder de corte da ferramenta. Logo, observou-se a necessidade de desenvolver uma nova liga resinóide para ser utilizada com SiC, onde a principal característica seria sua resistência ao desgaste menor quando comparada as desenvolvidas até o momento.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é medir a resistência à abrasão de corpos de prova compostos por resina vegetal poliuretana de mamona, preparados com diferentes traços e submetidos ao ensaio Taber.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa é uma continuidade dos trabalhos desenvolvidos no CETEM, no Núcleo Regional de Cachoeiro de Itapemirim (NR-ES), visando o estabelecimento de um traço composicional específico de resina poliuretana de mamona que viabilize a sua utilização em rebolos com o elemento abrasivo SiC. Dessa forma, foram definidas algumas proporções entre os elementos utilizados na fabricação do reboło abrasivo “ecológico”, e foram confeccionados 18 corpos de

prova em forma de discos, com dois diferentes tipos de Polioliol, o 442 e 178M. Além disso, em algumas amostras foi acrescentada uma carga de SiC de granulometria 1200 mesh. Nas Tabelas 1, 2 e 3, são demonstradas as diferentes proporções entre os diferentes constituintes, onde CP indica o corpo de prova, com sua respectiva numeração, PP refere-se ao Pré-polímero utilizado e P ao Polioliol, sendo que o tipo utilizado é especificado entre parênteses, como 442 ou 178M.

Tabela 1: Corpos de prova compostos por polioliol 442 sem carga.

Corpo de prova	% de PP	Massa de PP (g)	% de P (442)	Massa de P (g) (442)
CP 1	49	29,4	51	30,6
CP 2	52	31,2	48	28,8
CP 3	50	30	50	30
CP 4	51	30,6	49	29,4
CP 5	55	33	45	27

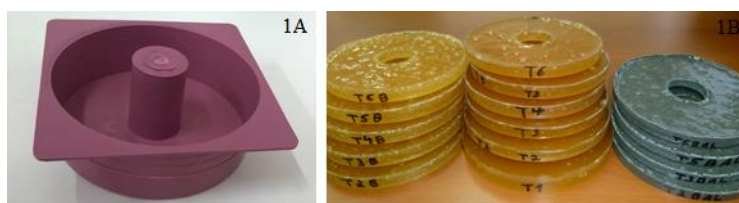
Tabela 2: Corpos de prova compostos por polioliol 178M sem carga.

Corpo de prova	% de PP	Massa de PP (g)	% de P (178M)	Massa de P (g) (178M)
CP 6	49	29,4	51	30,6
CP 7	52	31,2	48	28,8
CP 8	50	30	50	30
CP 9	51	30,6	49	29,4
CP 10	55	30,6	45	27

Tabela 3: Corpos de prova compostos por polioliol 178M com carga.

Corpo de prova	% de PP	Massa de PP (g)	% de P (178M)	Massa de P (g) (178M)	% SiC	Massa de SiC (g)
CP 11	49	20,6	51	21,4	30	18
CP 12	52	21,8	48	20,2	30	18
CP 13	51	21,4	49	20,6	30	18
CP 14	55	23,1	45	18,9	30	18
CP 15	56	23,5	44	18,5	30	18
CP 16	58	24,4	42	17,6	30	18
CP 17	60	25,2	40	16,8	30	18
CP 18	62	26	38	16	30	18

Após essa etapa de definição das proporções entre os constituintes, os discos foram confeccionados ao longo de dois meses, seguindo um processo de mistura e posterior envase em moldes apropriados, com dimensões de 95mm de diâmetro externo, 26mm de diâmetro interno e 9,5mm de espessura. A Figura a seguir mostra o molde utilizado (Figura 1A) e os corpos de prova prontos para serem destinados a realização do ensaio (Figura 1B). O teste em questão adotado para a medição do desgaste abrasivo chama-se Taber Test, e consiste em submeter uma amostra a um desgaste abrasivo cujo elemento de corte são dois rebolos padronizados.



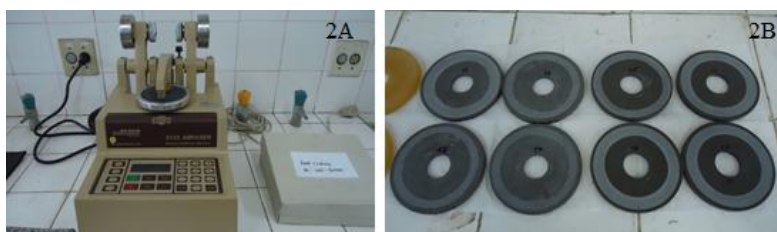


Figura 2: Abrasímetro Taber utilizado no teste (2A) e os discos já ensaiados (2B).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mecanismo de desgaste que ocorre no processo de polimento de rochas ornamentais é a abrasão. O processo abrasivo ocorre pelo atrito proveniente do contato entre os corpos envolvidos, e pode ser dividido em dois grupos: a abrasão a dois ou a três corpos. Na primeira, o elemento abrasivo fica fixo em uma matriz que inside sobre a superfície a ser polida, enquanto na segunda, os grãos abrasivos ficam livres sobre a área a ser desgastada. O ensaio Taber Test utiliza o princípio da abrasão a dois corpos, que é o mesmo dos processos de polimento de rochas ornamentais, o resultado final é a relação entre a massa inicial e final dos corpos de prova. A seguir, são apresentados os resultados do ensaio Taber para os 18 corpos de prova confeccionados.

Tabela 4: Resultados obtidos em ensaio de abrasão Taber, dos corpos de prova de resina vegetal.

Identificação do CP	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Massa perdida (g)	Massa perdida (%)
CP 1	40,51	39,56	0,96	2,36
CP 2	43,11	42,18	0,93	2,16
CP 3	47,7	46,71	0,99	2,07
CP 4	46,18	45,28	0,9	1,95
CP 5	43,68	42,85	0,83	1,9
CP 6	50,34	49,38	0,96	1,9
CP 7	50,44	49,47	0,97	1,92
CP 8	50,52	49,58	0,95	1,87
CP 9	51,78	50,88	0,9	1,74
CP 10	50,95	50,07	0,89	1,74
CP 11	49,77	48,53	1,24	2,49
CP 12	48,31	48,06	0,25	0,51
CP 13	50,98	50,63	0,35	0,68
CP 14	47,2	46,9	0,3	0,63
CP 15	48,33	47,75	0,58	1,21
CP 16	62,73	61,88	0,85	1,36
CP 17	47,44	46,66	0,77	1,62
CP 18	48,29	47,62	0,67	1,39

A Figura 3 mostra um gráfico com os resultados de ensaios obtidos no equipamento Taber Test.

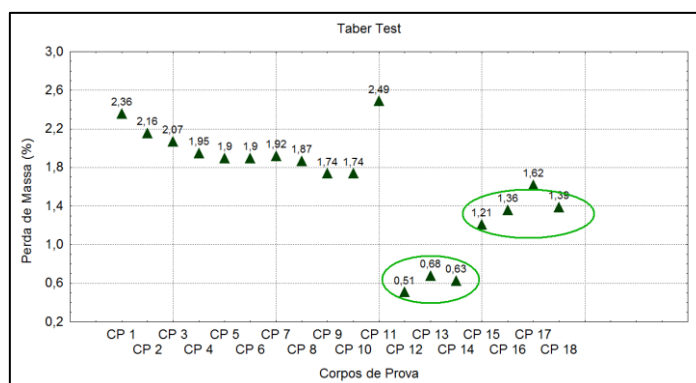


Figura 3: Resultados de ensaio dos corpos de prova submetidos ao Taber Test.

O gráfico evidencia que os resultados de resistência à abrasão tem uma íntima relação com a proporções entre o polioliol e o pré-polímero, sendo que, à princípio, quanto menor a quantidade de pré-polímero menor a resistência. Além desse fato é possível notar que as amostras compostas por polioliol 178M apresentaram os menores valores de perda de massa por abrasão. As amostras CP12, CP13 e CP14 apresentaram desgastes inferiores as demais amostras, sendo tais valores próximos aos encontrados em rebolos resinóides comerciais e também nos rebolos diamantados produzidos com resina vegetal de mamona submetidos ao mesmo tipo de ensaio, que é de aproximadamente 0,5% de perda de massa. Observa-se também que as características verificadas nessas amostras estão diretamente ligadas a carga de SiC adicionada a mistura, uma vez que CP7, CP9 e CP10, que também utilizam as mesmas proporções e o mesmo tipo de polioliol, apresentaram valores de perda de massa por abrasão consideravelmente maiores.

5. CONCLUSÃO

Foi possível observar que a incorporação do SiC na mistura aumentou consideravelmente a resistência à abrasão. Além disso, dois grupos de valores de perda de massa se destacaram dentre os valores obtidos no equipamento Taber, o que permite abrir dois campos de trabalhos futuros: o desenvolvimento de um abrasivo ecológico com SiC como elemento de corte, a partir de ligas de durezas intermediárias (CPs 15, 16 e 18) e o aprimoramento do traço utilizado no abrasivo ecológico com diamante como elemento de corte a partir da incorporação de SiC como carga, utilizando-se assim menor quantidade de resina, diminuindo assim os gastos com a sua fabricação.

6. AGRADECIMENTOS

À empresa Cobral Abrasivos e Minérios Ltda pela realização dos ensaios de desgaste e ao CNPq pela bolsa de iniciação de pesquisa concedida.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, P. **Estudo comparativo do polimento de “granitos” com diferentes tipos de abrasivos**. 2014. 121p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo (Brasil).
- CAMARGO, J.L. **Influência das propriedades petrográficas no polimento de rochas ornamentais**. 2013. 201p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências exatas, Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro, São Paulo (Brasil).
- LEITÃO, V.M.F.; SILVEIRA, L.L.L. Principais tipos de rebolos abrasivos utilizados no polimento de rochas ornamentais. In: **XIX Jornada de Iniciação Científica – CETEM**, 2011, Rio de Janeiro, Brasil.
- LEITÃO, V.M.F.; SILVEIRA, L.L.L. Desempenho de reboło abrasivo confeccionado com resina vegetal submetido ao simulador de polimento de rocha. In: **XX Jornada de Iniciação Científica – CETEM**, 2012, Rio de Janeiro, Brasil.
- LEITÃO, V.M.F.; SILVEIRA, L.L.L. Ecoabrasivo: uma nova perspectiva para o setor de rochas ornamentais. In: **XXI Jornada de Iniciação Científica – CETEM**, 2013, Rio de Janeiro, Brasil.
- NEVES, M.C. **Estudo experimental do polimento de diferentes “granitos” e as relações com a mineralogia**. 2010. 115p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo (Brasil).
- SILVEIRA, L.L.L. **Polimento de Rochas Ornamentais: Um Enfoque Tribológico ao Processo**. 2007. 203p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (Brasil).
- SILVEIRA, L.; MORO, V. Analysis of the Behavior of Abrasive Tool Performed With Alternative Resin Tested in the Polishing Rock Simulator (PRS). In: **Global Stone Congress**, 2012, Borba, Portugal.
- TURCHETTA, S. **Tecnologie di Lavorazione Delle Pietre Naturali**. 2003. 261p. Tese (Doutorado) - Università Degli Studi di Cassino, Italy (Europa).