

---

# **VANTAGENS DA CICLODEXTRINA FIXADA NA POLIAMIDA 6 ADVANTAGES OF THE FIXED CYCLODEXTRIN POLYAMIDE 6**

---

**Nilton Cesar Pasquini**

Químico Industrial, MBA em Engenharia e Gestão da Qualidade , MBA em Gestão de Pessoas.

# VANTAGENS DA CICLODEXTRINA FIXADA NA POLIAMIDA 6

## ADVANTAGES OF THE FIXED CYCLODEXTRIN POLYAMIDE 6

### RESUMO

### ABSTRACT

A poliamida 6 é muito utilizada na área têxtil, mas oferece algumas desvantagens como resistência limitada a soluções diluídas de ácidos e limite de temperatura de trabalho. Além disso, requer um cuidado para o seu processamento, tendência à oxidação a temperaturas elevadas. Para melhorar seu processo nas tinturarias fixou-se metil- $\beta$ -ciclodextrina (M/CD) e 2-hidroxipropil- $\beta$ -ciclodextrina (HP/CD) na poliamida e realizou-se os seguintes testes: quantificação, recarga da poliamida, estabilidade, absorção de água, solidez, teste de pilling, rendimento colorístico do corante e teste de gota. As CDs são uma nova classe de produtos auxiliares para a indústria têxtil, podendo ser utilizado nos processos de lavagem, tingimento e acabamento. Os testes mostraram que a união da poliamida 6 e ciclodextrina beneficiou o produto final (malha para roupas) referente a maciez, estrias e quebradura.

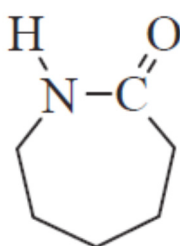
Palavras-chave: ciclodextrina, complexo de inclusão, fibra têxtil, poliamida

Polyamide 6 is widely used in textiles, but offers some disadvantages such as limited resistance to dilute solutions of acids and limit temperature. Furthermore, it requires careful processing, tendency to oxidation at elevated temperatures. To improve its dyeing process in the fixed methyl- $\beta$ -cyclodextrin (M/CD) and 2-hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin (HP/CD) in the polyamide and performed the following tests: quantification of the polyamide charging stability; water absorption, fastness, pilling test, yield coloristic dye and drop test. The CD is a new class of auxiliary products for textile industry and can be applied in the process of washing, dyeing and finishing. Tests showed that union of polyamide 6 and cyclodextrin benefited the final product (fabric for clothes) softens, stretch marks and breakage.

KEYWORDS: cyclodextrin, inclusion complex, textile fibers, polyamide

## INTRODUÇÃO

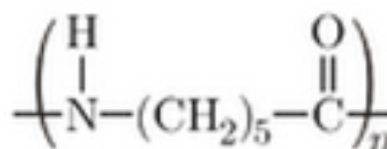
A poliamida (PA) 6.6 é produzida por reação de condensação de uma mistura equimolar entre o ácido adípico e a amina hexametileno diamina, que forma uma ligação amida transformando-se assim no monômero de polimerização da poliamida 6.6. Este polímero possui dois radicais amidas nas posições do carbono do monômero 1 e 6. A poliamida 6 é produzida utilizando-se outra forma de síntese de reação de condensação e outro monômero que é aminocaprolactona (Figura 1).



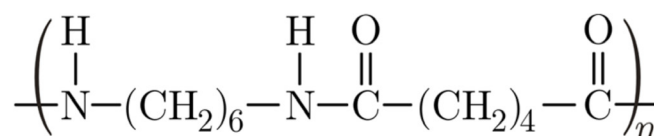
**Figura 1.** Estrutura da Caprolactoma. Fonte: autor

Esta poliamida sintetizada por esta reação apresenta somente um radical amida na posição 6 do monômero. A diferença das sínteses e quantidades de radicais amidas atribui qualidades diferentes, seja físicas, químicas e biológicas entre as poliamidas 6.6 e 6, dentre as mais importantes estão a força tênsil, elasticidade e biodegradação. As vantagens da poliamida 6.6 em relação a poliamida 6 são: A poliamida 6 é produzida pela polimerização do monômero caprolactama (Figura 1). A poliamida 6.6 é produzida pela reação de hexametilenodiamina e ácido adípico. Poliamida 6 (Figura 2) possui algumas desvantagens ao utiliza-la na área têxtil, como por exemplo: limite de temperatura de trabalho, resistência limitada a soluções diluídas de ácidos e alguns hidrocarbonetos clorados. Além disso, requer um cuidado para o seu processamento devia à tendência à oxidação a temperaturas elevadas, pois alguns processos de termofixação exige que o tecido malha passe pela máquina chamada rama à 200°C com velocidade de 15 m/min., fato que pode proporcionar a malha toque áspero. O tecido

malha necessita ser estabilizada/fixada na máquina rama para não deformar a peça confeccionada, para isto necessita de aproximadamente 190°C na rama, temperatura que prejudica a PA 6 e não a PA 6.6 (Figura 3) na qual apresenta mais brilho e maleabilidade.

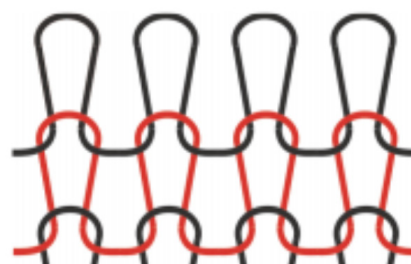


**Figura 2.** Estrutura molecular da PA 6. Fonte: autor

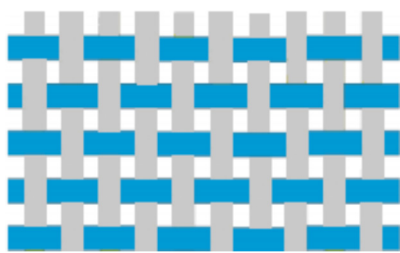


**Figura 3.** Estrutura da PA 6.6. Fonte: autor

Tecido malha possui como característica fundamental amarração por laçada. É composta de carreira e coluna, onde a sucessão de laçadas no sentido da largura do tecido é chamado de carreira, a série de laçadas no sentido do comprimento do tecido (Figura 4), a maioria dos tecidos malha tem em sua estrutura elastano. O tecido plano, exemplo: camisaria, jeans, brim possuem estrutura de entrelaçamento de fios de urdume e trama, onde trama são fios arranjados na direção transversal (largura) e urdume impetratos na direção longitudinal (comprimento) (Figura 5).



**Figura 4.** Tecido malha. Fonte: autor

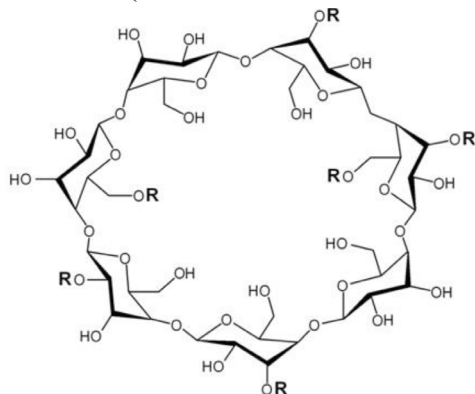


**Figura 5.** Tecido Plano Fonte: autor

### Ciclodextrinas

Segundo Li e Purdy (1992), as CDs foram descobertas por Villiers em 1891, a partir da digestão do amido com *Bacillus amylobacter*, obtendo cerca de 3 g de uma substância cristalina, a qual denominou “celulosina”, por suas características semelhantes à celulose no que diz respeito à resistência à hidrólise ácida e porque não apresentava propriedades de redução. Villiers determinou que a composição desta substância deveria ser  $(C_6H_{10}O_5)_{2,3} \cdot H_2O$  e na forma cristalina ainda pôde observar que havia duas distintas “celulosinas” formadas provavelmente de a e b-CDs.

A estrutura das CDs (Figura 5) é constituída por uma superfície externa hidrofílica e uma cavidade interna hidrofóbica que irá permitir, não só a formação de complexos de inclusão hidrossolúveis (ANDREUS *et al.*, 2010), as substâncias complexadas mostram alterações, por exemplo, em termos de reatividade e de solubilidade, permitindo este tipo de encapsulação fixar substâncias voláteis, proteger substâncias da degradação, nomeadamente por micro-organismos, modelar a libertação de compostos, etc. (VENTURRINI *et al.*, 2008).



**Figura 5.** Estrutura química da  $\beta$ -Ciclodextrina (Adaptado de Szejtli, 1994).

A 2-hidroxipropil-beta-ciclodextrina (HP/CD), contém sete unidades de a-D-glicopiranosídeos associadas por ligações 1-4, semelhantes às encontradas no amido, do qual se origina após conversão enzimática. As estruturas das demais ciclodextrinas de uso comercial – alfa e gama-ciclodextrinas – diferenciam-se pelo tamanho dos ciclos: seis e oito unidades carboídricas, respectivamente (NOTHENBERG, 2009).

### Têxtil e ciclodextrina

As CDs podem ser consideradas como uma nova classe de produtos auxiliares para a indústria têxtil, encontrando aplicações nos processos de lavagem, tingimento e acabamento (BUSCHMAN *et al.*, 1998). A introdução de novos auxiliares torna-se viável quando estes obedecem a determinados requisitos, tais como serem utilizados em baixas concentrações, serem biodegradáveis e não afetarem a qualidade dos efluentes têxteis (ANDREUS *et al.*, 2010).

As ciclodextrinas podem ser usadas como surfactantes em processos de lavagem para a remoção de agentes ativos retidos na superfície da fibra e podem também formar complexos em solução aquosa com os corantes usados no processo de tingimento, que por lavagem posterior removem o corante não fixado na fibra (CIRELI *et al.*, 2006).

Outros exemplos surgem nos acabamentos têxteis, por exemplo, formar um complexo entre ciclodextrina e o produto químico. A ciclodextrina fisicamente fixada permite a remoção fácil do suor ou da degradação dos produtos prevenindo a penetração do produto para o interior da fibra (POULAKIS *et al.*, 2002; SÁ, 2008).

Usando derivados de ciclodextrina capazes de reagir com as fibras é possível funcionalizar de forma “permanente” a superfície dos materiais adicionando-lhes as propriedades da ciclodextrina (SÁ, 2008).

Ghoul *et al.* (2007) utilizando como agente de

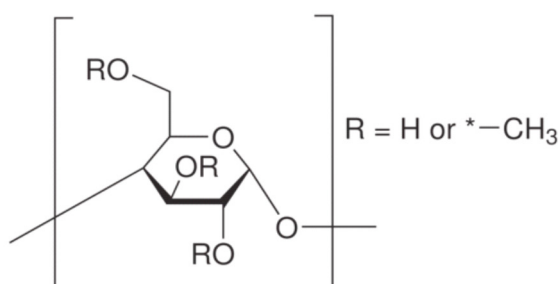
reticulação o ácido cítrico, estudaram o acabamento da poliamida com ciclodextrinas, as fibras de poliamida apresentou aumento da hidrofiliidade. Em outro estudo Ghoul *et al.* (2008) determinaram que o copolímero aderido a poliamida adsorveu o antibiótico ciprofloxacina.

Atualmente ha no mercado encapsulado em 2-hidroxipropil-  $\beta$ -ciclodextrina (HP/CD) indometacina (Indocid<sup>®</sup>) antiinflamatório, itraconazol (Sporanox<sup>®</sup> liquido) antifúngico e mitomicina (MitoExtra<sup>®</sup>) antineoplásico, assim poderá produzir roupas bioativas.

O trabalho tem por objetivo fixar ciclodextrina metil- $\beta$ -ciclodextrina (M/CD) e 2-hidroxipropil- $\beta$ -ciclodextrina (HP/CD) tecido malha composta somente de poliamida 6.

## Metodologia

Utilizou-se tecido malha de poliamida 6.0 100%, ciclodextrina metil- $\beta$ -ciclodextrina (M/CD) (Figura 6) e 2-hidroxipropil-  $\beta$ -ciclodextrina (HP/CD) (Figura 6 e 7), detergente molhante, catalisador à

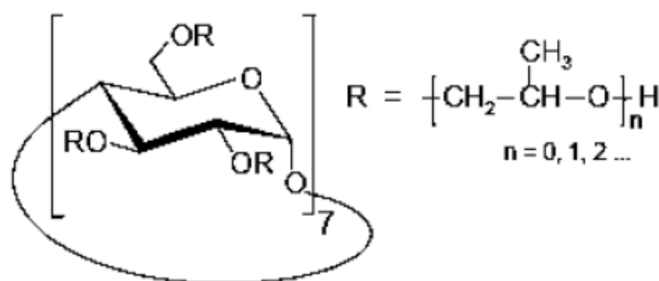


**Figura 5.** Estrutura química da metil- $\beta$ -ciclodextrina (M/CD) (adaptado de Sá, 2008)

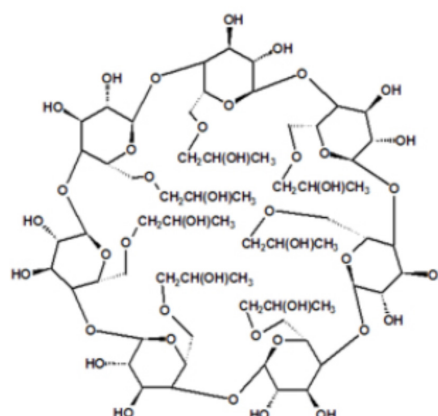
As amostras foram lavadas em detergente 2g/L por 15 minutos à temperatura de 70°C, para retirar óleos e impurezas, em seguida lavadas com água à temperatura de 50°C por 5 minutos e secas em rama. Preparou-se quatro soluções com diferentes concentrações conforme a Tabela 1, abaixo.

Solução	Catalisador (ml)	Detergente	HP/CD (g)	M/CD (g)	Volume final com água industrial
1	40	2,5	4,001		2000
2	80	5	8,004		
3	40	2,5		4,003	
4	80	5		8,005	

**Tabela 1.** Formulação das soluções.



**Figura 6.** Estrutura química da 2-hidroxipropil- $\beta$ -ciclodextrina (HP/CD) (adaptado de Sá, 2008).



**Figura 7.** Estrutura da 2-hidroxipropil-beta-ciclodextrina (Nothenberg, 2009).

A impregnação das amostras ocorreram no *foullard* (caixa de impregnação de produto líquido por imersão proporcionando distribuição iniforme por todo o tecido) com *pick-up* de 70%. *Pick-up* é o quanto a prensa espreme, retem de produto. A secagem ocorreu na rama, no momento da estabilização do tecido malha em 150°C, 160°C e 170°C, 190°C nos tempos de 10, 20, 30, e 40 segundos.

## Quantificação

Para a quantificação das CDs fixadas e com capacidade de formar complexos de inclusão foi utilizado o indicador fenolftaleína (adaptado de

CHAO-XIA & SHUI-LIN, 2003; WANG *et al.*, 2011; ZHAO *et al.*, 2011; CADENA *et al.*, 2009; OLIVEIRA, 2012). Complexo de inclusão é a capacidade da ciclodextrina incorporar substâncias hóspedes na cavidade.

Utilizou-se uma solução e pH 10,2, diluindo 110,025g de carbonato de sódio e 19,562g de hidrogenocarbonato de sódio em água industrial até completar 2500mL. Em uma solução com  $1,06 \times 10^{-4}$ g/L de fenolftaleína a pH 10,5 realizou-se leitura da absorbância a 553nm no espectrofotômetro UV/VIS. A solução foi preparada em tampão de pH 10,5 uma vez que nestas condições a fenolftaleína apresenta a estrutura quinoide conjugada de cor púrpura (WANG *et al.*, 2011) com máxima absorção no comprimento de onda atrás referido (OLIVEIRA, 2013). As amostras foram colocadas em copo inox com rotação circular, juntamente com 30mL da solução de fenolftaleína, à temperatura ambiente por 2 horas, em seguida determinou-se a absorbância de cada solução. A concentração das soluções foi determinada através da curva de calibração da fenolftaleína, previamente preparada em condições análogas às experimentais (OLIVEIRA, 2013).

### Recarga da poliamida

Para este teste fez-se adaptação de Oliveira (2013), onde 12 amostra de tecido 100% poliamida com gramatura de 190 g/m<sup>2</sup>, foi recortada em círculo de aproximadamente 100 cm<sup>2</sup>. Cada um dos conjuntos de 2 amostras foram em seguida colocado em copo inox com 50mL de solução de fenolftaleína com pH 10,5 e 1,7 g de metil-β-ciclodextrina (M/CD) (três copos) e 2-hidroxipropil-β-ciclodextrina (HP/CD) em outros três copos, utilizou-se três copos para realização de teste em triplicatas.

Colocaram-se os copos no equipamento, marca Mathis com capacidade para o copos de 500mL, em agitação, 50 rotações por minuto, durante 2 horas à temperatura ambiente. Concluído o tratamento, retiraram-se as amostras do banho e determinou-

se a absorbância das soluções ao comprimento de onda de 553nm no espectrofotômetro UV/VIS. Após recolha os conjuntos de 2 amostras, ensaboou-se apenas uma delas numa solução contendo 2g/L de detergente à temperatura de 40°C durante 20 minutos.

Efetuuou-se em seguida novo tratamento com a solução de fenolftaleína nas amostras ensaboadas e não ensaboadas, em condições análogas, procedendo-se no final à avaliação da absorvância registada por cada solução ao comprimento de onda de 553nm.

### Estabilidade

A estabilidade ou encolhimento positivo ou negativo tem grande influencia na peça confeccionada. A NBR 10320 recomenda-se a tolerância de +/- 6%. O que estabiliza a malha é aplicação de temperatura, como a poliamida 6 é suscetível a temperatura as tinturarias encontram maior dificuldade em estabilizá-la. Para efetuar o teste com e sem ciclodextrina adicionou a malha (70cmx70cm) em 3g/L de sabão em pó em máquina de lavar com temperatura de 40°C e deixou sob agitação por 30 minutos em seguida procedeu de acordo com a norma NBR 10320. Para secar a malha passou-se na rama à 150°C à 17 m/min. Esta temperatura e tempo é inferior ao praticado pelas tinturarias. As análises foram realizadas em triplicata.

### Absorção de água

Avaliou-se o comportamento de absorção de água sob duas condições, condicionado em ambiente com umidade relativa de 80% e imerso em água. A malha continha as dimensões de 30x30 cm, onde foi previamente seca em estufa até peso constante e pesado em balança analítica, posteriormente foi submersa para umidificação. O teste com 80% de umidade foi realizada em um dispositivo montado composto por um sensor de umidade, uma pistola

de pintura, ar comprimido, termômetro e dispositivo eletrônico de leitura e disparo. A temperatura foi controlada em 25°C +/- 4°C. Em ambos os testes as amostras foram suspensas verticalmente com as suas superfícies livres para absorção de água. As amostras foram pesadas a cada 24 horas até atingir peso constante.

### Teste de *pilling*

Utilizou o aparelho RAN-2-B da Mathis. O *pilling* é a formação de bolinhas sobre a malha, ocorre proveniente da lavagem ou atrito devido ao desfibrilamento da fibra. Foi analisado de acordo com a norma NBR 1076.

### Teste da Gota

O teste procedeu conforme Abatti (2007), onde a malha foi colocada sobre um béquer médio e presa com elástico, deixando a malha com uma superfície lisa, mas não esticada, pois as fendas de entrelaçamento podem se abrir demais facilitando muito a absorção da gota, posteriormente regulou-se uma bureta de 20 mL cheia de água para pingar gota a gota. Foi cronometrado o tempo em que a malha adsorveu a gota de água. Este teste foi realizado 12 vezes.

### Resultados

A quantificação de CD fixada na poliamida baseou-se na conhecida capacidade de formação de complexos de inclusão 1:1 ciclodextrina/fenolftaleína, nas condições testadas (CADENA *et al.*, 2009; WANG *et al.*, 2011; OLIVEIRA, 2012). Nestas condições, a fenolftaleína livre apresenta uma cor púrpura intensa, mas a forma complexada (complexo 1:1) é incolor (OLIVEIRA, 2012).

Para tal procedeu-se de acordo com Oliveira (2012), determinou-se a quantidade de fenolftaleína esgotada das soluções de tratamento (encapsuladas nas CDs), usando a curva de calibração da fenolftaleína para converter os valores de absorvância

lida em valores de concentração. Determinaram-se por esta via o número de moléculas de fenolftaleína encapsuladas, e uma vez que o complexo é 1:1, estas correspondem às moléculas de CD fixadas na poliamida capazes de encapsular. Para o cálculo da concentração de CD fixada na poliamida utilizou-se a seguinte equação:

$$[CD] = \frac{A_T + b \times V_{\text{fenolftaleína}}}{m_{PA}}$$

Equação 1: Adaptado de Oliveira (2012).

Onde:

[CD] – concentração de ciclodextrina (mol/g)

AT – diferença entre a absorvância inicial e final da solução de tratamento

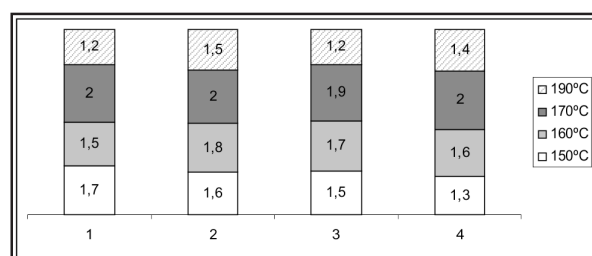
b – ordenada na origem

m – declive

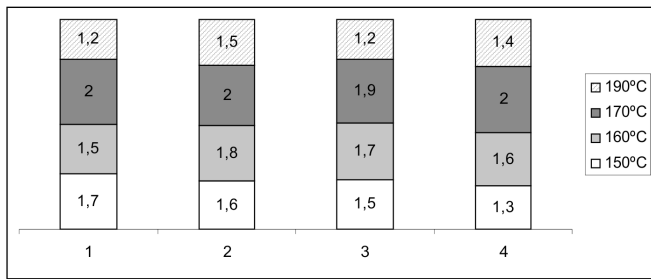
V fenolftaleína – volume da solução de fenolftaleína utilizado em cada ensaio (L)

m<sub>PA</sub> – massa de poliamida introduzida em cada ensaio (g)

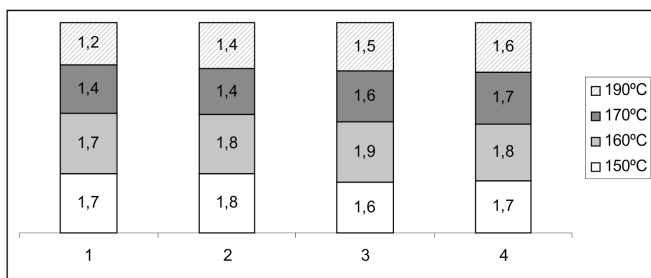
Observando os gráficos 1, 2, 3 e 4 não se nota a relação entre concentração com fixação, o mesmo não se pode dizer de tempo e temperatura. Nota-se que em todas as análises a concentração diminuiu ao atingir a temperatura de 170°C. Isto ocorre porque ao contrario da poliamida 6.6, a poliamida 6 não resiste a temperatura acima de 160°C. Em alguns malhas com até 15% de poliamida 6 é possível trabalhar com 170°C. A poliamida 6 oferece várias desvantagens para a área têxtil ao compará-la com a 6.6 como: brilho, maleabilidade, resistência a tração e abrasão, resistência a temperatura, encolhimento e alongamento deformando a peça confeccionada, surgimento de estrias e quebraduras.



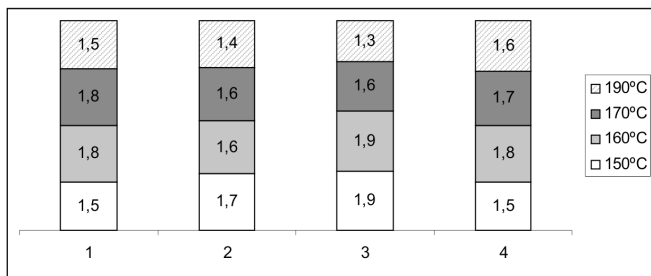
**Gráfico 1:** Efeito da concentração e temperatura na fixação da HP/CD. SOLUÇÃO 1



**Gráfico 2:** Efeito da concentração e temperatura na fixação da HP/CD.



**Gráfico 3:** Efeito da concentração e temperatura na fixação da M/CD.



**Gráfico 4:** Efeito da concentração e temperatura na fixação da M/CD.

**Recarga**

Absorbância inicial da solução de fenoftaleína foi de 0,949 nm. Para HP/CD na amostra ensaboada a absorbância foi de 0,701 nm; sem ensaboamento foi de 0,856nm. Para M/CD a absorbância foi de 0,738 nm e 0,811 nm para com e sem ensaboamento consecutivamente. Assim pode-se afirmar que a malha ensaboada apresentou habilidade de complexação superior, onde o referido teste retirou a fenoftaleína da ciclodextrina deixando-a hábil para futuro encapsulamento.

Em relação à estabilização de compostos, pode-se considerar que a cavidade da CD constitui um espaço finito. A ocupação da cavidade por um substrato impede a interação ou reação do mesmo com outras moléculas que por sua vez não poderiam ocupar o espaço da cavidade concomitantemente com uma molécula já incluída (HEDGES, 1998).

**Estabilidade**

A estabilidade desejada foi entre -6% onde a malha estica e +6 onde a malha encolhe. Foi encontrada a largura -9,6%; -4,5% e -4,4% e no comprimento + 4,5%; +1,6% e +2,0% para a malha sem ciclodextrina, M/CD e HP/CD respectivamente. Assim pode-se afirmar que a CD interfere de modo benéfico a estabilidade da poliamida, entre as CD não houve diferença significativa.

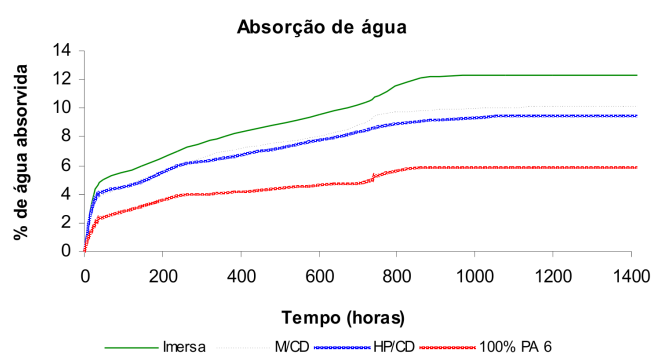
**Absorção de água**

A absorção de água nas poliamidas ocorre predominantemente na fase amorfa do material devido à maior difusão das moléculas de água neste meio em relação à fase cristalina (ADRIAENSES *et al.*, 2001).

O teste não apresentou diferença significativa entre M/CD e HP/CD, o mesmo não se pode afirmar em relação a poliamida 6 100%. Esta absorção favorece a fixação de corante, produtos auxiliares e vai de encontro com o conceito de aplicação mínima de produto (Figura 8).

A discussão sobre a técnica de “aplicação mínima” iniciou-se aproximadamente 15 anos atrás, quando os preços de energia começaram a subir na Europa, forçando a indústria têxtil a procurar outras alternativas no beneficiamento. Outro motivo importante foi os recursos limitados no abastecimento de água. O consumo desnecessário nos processos de tingimento e acabamento inflacionam drasticamente os custos operacionais por metro de processado (ALVAREZ, 2013).





**Figura 8.** Testes de absorção de água.

### **Pilling**

Quanto à avaliação do grau de “*pilling*” das amostras tratadas, verificou-se que a presença da ciclodextrina na superfície do tecido praticamente não influenciou para a formação de *pilling*, visto que as notas tanto das amostras tratadas como das não-tratadas, em todas as condições e parâmetros testados, permaneceram entre os valores máximos de 4 e 5 (nota segundo norma, Lei Japonesa – Law Jis L 1076 - 1978 – escala de 1 a 5), demonstrando ótimos resultados, o que significa que a modificação da superfície não altera o comportamento quanto a fricção no tecido (ABATTI, 2007).

### **Teste da Gota**

A malha sem qualquer acabamento (cru) demorou 2,35 minutos para absorver água. A malha acabada com detergente e amaciante mas não tingida demorou 32 segundos para absorver água, na presença de M/CD na malha demorou 0,8 segundos e 0,12 segundos para a malha com HP/CD. A absorção de umidade nas poliamidas cai com a cristalinidade, em relação a sua propriedade a presença de água na qual atua como plastificante quebrando pontes de hidrogênio da molécula de água.

## **CONCLUSÃO**

O artigo mostra que é possível fixar metil- $\beta$ -ciclodextrina (M/CD) e 2-hidroxipropil- $\beta$ -ciclodextrina (HP/CD) na poliamida 6.6, na qual

os testes demonstraram uma enorme possibilidade de encapsular propriedade terapêutica, cosmética ou simplesmente estética podendo agregar toque ou caimento diferente. A união entre ciclodextrina e poliamida gera um produto diferenciado na qual possui alto valor agregado, podendo despertar no consumidor a necessidade de possuir roupas com esta característica.

## REFERÊNCIAS

- ADRIAENSENS, P.; POLLARIS, A.; CARLEER, R.; VANDERZANDE, D.; GELAN, J.; LITVINOV, V.M.; TIJSSEN. Quantitative magnetic resonance imaging study of water uptake by polyamide 4.6. **J. Polymer**, 42, 2001.
- ALVAREZ, J. W. **A técnica de aplicação mínima no beneficiamento têxtil**. Acessado em: 01/04/2012. Disponível em: [http://api.ning.com/files/UxidmEnrpB\\*IAWQe6vvvEXefxtnakjHEyPFTZjUWTHwHmBKGLYYhTBQBQ QynDqfCf7Ie810ifRfCL6VN3\\*n1VW-qVP\\*Hf9vb/tec\\_aplicacaoMNIMA.pdf](http://api.ning.com/files/UxidmEnrpB*IAWQe6vvvEXefxtnakjHEyPFTZjUWTHwHmBKGLYYhTBQBQ QynDqfCf7Ie810ifRfCL6VN3*n1VW-qVP*Hf9vb/tec_aplicacaoMNIMA.pdf)
- ANDREAS, J.; DALMOLIN, M.; JUNIOR, I.; BARCELLOS. Aplicação de ciclodextrinas em processos têxteis. **Química Nova**, v. 33, nº 4, 2010. Acessado em: 05/04/2013. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000400031&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000400031&script=sci_arttext)
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; NBR 8432, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 13062, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; NBR 8431, 1984.
- CADENA, P.; OLIVEIRA, E.; ARAÚJO, A.; MONTENEGRO, M.; PIMENTEL, M.; FILHO, J. S. V. Simple determination of deoxycholic and ursooxycholic acids by phenolphthalein-  $\beta$ - cyclodextrin inclusion complex. **Lipids**, v. 44, 2009.
- CIRELI, A., YURDAKUL, B. Application of cyclodextrin to the textile dyeing and washing processes. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 100, 2006. Acessado em: 05/04/2013. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/app.22863/abstract>
- HEDGES, A. R. Industrial Applications of Cyclodextrins. **Chem. Rev.** v. 5, n. 98, 1998.
- GHOUL, Y.; BLANCHEMAIN, N.; LAURENT, T.; CAMPAGNE, C.; ACHARI, A.; ROUDES LI, S.; MORCELLET, M.; MARTEL, B.; HILDEBRAND, H. Chemical, biological and microbiological evaluation of cyclodextrin finished polyamide inguinal meshes, **Acta Biomaterialia**, v. 4, 2008.
- GHOUL, Y.; CAMPAGNE, C.; ACHARI, A.; ROUDES LI, S.; MORCELLET, M.; MARTEL, B. Mechanical and physic-chemical characterization of cyclodextrin finished polyamide fiber. **Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry**, v. 57, 2007.
- LI, S.; PURDY, W. C. Cyclodextrins and their applications in analytical chemistry. **Chem Rev.**, 92, 1992.
- NOAVAES, J. P. Z. **Avaliação do comportamento dinâmico e evolução estrutural das poliamidas 6 e 11 em diferentes estágios de envelhecimento**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005. Acessado em: 10/05/2013. Disponível e: [http://teses.ufrj.br/COPPE\\_M/JoaoPauloZilioNovaes.pdf](http://teses.ufrj.br/COPPE_M/JoaoPauloZilioNovaes.pdf).
- OLIVEIRA, C. M. S. **Estudo da funcionalização e recarga de fibras sintéticas com  $\beta$ -ciclodextrinas. Tese de Mestrado em Têxteis Avançado**. Universidade do Minho, Escola de Engenharia. 2012. Acessado em: 25/04/2013. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/22305>.
- OLIVEIRA, F. R. **Tingimento da poliamida 6.6 com corantes ácidos, reativos e diretos após modificação superficial com descarga plasmática de Dupla Barreira Dielétrica (DBD)**. Tese de Mestrado. Escola de Engenharia, Universidade do Minho, 2009..
- PASQUINI, N. C. SIQUEIRA, P. L. N. Biodisponibilidade da azitromicina livre e complexada em  $\beta$ -ciclodextrina. **Revista Eletrônica de Farmácia**. v. 1, 2008. Acessado em: 10/05/2013. Disponível em: <http://revistas.ufg.br/index.php/REF/article/view/4613/3935>.
- POULAKIS, K. H. J. BUSHMAN, E. SCHOLLMAYER, Ger., **Offen 4035378** (1992), WO 2002046520 (2002).
- SÁ, M. M. A. M. **Aplicação de  $\beta$ -ciclodextrinas no tingimento de materiais têxteis**. Tese de

Mestrado em Química Têxtil. Universidade do Minho, Escola de Engenharia, 2008. Acessado em: 01/04/2013. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/9478>.

WANG, T, LI, B, SI, H, LIN. Investigation on Surface Activity of Cyclodextrins Grafting Cellulose Beads Through Phenolphthalein Probe Molecule. **Surface and Interface Analysis**, v. 43, 2011. Acessado em: 05/04/2013. Disponível <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sia.3748/abstract>.

WYSZECKI, G.; STILES, W. S. **Color Science – Concepts and Methods, Quantitative Data and formulae**. John Wiley & Sons , 2<sup>nd</sup> Edition