

1 – INTRODUÇÃO

1.1 – Objetivo

O objetivo deste projeto é o de avaliar, recuperar e testar à máquina de ensaio abrasivo do laboratório de materiais da UFES, segundo a norma DIN53516.

1.2 – Resultados Alcançados

A máquina foi completamente recuperada e testada e agora esta apta a realizar todos os testes para a qual foi concebida.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – Polímeros

Os polímeros podem ser sintéticos ou naturais. Segundo Callister(2002, P308) os polímeros que ocorrem na natureza são aqueles derivados de plantas e animais como a madeira, a borracha, o algodão, a lã, o couro e a seda. Outros polímeros naturais muito usados são as enzimas, os amidos e a celulose que são importantes em processos biológicos e fisiológicos nas plantas e animais.

Segundo Callister (2002, P327) a compreensão dos mecanismos segundo os quais os polímeros se deformam elasticamente e plasticamente permite que se altere e controle inúmeras de suas características como dureza, elasticidade, resistência a abrasão entre outras. A seguir é mostrada a figura 1 que é uma micrografia eletrônica de varredura de um poliestileno que foi tornado mais resistente ao impacto pela adição de uma fase borracha.

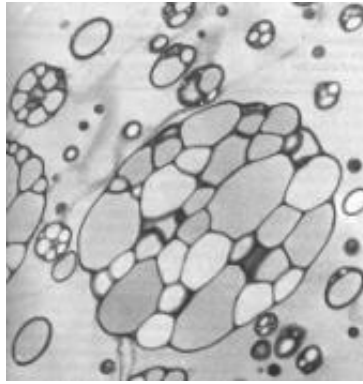


Figura 1 - micrografia eletrônica de varredura de um poliestileno que foi tornado mais resistente ao impacto pela adição de uma fase borracha. Fonte: Callister (2002).

2.2.1 – Fatores que influenciam as propriedades dos polímeros

De acordo com Callister (2002, P330) inúmeros fatores influenciam as características dos materiais poliméricos. Diversos fatores estruturais e de processamento possuem influências marcantes sobre o comportamento mecânico desses materiais. Esses fatores são:

- Peso Molecular
- Grau de Cristalinidade
- Pré-Deformação por Estiramento
- Tratamento Térmico

2.1.2 – Aplicações e Processamento dos Polímeros

Segundo Callister (2002, P341), as grandes moléculas dos polímeros comercialmente úteis devem ser sintetizadas a partir de substâncias que possuem moléculas menores em um processo chamado polimerização. Assim sendo, as propriedades de um polímero podem ser modificadas e melhoradas pela inclusão de materiais aditivos. Finalmente, uma peça acabada com uma forma desejada deve ser moldada durante uma operação de conformação.

2.1.3 – Polimerização

A síntese de polímeros com grande peso molecular é chamada polimerização; este é um processo segundo o qual unidades monoméricas se unem umas as outras para gerar cada uma das moléculas gigantes constituintes. Na maioria das vezes, as matérias-primas para os polímeros sintéticos são derivadas do carvão e de produtos da indústria do petróleo, os quais são compostos por moléculas de baixos pesos moleculares. As reações de polimerização podem ser divididas em por adição e por condensação.

2.1.4 – Aditivos Para Polímeros

De acordo com Callister (2002, P343), substâncias exógenas, chamadas aditivos são introduzidos intencionalmente para melhorar ou modificar muitas das propriedades dos polímeros e dessa forma tornar o mesmo mais útil para uma determinada função. Os aditivos mais comuns são:

- Enchimentos
- Plasticizantes
- Estabilizadores
- Corantes
- Retardadores de Chama

2.1.5 – Tipos de Polímeros

Existem muitos tipos de polímeros. Os principais e mais conhecidos são os plásticos, os elastômeros (ou borrachas), as fibras, os revestimentos, os adesivos, as espumas e as películas. Ainda existem os materiais poliméricos avançados como o polietileno com peso molecular ultra-alto, polímeros cristais líquidos e os elastômeros termoplásticos.

2.1.5.1 – Polímeros Termoplásticos e Termofixos

Um esquema de classificação dos materiais poliméricos é feito de acordo com a sua resposta mecânica a elevadas temperaturas. Os termoplásticos e os termofixos compreendem as duas subdivisões desses materiais. Os termoplásticos amolecem quando são aquecidos (e por fim se liquefazem) e endurecem quando resfriados, processos que são totalmente reversíveis e que podem ser repetidos. Os termoplásticos são em geral, relativamente mais moles e dúcteis.

Os polímeros termofixos se tornam permanentemente duros quando submetidos a aplicação de calor e não amolecem com um aquecimento subsequente. Os polímeros termofixos são geralmente mais duros, mais fortes e mais frágeis do que polímeros termoplásticos, e possuem maior estabilidade dimensional.

2.2 – TRIBOLOGIA E DESGASTE ABRASIVO DE POLÍMEROS

Tribologia é o estudo do atrito, desgaste e lubrificação. É uma ciência que envolve várias outras como a física, química e a engenharia mecânica e metalúrgica.

2.2.1 – Desgaste Abrasivo

Segundo Hutchings (1992, P133), no desgaste abrasivo, o material é removido pelo desprendimento de partículas da superfície por partículas duras ou às vezes por protuberâncias duras no contra-corpo forçadas contra uma superfície.

A distinção pode ser feita entre o desgaste abrasivo a dois ou a três corpos. Nos dias atuais a classificação se dá em desgaste com partículas que deslizam ou não.

As partículas duras possuem três características que influenciam no desgaste abrasivo. Segundo Hutchings (1992,P135), elas são:

- Dureza
- Forma
- Tamanho

2.2.2 – Desgaste Abrasivo de Polímeros

Os polímeros não são muito resistentes ao desgaste abrasivo se comparado com outros materiais. A figura 2 mostra a resistência a abrasão de diversos materiais. Como se pode observar, os polímeros possuem das menores taxas de resistência.

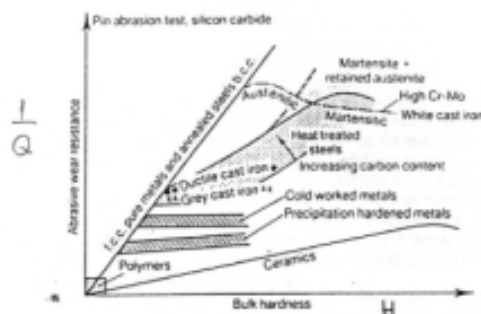


Fig. 4.18 Two-body abrasion resistance (1/volume wear rate) of various materials plotted against bulk hardness (from Zum Gahr K.H. *Microstructure and Wear of Materials*, Elsevier, 1987)

Figura 2 – Taxas de desgaste de diversos materiais. Fonte: Hutchings

No entanto, muitas aplicações exigem polímeros e a modificação de sua resistência ao desgaste abrasivo é bem vindo. É o caso por exemplo de solas de sapato ou tubos de PVC que podem sofrer erosão ao transportar fluidos com partículas abrasivas.

2.2.3 – Métodos de Ensaio de Desgaste Abrasivo

Segundo Hutchings (1992, P167), os testes mais comuns de desgaste abrasivo realizados em laboratório são com pinos deslizando sobre superfícies com abrasivos fixos, ou um pino rolando sobre uma superfície abrasiva. A figura 3 a seguir mostra alguns dos métodos usados.

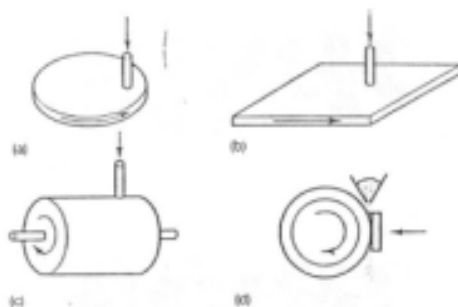


Fig. 6.26 Schematic illustration of four common methods used to measure abrasive wear rates of material: (a) pin on abrasive disc; (b) pin on abrasive plate; (c) pin on abrasive drum; (d) rubber wheel abrasion test

Figura 3 – Métodos de ensaio de desgaste abrasivo. Fonte: Hutchings

A figura (a) até a (c) mostra três diferentes métodos em que se pode simular o desgaste abrasivo a dois corpos e a (d) mostra um método de teste a três corpos.

2.2.4 – Ensaio de Desgaste Abrasivo de Polímeros

O ensaio de desgaste abrasivo de polímeros é feito como mostrado na figura 3 (c) acima. É normalizada pela norma alemã Din 53516 e é usado internacionalmente. É um ensaio pino sobre rolo abrasivo onde uma carga é aplicada sobre uma borracha e esta desliza sobre um rolo que contém uma lixa abrasiva .

3 – MÉTODOS EXPERIMENTAIS

3.1 – Resumo da Norma DIN 53516

A Norma DIN 53516 refere-se à determinação da resistência ao desgaste de elastômeros e materiais similares, cujo objetivo é medir a perda de massa do material após ensaio na máquina de abrasão. Para conseguir tal objetivo, deve-se seguir a norma e ensaiar vários tipos de amostra.

O ensaio consiste em fixar o corpo de prova no porta-amostra da máquina, e em seguida fazer com que o cilindro envolto por uma lixa gire a uma velocidade constante de 40 rpm, até que o corpo de prova percorra uma distância de 40m.

A amostra será fabricada com o apoio de uma ferramenta cujas dimensões são padronizadas pela norma. O corpo de prova apresentará uma forma cilíndrica de 16 mm de diâmetro. A figura 4 a seguir, mostra a ferramenta para a fabricação de corpos de prova usada no LTM.



Figura 4 - Detalhe da ferramenta para a fabricação de corpos de prova usado no LTM

A máquina de ensaio abrasivo de polímeros é composta por um cilindro de 150 mm de diâmetro e 500 mm de comprimento.

Durante o ensaio, caso a amostra apresente perda de massa total após percorrer os 40 m, segundo a norma podemos fazer o mesmo ensaio com uma distancia de 20m de abrasão ou diminuir o peso sobre a amostra.

É utilizado para cobrir o cilindro, uma lixa de alumina de 60 mesh de granulometria. A duração da mesma varia de acordo com o padrão desenvolvido, mas não é recomendado ensaiar mais de 15 amostras na mesma lixa.

Recomenda-se que ao fazer os ensaios, utilize-se de 3 à 5 amostras, pois com isso chega-se a um padrão que será útil mais tarde na comparação dos resultados das amostras testadas seguintes.

3.2 – Recuperação da Máquina de Ensaio Abrasivo da Ufes

A máquina de ensaio abrasivo de polímeros em questão é a do laboratório de materiais da UFES. Esta máquina foi recuperada e ensaiada. A seguir serão mostradas etapas deste processo de recuperação.

3.2.1 – Máquina Antes da Recuperação

A máquina encontrava-se no laboratório de ensaios. Por meio de doação, ela foi fornecida ao laboratório de materiais. A seguir tem-se figura do estado inicial em que foi encontrado o equipamento.



Figura 5 – Máquina Antes da Recuperação e peça necessitando de desmontagem, limpeza e lubrificação.

O aparato encontrava-se com vários pontos de ferrugem, sem instalação elétrica, com inúmeras incrustações de sujeira externamente e internamente. Foi preciso então a completa desmontagem da máquina para que se efetuasse a limpeza e a aplicação de anticorrosivos. A figura 5 a seguir mostra algumas das etapas do desmonte.



Figura 5 – Máquina em processo de Desmonte e Detalhe de incrustação de sujeira

3.2.2 – Máquina Após a Recuperação

Após a manutenção, a máquina entrou no processo de montagem. A instalação elétrica foi totalmente feita por alunos. A seguir são exibidas na figura 6 o equipamento montado.

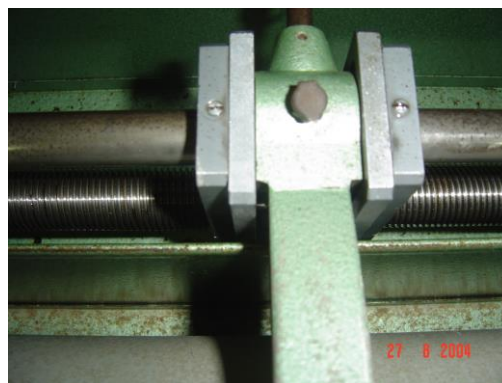


Figura 6 – Máquina montada e detalhe de peça que foi completamente desmontada, limpa e lubrificada.

Foi necessária também a construção de peças que faltavam ao equipamento original. É o caso do peso de 1kg padronizado pela norma Din 53516 necessário para a realização de ensaios. A figura 7 a seguir mostra a peça que foi construída.



Figura 7 – peça fabricada é um cilindro de aço com massa = 980,1g.

3.3 – Procedimento Experimental

Considerando que este é um projeto acadêmico, decidiu-se por demonstrar procedimentos experimentais afim de facilitar futuras operações por alunos que vierem a trabalhar com o aparato.

3.3.1 – Procedimento Adotado Pelo LTM em Uberlândia

O procedimento para se fazer o ensaio do corpo de prova consiste basicamente em 6 etapas principais:

1º Etapa) – Preparação do corpo de prova:

- Primeiro deve-se escolher qual o tipo do material a ser utilizado, bem como ter em mãos as propriedades físico – químicas do material a ser testado.
- O próximo passo consiste em utilizar a ferramenta adequada de acordo com a Norma DIN 53516 para preparar o corpo de prova nas dimensões corretas.

2º Etapa) – Limpeza da Amostra Antes do Ensaio:

- Primeiro devemos lavar a amostra com água corrente e sabão neutro para ser retiradas partes e sujeiras indesejadas.
- Após esse passo, secamos a amostra com um secador de cabelo, e em seguida numeramos as amostras (em caso de se ensaiar mais de uma amostra) com o auxílio de um estilete, para que não aconteça confusão na hora da pesagem.

- Em seguida a amostra é colocada dentro de um recipiente banhado com álcool por um período de 10 minutos.
- Após os 10 minutos, utilizamos novamente o secador de cabelo para secar a amostra.
- Deverá ser feita uma limpeza com ultra-som, num período de 5 minutos.
- O ultimo passo da limpeza da amostra consiste em levá-la a uma estufa, onde permanecerá por 2 horas, em uma temperatura de 70° C.
- Resfria-se a peça na temperatura ambiente para que possa ser feito a pesagem da amostra.

3° Etapa) – Pesagem da Amostra

- Essa etapa é a mais simples e a mais rápida do processo, mas tem que ser feito com cuidado para que não ocasione erro.
- Com o auxílio de uma pinça, pesamos uma a uma (se for mais de uma amostra) em uma balança com 4 casas decimais.

Os valores pesados deverão ser anotados para a eventual comparação no final.

4° Etapa) – Ensaio Destrutivo na Máquina:

- Primeiro devemos inspecionar os componentes da máquina, assim como verificar se a lixa está presa ao cilindro corretamente.
- Após a inspeção, ajustamos o corpo de prova no porta-amostra.
- Acionamos a partida do motor para que a abrasão possa ser iniciada.
- Após percorrido o total de 40m, no fim de curso da máquina, desligamos o motor e daremos procedimento à retirada do corpo de prova com o auxílio do botão ejetor.

5° Etapa) - Limpeza da Amostra Após o Ensaio:

- Primeiro devemos lavar a amostra com água corrente e sabão neutro para ser retiradas partes e sujeiras indesejadas.
- Após esse passo, secamos a amostra com um secador de cabelo, e em seguida numeramos as amostras (em caso de se ensaiar mais de uma amostra) com o auxílio de um estilete, para que não aconteça confusão na hora da pesagem.
- Em seguida a amostra é colocada dentro de um recipiente banhado com álcool por um período de 10 minutos.
- Após os 10 minutos, utilizamos novamente o secador de cabelo para secar a amostra.
- Deverá ser feita uma limpeza com ultra-som, num período de 5 minutos.

- O ultimo passo da limpeza da amostra consiste em levá-la a uma estufa, onde permanecerá por 2 horas, em uma temperatura de 70° C.

- Resfria-se a peça na temperatura ambiente para que possa ser feito a pesagem da amostra.

6° Etapa) – Pesagem Final da Amostra:

- Essa etapa é a mais simples e a mais rápida do processo, mas tem que ser feito com cuidado para que não ocasione erro.

- Com o auxilio de uma pinça, pesamos uma a uma (se for mais de uma amostra) em uma balança com 4 casas decimais.

Os valores pesados deverão ser anotados para a eventual comparação com os valores iniciais.

3.3.2 – Procedimento Experimental Fornecido Pelo Manual da Máquina

Procedimento para realização do teste fornecido pelo manual da máquina:

- 1) Corte a amostra de 16 mm de diâmetro;
- 2) Ache o peso da amostra em uma balança de precisão;
- 3) Meça a espessura da amostra;
- 4) Localize o eixo de rotação na posição da esquerda;
- 5) Ajuste o divisor do micrometro situado no porta-amostra, para medição da espessura da amostra;
- 6) Abaixa a amostra até que ela par no porta-amostra;
- 7) Fixe a lixa no tambor;
- 8) Ligue a energia, A abrasão na amostra será automaticamente afetada;
- 9) Após o caminho de atrito dos 40m for ultrapassado, desligue a energia e remova a amostra apertando o ejetor;
- 10) Limpe a amostra da poeira causada, e pese novamente a amostra;
- 11) Calcule a perda de massa e de volume da borracha removida;
- 12) Minuciosamente limpe a lixa com uma escova – pincel com cerdas bem leves;

OBS – Para obter um valor mais apropriado da abrasão, é recomendado que se ensaie de 3 a 5 amostras de borracha da mesma qualidade, para se formar um resultado intermediário.

4 – Resultados e Discussão

Nesta etapa, serão apresentadas as particularidades dos ensaios no LTM e na UFES, assim como os seus resultados.

4.1 – Resultados LTM

Para um melhor aproveitamento do projeto, o orientador recomendou uma visita ao laboratório de tribologia e materiais da Universidade Federal de Uberlândia (LTM/UFU). Foi feito contato via telefone com professores e alunos que trabalham no LTM, para definir o dia e horário da visita.

No primeiro contato foi feita a apresentação via fotos e filmes do equipamento da UFES, e em seguida foi feita a apresentação do LTM e também à máquina de abrasão, que foi projetada e fabricada por alunos e professores.

Depois de muita discussão sobre a fabricação da máquina, sobre os métodos e etapas do teste, foi feita a realização do ensaio. Foram ensaiadas 5 amostras, cujo material era uma borracha composta de cargas e aditivos de fabricação da Goodyear. O ensaio foi feito aplicando uma carga de 10 N, com a rotação da amostra, a seco, usando como contra corpo uma lixa abrasiva de alumina com 60 mesh de granulometria, cuja marca é Carborundum.

A máquina do LTM apresenta uma característica diferente da máquina da UFES, pois ela não apresenta parafusos de fixação da lixa no comprimento do cilindro, isso faz com que a amostra esteja em contato com a lixa no decorrer de todo o ensaio, evitando pulos e saltos da amostra. A figura 8 mostra o aparato do LTM.



Figura 8 - Layout da máquina de abrasão do LTM

4.1.1 - Fabricação do corpo de prova

O corpo de prova foi fabricado com o auxílio de uma ferramenta que tem as especificações de acordo com a norma DIN 53516. A ferramenta foi construída com aço rápido e é utilizada adaptada a uma furadeira onde o corpo de prova é fabricado. A figura 4 mostra a ferramenta de preparação do corpo de prova.

4.1.2 - Limpeza do corpo de prova

Depois de adquirido a amostra, inicia uma limpeza na mesma. Primeiro deve-se lavá-la em água corrente e detergente neutro, como foi ensaiada 5 amostras, é recomendável “marcar” as amostras para que não haja confusão nas pesagens dos valores iniciais e finais do ensaio, em seguida depositamos a amostra em um recipiente com álcool e aguardamos 10 minutos. Depois em seguida retiram-se as amostras e seca-se com um secador de cabelo.

Após isso se faz uma limpeza com ultra-som por um período de 5 minutos. O próximo passo é depositá-la em uma estufa por 2 horas, com uma temperatura de aproximadamente 70°. Após este tempo, resfria-se a amostra com temperatura ambiente, finalizando a etapa de limpeza antes do ensaio destrutivo.

A limpeza posterior ao ensaio na máquina se repete do mesmo jeito que foi feita à limpeza inicial, observando o mesmo tempo de cada etapa de limpeza, para que seja feita a pesagem final e em seguida chegar nas conclusões dos resultados.

4.1.3 - Pesagem da amostra

Utilizando uma balança de precisão de 4 casas decimais, pesa-se as amostras. É aconselhável utilizar uma pinça para manusear os corpos de prova. O peso de cada amostra é anotado imediatamente. Depois de pesado, a amostra está pronta para ser ensaiada na máquina de abrasão.

4.1.4 - Ensaio na Máquina

Após a pesagem da peça, foi realizado o teste. O corpo de prova tem que ser colocado na posição adequada da porta amostra e em seguida deverá ser ligado o motor. A peça percorrerá uma distancia de 42 metros (distância maior do que a de 40 m segundo a Norma DIN 53516), e em seguida será recolhida à amostra para limpeza posterior e pesagem final. O ensaio se repete dependendo do número de amostras a serem testadas.

4.1.5 - Resultados do ensaio.

Após ser feita a pesagem final das amostras, o ensaio está concluído. Analisamos agora cada amostra e comparamos com seu peso inicial.

Podemos reparar nos resultados abaixo que o primeiro e o segundo ensaio apresentou uma perda de massa considerável em relação ao terceiro ensaio em diante. Depois de ensaiadas tais amostras, chega-se a uma conclusão que o desgaste da lixa a partir do terceiro ensaio se

mantém mais constante ou ainda, o que é mais possível, o sistema entra no regime permanente, fazendo com que se crie um padrão aceitável com o tipo do material testado, com a granulometria e marca da lixa, com as limpezas que foram feitas antes e depois do ensaio destrutivo, com o fato de que a amostra percorreu um espaço de 42m, com a amostra girando no porta-amostra.

A tabela 1 mostra os resultados obtidos no LTM.

| Resultados | | | | |
|------------|-------------------|-----------------|-----------|------------|
| Amostra | Massa Inicial (g) | Massa Final (g) | Diferença | Percentual |
| 1 | 1,37975 | 0,95585 | 0,4239 | 30,72% |
| 2 | 1,38188 | 1,04547 | 0,33641 | 24,34% |
| 3 | 1,37381 | 1,07317 | 0,30064 | 21,88% |
| 4 | 1,36807 | 1,08499 | 0,28308 | 20,69% |
| 5 | 1,37641 | 1,11162 | 0,26479 | 19,24% |

Tabela 1 – Resultado do ensaio realizado no LTM

4.2 – Resultados UFES

Os ensaios na UFES foram feitos seguindo-se o mesmo padrão usado no LTM, apesar de que o manual da máquina indica um outro um pouco diferente. Isto porque se deseja comparar os resultados entre LTM e UFES. Será mostrada cada etapa do procedimento por meio de figuras. A figura 9 mostra os corpos de prova que serão testados.



Figura 9 - corpos de prova testados

A figura 10 mostra os corpos de prova sendo limpos com álcool.



Figura 10 - corpos de prova sendo limpos com álcool

A figura 11 mostra a limpeza por ultra-som.



Figura 11 - limpeza por ultra-som

A figura 12 mostra a colocação dos corpos de prova na estufa. Temperatura da estufa = 100°C. Tempo na estufa foi de 80 minutos antes da primeira pesagem e 30 minutos na segunda pesagem, devido à diferença de temperatura entre a estufa do LTM e da UFES e também da disponibilidade da mesma.



Figura 12 – Colocação das amostras na estufa da Engenharia Ambiental.

A figura 13 mostra a pesagem das amostras em balança de precisão.

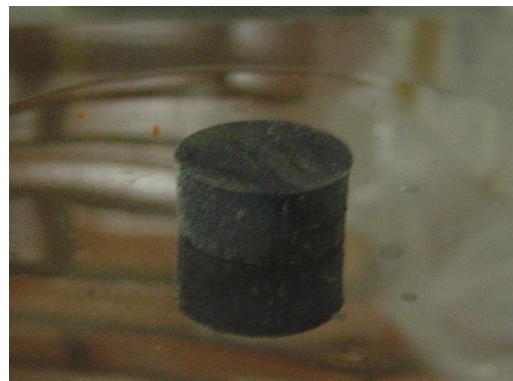


Figura 13 - pesagem das amostras em balança de precisão.

A figura 14 mostra os debris formados após o ensaio das 5 amostras



Figura 14 - debris formados após o ensaio das 5 amostras

A figura 15 mostra o pincel usado para a limpeza da lixa e o anti-corrosivo usado para lubrificação e proteção de partes dos elementos de máquina do equipamento, além de exibir também o peso usado como carga, os corpos de provas testados e papel que foi usado para limpeza e manuseio de ferramentas usadas no ensaio.



Figura 15 – Elementos usados durante o ensaio

4.2.1 – Resultados

Foi feito o cálculo de perda de massa das amostras com e sem a limpeza dos corpos de prova após os testes. A tabela 2 mostra o resultado com a limpeza e a tabela 3 exibe o resultado sem a limpeza. Observa-se pouca diferença entre as pesagens.

| Resultados após procedimento de limpeza | | | | |
|---|-------------------|-----------------|-----------|------------|
| Amostra | Massa Inicial (g) | Massa Final (g) | Diferença | Percentual |
| 1 | 1,3882 | 0,8234 | 0,5648 | 40,69% |
| 2 | 1,3878 | 0,8762 | 0,5116 | 36,86% |
| 3 | 1,3902 | 0,9051 | 0,4851 | 34,89% |
| 4 | 1,3805 | 0,9031 | 0,4774 | 34,58% |
| 5 | 1,3953 | 0,9183 | 0,477 | 34,19% |

Tabela 2 – Perda de massa com a limpeza dos corpos de prova

| Resultados sem os procedimentos de limpeza | | | | |
|--|-------------------|-----------------|-----------|------------|
| Amostra | Massa Inicial (g) | Massa Final (g) | Diferença | Percentual |
| 1 | 1,3882 | 0,8241 | 0,5641 | 40,64% |
| 2 | 1,3878 | 0,8801 | 0,5077 | 36,58% |
| 3 | 1,3902 | 0,907 | 0,4832 | 34,76% |
| 4 | 1,3805 | 0,9058 | 0,4747 | 34,39% |
| 5 | 1,3953 | 0,934 | 0,4613 | 33,06% |

Tabela 3 - Perda de massa sem a limpeza dos corpos de prova

4.3 – Comparação dos resultados LTM x UFES

A figura 16 mostra o gráfico comparando os resultados entre LTM e UFES.

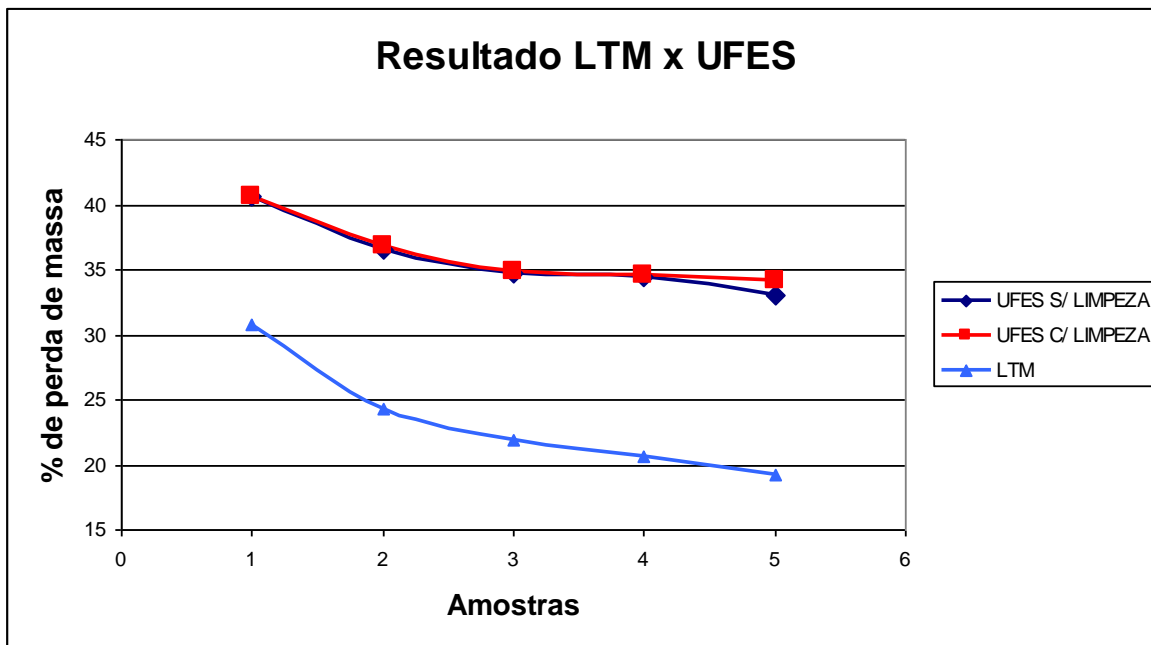


Figura 16 – Gráfico comparativo dos resultados LTM x UFES

Observam-se no gráfico, diferenças significativas entre a perda de massa obtida no LTM e a obtida na UFES. As cargas aplicadas são diferentes, no LTM o peso sobre a amostra é de 1 kg conforme a norma DIN53516 e na máquina da UFES é de 2 kg (peso morto de 1 kg mais braço de alavanca). Isto pode ser caracterizado pela natureza sistêmica que possui o desgaste. As máquinas são diferentes, operam em locais diferentes, possuem suas particularidades. Porém podem-se observar os mesmos princípios nos equipamentos. As amostras iniciam perdendo muita massa, mas depois começam a entrar no regime permanente e a perda de massa vai ficando constante.

Observa-se também que a limpeza da amostra como foi feita não altera significativamente o resultado. Esta é uma vantagem, pois no futuro as amostras podem ser limpas através de um procedimento mais rápido, o que aumenta a produtividade do ensaio. É importante que se repita o processo limpando a amostra corretamente após o ensaio para verificar se é possível simplificar esta etapa.

A amostra nº 5 teve seu resultado afetado pelo fato de ter percorrido de 0,5 a 1,0 m sem carga.

5 – CONCLUSÕES E SUJESTÕES

O projeto foi concluído com sucesso. A máquina se encontra em perfeito estado e apta ao uso. Ela foi testada e validada com uma máquina do LTM e os resultados mostraram coerência entre os dois aparatos.

Sugere-se que sejam construídas massas de carga com 1Kg, 500g e 250g em aço inox. A que existe agora é feita em aço carbono 1020 o que acarreta o problema de corrosão. As várias cargas aumentariam as possibilidades de testes com materiais mais duros e mais macios.

Sugere-se também que sejam realizados mais testes com diferentes tipos de polímeros para a construção de uma tabela com materiais parâmetros para melhor conhecimento dos processos de desgaste abrasivo de polímeros.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APÊNDICE A – NORMA DIN 53516

**APÊNDICE B – MANUAL DA MÁQUINA DE ENSAIO
ABRASIVO DO LABORATÓRIO DE MATERIAIS DA UFES**

APÊNDICE A – NORMA DIN 53516

**APÊNDICE B – MANUAL DA MÁQUINA DE ENSAIO
ABRASIVO DO LABORATÓRIO DE MATERIAIS DA UFES**