

EFEITO DA UMIDADE SOBRE A RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO PLANA EM DIFERENTES TIPOS DE TUBETES DE PAPEL

Angélica de Cássia Oliveira Carneiro (Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil); Marco Túlio Cardoso (Universidade Federal de Viçosa/Tubominas Indústria e Comércio Ltda, Viçosa, Brasil); Rubens Chaves de Oliveira (Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil); Wagner Patrício Jr. (Tubominas Indústria e Comércio Ltda., Elói Mendes, Brasil); Benedito Rocha Vital (Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil); Wellington de Almeida (Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil).

RESUMO

Tubetes de papelão são comercializados para diversos fins, sendo que em alguns casos o teor de umidade do produto tem de ser alterado por exigências dos compradores, assim este trabalho objetivou avaliar o efeito da umidade sobre a resistência à compressão plana de dez tipos de tubetes. Foram confeccionados corpos-de-prova no comprimento de 10 cm, sendo realizadas quatro repetições para cada tratamento. Os procedimentos utilizados nos ensaios de compressão plana e determinação de umidade seguiram, respectivamente, as normas NBR14351 e NBR14257. De acordo com os resultados cada tipo de tubete obteve um comportamento diferenciado de resistência à compressão plana em relação à variação do teor de umidade, porém freqüentemente na umidade de 14% a resistência foi menor.

ABSTRACT

Paper tubes are marketed for several ends, and in some cases the humidity tenor of the product has to be altered by the buyers' demands, and then this work aimed at to evaluate the effect of the humidity on the resistance to the plane compression of ten tubes types. They were made body-of-proof in the length of 10 cm, being accomplished four repetitions for each treatment. The procedures used in the compression rehearsals glides and humidity determination proceeded, respectively, the norms NBR14351 and NBR14257. In agreement with the results each tube type obtained a differentiated behavior of resistance to the plane compression in relation to variation of the humidity tenor, however frequently in the humidity of 14% the resistance was smaller.

Palavras-chave: *tubetes de papelão, tubetes de papel, resistência de tubetes, resistência à compressão.*

Key-words: *cardboard tubes, paper tubes, tubes resistance, compression resistance.*

1. INTRODUÇÃO

Os tubetes de papelão são um tipo de produto amplamente utilizado no mercado nacional, principalmente relevante para indústria de plástico, de papel, produtos de higiene, embalagens, no setor têxtil e atualmente sendo utilizados até mesmo em construções civis para base civil, nicho para tubulação, passagem de eletroduto, etc.

Assim é possível observar um tubete de papelão desde em um simples rolo de papel higiênico até numa bobina de cinco toneladas em uma indústria de papel.

Os tubetes são produzidos com um mesmo tipo de papel ou então seguindo uma receita, ou seja, com proporções estabelecidas de diferentes papéis reciclados.

O que diferencia um tubo de outro é o tipo de papel, o tipo de adesivo utilizado e o processo de fabricação em si, no qual se determinará principalmente a espessura de parede, que é a característica diretamente relacionada à resistência do tubo, deste modo entende-se que um tubo

produzido para ser utilizado como rolo de papel higiênico tem espessura menor que aquele que suporta cinco toneladas de papel numa indústria papeleira.

Além da espessura da parede os tubetes são ajustados, por assim dizer, à sua necessidade, por exemplo, para indústria têxtil devem ter um acabamento próprio para não danificar os tecidos, para indústria alimentícia não deve conter substância que altere as propriedades dos produtos que embalarão, dentre outras peculiaridades.

Neste contexto é relevante citar a principal matéria-prima utilizada para produção de tubete de papelão, que é papel reciclado em sua grande maioria, isso demonstra que esse produto, de relevante importância para a indústria brasileira, tem sua contribuição para preservação do meio ambiente, por ser um grande consumidor de papel reciclado incentivando sua produção.

Ambientalmente a produção de papéis reciclados tem uma importante participação, pelo fato de diminuir o impacto ambiental de produção de lixo, retirando toneladas do que seria resíduo e transformando em um importante produto para a indústria nacional. Nesse ínterim a reciclagem apresenta ainda a vantagem de demandar menor quantidade de energia e recursos hídricos além de poluir menos a atmosfera, o que atualmente é algo discutido por grandes autoridades mundiais, com fim de diminuir a emissão de gases de efeito estufa e frear o aquecimento global. Para Winsconsin Consumer Packing Council, citado por OLIVEIRA & SABIONI (1998), a poluição atmosférica gerada por processos de reciclagem de papel pode ser cerca de 79% inferior àquela gerada por processos convencionais de polpação.

Além disso, é impossível deixar de colocar a importância social da reciclagem em geral, incluindo a grande participação da reciclagem de papel, gerando empregos diretos e indiretos, que vão desde a coleta seletiva até a produção em si.

A produção de papel reciclado tende a aumentar cada vez mais por ser uma matéria-prima de baixo custo amplamente utilizada no mercado nacional e internacional, sendo empregada diretamente no setor alimentício, para produção de embalagens em geral, produção de tubetes e barricas de papelão, artigos de papelaria, dentre outros artefatos que são totalmente ou em parte constituídos desse material.

Algumas empresas têm utilizado o papel reciclado em seus produtos com o objetivo de agregar valor, mostrando uma preocupação com o meio ambiente e conservação de recursos naturais, o que incentiva e valoriza a produção.

Torna-se clara a realidade da reciclagem de papel no mercado nacional e internacional, já que neste a taxa média de reciclagem foi de 40% do consumo de papel (VENTORIM, 1998), porém há ainda muitas dúvidas com relação à qualidade do papel reciclado e de produtos que o utilizam.

Como já colocado anteriormente, o tipo de papel, o adesivo, e o processo de fabricação são os fatores determinantes da produção de tubetes, que influenciam diretamente nas propriedades deste, principalmente com relação à resistência à compressão, que representa a principal propriedade mecânica deste produto. Porém, com relação ao custo de produção, o papel é a matéria-prima mais relevante, representando cerca de 90% dos custos, seguido do adesivo, que em geral é a base de amido, de PVA ou à base de silicato de sódio.

Nas diversas utilizações dos tubetes de papelão, algumas citadas anteriormente, uma importante propriedade é a resistência à compressão plana, principalmente nos casos nos quais o tubete tem de suportar grandes tensões, como nas indústrias papeleiras.

Os tubetes são comercializados em diferentes umidades, de acordo com as exigências do cliente, por exemplo, um tubete que servirá para enrolar papel deve ter umidade adequada, pois não deve transferir água para o produto que nele será enrolado, danificando o mesmo. Como os tubetes são comercializados em diferentes umidades torna-se relevante analisar se o teor de umidade influencia na sua resistência.

Como já mencionado os tubetes são produzidos em sua grande maioria com papel reciclado, papéis que muitas vezes em sua produção não recebem colagem superficial, ou seja, não possuem revestimento, fazendo com que tenha certa higroscopicidade, assim o tubete feito com esses papéis tem certa facilidade em absorver água do ar, modificando o teor de umidade.

Com base no exposto, este trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito do teor de umidade sobre a resistência à compressão de tipo de tubete de papelão.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Amostragem dos tubetes

Os tubetes foram fornecidos pela empresa Tubominas Indústria e Comércio Ltda. no em comprimentos e espessuras de parede diferentes, mantendo-se o mesmo diâmetro interno de 75 mm.

Os tubetes utilizados foram os seguintes

QUADRO 1: Tubetes utilizados nos ensaios de compressão plana.

CÓDIGO	Tipo de Papel	Espessura de parede dos tubetes (mm)
B1P3	100% Fabricante B	3
B2P7	100% Fabricante B	7
B3P16	100% Fabricante B	16
B4P12	100% Fabricante B	12
B5P5	100% Fabricante B	5
B6P8	100% Fabricante B	8
C1P3	100% Fabricante C	3
C2P9	100% Fabricante C	9
C3P10	100% Fabricante C	10
EP13	100% Fabricante E	13

O código representa o papel com o qual o tubete foi feito e a espessura de parede, por exemplo, B1P3 significa que esse tubete foi feito com 100% de papel do fabricante B e tem uma espessura de parede de 3 mm.

Para realização dos testes de compressão plana os tubetes foram, então, seccionados de modo a produzirem corpos-de-prova com 10 cm de comprimento, sendo que as extremidades foram descartadas.

Logo após serem confeccionados, os corpos-de-prova foram acondicionados em sacos plásticos a fim de se manter a umidade na qual se encontravam, porém antes foram retirados alguns para determinação da umidade.

2.2. Determinação do teor de umidade

Foram amostrados dez corpos-de-prova para determinação da umidade, de forma aleatória. Foram identificados e tiveram a massa aferida em balança de precisão para então serem secos em estufa a $105 \pm 2^\circ\text{C}$, de conformidade com a norma NBR 14257 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

2.3. Cálculo de massa

Conforme descrito no item anterior, foi determinado, por amostragem, o teor de umidade em que os corpos-de-prova se encontravam antes dos testes, para acondicioná-los nas umidades desejadas utilizou-se a seguinte metodologia de cálculo de massa:

Conhecendo o valor do teor de umidade no qual se encontravam os corpos-de-prova, cada um teve sua massa aferida em balança de precisão e com esses valores estimou-se o peso seco de cada corpo-de-prova através da seguinte fórmula:

$$PS = Pi - (Pi \times U)$$

Em que,

PS = Peso seco, g.

Pi = massa do corpo-de-prova, g.

U = teor de umidade do corpo-de-prova, %.

De posse do valor do peso seco calculou-se a massa para o teor de umidade desejado segundo a fórmula:

$$Pf = 1 - (PS/Ud)$$

Em que,

Pf = massa em que o corpo-de-prova deve estar para umidade desejada, g.
Ud = teor de umidade desejado, %.

2.4. Resistência à compressão plana em diferentes teores de umidade

Para atingir o teor de umidade estabelecido, os tubetes foram acondicionados, ora em estufa a $105 \pm 2^\circ\text{C}$, ora em câmara climática a uma umidade relativa de 90% e temperatura de 20°C .

Após atingirem os teores de umidade desejados, observando-se a massa calculada, os corpos-de-prova foram então ensaiados na máquina de ensaio universal, seguindo os padrões da NBR14351 da ABNT.

3. RESULTADOS

Os valores médios de resistência a compressão plano dos tubetes em função de umidade estão apresentados nas Figuras 1-11.

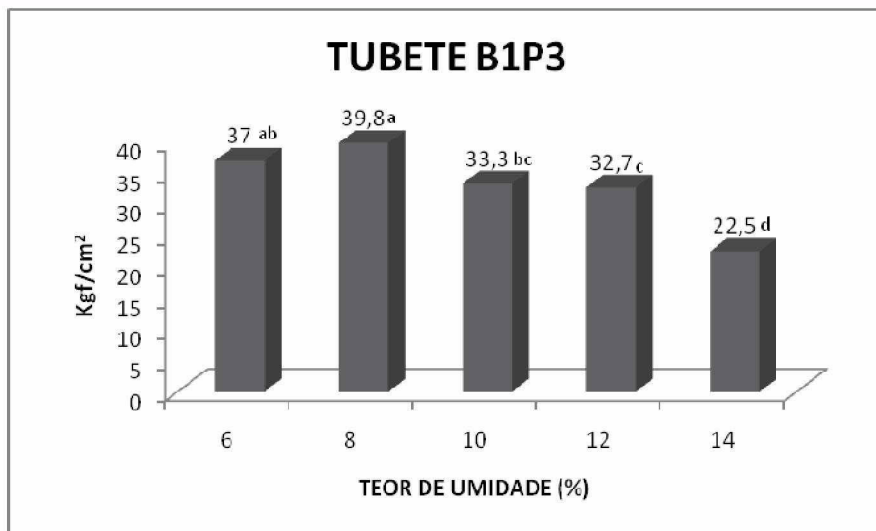


FIGURA 1: Valores médios de resistência à compressão plana do tubete B1P3 em função da umidade.

Observa-se para o tubete B1P3 nas umidades de 6 e 8% os resultados de resistência foram superiores, sendo que para umidade de 14% este valor foi significativamente inferior as demais.

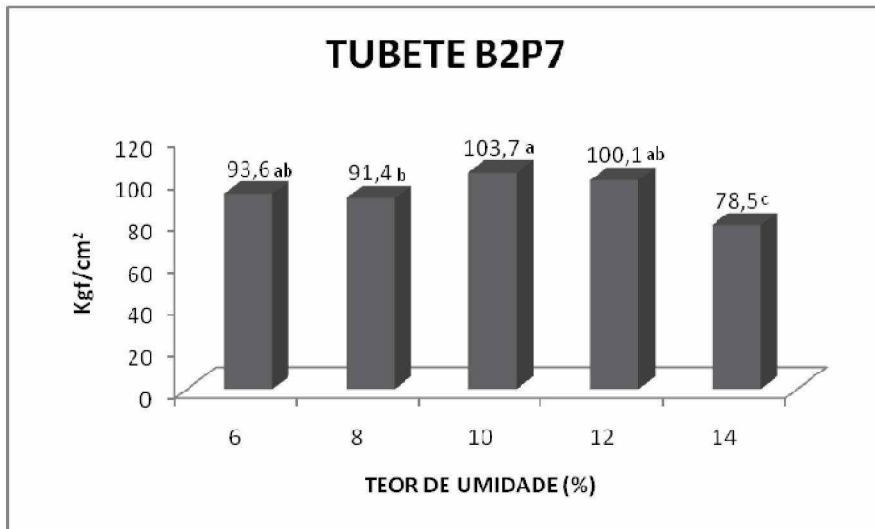


FIGURA 2: Valores de resistência à compressão plana do tubete B2P7 em função da umidade.

Para o tubete B2P7 não houve grande variação nos valores de resistência à compressão plana, ressaltando apenas a umidade de 14% na qual o valor foi inferior.

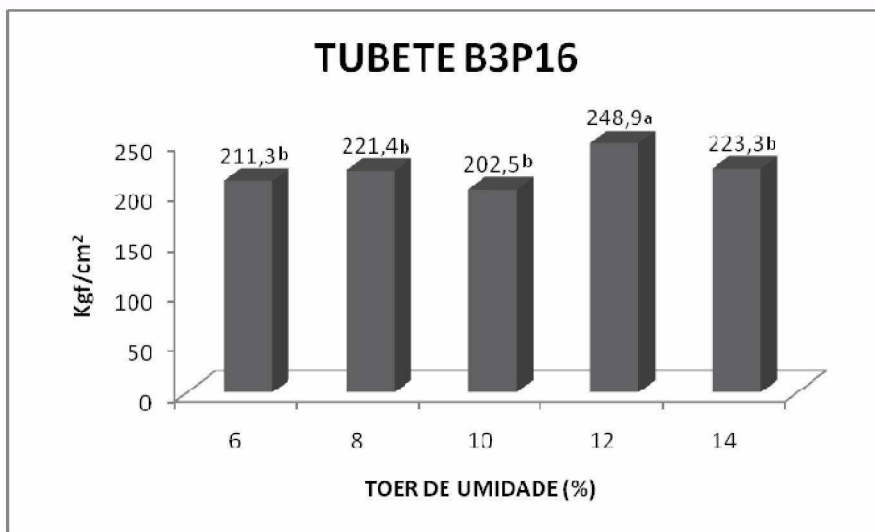


FIGURA 3: Valores de resistência à compressão plana do tubete B3P16 em função da umidade.

Na figura 3 observa-se um ponto ótimo de resistência na umidade de 12 %, não ocorrendo variação significativa nas demais umidades.

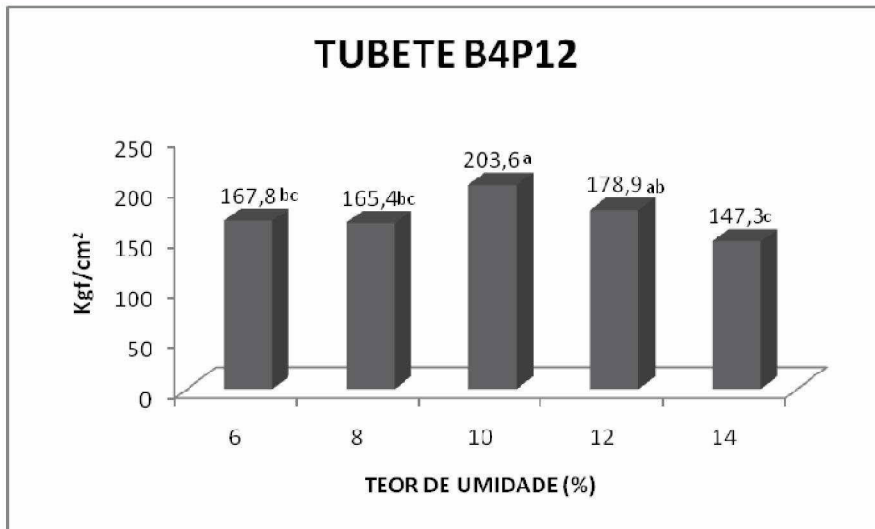


FIGURA 4: Valores de resistência à compressão plana do tubete B4P12 em função da umidade.

O tubete B4P12 obteve os maiores resultados de resistência nas umidades de 10 e 12%, não ocorrendo diferença entre os outros valores.

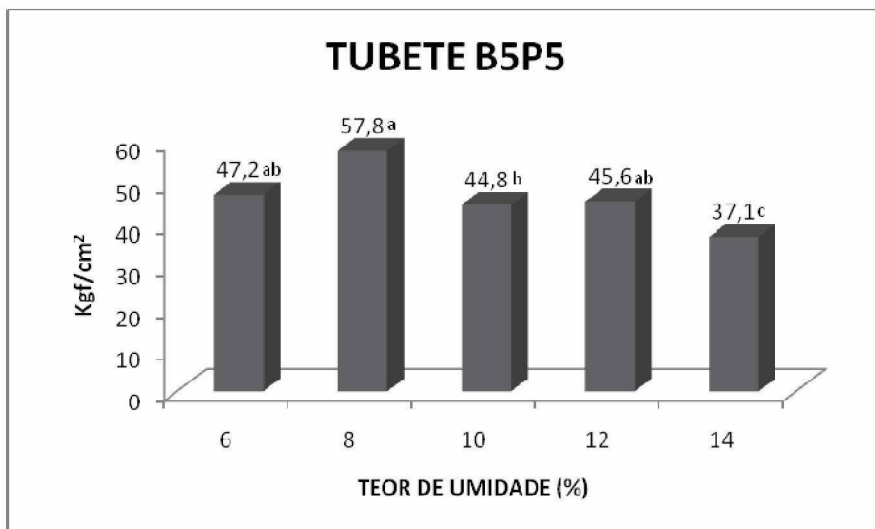


FIGURA 5: Valores de resistência à compressão plana do tubete B5P5 em função da umidade.

Na figura 5 não se observa grandes variações de resistência para o tubete B5P5, havendo apenas redução desses valores para o teor de umidade de 14%.

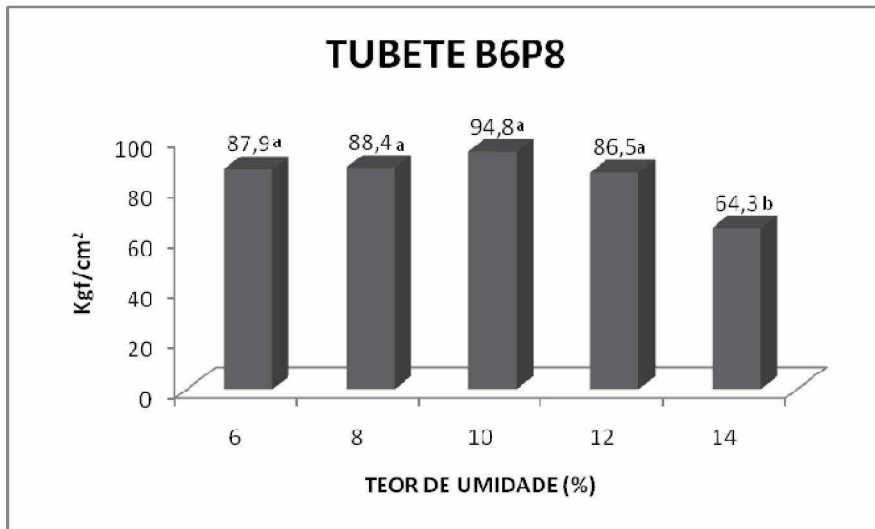


FIGURA 6: Valores de resistência à compressão plana do tubete B6P8 em função da umidade.

Para o tubete B6P8, exceto no teor de umidade de 14%, o qual apresentou a menor resistência, não houve diferença significativa entre as demais.

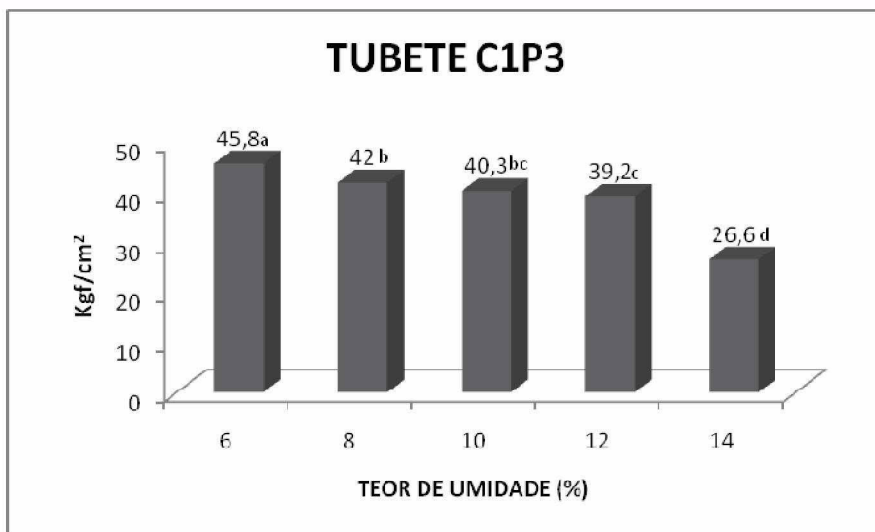


FIGURA 7: Valores de resistência à compressão plana do tubete C1P3 em função da umidade.

Na figura 7 observa-se o comportamento que seria o esperado para este tipo de ensaio, ou seja, aqui nota-se uma gradual redução nos valores de resistência à compressão plana com o aumento do teor de umidade do tubete, sendo que a maior resistência no teor de 6% de umidade, ocorrendo redução desse valor no teor de 14%.

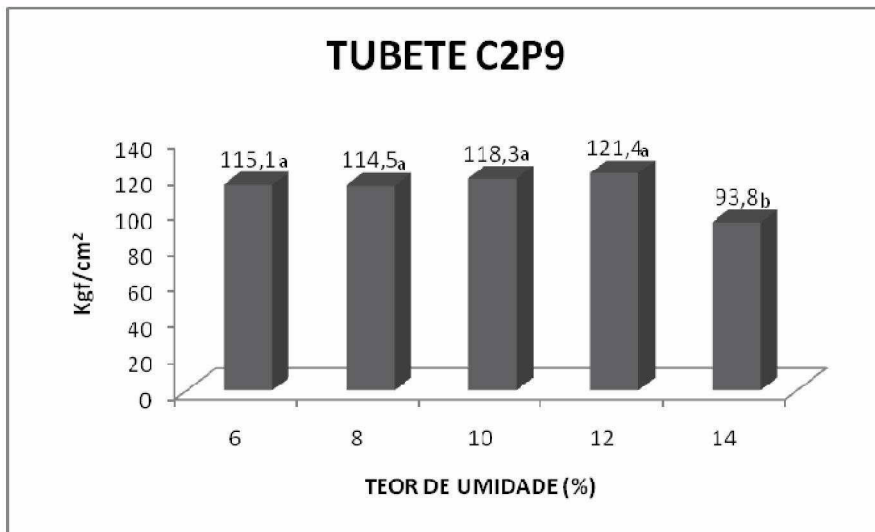


FIGURA 8: Valores de resistência à compressão plana do tubete C2P9 em função da umidade.

Exceto para o teor de umidade de 14%, no qual se obteve o menor valor de resistência, os demais teores de umidade não diferiram entre si, ou seja, a resistência à compressão plana determinada nas umidades de 6 a 12% apresentam valores estatisticamente iguais.

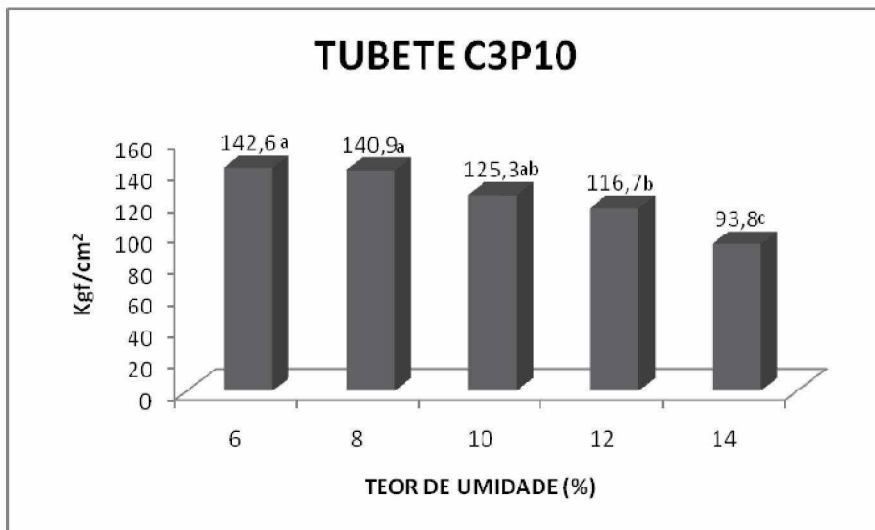


FIGURA 9: Valores de resistência à compressão plana do tubete C3P10 em função da umidade.

No caso do tubete C3P10, apresentado na figura 9, verifica-se uma gradual redução nos valores de resistência à compressão, com destaque para a umidade de 14%, com a menor resistência.

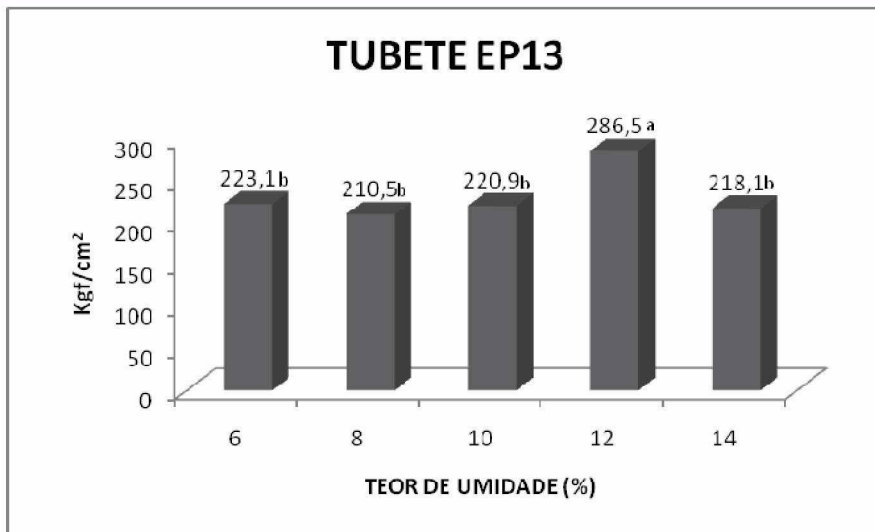


FIGURA 10: Valores de resistência à compressão plana dos tubetes EP13 em função da umidade.

Pode-se observar que o tubete EP13 apresentou um ponto ótimo de resistência à compressão no teor de umidade de 12%, não havendo diferença significativa entre os demais.

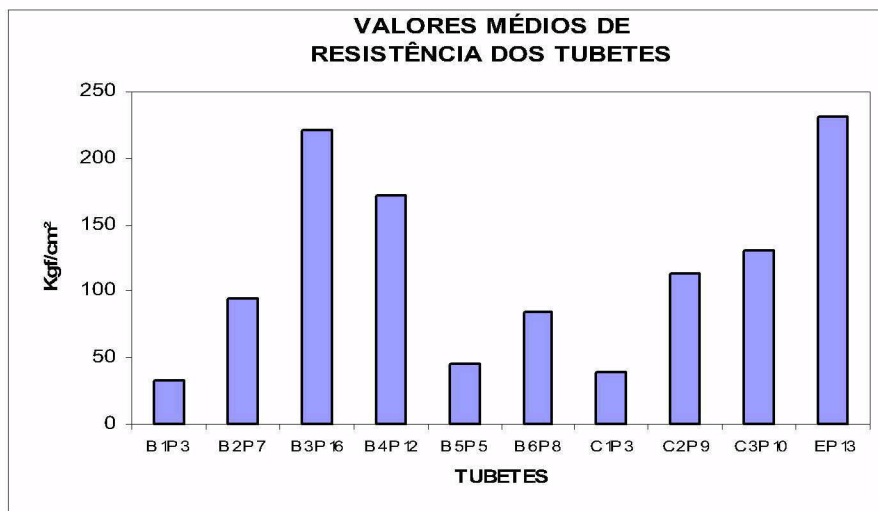


FIGURA 11: Gráfico com os valores médios de resistência à compressão plana dos tubetes

Na figura 11 têm-se os valores médios de resistência à compressão plana de cada tubete ensaiado, observando-se que os valores são diretamente proporcionais à espessura de parede dos tubetes.

4. CONCLUSÕES

Variações no teor de umidade influenciam na resistência à compressão plana dos tubetes.

Cada tubete apresentou um comportamento específico nos diferentes teores de umidade, sendo que para a maioria deles, exceto o tubete B3P16 e EP13, a umidade de 14% reduz os valores de resistência à compressão.

Os tubetes de espessura de parede menor apresentam maior resistência em menores teores de umidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Papel e cartão – Tubetes – Determinação da umidade – Método por secagem em estufa**: NBR14257, 1998. 2 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Papel e cartão – Tubetes – Determinação da resistência à compressão plana**: NBR14351, 1999. 2 p.

CASTANHO, G. C. **Utilização de Rejeito Fibroso Industrial da Polpação Kraft de Eucalipto para Produção de Papéis**. 2002. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

OLIVEIRA, R.C. & SABIONI, L. **Impacto de variáveis de refino e da adição de fibras virgens na recuperação da qualidade de papéis de eucalipto decorrentes da reciclagem**. 1998. 75-88p.

VENTORIM, G. **Processos de Baixo Impacto Ambiental para o Branqueamento de Fibras Secundárias**. 1998. 146Pp. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.