



## COMPARATIVO DO DESGASTE ABRASIVO DO AÇO INOX 304 E ALTA ALUMINA ATRAVÉS DO ENSAIO DE RODA DE BORRACHA E AREIA SECA

Dickson Biella de Jesus<sup>1</sup>

Anderson Daleffe<sup>2</sup>

Magali da Rosa<sup>3</sup>

**Resumo:** O processo de fabricação dos pisos e azulejos como é hoje surgiu na Itália na década de 50 e foi trazido para o Brasil cerca de 10 anos depois. Ao longo do tempo as cerâmicas aplicaram novos métodos com base na automação para melhorar e agilizar o processo de fabricação dos materiais, desta forma aumentando sua produtividade e qualidade. Devido sua alta produtividade em condições extremas, essas máquinas automatizadas sofrem constantemente com desgaste em sua estrutura metálica, devido a este fato é necessária uma manutenção periódica para evitar a quebra ou a falha destas. O objetivo deste artigo é realizar um estudo detalhado a fim de comparar a resistência a abrasão entre o aço inox AISI 304 e a alta alumina, para comprovar em laboratório, com dados técnicos, o resultado que foi obtido na prática ao substituir a mesa da guia da correia da máquina politriz, originalmente de aço inox AISI 304 e atualmente revestida com pastilhas de alta alumina, e mostrar qual deles é mais eficiente, para isto, foram utilizados seis corpos de prova, três de aço inox e, os três restantes, revestidos com pastilhas de alta alumina, sendo os ensaios comparativos, realizados na máquina de ensaio abrasivo com roda de borracha e areia, ao final, foram apresentados os resultados e concluído que, a alta alumina tem uma eficiência muito superior na resistência a abrasão, diminuindo consideravelmente a frequência de troca da peça, aumentando a produtividade e diminuindo os gastos com manutenção.

**Palavras-chave:** Industria cerâmica. Desgaste. Abrasivo. Revestimentos.

### 1 INTRODUÇÃO

Acredita-se que a cerâmica é o material mais antigo produzido pelo homem. Seu nome surgiu do grego "kéramos" que significa "terra queimada" ou "argila queimada", e é um material de grande resistência a abrasão, frequentemente encontrado em escavações arqueológicas. Pesquisas apontam que a cerâmica é produzida há cerca de 10-15 mil anos quando provavelmente o homem encontrou a

---

<sup>1</sup> Graduando em Tecnologia em Manutenção Industrial - Satc. [dickson\\_biella@hotmail.com](mailto:dickson_biella@hotmail.com):

<sup>2</sup> Dr. Anderson Daleffe. [anderson.daleffe@satc.edu.br](mailto:anderson.daleffe@satc.edu.br):

<sup>3</sup> Msc. Magali da Rosa. [magali.rosa@satc.edu.br](mailto:magali.rosa@satc.edu.br):

necessidade de buscar abrigo, mas percebeu também que precisaria de vasilhas para armazenar água, alimentos colhidos e sementes para a próxima safra, essas vasilhas deveriam ser resistentes, impermeáveis e de fácil fabricação, propriedades que mostravam que a cerâmica fosse a melhor opção [1].

No processo produtivo, são utilizados vários tipos de equipamentos, pois, ao longo do tempo, as cerâmicas aplicaram novos métodos com base na automação para diminuir as falhas humanas, melhorar e agilizar o processo de fabricação dos materiais, desta forma aumentando sua produtividade e qualidade. Analisando especificamente a máquina de politriz, podemos afirmar que é um equipamento automatizado composto por várias cabeças polidoras de materiais abrasivos, que entram em contato com as peças em alta rotação, velocidade controlada em presença de água e executa o polimento, sendo que à medida que a peça passa pela máquina os abrasivos usados apresentam gradativamente uma granulometria mais fina, até conseguir-se o brilho desejado. Devido sua alta produtividade em condições extremas, esta sofre constantemente com desgaste em sua estrutura metálica da mesa da guia da correia, devido a este fato é necessário uma manutenção periódica para evitar a quebra ou a falha da mesma, abaixo, uma imagem ilustrativa da máquina politriz (Fig. 1).

Figura 1: Foto ilustrativa, máquina politriz.



Fonte: Do autor (2018)

A quantidade de pausas para manutenção da máquina gera custo para a indústria cerâmica no tocante ao tempo de parada do equipamento, e o mais importante, a redução da produtividade.

O desgaste dos materiais traz muitos problemas na indústria, tais como a deterioração da resistência mecânica e alteração dimensional de componentes da



máquina. Uma das técnicas usualmente empregadas é a aplicação de um revestimento cerâmico que reduz o desgaste pretendendo-se obter excelentes resultados e permitindo em muitos casos, alcançar tempos de vida útil superiores [2], o desgaste é também considerado, um fenômeno complexo, que ocorre principalmente devido ao deslizamento e ao impacto de partículas duras contra superfície sólida, mesmo na presença de lubrificantes [3].

Avaliando um dos componentes da máquina de politriz, que no caso é a chapa guia da correia fabricada em aço inox AISI 304, esta apresenta desgaste significativo em sua estrutura, devido a isto, há a necessidade da realização de um estudo para amenizá-lo, aumentando sua durabilidade evitando paradas para reparos. Então foi iniciado um estudo para verificar qual o material mais adequado para aumentar sua durabilidade, dentre os materiais existentes, foi selecionado o revestido de pastilhas de alta alumina, material cerâmico muito resistente ao desgaste, porem quebradiço, foram, então, fabricados 6 corpos de prova, sendo 3 de alta alumina e 3 de aço inox AISI 304 e aplicado um ensaio para cada no abrasômetro, mostrando a diferença de resistência dos dois materiais, para que seja possível validar os corpos de prova, apresentar os resultados e concluir qual é mais apropriado para esta finalidade.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Inicialmente na revisão bibliográfica foram analisados os aspectos relacionados ao desgaste por abrasão: definição, ensaio de desgaste abrasivo e fatores que afetam o desgaste abrasivo.

### 2.1 DEFINIÇÃO DE DESGASTE ABRASIVO

O desgaste abrasivo pode ser definido como a perda de massa resultante da interação entre partículas ou asperezas duras que são forçadas contra uma superfície, ao longo da qual se movem. A abrasão ocorre pela interação entre dois ou 3 corpos. Quando com 2 corpos, duas superfícies em movimentos relativos se desgastam devido a sua rugosidade. Exemplo: um mancal de uma máquina. A remoção de material de uma das superfícies pode acarretar também no desgaste por

abrasão de 3 corpos, como apresentado nas imagens abaixo (Fig. 2). Veja o exemplo a seguir: uma partícula do eixo que está mancalizado pode ser removida (da rugosidade) e ficar entre o eixo e o mancal [4].



Fonte: [4]

Em outras palavras, o desgaste abrasivo é o fenômeno que ocorre quando partículas deslizam ou são forçadas contra uma superfície em relação à qual estão em movimento, dessa forma gerando atrito, provocando deslocamento ou amassamento e conseqüentemente a remoção de material da superfície [5].

Dos diferentes tipos de desgaste, o desgaste abrasivo, no ano de 2000, já era o que ocorria em mais da metade dos casos, sendo considerado o mais severo e comumente encontrado na indústria em geral [6].

Em relação ao tipo de abrasão, há vários descritos na literatura, entre eles estão a abrasão por goivagem, abrasão a alta tensão (moagem) e abrasão a baixa tensão (riscamento) sendo este último o objetivo deste estudo. A abrasão a baixa tensão: resulta do deslizamento de partículas livres sobre uma superfície. As tensões envolvidas são geralmente baixas, não superando a resistência de trituração do material abrasivo. O resíduo de desgaste do material é removido da superfície a baixos ângulos de agressão, gerando micro usinagem na mesma. Desta forma, os abrasivos com arestas cortantes produzem desgaste mais rápido, e a dureza da superfície minimiza a penetração destas arestas, reduzindo assim, a velocidade do desgaste. Normalmente, a abrasão a baixa tensão acontece na superfície dos componentes de equipamentos que manuseiam abrasivos de diferentes granulometrias, tais como terra, areia, carvão e outros minérios, como exemplo as máquinas agrícolas, equipamentos de escavação, transporte, manuseio de minérios,

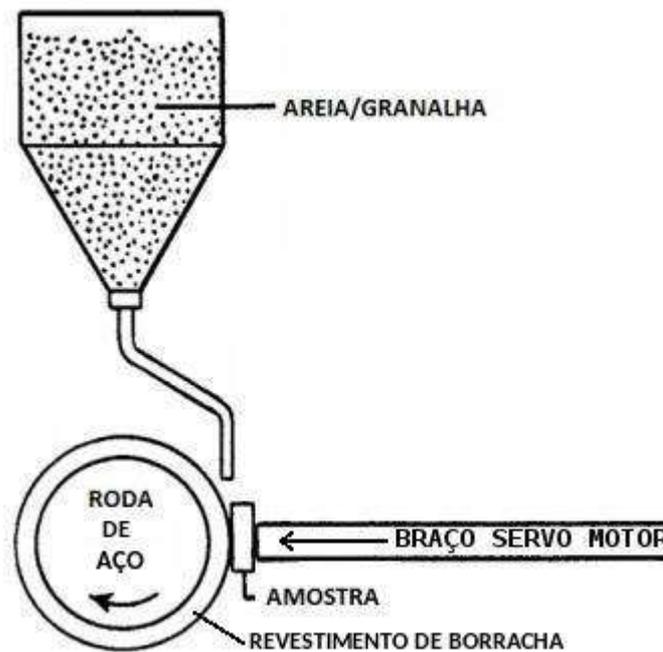
além dos equipamentos das usinas sucroalcooleiras, facas e martelos desfibradores, exaustores, roletes, bagaceiras e outros [7].

## 2.2 ENSAIO DE DESGASTE ABRASIVO DE BAIXA TENSÃO

Devido a abrasão estar presente em, pelo menos, metade dos problemas de desgastes ocorridos na indústria, principalmente a abrasão a baixa tensão, esta se tornou objeto de estudo em muitos laboratórios a fim de desenvolver técnicas e materiais para minimizá-la [6].

A gravidade do desgaste abrasivo em qualquer sistema vai depender de vários fatores, tais como o tamanho das partículas abrasivas, forma, dureza, magnitude da tensão aplicada por ela, frequência de contato e, é claro, a dureza da superfície que sofre o desgaste. Para avaliação da resistência ao desgaste abrasivo a baixa tensão é utilizada a roda de borracha e areia conforme Fig. 3. [8].

Figura 3: Diagrama esquemático do equipamento de ensaio.



Fonte: [8]



Frequentemente, novos mecanismos de ensaio de desgaste são projetados para simular aplicações específicas. Sendo a configuração mais comum a usada para abrasão a três corpos (corpo de prova, roda giratória e partículas abrasivas), esta configuração tem seus princípios baseados nas normas ASTM (American Society for Testing and Materials) G65 (ensaio de abrasão por roda de borracha e areia seca), que basicamente exige o uso do abrasômetro e também da perda de volume em  $\text{mm}^3$  para obtenção do resultado final de cada ensaio. A máquina de ensaio abrasivo de *Brinell* foi a precursora de todos os tipos de ensaios abrasivos que surgiram posteriormente, ele usou um disco giratório de ferro fundido com um fluxo de areia seca para desgastar os corpos de prova. A taxa de abrasão desta máquina mudou com o progresso do ensaio devido ao tamanho crescente da área de contato entre a roda e o corpo de prova, para melhorar esse problema Haworth, substituiu a roda de ferro por uma de borracha. Atualmente, todos os ensaios de abrasão padronizados pela ASTM são baseados no trabalho de Brinell e Haworth [9].

### **2.2.1 Fatores que Influenciam no Desgaste Abrasivo**

Neste caso podemos citar as propriedades do abrasivo, tais como a dureza, tamanho, formato, bem como as do ensaio a que os corpos de prova são submetidos na máquina, velocidade de deslizamento e força de compressão entre a amostra e a roda de borracha [9].

### **2.2.2 Materiais utilizados na chapa da mesa da máquina politriz**

Temos para este artigo, dois materiais que foram utilizados nesta chapa, o aço inox AISI 304, que inicialmente era usado e, a alta alumina, que foi introduzida posteriormente a fim de obter uma maior durabilidade e menor frequência de manutenção.

O Aço Inox foi descoberto em 1912 pelo inglês *Harry Brearly*, ele estudava uma liga composta por ferro e cromo, ou Fe-Cr (13%), quando percebeu que este, era resistente a vários oxidantes testados em seu laboratório, então ele o nomeou de *stainless steel*, a partir daí, foram feitos vários testes, adicionando outros metais a fim de obter propriedades diferentes, que pudessem ser utilizadas de forma mais



apropriada para ocasiões com necessidades diferentes, assim surgiram os diversos tipos de aços inox [10], sendo o aço inox AISI 304 fazendo parte dos conhecidos como austeníticos [11], este tipo específico foi desenvolvido com o intuito de resistir o máximo a corrosão, por isso, quando se necessita de resistência a corrosão, o mais indicado é este, sendo o AISI 304 o de uso geral, deste mesmo tipo, temos outros mais resistentes a corrosão, tais como o AISI 304L, 316, 316L entre outros.

Agora veremos a composição química do aço inox AISI 304, conforme Tab.

1.

Tabela 1: Composição do aço inox AISI 304.

Elemento químico	Quantidade em %
Carbono	0,08%
Silício	1%
Manganês	2%
Fósforo	0,045%
Enxofre	0,03%
Cromo	18 a 20%
Níquel	8 a 12%

Fonte: Tabela de composição química do aço inox [12]

Algumas de suas características que podemos citar: não é temperável, não magnético, tipo 18-8 (referente as porcentagens de cromo e níquel) sendo o 18% de cromo, indicando que ele tem ampla resistência a oxidação, e os 8% de níquel que confere-lhe um alto brilho prateado [12], sua resistência a corrosão é garantida até a temperatura de 850°C [11].

Propriedades Mecânicas: limite de Resistência (Mpa): 700. Limite de Escoamento (Mpa): 300. Alongamento 50mm (%): 54 [13].

Sua dureza em seus diferentes estados varia de 180 a 440 HV [14].

### 2.3 ALTA ALUMINA

A alumina é um óxido de alumínio que existe de duas formas, a forma  $\alpha$ -alumina pura (conhecida comumente como alta alumina), constituída por cristais incolores de formato hexagonais ou rômnicos, é um dos materiais conhecidos mais



resistentes a brasão e também utilizado como abrasivo, também serve como refratário para uso em fornos na forma de tijolos. A outra forma, é a  $\alpha$ -alumina hidratada, que é transformada em alfa após ser aquecida e é um sólido microcristalino.

Pode ser encontrada em pedras preciosas como rubis e safiras, que basicamente são óxidos de alumínio coloridos por traços pequenos de crômio (rubí) e cobalto (safira).

Existem ainda outras formas de óxido de alumínio que são obtidos de diferentes formas, como a  $\beta$ -alumina,  $\delta$ -alumina e a  $\zeta$ -alumina que contêm íons metálicos alcalinos. A  $\alpha$ -alumina hidratada é obtida através da dissolução da bauxita com hidróxido de sódio (processo *Bayer*), as impurezas, como óxidos de ferro, continuam insolúveis, pois não são anfotéricas (compostos que agem como ácidos ou bases), para ser, então, precipitado e posteriormente aquecido a 1150-1200°C para formar a  $\alpha$ -alumina pura, a 500-800°C forma a  $\delta$ -alumina pura, é curioso saber que a  $\alpha$ -alumina pura não é anfotérica por ser ácido fraco e dissolvendo facilmente em bases, formando aluminatos, mas a  $\delta$ -alumina é anfotérica, podendo se dissolver também em ácidos, formando sais de alumínio [15].

Sua dureza está entre 1100 e 1500 HV, tenacidade a fratura na região entre 3.7 e 4.3 Mpam<sup>1/2</sup> e resistência a flexão de 340 a 390MPa. A densidade situa-se entre 3.7 e 3.85 gr/cc [16].

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Com intuito de que os objetivos desse trabalho fossem alcançados, foram realizadas etapas preparatórias para que os ensaios tivessem os resultados esperados.

#### 3.1 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Neste trabalho utilizou-se de uma chapa de aço SAE 1020 para confeccionar o apoio para as amostras, estando estas cortadas, foram encaminhadas para a soldagem a fim de fixar os revestimentos a serem testados, deixando-as assim no formato padrão medidas 25 mm x 70 mm x 10 mm, para que as mesmas

encaixassem no alojamento da máquina. Foram confeccionadas seis amostras, sendo divididas em três para cada material estudado neste trabalho.

### 3.1.1 Amostra de aço inox AISI 304

Inicialmente as chapas de inox de 5 mm foram cortadas nas mesmas medidas das chapas de aço 1020, para depois, ser dado o acabamento com esmerilhadeira, deixando-as exatamente do mesmo tamanho, para serem, então, fixadas com solda nas laterais, foi feito um ponto de solda de inox em cada lateral menor, ficando como na imagem a seguir (Fig. 4).

Figura 4: Corpo de prova revestido com aço inox AISI 304.



Fonte: Do autor (2018)

### 3.1.2 Amostra alta alumina

Para as amostras de alta alumina, foi retirado um pedaço de uma chapa já usada na mesa da máquina politriz, de um local não gasto pelo processo de trabalho da mesma, originalmente, essas pastilhas de alta alumina, são fixadas em uma chapa de aço 1020 de 2mm de espessura com resina, a fim de não comprometer os resultados do ensaio, este pedaço foi cortado nas mesmas medidas dos blocos de aço 1020, para caberem no suporte da máquina de ensaio, foi feito o acabamento com esmerilhadeira e depois soldados com solda de inox nas laterais menores, assim como as amostras de aço inox AISI 304, ficando como na imagem a seguir (Fig. 5).

Figura 5: Corpo de prova revestido com alta alumina.



Fonte: Do autor (2018)

### 3.2 ENSAIO DE DESGASTE

Primeiramente encaminhou-se as amostras para serem pesadas em uma balança analítica BEL com precisão de quatro casas após a virgula, as balanças foram devidamente aferidas para que houvesse precisão no resultado, como podemos ver na Fig. 6.

Figura 6: Amostras de aço inox AISI 304 e Alta alumina respectivamente na balança BEL.



Fonte: Do autor (2018)

Assim constatou-se o peso inicial das mesmas, sendo de 1 a 3 compostas por aço inox AISI 304 e as amostras de 4 a 6 com alta alumina, conforme tabela Tab. 2.

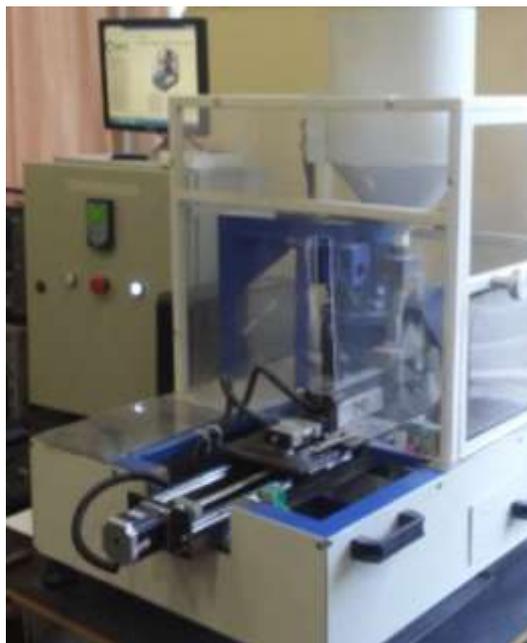
Tabela 2: Massa inicial.

Nº da amostra	Massa (g)
1 (aço inox AISI 304)	106,4444
2 (aço inox AISI 304)	112,0610
3 (aço inox AISI 304)	105,2957
4 (alta alumina)	82,6021
5 (alta alumina)	85,3727
6 (alta alumina)	84,8895

Fonte: Do autor (2018)

Os ensaios de desgaste abrasivo foram realizados utilizando um abrasometro do tipo roda de borracha com areia seca do LAMAD (Laboratório de Manutenção e Análise de Desgaste) como apresentada na Fig. 7, devidamente configurado para operar de acordo com a norma internacional ASTM G65, importante mencionar que este equipamento passou por um processo de atualização, o qual, proporcionou a automatização dos processos de ensaios, dando ao equipamento uma precisão maior do que tinha originalmente (com o braço mecânico original da máquina, durante o ensaio, a roda de borracha poderia impulsionar a amostra para traz através de imperfeições que a mesma possui em sua circunferência, diminuindo assim, mesmo que momentaneamente, a força centrípeta, causando uma alteração no resultado final, o que não acontece atualmente com o braço cervo motor, pois ele mantêm ativamente sempre a mesma força do início ao fim dos ensaios).

Figura 7: Equipamento de ensaio de desgaste abrasivo LAMAD.



Fonte: Do autor (2018)

Neste equipamento, ajustamos os parâmetros para iniciar os ensaios, conforme Tab. 3, quando o processo foi finalizado com todas as amostras foi dado início a uma limpeza ultrassônica das peças (processo de limpeza no qual, as peças são submersas em água, depois esta água é exposta ao que chamamos de ultra som, que faz com que a água vibre rapidamente, atuando como uma escova líquida, limpando o objeto sem gerar desgaste abrasivo na sua superfície).

Tabela 3: Parâmetros de configuração do abrasômetro.

Parâmetros do abrasômetro	
Força C.P.	130 N
Rotação	200 rpm
Tempo de exposição da amostra	30 min.

Fonte: Parâmetros de acordo com a norma ASTM G65 [8]

Após a pesagem dos corpos de prova, pode-se comparar a massa inicial com a massa final tendo uma perspectiva do desgaste de cada revestimento, podendo ser visualizado na Tab. 4.

Tabela 04: Massa inicial e final das amostras (1 a 3 em aço inox AISI 304 e 4 a 6 em Alta alumina).

Amostra	Massa Inicial (g)	Massa Final (g)	Diferença (g)
---------	-------------------	-----------------	---------------



1 AISI 304	106,4444	102,5707	3,8737
2 AISI 304	112,0610	106,0133	6,0485
3 AISI 304	105,2957	100,3466	4,9491
4 Alta alumina	82,6021	82,5379	0,0642
5 Alta alumina	85,3727	85,3057	0,0669
6 Alta alumina	84,8895	84,8193	0,0702

Fonte: Do autor (2018).

A seguir, na Fig. 8, podemos visualizar as amostras após o ensaio de desgaste no abrasômetro.

Figura 8: Amostras de aço inox AISI 304 e alta alumina após o ensaio.



Fonte: Do autor (2018)

A perda de massa, foi avaliada utilizando uma balança analítica BEL com precisão de quatro casas após a vírgula em gramas (g). Por fim, foi calculada a taxa de desgaste abrasivo, determinada a partir da perda de volume em  $\text{mm}^3/\text{m}$  (milímetros cúbicos por minuto), considerando a densidade do aço inox AISI 304 e de alta alumina, calculados utilizando-se a partir de uma amostra de cada um livre de qualquer tipo de suporte composto por outro material, para máxima precisão dos resultados. Para este procedimento em específico, foi utilizada uma balança analítica de precisão Pizzolo com duas casas após a vírgula, a pastilha de alta alumina pesou 2,54g, a de aço inox AISI 304, pesou 5,44g.

O processo seguinte, foi submeter as amostras a medição a fim de calcular o volume em  $\text{mm}^3$  de cada uma, na tabela a seguir (Tab. 5), seguem os dados das medidas:

Tabela 5: Dimensões das amostras para cálculo de peso específico.

Medida em mm	Pastilha de alta alumina	Pastilha de aço Inox AISI 304
Largura	18	18,5
Comprimento	18	18,5
Altura	2,3	2
Volume total em $\text{mm}^3$	745.2	684.5

Fonte: Do autor (2018).



Para este processo, foi utilizada a equação básica de cálculo de peso específico Eq.1:

(I)

$$Pe = P / V$$

Onde:

Pe = Peso específico (g/mm<sup>3</sup>);

P = Peso da amostra (g)

V = Volume da amostra (g)

Com essas informações, foi possível, então, calcular o peso específico de cada material, para a alta alumina, o cálculo ficou assim:

$$Pe = 2,54 / 745,2 = 0,0034 \text{ g/mm}^3;$$

e para o aço inox AISI 304, ficou assim:

$$Pe = 5,44 / 684,5 = 0,00794 \text{ g/mm}^3.$$

Através desses cálculos, obtivemos o peso específico das amostras de revestimento, sendo a alta alumina com 0,0034g/mm<sup>3</sup> convertidos para utilizar na equação Eq.1 fica em 3,4g/cm<sup>3</sup> e o aço inox AISI 304 com 0,00794g/mm<sup>3</sup>, que convertendo fica em 7,94g/cm<sup>3</sup>.

Com esse método, pode-se classificar quais os melhores materiais resistentes à abrasão sob condições específicas de ensaios, calculando a taxa de desgaste abrasivo a partir da Eq.2:

(II)

$$Q' = \frac{\left( \frac{M_i - M_f}{p} \right) * 1000}{4309}$$

Onde:

Q' = Taxa volumétrica de desgaste abrasivo (mm<sup>3</sup>/m);

M i = Massa inicial da amostra (g)

$M_f$  = Massa final da amostra (g)

$\rho$  = Peso específico do material ( $\text{g/cm}^3$ ) (calculado anteriormente através da Eq.1)

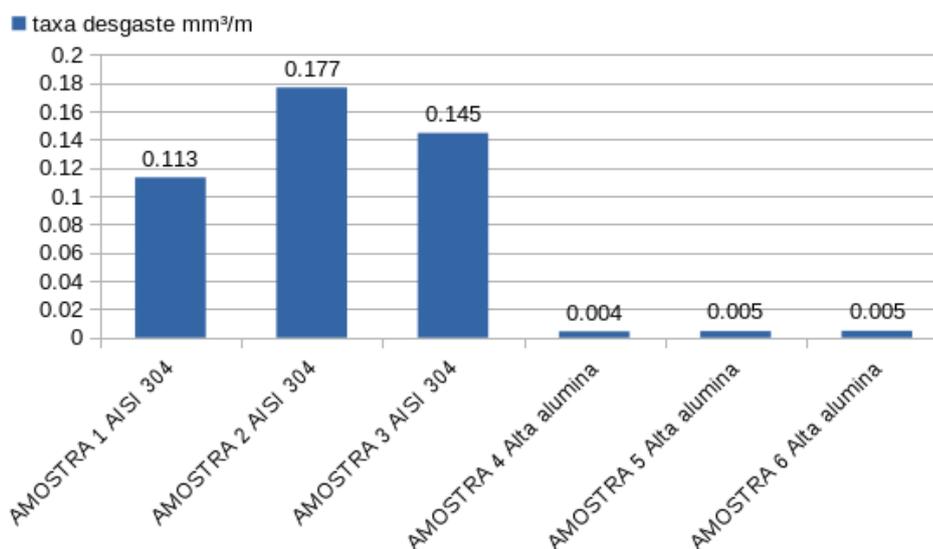
#### 4 ANÁLISE DOS DADOS

Neste trabalho foi avaliado o desgaste abrasivo de superfícies compostas por aço inox AISI 304 e alta alumina.

As amostras de 1 a 3 são as compostas por aço inox AISI 304 e as amostras de 4 a 6 são compostas por alta alumina na superfície de contato.

De acordo com os resultados obtidos nos ensaios do abrasômetro, podemos verificar que as amostras 1, 2 e 3 obtiveram uma taxa volumétrica de desgaste abrasivo várias vezes maior que as amostra 4, 5 e 6. Isto prova que o aço inox AISI 304 em comparação com a alta alumina, não é a melhor opção para o uso neste parâmetro para obtenção de superfícies resistentes ao desgaste abrasivo. De acordo com o Gráf. 1 pode-se analisar o desgaste ocorrido em cada uma das superfícies.

Gráfico 1: Gráfico da taxa volumétrica de desgaste abrasivo.

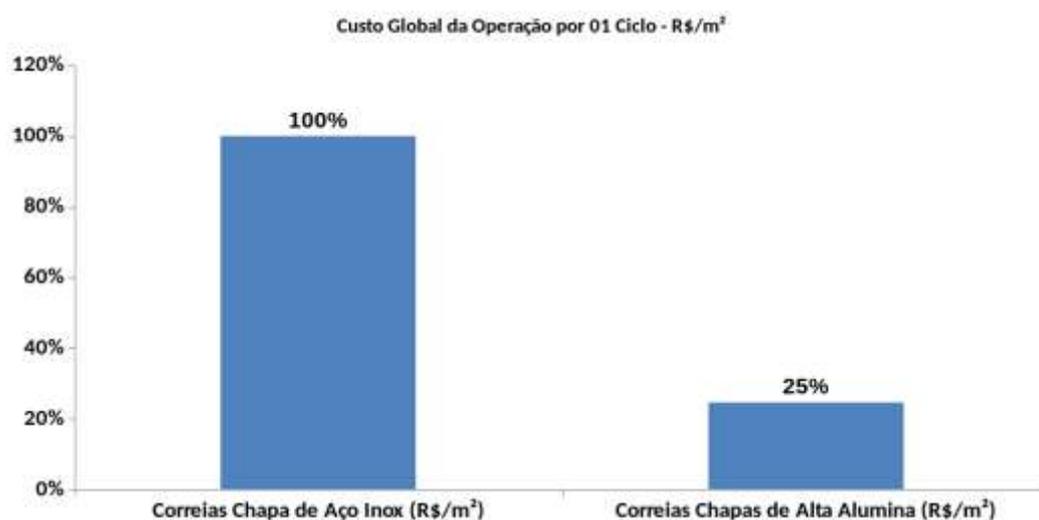


Fonte: Do autor (2018)

Os ensaios mostram que o trabalho teve resultados satisfatórios mostrando assim o revestimento mais indicado a ser usado no momento, proporcionando uma vida útil maior da chapa da mesa da máquina poltriz e um gasto significativamente

menor com manutenção, essa diferença fez com que a relação de custo global em R\$/m<sup>2</sup> do uso da chapa de alta alumina e da chapa de aço inox AISI 304, ficasse como mostra o Gráf. 2 logo abaixo:

Gráfico 2: Gráfico do custo global da operação por ciclo de cada chapa.



Fonte: Do autor (2018)

Os critérios do ensaio de desgaste abrasivo usados no trabalho, foram realizados de acordo com a norma para este tipo de ensaio, isto garante que os resultados obtidos estão de acordo com a norma ASTM G65.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo contemplou a realização de um estudo detalhado a fim de comparar a resistência a abrasão entre o aço inox AISI 304 e a alta alumina, para comprovar em laboratório, com dados técnicos, o resultado que foi obtido na prática ao substituir a mesa da guia da correia da máquina politriz, originalmente de aço inox AISI 304 e atualmente revestida com pastilhas de alta alumina. A etapa de deposição foi executada com sucesso.

O ensaio de desgaste abrasivo através da roda de borracha e areia seca proporcionou um desgaste satisfatório para análise posterior de desgaste abrasivo em amostras revestidas com alta alumina. Estes dados fornecem um panorama



importante para estudos na manutenção preventiva em equipamentos usados na indústria cerâmica.

Posteriormente, tendo os resultados de massa inicial e massa final foi possível calcular a taxa de desgaste volumétrica, possibilitando descrever o melhor revestimento e qual a amostra que sofreu menos desgaste, com esta informação, pode-se adiar uma manutenção preventiva evitando falhas no meio da produção.

Este estudo comprova, oficialmente, com experimento em laboratório, a maior eficiência da alta alumina em relação ao aço inox AISI 304 com respeito a resistência a abrasão, já usada na chapa da mesa guia da correia da máquina politriz a mais de 3 anos na cerâmica Eliane, apresentando uma durabilidade de 3 anos sem precisar parar para manutenção, enquanto a chapa de aço inox AISI 304, exigia uma manutenção semestral com uma parada de no mínimo dois dias para a troca da mesma, com isso, o balanço final de custos mostrou que, usar a alta alumina como revestimento, proporcionou uma economia de 75% em relação aos custos gerados pela chapa de aço inox AISI 304, além de produzir cerca de 4,5 milhões de m<sup>2</sup>, enquanto a de aço inox AISI 304, produzia apenas 810 mil m<sup>2</sup> (dados fornecidos pela própria empresa). Sendo assim, pode-se afirmar que a descrição dos materiais utilizados, tem uma diferença substancial não só teoricamente, mas principalmente quando submetidos a um processo de desgaste abrasivo contínuo e de longo prazo.

## REFERÊNCIAS

- [1] ANFACER. **História da Cerâmica**. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br/historia-ceramica>>. Acesso em: 06 Março 2018.
- [2] RATIA, V. ; MIETTUNEN, I. ; KUOKKALA, V. **“WEAR”** In: Surface deformation of steels in impact-abrasion: the effect of sample angle and test duration. 2013, Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043164813000161>> Acesso em: 06 Março 2018.
- [3] BRESSAN, J.D. ; HESSE, R. ; SILVA, E.M. **“WEAR”** In: Abrasive wear behavior of high speed steel and hard metal coated with TiAlN and TiCN. 2001, Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004316480100638X>> Acesso em: 06 Março 2018.



- [4] GEREMIA, D. **Desgaste abrasivo ou erosivo: 3 dicas para identificar a diferença e especificar melhor os seus revestimentos contra estes desgastes.** Disponível em: < <https://pt.linkedin.com/pulse/desgaste-abrasivo-ou-erosivo-3-dicas-para-identificar-darlan-geremia>>. Acesso em: 30 Abril 2018.
- [5] ASTM G40-17, **Standard Terminology Relating to Wear and Erosion**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017, Disponível em: <<https://www.astm.org/Standards/G40.htm>>. Acesso em: 30 Abril 2018.
- [6] KETTERMANN, V. **Desgaste e os seus mecanismos.** Engenheiro de Materiais. 2017, Disponível em: <<http://engenheirodemateriais.com.br/2017/11/03/desgaste-e-os-seus-mecanismos/>> Acesso em: 17 Maio 2018.
- [7] RIBEIRO, R. **Avaliação da resistência ao desgaste abrasivo de revestimentos soldados do tipo Fe-C-Cr utilizados na indústria sucroalcooleira**, 2004, Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90838/ribeiro\\_r\\_me\\_ilha.pdf?sequence=1](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90838/ribeiro_r_me_ilha.pdf?sequence=1)> Acesso em: 17 Maio 2018.
- [8] ASTM G65-16e1, **Standard Test Method for Measuring Abrasion Using the Dry Sand/Rubber Wheel Apparatus**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016 Disponível em: <<https://www.astm.org/Standards/G65.htm>>. Acesso em: 30 Abril 2018.
- [9] S. WIROJANUPATUMP, P.H. SHIPWAY. **Abrasion of mild steel in wet and dry conditions with the rubber and steel wheel abrasion apparatus.** Wear 239 (2000) 91-101.
- [10] TEBECHERANI, C. T. P. **Aços inoxidáveis.** Disponível em: < [http://www.pipesystem.com.br/Artigos\\_Tecnicos/Aco\\_Inox/body\\_aco\\_inox.html#influencia](http://www.pipesystem.com.br/Artigos_Tecnicos/Aco_Inox/body_aco_inox.html#influencia)>. Acesso em: 26 Abril 2018.
- [11] FAVORIT AÇOS ESPECIAIS. **Aço AISI 304 / AISI 304 L.** Disponível em: < <http://www.favorit.com.br/produtos/acos-inoxidaveis/aco-aisi-304-aisi-304-l>>. Acesso em: 26 Abril 2018.
- [12] CEDRAZ, A. **Panelas Inox: Nem Todas São Iguais**, 2016, Disponível em: <<https://blog.lojabrazil.com.br/panelas-inox-nem-todas-sao-iguais/>>. Acesso em: 26 Abril 2018.



[13] TENAX AÇOS ESPECIAIS. **Austeníticos / AISI 304**. 2018, Disponível em: <<http://www.tenax.com.br/tenax/produtos/acos-inoxidaveis/aisi-304/>>. Acesso em: 11 Julho 2018.

[14] ARMCO. **Aços Inoxidáveis - Especificações Técnicas**. 2011, Disponível em: <[http://www.armco.com.br/wp/wp-content/uploads/2011/09/AcosInoxidaveis\\_especificacoestecnicas.pdf](http://www.armco.com.br/wp/wp-content/uploads/2011/09/AcosInoxidaveis_especificacoestecnicas.pdf)>. Acesso em: 11 Julho 2018.

[15] ARTIGOS DE APOIO INFOPÉDIA. **Alumina**. Porto: Porto Editora, 2003-2018, Disponível em: <[https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/\\$alumina](https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/$alumina)>. Acesso em: 17 Maio 2018.

[16] CIMM. **Comparação entre a cerâmica a base de Alumina e a de Carbetto de Silício**. 2009, Disponível em: <[https://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir\\_noticia/6137-comparacao-entre-a-ceramica-a-base-de-alumina-e-a-de-carbetto-de-silicio](https://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir_noticia/6137-comparacao-entre-a-ceramica-a-base-de-alumina-e-a-de-carbetto-de-silicio)>. Acesso em: 11 Julho 2018.

[17] SCHMIDT JUNIOR, J. **Análise de Desgaste Abrasivo de Revestimentos Duro Depositado em Hardox®500**. 2017. Artigo (Graduação em Tecnologia em Manutenção Industrial) - Faculdade Satc, Criciúma, 2017.

[18] DAMIANI, I. **Desenvolvimento de Equipamento para Ensaio de Desgaste Abrasivo de Baixa Tensão ASTM G65**. 2016. Relatório de estágio (Graduação em Tecnologia em Automação Industrial) - Faculdade Satc, Criciúma, 2016.

## ABSTRACT

The process of manufacturing the floors and tiles as it is today, arose in Italy in the 50's and was brought to Brazil about 10 years later. Over time the ceramics have applied new methods based on automation to improve and streamline the process of manufacturing the materials, therefore increasing their productivity and quality. Due to their high productivity in extreme conditions, these automated machines constantly suffer with wear on their metal structure, due to this fact, a periodic maintenance is necessary to avoid breakage or failure of these. The purpose of this article is to carry out a detailed study in order to compare the abrasion resistance between AISI 304 stainless steel and high alumina to prove in laboratory with technical data the result that was obtained in practice when replacing the guide table of the polishing machine belt, originally made of AISI 304 stainless steel and currently coated with high alumina pellets, and show which one is more efficient for this purpose, six test pieces were used, three of stainless steel (material originally used on the polishing machine belt



guide table) and the remaining three were coated with high alumina pellets, being the comparative tests, performed on the abrasive test machine with rubber wheel and sand, at the end, the results were presented and concluded that the high alumina has much superior efficiency in the resistance to abrasion, reducing considerably the frequency of change of the piece, increasing the productivity and reducing the expenses with maintenance.

**Keywords:** Ceramic industry. Wear. Abrasive. Coatings.

### AGRADECIMENTOS

O autor agradece a FACULDADE SATC por todo o apoio a pesquisa realizada neste trabalho, ao LAMAD por disponibilizar parte de suas instalações e parte da matéria e toda sua infraestrutura para realização da montagem e experimentos práticos, em especial ao orientador, a coorientadora, ao coordenador do curso, a cerâmica Eliane por disponibilizar os resultados obtidos com o experimento em prática, a Carbocerâmica por disponibilizar as amostras para o ensaio, e a todos os que contribuíram de forma direta e indiretamente para este projeto.