



FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA
Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil

Yara Brandolin Pinto

**INFLUÊNCIA DO TAMANHO DA MOLÉCULA DO CORANTE DISPERSO NA SOLIDEZ
À LAVAGEM DO POLIÉSTER**

Americana, SP
2017



FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA
Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil

Yara Brandolin Pinto

**INFLUÊNCIA DO TAMANHO DA MOLÉCULA DO CORANTE DISPERSO NA SOLIDEZ
À LAVAGEM DO POLIÉSTER**

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido em cumprimento à exigência curricular do Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil, sob a orientação do Prof. Dr. João Batista Giordano.

Área de concentração: Química têxtil

Americana, SP
2017

FICHA CATALOGRÁFICA – Biblioteca Fatec Americana - CEETEPS
Dados Internacionais de Catalogação-na-fonte

P732i PINTO, Yara Brandolin

Influência do tamanho da molécula do corante disperso na solidez à lavagem do poliéster. / Yara Brandolin Pinto. – Americana, 2017.
49f.

Monografia (Curso de Tecnologia em Produção Têxtil) - - Faculdade de Tecnologia de Americana – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Orientador: Prof. Dr. João Batista Giordano

1 Química têxtil 2. Corantes 3. Lavanderia I. GIORDANO, João Batista II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana

CDU: 66:677
677.027.42

**INFLUÊNCIA DO TAMANHO DA MOLÉCULA DO CORANTE DISPERSO NA
SOLIDEZ À LAVAGEM DO POLIÉSTER**

Trabalho de graduação apresentado
como exigência parcial para obtenção do
título de Tecnólogo em Produção Têxtil
pelo CEETEPS/Faculdade de Tecnologia
– FATEC/ Americana.
Área de concentração: Química têxtil

Americana, 15 de Dezembro de 2017.

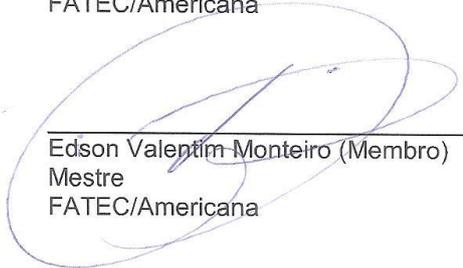
Banca Examinadora:



João Batista Giordano (Presidente)
Doutor
FATEC/Americana



Valdecir José Tralli (Membro)
Mestre
FATEC/Americana



Edson Valentim Monteiro (Membro)
Mestre
FATEC/Americana

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e familiares,
Pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Aos nossos amigos e colegas de curso,
Pela ajuda, cumplicidade e amizade.

Em especial ao professor Dr. João Batista Giordano,
Por prestar toda a orientação e esclarecimentos, pela disponibilidade e acompanhamento exercido durante a execução do trabalho.

“A persistência é o caminho do êxito”

Charles Chaplin

RESUMO

O poliéster é uma das fibras sintéticas que apresentam uma estrutura mais compacta e cristalina. A difusão dos corantes na fibra e a adsorção máxima depende fortemente da estrutura física da fibra, pH, água, velocidade de aquecimento, tempo de tingimento, temperatura, grupo e propriedades dos corantes.

A fibra de poliéster não possui grupos polares, por este motivo não pode ser tinta por meios iônicos, catiônicos, hidrossolúveis e diretos. Somente é possível tingir com corantes dispersos, que são aplicados na forma de dispersão e pouco solúveis em água fria. Única classe de corante que possui a propriedade de sublimação, ou seja, que passa do estado sólido na fibra, após tingimento, para o estado gasoso, isso pode ocorrer durante a termofixação do substrato, ocasionando a perda da cor após lavagem.

O poliéster é a matéria-prima têxtil mais versátil e importante no mundo e possui uma grande variedade de aplicação, como em têxteis técnicos, vestuário, automotivos, esportivo, decoração entre outros.

A indústria têxtil vem lidando com a constante mudança da moda e é pressionada a oferecer processos mais rápidos e baratos. Em contrapartida, o mercado exige mais qualidade principalmente nas propriedades de solidez, que se referem à resistência da cor de um artigo, ao atrito, suor, lavagem, ações essas que um artigo passa a sofrer durante sua vida útil.

Neste trabalho, estudam-se diversos ensaios de tingimento no aparelho HT (High Temperature), que serão executados com diferentes grupos de moléculas de corantes dispersos e a influência dos mesmos no bom rendimento da cor e solidez à lavagem especificamente.

Palavras-chave: Poliéster, corante disperso, solidez à lavagem.

ABSTRACT

Polyester is one of the synthetic fibers that have a more compact and crystalline structure. The diffusion of the dyes in the fiber and the maximum adsorption strongly depends on the physical structure of the fiber, pH, water, heating rate, dyeing time, temperature, group and properties of the dyes.

The polyester fiber does not have polar groups; therefore, it cannot be painted by ionic, cationic, hydrosoluble and direct ways. It is only possible to dye with dispersed dyes, which are applied as dispersion and poorly soluble in cold water. Single dye class which possesses the sublimation property, that is, that passes from the solid state in the fiber, after dyeing, to the gaseous state, this can occur during the thermofixation of the substrate, causing the color loss after washing.

Polyester is the most versatile and important textile raw material in the world and has a wide variety of application, such as in technical textiles, clothing, automotive, sports, decoration and others.

The textile industry has been dealing with the constant change in fashion and is under pressure to offer faster and cheaper processes. On the other hand, the market requires more quality mainly in the properties of solidity, which refers to the resistance of the color of an article, the friction, sweat, washing, actions that an article suffers during its useful life.

In this work, several HT dyeing tests (High Temperature) are studied, which will be performed with different groups of dispersed dye molecules and their influence on the good color yield and washing Fastness specifically.

Keywords: *Polyester, dispersed dyes, washing fastness.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Síntese do poliéster	14
Figura 2: Produção da fibra de poliéster	15
Figura 3: Corantes dispersos de baixa, média e alta energia	20
Figura 4: O mecanismo da cinética do tingimento do poliéster.....	23
Figura 5: Mecanismo do tingimento de poliéster e difusão na fibra	24
Figura 6: Sublimação do corante na pré-fixação após tingimento	26
Figura 7: Tipos de "Carriers" encontrados no mercado	28
Figura 8: Molécula do corante disperso localizado dentro da estrutura da fibra	29
Figura 9: Escala de alteração e transferência de cor	31
Figura 10: Máquina HT e canecas de aço inoxidável	32
Figura 11: Máquina de lavagem com eixo horizontal.....	32
Figura 12: Programação e gráfico do tingimento à 130°C	37
Figura 13: Programação e gráfico do tingimento à 125°C	37
Figura 14: Tingimento à 130°C de molécula pequena e resultados de solidez à lavagem	39
Figura 15: Tingimento à 130°C de molécula média e resultados de solidez à lavagem	40
Figura 16: Tingimento à 130°C de molécula grande e resultados de solidez à lavagem.....	41
Figura 17: Tingimento à 125°C de molécula pequena e resultados de solidez à lavagem	42
Figura 18: Tingimento à 125°C de molécula média e resultados de solidez à lavagem	43
Figura 19: Tingimento à 130°C de molécula média e resultados de solidez à lavagem	44
Figura 20: Tingimento à 125°C de molécula grande e resultados de solidez à lavagem.....	45
Figura 21: Elastano após tingimento à 125°C.....	46
Figura 22: Elastano após tingimento à 130°C.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características e propriedades das fibras de poliéster	16
Tabela 2: Classificação dos corantes dispersos conforme suas características energéticas, estrutura molecular e propriedades de aplicação	20

NOMENCLATURA E ABREVIações

HT - High Temperature (Alta Temperatura)

ISO – International Organization for Standardization (Organização Internacional para Padronização)

AATCC – American Association of Textile Chemist and Colorist (Associação Americana de Químicos e Coloristas Têxteis)

pH – Potencial Hidrogeniônico

SUMÁRIO

1	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
1.1	A fibra de poliéster	14
1.2	A Transformação.....	15
1.3	Propriedades mais importantes.....	16
2	CORANTE DISPERSO	19
2.1	Corantes para poliéster	19
2.2	Classificação dos corantes dispersos	19
2.3	Grupo A.....	21
2.4	Grupo B.....	21
2.5	Grupo C.....	21
2.6	Grupo D.....	21
2.7	Propriedades de Solidez	22
3	TINGIMENTO DO POLIÉSTER	23
3.1	Mecanismo do tingimento.....	23
3.2	Influência da pré-fixação sobre a difusão do corante	24
3.3	Agentes transportadores “Carriers” no tingimento.....	27
3.4	Tingimento de poliéster à alta temperatura	28
3.5	Tratamentos posteriores.....	29
4	CONTROLE DE QUALIDADE	29
4.1	Controle de qualidade dos tingimentos	30
4.2	Solidez ao uso.....	30
4.3	Avaliação de testes de solidez utilizando escala cinza	30
5	PRINCIPAIS MAQUINÁRIOS	31
5.1	Balança	32
5.2	Aparelho HT (Hight Temperature- Alta temperatura)	32
5.3	Estufa com circulação de ar	32
5.4	Centrífuga.....	32
5.5	Aparelho mecânico de lavagem com eixo horizontal	32
6	EXPERIMENTAL	33

6.1	Materiais.....	34
6.2	Artigos Têxteis.....	34
6.3	Água industrial.....	34
6.4	Dispersantes	34
6.5	Igualizante	34
6.6	Ácido acético	34
6.7	Sal Tampão	34
6.8	Solução de Corante (1:100)	34
6.9	Sabão em pó OMO	34
6.10	Escala cinza para transferência de cor	34
7	VIDRARIAS UTILIZADAS	34
7.1	Béquer.....	35
7.2	Bastão de vidro	35
7.3	Balão volumétrico.....	35
7.4	Pipeta graduada	35
7.5	Proveta	35
8	METODOLOGIA	35
8.1	Tingimento.....	36
8.2	Lavagem redutiva.....	37
8.3	Ensaio de solidez	38
8.4	Preparação e execução do teste.....	38
9	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
10	CONCLUSÃO	48
11	BIBLIOGRAFIA	48

INTRODUÇÃO

Sandoz (1971, p. 05), diz que “A fibra de poliéster enquadra-se entre as fibras sintéticas mais compactas. A faixa de recepção de corante esta entre 120-130°C. Apenas nesta temperatura a fibra encontra-se suficientemente intumescida e apta à absorção”.

A acessibilidade dos Corantes Dispersos na fibra de poliéster é muito difícil devido, como já mencionamos, à sua estrutura cristalina e de alta orientação.

Há duas formas de minimizar o problema da difusão dos corantes nas fibras de poliéster:

Aumentar a acessibilidade da fibra mediante o uso de agentes transportadores denominados “carriers”, que temporariamente dilatam os espaços intermoleculares das fibras, ou aumentar a velocidade de difusão pelo aumento da temperatura de tingimento (SALEM, 2001, p. 73).

Segundo Araújo (1987) desde os tempos pré-históricos a prática de colorir é conhecida, mas só no fim do século XIX que passou a se tornar uma tecnologia mais avançada.

Araújo contribuiu com o avanço da química, da informática, além do desenvolvimento dos corantes sintéticos, tendo sua continuidade nos dias de hoje.

Cita também os fatores importantes a serem considerados em uma tinturaria como o material a ser tinto, o corante utilizado, água, produtos auxiliares, maquinários, fatores humanos e econômicos.

Araújo (1987) afirma que é de grande importância conhecer a fibra do tecido a ser tinto, pois reduz a gama de corantes a serem utilizados, pré-tratamento.

O título e torção do fio, é de fato importantes também para um bom resultado, com isso, evitando parte dos defeitos atribuídos a este material após o tingimento.

Ainda diz que “Conforme a exigência da qualidade do tinto, caracterizada, sobretudo pela sua uniformidade e pela solidez aos diversos agentes, assim será escolhido o corante a utilizar” (ARAÚJO, 1987, p. 741).

O fator humano é de importância significativa em uma tinturaria. De forma a minimizar as chances de erro humano, nos últimos anos, tem-se aumentado a automatização de processos e máquinas para reduzir erros e problemas de reprodutibilidade (ARAÚJO, 1987).

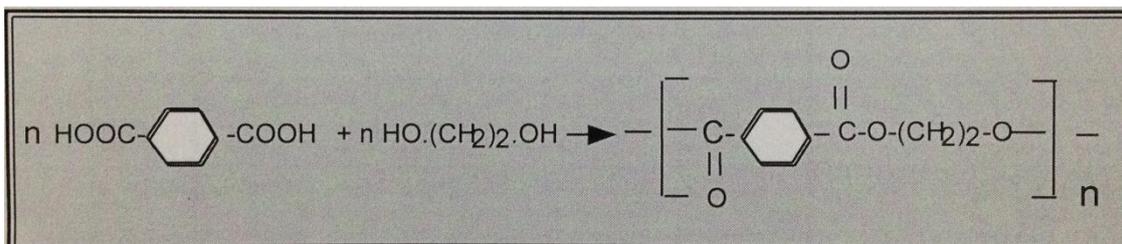
1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 A fibra de poliéster

Segundo Salem (2001), o poliéster possui uma macromolécula constituída por inúmeras funções multiéster, onde sua obtenção é consequência da reação de um ácido dicarboxílico com um glicol que normalmente é utilizado o ácido tereftálico + etileno glicol. Durante sua síntese são produzidos trímeros, conhecidos como oligômeros, que são subprodutos indesejados que ficam dentro do polímero, interferindo na adsorção da fibra, durante o tingimento.

Giordano (1988) destaca que o poliéster possui até 1,5% de oligômeros que se acumulam em forma de pó branco na fibra, ocasionando a migração para sua superfície e provocando problemas no tingimento. É importante o uso de dispersantes no processo.

Figura 1: Síntese do poliéster

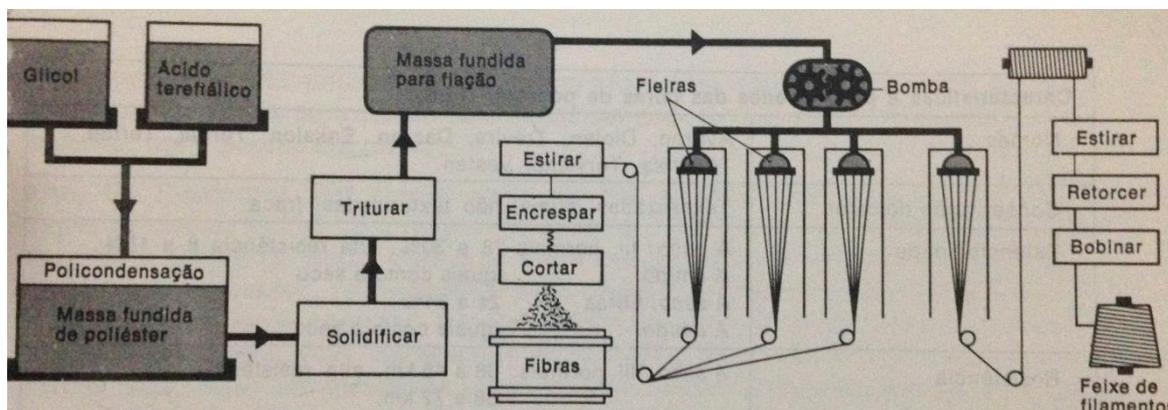


Fonte: SALEM, 2001.

A combinação de um ácido com um álcool, por exemplo, glicol, recebe o nome de éster. A produção do polímero começa com a policondensação quando é aquecida até 90°C numa atmosfera de nitrogênio puro. Um catalizador, por exemplo, ácido clorídrico, acelera o processo de esterificação. O produto obtido é aquecido durante meia hora à temperatura de 280°C. Durante este trabalho forma-se o polímero. O policondensado poli-etileno-glicol-tereftalato assim obtido é uma massa dura, branca, (ERHARDT et al, 1975-1976, p. 11).

Na figura abaixo observa-se um fluxograma de produção de fibras sintéticas.

Figura 2: Produção da fibra de poliéster



Fonte: ERHARDT et al (1975-1976).

1.2 A Transformação

Erhardt et al (1975-1976) descreve que conforme o método usado na fusão se obtém do processo de modo contínuo e descontínuo a transformação dos filamentos. Da policondensação a massa é transformada em fio no processo contínuo; no descontínuo, é resfriado e armazenado em blocos e em forma de fitas.

Antes do processo seguinte, são cortados em pedaços reduzidos para serem novamente fundidos na grelha de fusão, evitando a degradação térmica nos dois processos. As bombas arrastam a massa derretida até os pontos de fiação, que sob pressão passa pelos furos da fieira. Durante a saída, por meio de esfriamento, os jatos se solidificam sendo retirados com uma velocidade de 900 a 1200m/min recebendo um tratamento antes de serem bobinados.

A fim de diminuir o alongamento da rotura, a tendência da alteração dimensional e aumentar a consistência, efetua-se a estiragem dos filamentos com temperaturas de 90°C. O fio atingirá o triplo do seu comprimento original, diminuindo a capacidade de encolhimento e dobras no tingimento, o que torna esta fixação imprescindível nos filamentos de poliéster. Em fiação os filamentos

recebem o franzimento ou encrespamento chamado de crimp, a seguir, são cortados no comprimento desejado.

1.3 Propriedades mais importantes

Segundo ERHARDT et al (1975-1976) as fibras de poliéster são termoplásticas, possuem estabilidade da forma, elasticidade, resistência ao desgaste e a rotura, tendo solidez em estado úmido equivalente ao estado seco apresentando alta resistência contra insetos, bolor, condições climáticas e a exposição da luz.

Tabela 1: Características e propriedades das fibras de poliéster

Características e propriedades das fibras de poliéster (PES)	
Nomes	Avitron, Diolen, Trevira, Dacron, Enkalon, Tergal, Terital, Terlenka, Terylene, Vestan
Conservação do calor	Texturizadas: ótima; não Texturizadas: fraca
Extensibilidade	A seco: fil. normais 18 a 30%, alta resistência 8 a 15%. A úmido: iguais como a seco A seco: fibras 24 a 34% A úmido: iguais como a seco
Resistência	A seco: fil normais 38 a 45 km, alta resistência. A úmido: 100% A seco: fibras 22 a 42 km A úmido: 100%
Elasticidade	Ótima, contudo inferior às fibras de poliamida.
Densidade	1,22 a 1,38 g/cm ³

Higroscopicidade	0,3 a 0,4%. Tolerância de umidade por combinação: filamentos 3,00%, fibras 1,50%.
Absorção de umidade e intumescimento	0,3 a 0,5%. Ainda menor que em fibras de poliamida.
Tingimento	Tingíveis com corantes dispersos, à tina, ao naftol e desenvolvimento, depois do tratamento com agentes de intumescimento ou sob pressão em temperatura até 120°C. a dificuldade de tingimento aumenta com o grau da estiragem.
Lavabilidade. Solidez à fervura	Otimamente laváveis e resistentes à fervura. As temperaturas durante a lavagem não devem exceder a 60°C, pois a movimentação da lavagem pode causar amassamento.
Comportamento ao calor	Boa consistência ao calor seco a 150°C, sensível ao calor úmido, consistência térmica momentânea até 200°C, amolecimento de 230 a 249°C e desintegração desde 300°C. Ação longa de vapor é prejudicial ao poliéster.
Temperatura ao passar a ferro	Veja o título “comportamento ao calor”.
Estabilidade da forma	Ótima.
Teste de combustão	Na chama ficam pardacentas, derretem com tendência a pingar. Após a remoção da chama param de arder. Na chama provocam muita fuligem.

Comportamento contra insetos nocivos	Não são atacadas por insetos nocivos e resistem bem ao apodrecimento.
Comportamento para com os ácidos	Estáveis contra ácidos minerais. Ácidos em fervura causam desintegração.
Comportamento para com lixívias	Consistentes contra lixívias de banho. Lixívias frias concentradas e lixívias muito quentes diluídas atacam. Amoníaco já é nocivo na temperatura do ambiente.
Solidez às condições atmosféricas	Ótima.

Fonte: ERHARDT et al (1975-1976).

2 CORANTE DISPERSO

2.1 Corantes para poliéster

Araújo (1987, p. 701) afirma que “os corantes dispersos são insolúveis na água, formando uma dispersão aquosa (daí seu nome). São “solúveis” nas matérias orgânicas hidrófobas, razão pela qual se apelidam também de “corantes plastossolúveis”.

Os corantes dispersos são utilizados no tingimento ou para estampar fibras que repelem água, sendo os únicos corantes com capacidade de tingir triacetato de celulose, acetato e poliéster. Conferem uma boa solidez, apesar de sua fixação necessitar de temperaturas elevadas ou de presença de aditivos, exceto em casos de solidez à sublimação que ocorrem na prensagem.

Araújo (1987, p. 770) enfatiza que “só é possível tingi-las a alta temperatura (120 a 140°C, o que obriga a um tratamento sob pressão), ou então à pressão atmosférica, introduzindo na solução substâncias que incham a fibra – os chamados carriers”. Este tipo de processo é utilizado quando não se dispõe de maquinários que trabalham sob pressão.

Salem (2001) conclui que a estabilidade de dispersão de partículas tão pequenas de corantes, necessita da adição de agentes dispersantes para que formem uma camada de proteção ao seu redor, precavendo a aglomeração e resultados ruins.

2.2 Classificação dos corantes dispersos

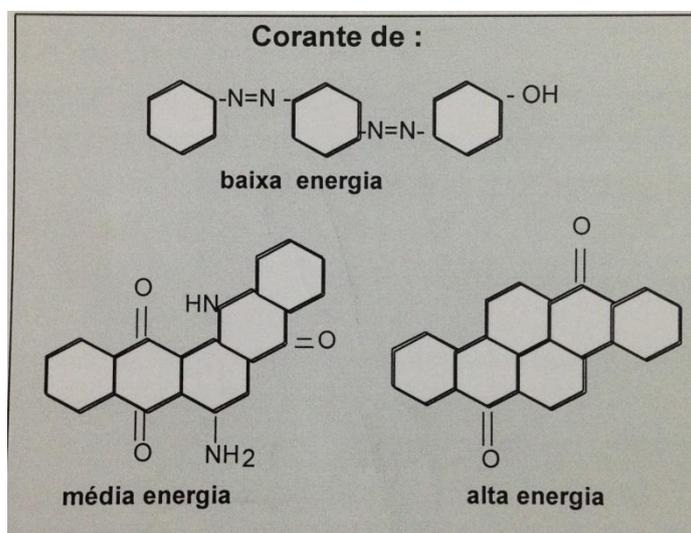
Segundo Salem (2001) os corantes dispersos são classificados de acordo com seu tamanho molecular e estrutura:

Tabela 2: Classificação dos corantes dispersos conforme suas características energéticas, estrutura molecular e propriedades de aplicação

Corantes – Grupo: PROPRIEDADES	B	C	D
Energia	Baixa	Média	Alta
Molécula	Pequena	Média	Grande
Solidez à sublimação	Baixa/média	Média/boa	Muito boa
Migração	Boa	Moderada	Baixa
Difusão na fibra	Rápida	Média	Lenta
Sensibilidade à variação de afinidade da fibra	Baixa	Média	Média/alta
APLICAÇÃO			
Esgotamento	Fervura com Carrier/HT	Fervura com Carrier/HT	HT
Intensidade	Clara/média	Média/escura	Escura
Fixação após tingimento	Não	Depende de tonalidade e exigências	Sim
Processo Termosol	Menos indicado	Indicado	Indicado

Fonte: SALEM, 2001.

Figura 3: Corantes dispersos de baixa, média e alta energia



Fonte: SALEM, 2001.

2.3 Grupo A

Corante disperso de molécula de muita baixa energia possui alta solidez à luz, solidez baixa ao calor e excelentes propriedades de tingimento.

Por terem fácil aplicação, estes corantes ainda são utilizados no tingimento do poliéster, em cores claras, pois possuem facilidade de sublimação em temperaturas baixas (GIORDANO, 1988).

2.4 Grupo B

Corante de molécula pequena tem boa solidez à luz, solidez ao calor moderada e excelente comportamento em tingimento com Carrier.

Sua principal aplicação é no tingimento de fio contínuo e texturizado em peça utilizado no tingimento de fibras mistas de poliéster e lã, acetato, triacetato e poliamida são de excelente intensidade, cobertura de cor e solidez ao calor. São resistentes a processos de alta temperatura e tratamentos ao calor não muito altos (GIORDANO, 1988).

2.5 Grupo C

Os corantes neste grupo possuem média energia ou molécula média, têm normalmente boas propriedades de tingimento sobre fibras de poliéster e solidez ao calor mais alta que o grupo B.

Também usado sobre poliéster misto com celulose, fios contínuos e peças. Pode-se aplicar agentes transportadores em meio ao tingimento, ainda que melhores rendimentos, cobertura e igualização sejam obtidos a alta temperatura (GIORDANO, 1988).

2.6 Grupo D

Corantes dispersos com moléculas de tamanho grande são corantes relativamente pobres em propriedades de tingimento e muita alta solidez ao calor.

São para tingimentos em altas temperaturas de poliéster e misturas de poliéster com celulose (GIORDANO, 1988).

2.7 Propriedades de Solidez

Giordano (1988) afirma que a temperatura de sublimação de alguns corantes é abaixo de 130°C (aquecimento seco) ou em vaporização sob pressão atmosférica. Porém, corantes desenvolvidos para tingir a fibra de poliéster são resistentes à temperatura acima de 200°C ou a vaporização acima de 25 lb/pol² (1,8 kg/cm²).

O peso molecular do corante influencia muitas vezes no aumento de solidez à sublimação, uma vez que um corante de molécula pequena tem mais facilidade de sublimação que um corante de molécula grande, Isto acarreta problemas durante o tingimento, na aplicação em HT (High Temperature) e termofixação.

É de grande importância que o corante disperso tenha uma boa solidez à sublimação e pensando nisso alguns testes baseados em métodos ISO (International Organization for Standardization) e AATCC (American Association of Textile Chemists and Colorist) foram criados para este controle.

3 TINGIMENTO DO POLIÉSTER

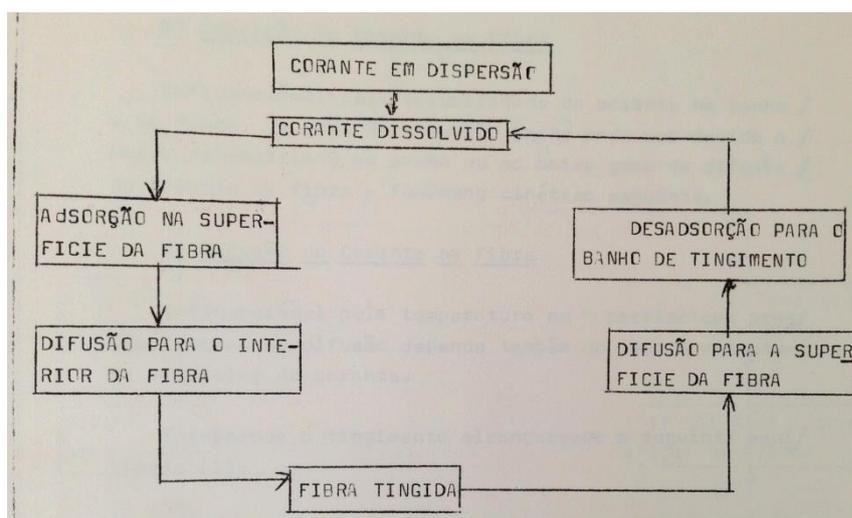
3.1 Mecanismo do tingimento

Giordano (1988) afirma que após a estiragem da fibra de poliéster suas moléculas se encontram paralelas e muito próximas entre si o que ocasiona muita dificuldade de difusão do corante na fibra. Já isso não acontece na fibra de acetato, pois suas moléculas estão em total desordem. Para este problema existem duas possibilidades:

O tingimento sob pressão, onde utiliza-se uma temperatura acima de 100°C. A temperatura ideal para o tingimento é de 130/135°C. Nestas condições a temperatura transmitida ao corante transforma-se em energia cinética acelerando suas moléculas e dispondo de maior potência para atravessar a barreira molecular da fibra.

Uso de “Carriers”, substâncias condutoras auxiliares que causam a dilatação dos espaços intermoleculares da fibra, facilitando a difusão do corante e permitindo um tingimento à fervura.

Figura 4: O mecanismo da cinética do tingimento do poliéster



Fonte: GIORDANO, 1988.

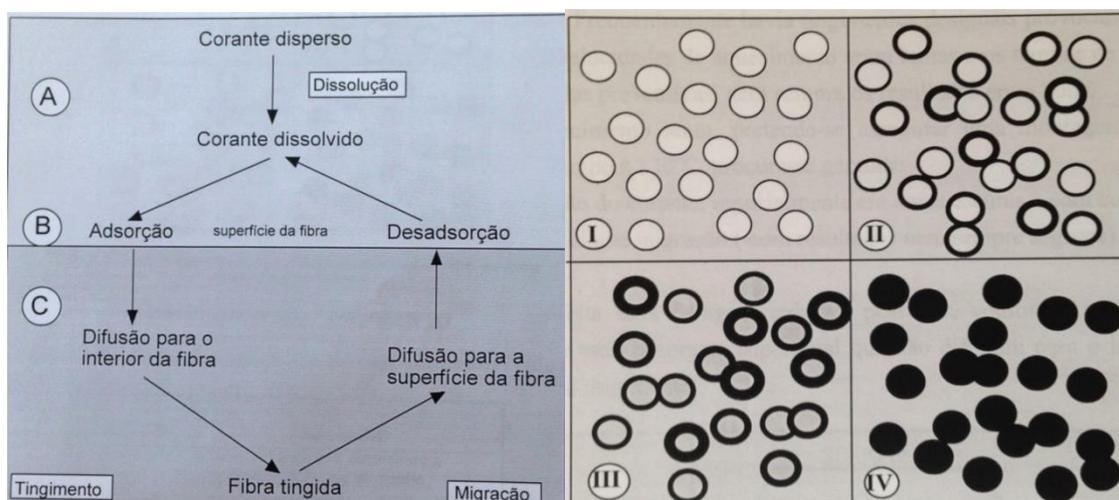
Segundo GIORDANO (1988), os corantes dispersos são de baixa solubilidade em água fria, variando de corante para corante. Esta solubilidade mencionada é de mg (miligramas) ou menos que 1mg (miligrama) por litro.

Aumentando a temperatura do banho tem-se o aumento da solubilidade do corante com a água e ao mesmo tempo a difusão deste no banho.

Em seguida, a adsorção depende da solubilidade do corante no banho e na fibra. Uma vez que a adsorção seja baixa, pode ser devido à baixa solubilidade no banho ou baixo grau de difusão. Em temperaturas mais elevadas o corante começa a migrar para o interior da fibra.

“Influenciável pela temperatura ou “Carrier” com pressão. O grau de difusão depende também do peso e estrutura molecular do corante” (GIORDANO, 1988 p. 29).

Figura 5: Mecanismo do tingimento de poliéster e difusão na fibra



Fonte: SALEM, 2001.

3.2 Influência da pré-fixação sobre a difusão do corante

Segundo Sandoz (1971, p. 07) “A fibra de poliéster, deve sua alta resistência, às cadeias moleculares praticamente paralelizadas. Esta alta orientação é conseguida devido à denominada estiragem”.

Após a fiação, a fibra de poliéster é inicialmente estocada e depois de 24 horas é estirada em cerca de quatro vezes o seu comprimento original. Esse processo gera grandes tensões que devem ser eliminadas, a fim de conferir a estabilidade dimensional ao tecido. Para isso é feito um tratamento em alta temperatura, vapor, ou mistura de ar/vapor. A pré-fixação é feita na maioria das vezes, em rama de 20 a 30 segundos a 180 a 200°C dependendo da mistura das

fibras. Porém, os fabricantes nos últimos tempos, apresentam ao mercado novas qualidades da fibra, como poliéster pré-encolhido, onde se torna desnecessária a pré-fixação.

Sem este pré-tratamento, a fibra tende a encolher durante o tingimento. Em forma tubular, a alteração dimensional induz à formação de dobras no tecido, que no resfriamento rápido acabam sendo fixadas não podendo ser mais eliminados.

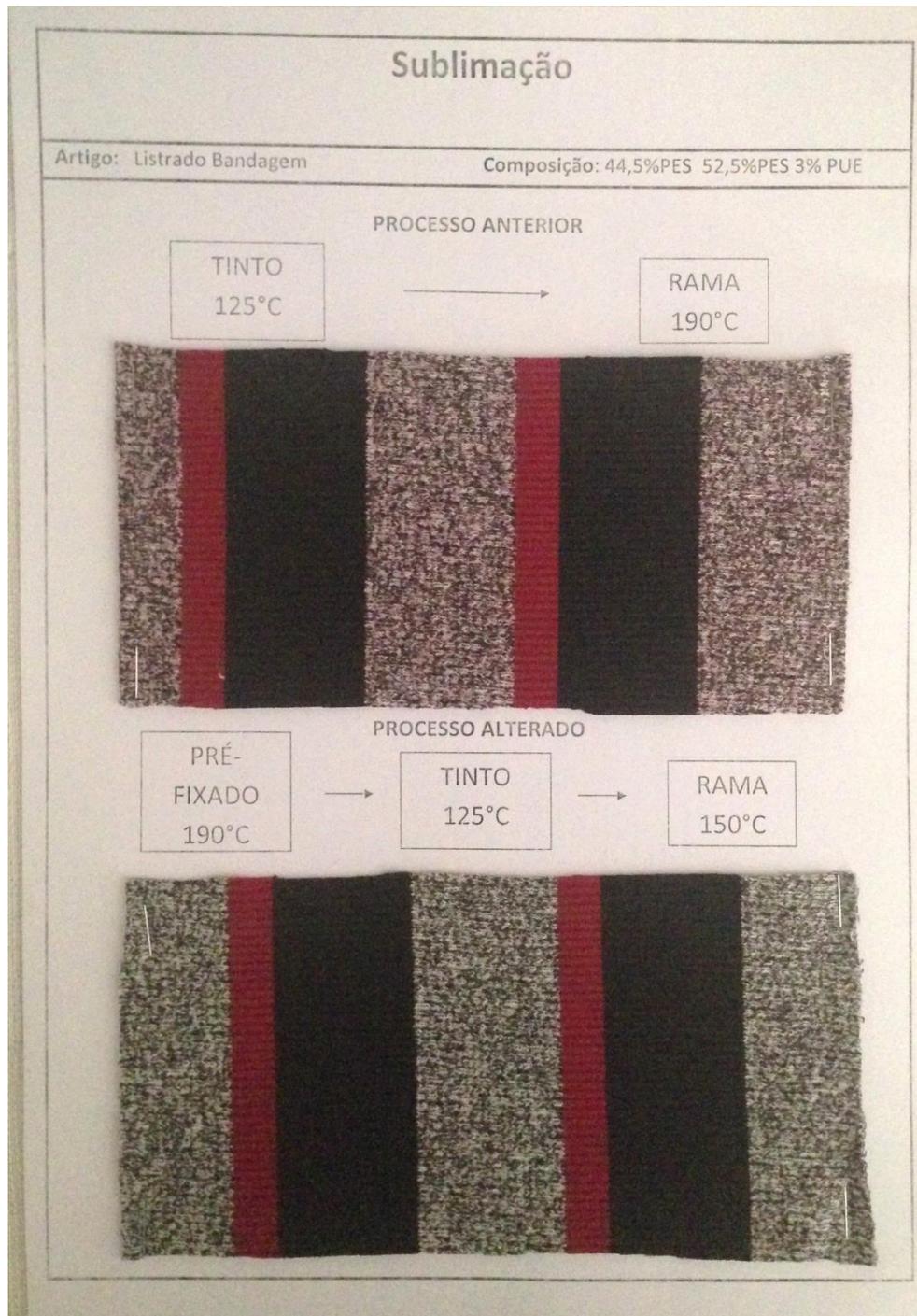
Por este motivo, as peças que possuem poliéster e suas misturas com lã e algodão, são habitualmente pré-fixadas antes do tingimento. Com isso os corantes dispersos acabam perdendo cerca de 10 a 60% de difusão dependendo da construção do corante e grau de fixação, no tingimento à ebulição. Já no processo em alta temperatura, a pré-fixação pouco tem influência no tingimento.

Entretanto, algumas tinturarias ao lado da melhor afinidade, fixam o tecido após o tingimento, que ao mesmo tempo tem a melhor difusão ainda eliminam resíduos de Carrier.

Porém, a pré-fixação após o tingimento, pode causar a sublimação de alguns corantes como podemos ver na imagem a seguir.

Na figura abaixo nota-se a sublimação do corante no processo de pré-fixação após o tingimento.

Figura 6: Sublimação do corante na pré-fixação após tingimento



Fonte: Arquivo do autor

3.3 Agentes transportadores “Carriers” no tingimento

Segundo Salem (2001) usavam-se os agentes transportadores conhecidos como “Carriers” quando o poliéster foi introduzido no mercado, em seguida passou-se a utilizar o tingimento sob pressão de temperaturas de 130°C.

Ainda hoje esse agente transportador é usado em certas circunstâncias, quando alguns maquinários não trabalham sob pressão. É usado no tingimento de fibras mistas de poliéster e lã que não suportam temperaturas acima de 106°C se não houver a adição de um protetor. Utilizados também em misturas com elastômeros, que por sua vez são sensíveis à temperatura acima da 130°C, nestes casos, o fabricante indica o uso de Carriers.

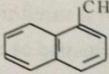
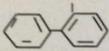
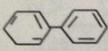
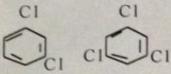
Os transportadores são substâncias orgânicas que atuam por um lado sobre o corante, aumentando a sua solubilidade. Os produtos mais utilizados são à base de o-fenilfenol, difelino, tri-clorobenzeno, ácido benzoico, metilnaftaleno, etc. A quantidade necessária é de 5 a 10% sobre o peso de fibra.

O tingimento com transportador é feito a temperatura próxima da ebulição. O pH do banho deve estar compreendido entre 4 e 6, para o que se adiciona uma quantidade conveniente de ácido fórmico. (ARAÚJO, 1987, p. 771).

Os Carriers apresentam o benefício de trabalhar em máquinas à pressão atmosférica, porém, se tem diversos inconvenientes, tais como; afetar a solidez do tinto por serem de difícil eliminação; são de alto custo; causam dermatoses em contato com a pele; são extremamente poluentes às águas residuais; e provocam manchas escuras ocasionadas por gotículas que se arrastam por vapor da água.

Na figura abaixo observa-se os tipos de carriers encontrados no mercado.

Figura 7: Tipos de "Carriers" encontrados no mercado

Nome/ Fórmula	Vantagens	Desvantagens
Metil Naftaleno 	<ul style="list-style-type: none"> -Máximo rendimento -Biodegradável 	<ul style="list-style-type: none"> -Afeta solidez à luz da cor -Odor forte e persistente -Em altas concentrações reduz a subida do corante
0-fenil fenol 	<ul style="list-style-type: none"> -Não breca a subida dos corantes em alta concentração -Apropriado p/ tons escuros -Menor odor que 1º grupo -Biodegradável 	<ul style="list-style-type: none"> -Menor rendimento econômico que 1º grupo -Não promove migração -Afeta solidez à luz -Maior sujamento da lã
Difenil 	<ul style="list-style-type: none"> -Promove migração -Cobre barramentos -Afeta pouco a solidez à luz -Biodegradável 	<ul style="list-style-type: none"> -Facilmente produz manchas quando aplicado a fervura
Hidrocarbonetos clorados di ou tricloro benzeno 	<ul style="list-style-type: none"> -Muito boa migração -Boa cobertura de barramentos -Não breca a subida dos corantes em altas concentrações -Não é inflamável -Não afeta ou afeta pouco a solidez à luz 	<ul style="list-style-type: none"> -Muito tóxico -Baixa biodegradabilidade
Ésteres Aromáticos <div style="border-bottom: 1px dashed black; padding-bottom: 5px;"> <p>$\text{C.O.O.C}_4\text{H}_9$</p>  <p>Benzoato de Butilo</p> </div> <div style="padding-top: 5px;"> <p>C.O.O.CH_3</p>  <p>Cresocinato de Metilo</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> -Boa migração -Boa cobertura de barramentos -Boa igualização -Não afeta ou afeta muito pouco a solidez à luz -Biodegradáveis 	<ul style="list-style-type: none"> -Baixo rendimento econômico -Alta demanda de Oxigênio Bioquímico

Fonte: SALEM, 2001.

3.4 Tingimento de poliéster à alta temperatura

Segundo ARAÚJO (1987) as fibras já se encontram inchadas e prontas para uma boa difusão do corante a cerca de 130°C, mesmo sem a presença de Carriers.

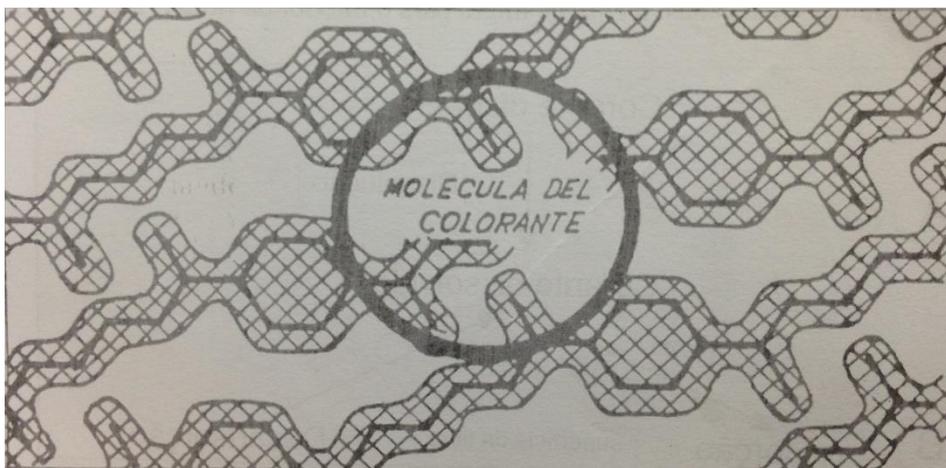
“Começa a tingir-se a cerca de 60°C, aquecendo gradualmente até atingir os 130°C, no final é necessário resfriar abaixo dos 100°C antes de poder descarregar o banho” (ARAÚJO, 1987, p. 771).

O pH (potencial Hidrogeniônico) ligeiramente ácido (entre 4, 5) é de grande importância nestas condições, pois em meio alcalino, há uma degradação das fibras.

A solidez dos tintos em alta temperatura é muito superior ao processo que utilizam carriers

A velocidade do tingimento aumenta com o aumento de temperatura. Ha temperaturas muito baixas (inferior à 70°C) as cadeias poliméricas encontram-se quase que paralisadas e na medida em que se aumenta a temperatura, aumenta a vibração, aumentando a mobilidade de segmentos poliméricos nas regiões amorfas, abrindo cavidades suficientemente grandes, através das quais o corante pode se difundir. O volume livre do polímero aumenta com o aumento da temperatura (SALEM, 2001, p. 75).

Figura 8: Molécula do corante disperso localizado dentro da estrutura da fibra



Fonte: SALEM, 2001.

3.5 Tratamentos posteriores

Segundo ARAÚJO (1987) após o tingimento, alguns corantes ficam na superfície da fibra, com isso, é importante a sua remoção para evitar baixos índices de solidez e a não uniformidade da cor. A limpeza redutiva é um pós-tratamento com hidrossulfito, soda cáustica que atua na eliminação do corante superficial sem prejudicar o interior da fibra. Normalmente é feito durante meia hora a uma temperatura de 80°C.

4 CONTROLE DE QUALIDADE

4.1 Controle de qualidade dos tingimentos

Para SALEM (2001) Três itens são de grande importância no controle de qualidade dos tingimentos: igualização, reprodutibilidade e solidez da cor. Existe um controle na maioria das tinturarias em relação à reprodutibilidade da cor, visualmente, porém, sistemas mais rigorosos devam ser feitos através da colorimetria.

Deve ser avaliado neste caso, intensidade, pureza e tonalidade, itens que causam a maior parte das reclamações, se estão em divergências com o padrão.

A igualização também tem sua importância, para identificar este problema, pedaços são retirados de pontos diferentes da peça e são costurados para a melhor visualização do problema, se tratando de fios tintos, é feita uma malha dos fios tirados de dentro e fora de diferentes rocas, geralmente estas avaliações são visuais.

4.2 Solidez ao uso

Para Salem (2001, p. 44) “ao se elaborar a receita para um beneficiamento, deve-se ter conhecimento de qual será o uso do substrato a ser tinto ou as especificações exigidas pelo cliente”.

Ao escolher os corantes adequados, consultando seus catálogos, é necessário executar testes prévios e posteriores de solidez, tais como testes de solidez à lavagem, solidez ao suor, solidez à água, solidez à água do mar, à água clorada, solidez à luz e etc.

Se entende por solidez de um tingimento ou de uma estampa, a resistência que o mesmo apresenta de alterar e transferir a cor quando forem submetidos à ação de agentes químicos e/ou métodos físicos.

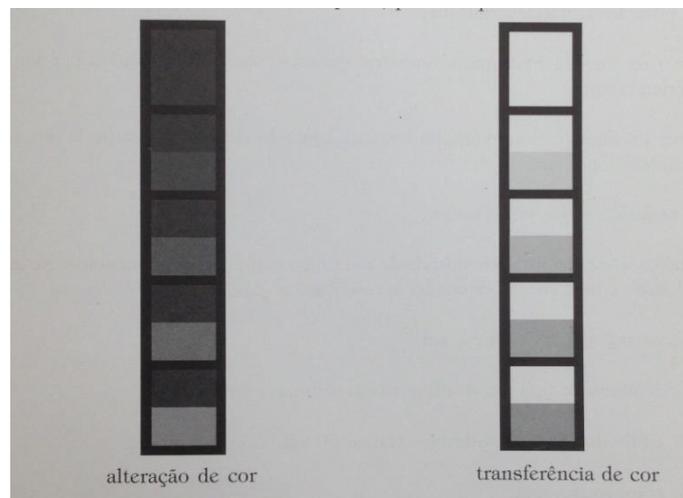
O teste de solidez da cor para materiais tintos é importante do ponto de vista do consumidor. No caso de muitos materiais têxteis tintos, ocorre perda de cor durante o seu uso. Através da solidez da cor, temos a indicação da possibilidade de manter a ação destrutiva do tratamento sobre a cor do material (RODRIGUES, 1997, p. 168).

4.3 Avaliação de testes de solidez utilizando escala cinza

Rodrigues (1997, p. 168) afirma que “o método mais comum para avaliação de solidez é através de comparação em escalas cinza (para transferência de cor para todos os ensaios de solidez menos à luz) e azul (alteração de cor para solidez à luz)”.

A variação acontecida no corpo de prova é comparada visualmente com a escala de alteração de cor, ela é formada por 5 pares de cor cinza neutra onde são numeradas de 1 a 5. O corpo de prova que recebe o grau 5 após ensaio significa que não apresentou nenhuma diferença da amostra comparada chamada de testemunha, os pares de 4 a 1 representam gradativamente a migração de cor para o tecido testemunha após testes.

Figura 9: Escala de alteração e transferência de cor



Fonte: RODRIGUES, 1997.

5 PRINCIPAIS MAQUINÁRIOS

5.1 Balança

A balança utilizada precisa ser de grande precisão para pesar os corantes e as amostras a serem tintas, usa-se pesagens em g com até três casas após a vírgula.

5.2 Aparelho HT (Hight Temperature- Alta temperatura)

Equipamento de laboratório para tingimentos de amostras têxteis em canecas de aço inoxidável (processo de esgotamento), aquecidas através de resistências.

Figura 10: Máquina HT e canecas de aço inoxidável



Fonte: Arquivo do autor

5.3 Estufa com circulação de ar

Equipamento utilizado para a secagem dos têxteis.

5.4 Centrífuga

Utilizada para remover o excesso de água nas amostras, para uma secagem mais rápida.

5.5 Aparelho mecânico de lavagem com eixo horizontal

Máquina usada para testar o grau de mudança e transferência de cor do tecido tinto para o tecido testemunha, após lavagem.

Possui canecas e tampas de aço inoxidável para os testes.

Figura 11: Máquina de lavagem com eixo horizontal



Fonte: Arquivo do autor

6 EXPERIMENTAL

6.1 Materiais

6.2 Artigos Têxteis

Nos testes executados, utilizam-se Tecidos com composição 100% PES (Poliéster) e 86,5 PES (Poliéster) 13,5%PUE (Elastano)

6.3 Água industrial

No banho preparado de tingimento, usou-se água utilizada no processo industrial.

6.4 Dispersantes

Os dispersantes mantêm a dispersão evitando a cristalização do corante, garantindo uma distribuição uniforme.

6.5 Igualizante

Os igualizantes promovem a adsorção uniforme do corante pela fibra e aumento da afinidade corante/banho.

6.6 Ácido acético

A função do Acido acético é evitar a redução ou hidrólise do corante, corrige o pH do banho para melhor montagem do corante na fibra

6.7 Sal Tampão

Esta solução irá garantir a estabilidade do pH durante todo processo.

6.8 Solução de Corante (1:100)

Os corantes utilizados foram corantes específicos para o poliéster, corantes dispersos da linha Dianix do fabricante DyStar.

6.9 Sabão em pó OMO

O OMO é o sabão padrão utilizado em lavagem doméstica, usado para os testes de solidez à lavagem.

6.10 Escala cinza para transferência de cor

Através de normas, a escala de transferência de cor é usada para medir o índice de solidez através de comparação visual.

7 VIDRARIAS UTILIZADAS

7.1 Béquero

Copo de precipitação ou béquero é um recipiente simples utilizado em laboratório. Béqueres são geralmente de formato cilíndrico com fundo chato e um bico em sua parte superior. Eles são graduados, oferecendo medidas pouco precisas. Não há um tamanho padrão para esses materiais, podendo medir volumes muito pequenos, de poucos mililitros, até volumes maiores, com vários litros.

7.2 Bastão de vidro

É um instrumento feito em vidro alcalino, maciço, utilizado em transportes de líquidos e agitação de soluções. No transporte de líquidos ele é utilizado para não respingar líquidos fora do recipiente. Geralmente usado em conjunto com o béquero.

7.3 Balão volumétrico

O balão volumétrico ou balão graduado é um frasco utilizado na preparação e diluição de soluções com volumes precisos e pré-fixados.

7.4 Pipeta graduada

É um instrumento de medição e transferência rigorosa de volumes líquidos.

7.5 Proveta

É um instrumento quase cilíndrico de medida para líquidos. Possui uma escala de volumes razoavelmente rigorosa.

8.1 Tingimento

Fez-se diferentes ensaios de tingimentos em HT (High Temperature- Alta temperatura), com relação de banho 1:12 com amostras de 5g cada e banho com os respectivos auxiliares.

A concentração da solução dos corantes dispersos foi de 1:100, na cor vermelho, de tamanho molecular, pequena, média e grande.

O processo de tingimento usado foi a 125°C para artigos com elastano e 130°C para artigos 100% poliéster.

Utilizou-se gradiente de subida de 3 graus por minuto, patamar de 45 minutos e resfriamento de 4 graus por minuto para ambos os processos.

Para obter uma tonalidade mais próxima entre as cores, foram utilizados diferentes porcentagens de corantes para cada tingimento:

Vermelho Dianix AC-E de molécula pequena: 0,5%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%.

Vermelho Dianix CC molécula média: 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5%, 1%, 2%, 3%.

Vermelho Dianix S-BEL molécula grande: 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5%, 1%, 2%, 3%.

Pesou-se em seguida 5g (+ 0,005g) dos artigos e pipetou-se na ordem: os corantes, banho auxiliar disperso, conforme receita, nas canecas da máquina de tingimento.

Posteriormente, acrescentou-se com a proveta graduada a água de produção e as amostras numeradas em suas respectivas canecas, carregou-se a máquina e iniciou-se o processo.

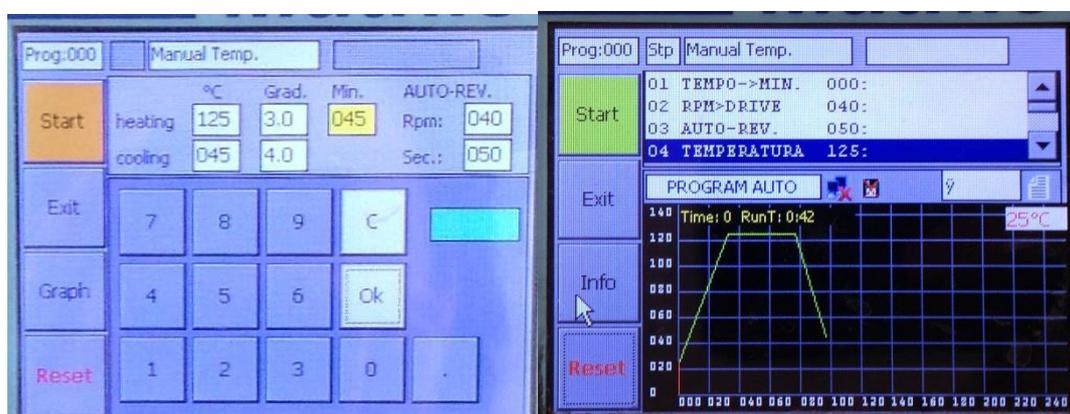
Nas figuras abaixo é demonstrado à programação das máquinas.

Figura 12: Programação e gráfico do tingimento à 130°C



Fonte: Arquivo do autor

Figura 13: Programação e gráfico do tingimento à 125°C



Fonte: Arquivo do autor

8.2 Lavagem redutiva

Após o término do processo, as amostras foram lavadas separadamente em água corrente, em um béquer preparou-se 1000 ml de redutiva, com 4gl de hidrossulfito de sódio, verolan (detergente dispersante), 20 ml de Hidróxido de sódio (1:10) à 80°C, as amostras foram mergulhadas nesta solução redutiva por 10min, em seguida lavadas apenas em água corrente, foram centrifugadas e secas. Caso as amostra estejam manchadas colocá-las em água quente à (80°C).

8.3 Ensaio de solidez

O método utilizado para os testes foi baseado na norma NBR 10597/2012, usando como tecido testemunha o artigo que deverá ser da mesma fibra que o material testado e para indicar o índice de solidez, utilizou a escala cinza conforme norma NBR 8429/1984.

8.4 Preparação e execução do teste

Cortou-se o corpo de prova no tamanho 12x5, colocou o corpo de prova junto ao tecido testemunha e costurou em uma das extremidades.

Preparou uma solução 5g/L de sabão em pó OMO e colocou no recipiente de lavagem o corpo de prova preparado, adicionou ao recipiente 100 ml da solução de sabão, acondicionou os recipientes fechados na máquina.

Tratou sob agitação por 30 minutos a temperatura ambiente, conforme determinado.

Retirou o corpo de prova, as amostras foram lavadas em água corrente por 5 minutos, foram centrifugadas e secas em estufa à 60°C de modo que o corpo de prova não fique em contato com a testemunha.

Depois de seca, as amostras foram climatizadas e avaliadas se ocorreu transferência de cor para a testemunha, utilizou a Escala Cinza para Transferência de Cor conforme norma NBR 8429/1984.

Avaliou se ocorreu qualquer alteração de cor no corpo de prova, que seja perceptível à avaliação visual.

9 RESULTADOS E DISCUSSÃO

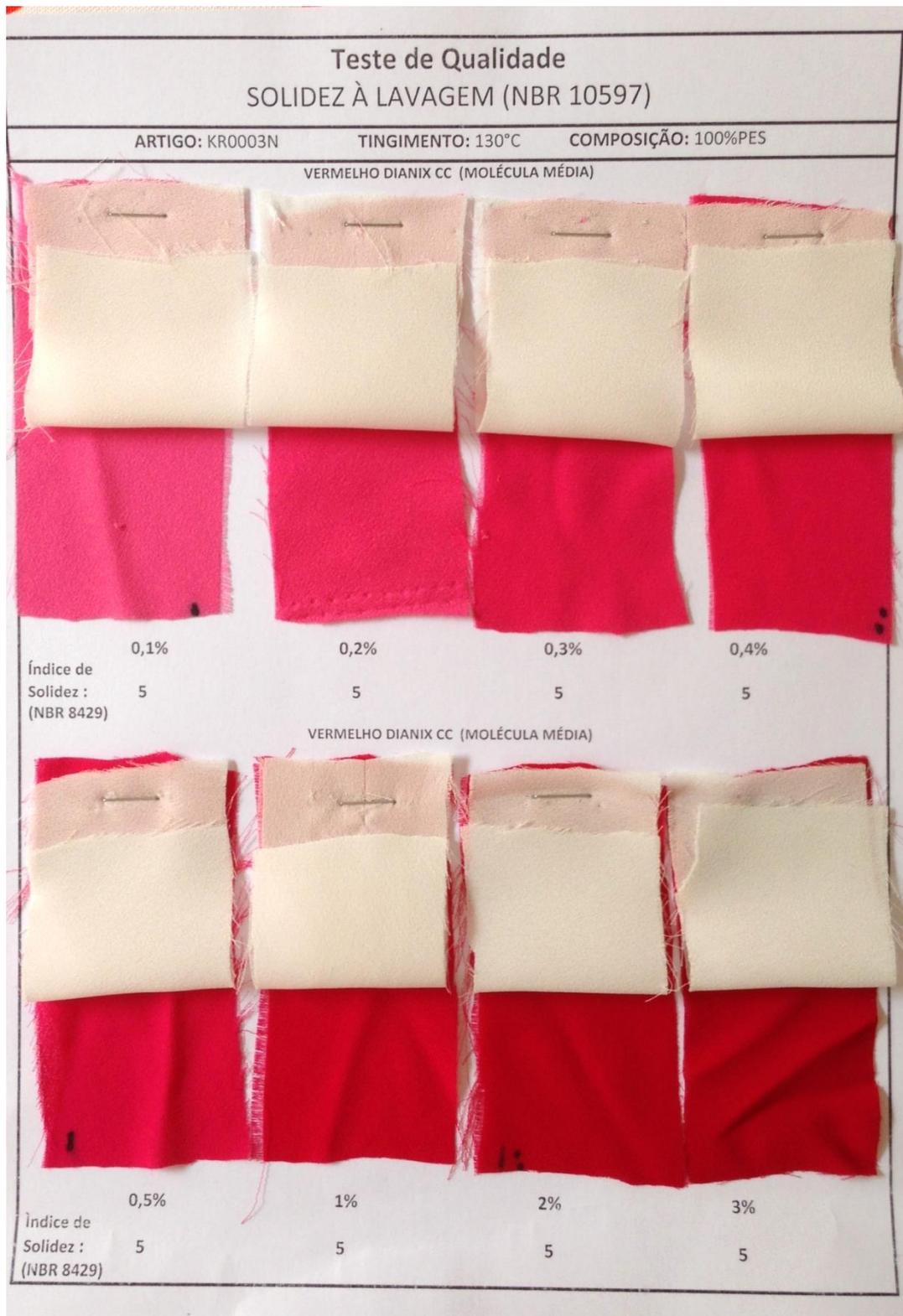
Nas figuras abaixo realizadas com tecido de 100% poliéster encontrou-se os seguintes resultados:

Figura 14: Tingimento à 130°C de molécula pequena e resultados de solidez à lavagem



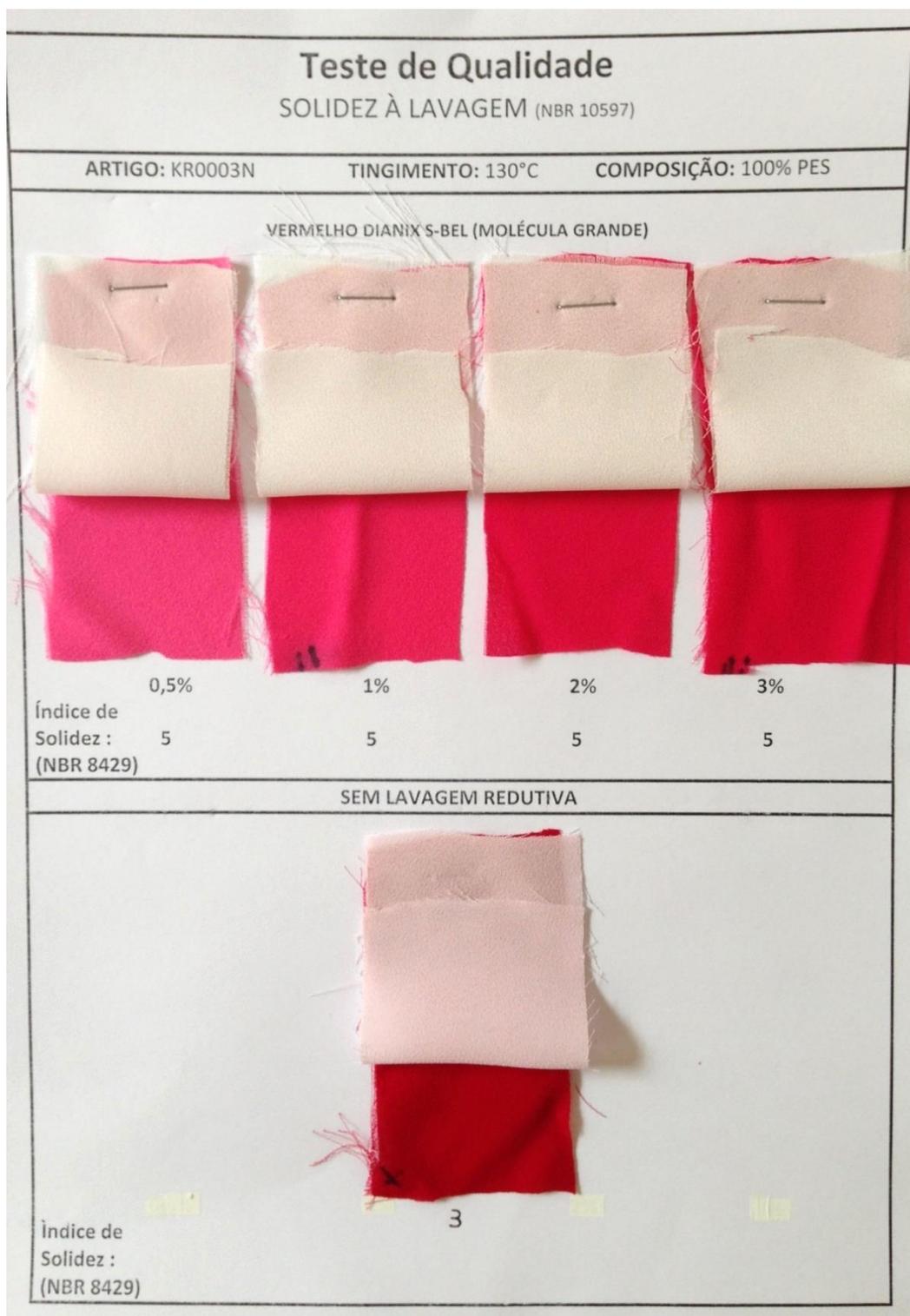
Fonte: Arquivo do autor

Figura 15: Tingimento à 130°C de molécula média e resultados de solidez à lavagem



Fonte: Arquivo do autor

Figura 16: Tingimento à 130°C de molécula grande e resultados de solidez à lavagem



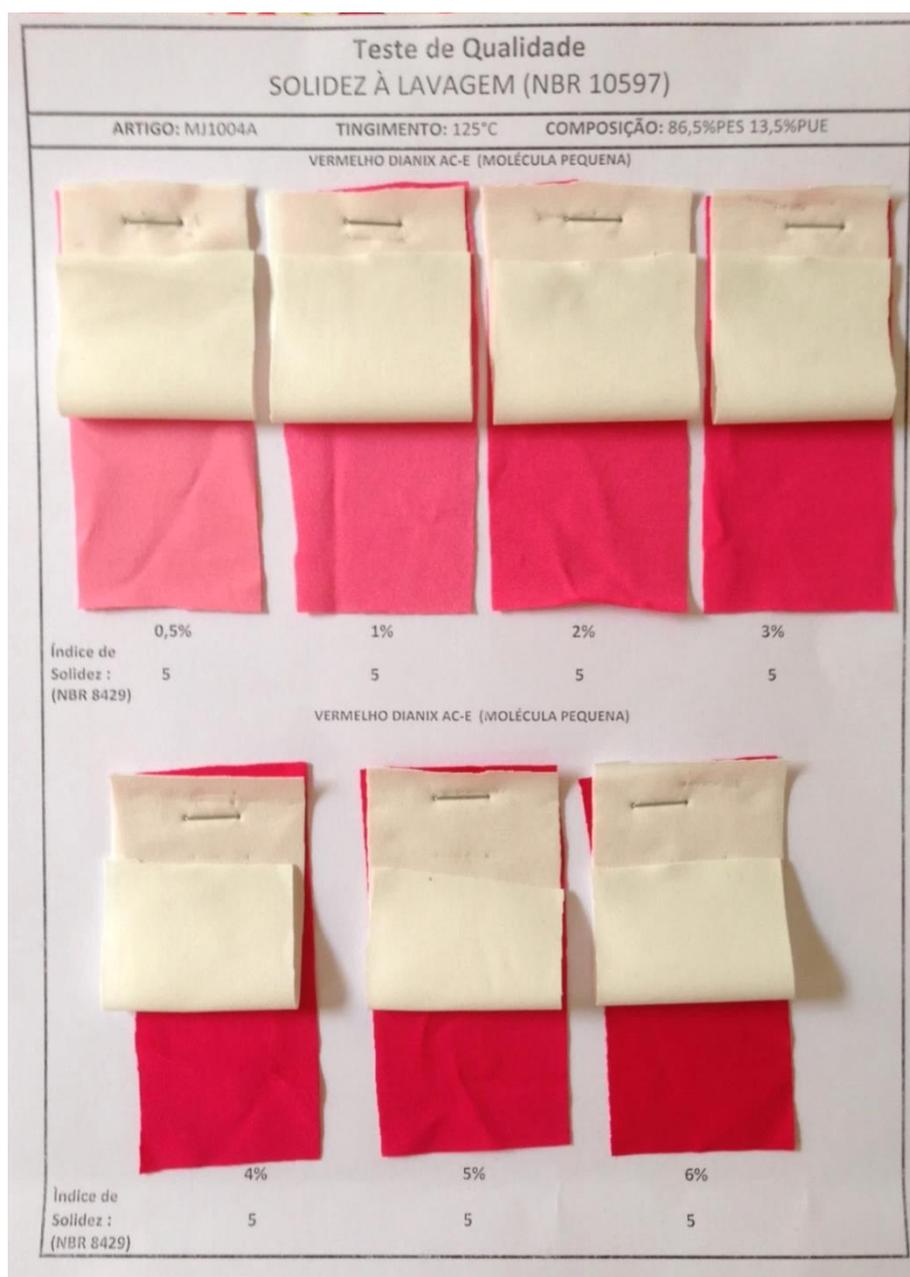
Fonte: Arquivo do autor

Em todos os testes de solidez à lavagem realizados à 130°C, os índices dos corpos de prova tintos foram imperceptíveis, resultando no índice 5 de

solidez nos três tamanhos de moléculas, independente da concentração do tingimento, porém, uma lavagem feita de forma não eficaz após o tingimento, acarreta um índice muito ruim de solidez como pode-se notar na amostra que não teve a lavagem redutiva.

Nas figuras abaixo realizadas com tecido de poliéster com elastano encontrou-se os seguintes resultados:

Figura 17: Tingimento à 125°C de molécula pequena e resultados de solidez à lavagem



Fonte: Arquivo do autor

Em todas as concentrações realizadas no teste à 125°C de molécula pequena, a alteração da cor pelo desbote foi imperceptível resultando no índice 5 de solidez, tornando seus níveis de solidez muito bons.

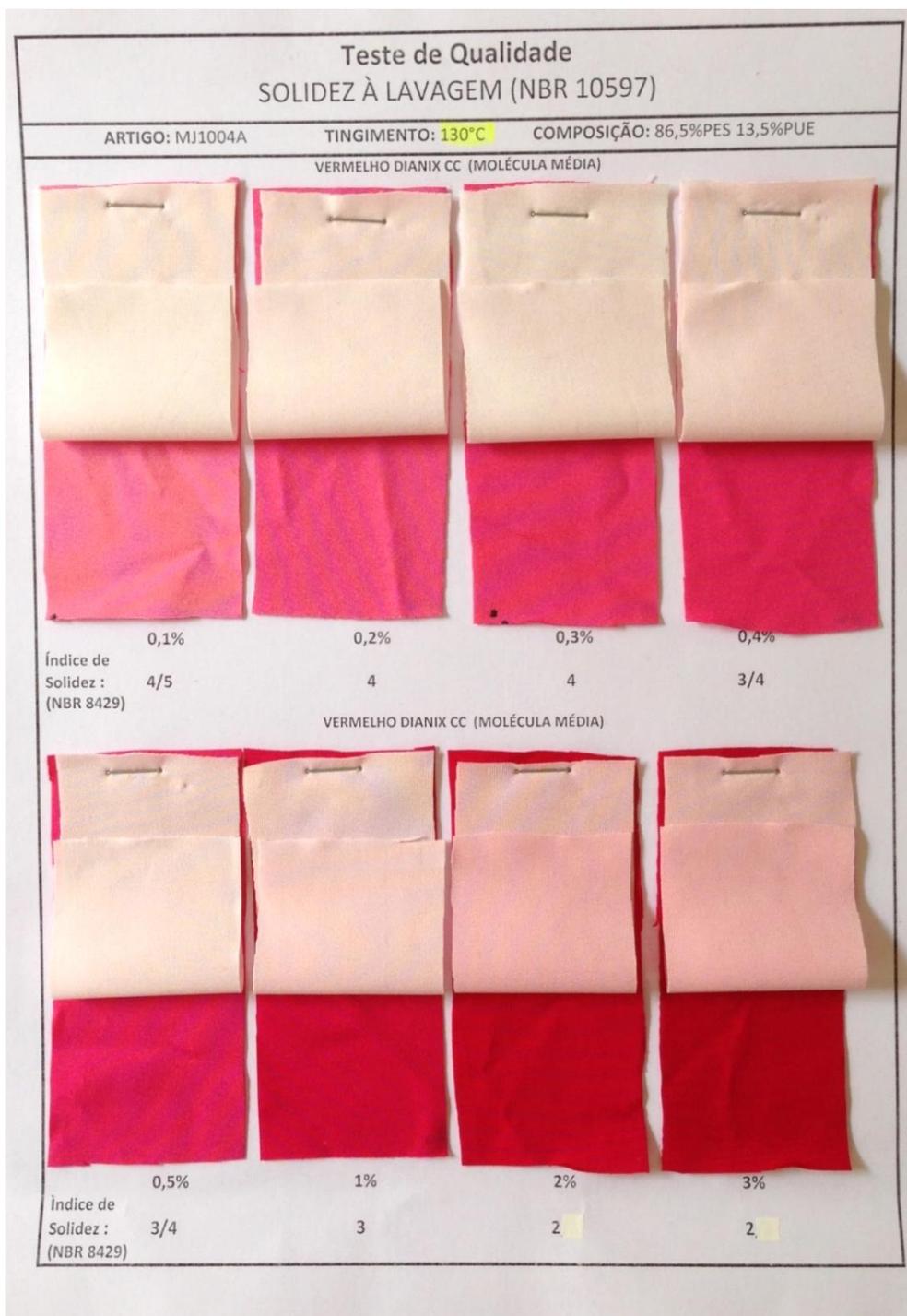
Figura 18: Tingimento à 125°C de molécula média e resultados de solidez à lavagem



Fonte: Arquivo do autor

Nota-se que o corante de molécula média tinto à 125°C possui baixo índice de solidez a partir da concentração 0,3%, que o torna mais sensível comparado à porcentagem do corante de molécula pequena de mesma força colorística (intensidade).

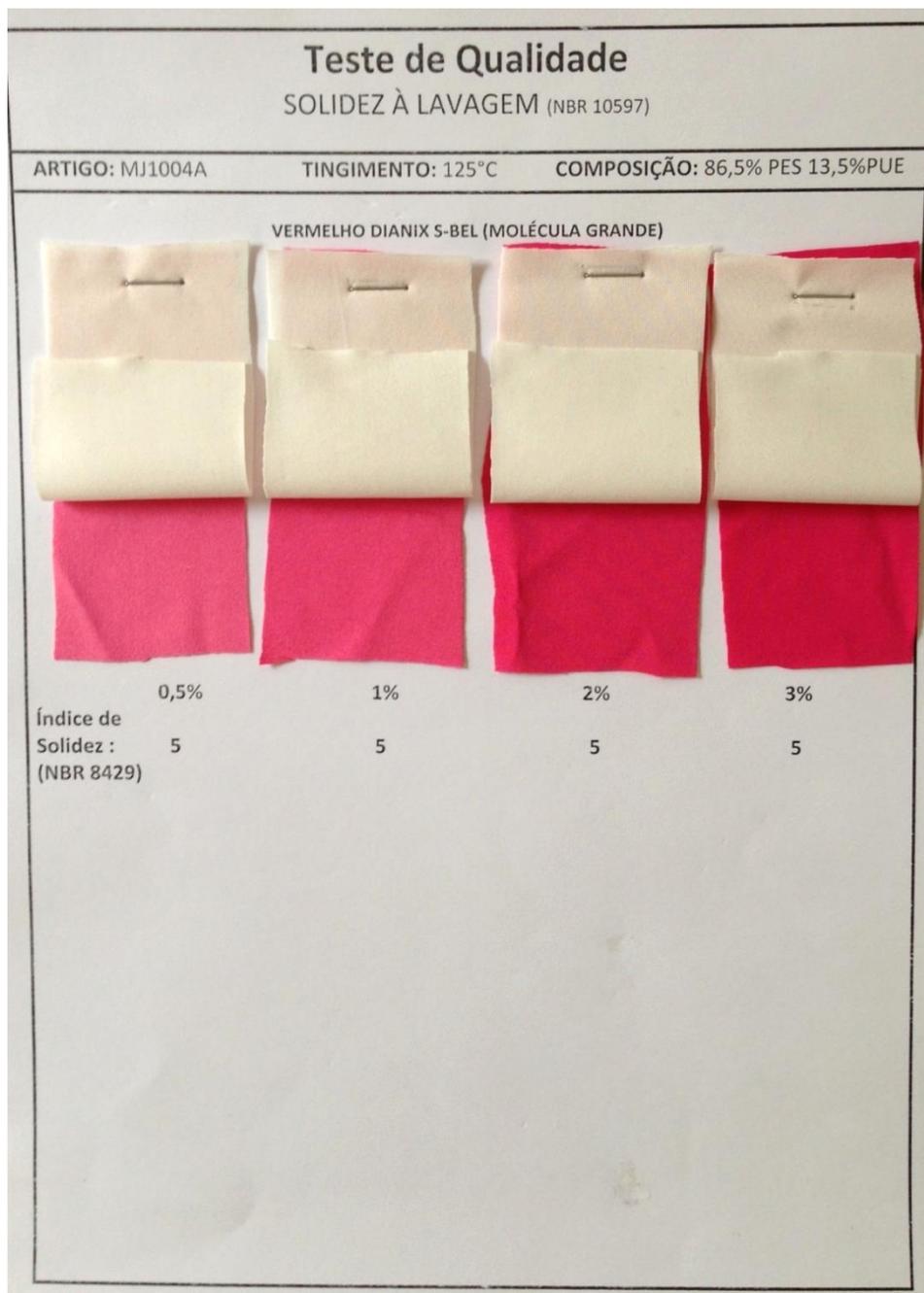
Figura 19: Tingimento à 130°C de molécula média e resultados de solidez à lavagem



Fonte: Arquivo do autor

Nota-se que o tingimento à 130°C na primeira amostra com concentração de 0,1% obteve-se um índice de 4/5, enquanto que no tingimento à 125°C na primeira amostra com concentração 0,1% obteve-se um índice de 5, portanto, o tingimento mais indicado para tecidos de poliéster com elastano é com a temperatura de 125°C.

Figura 20: Tingimento à 125°C de molécula grande e resultados de solidez à lavagem

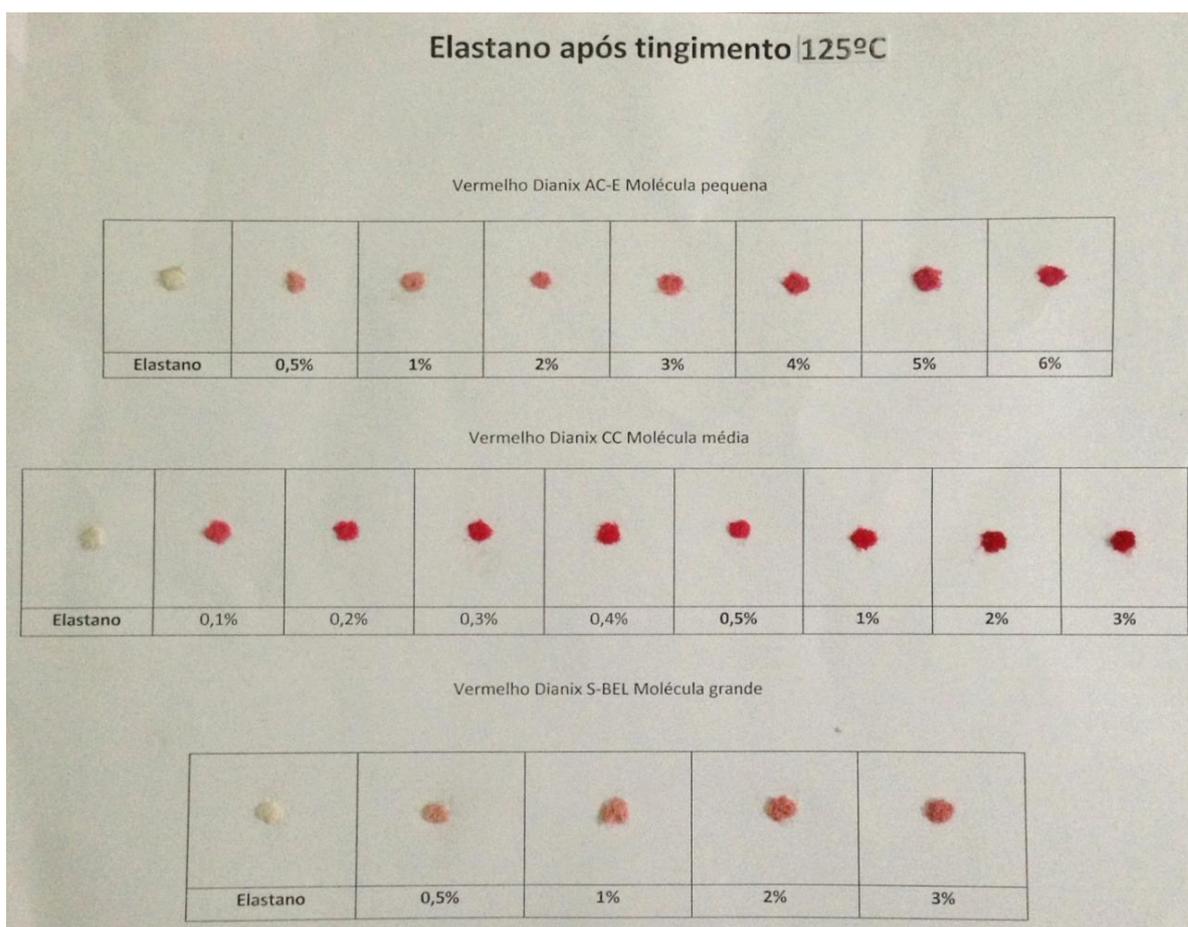


Fonte: Arquivo do autor

Em todas as concentrações realizadas no teste à 125°C de molécula grande, a alteração da cor pelo desbote dos corpos de prova tintos foi imperceptível resultando no índice 5 de solidez, tornando seus níveis de solidez muito bons.

Na figura abaixo se pode observar a aparência do elastano após o tingimento à 125°C.

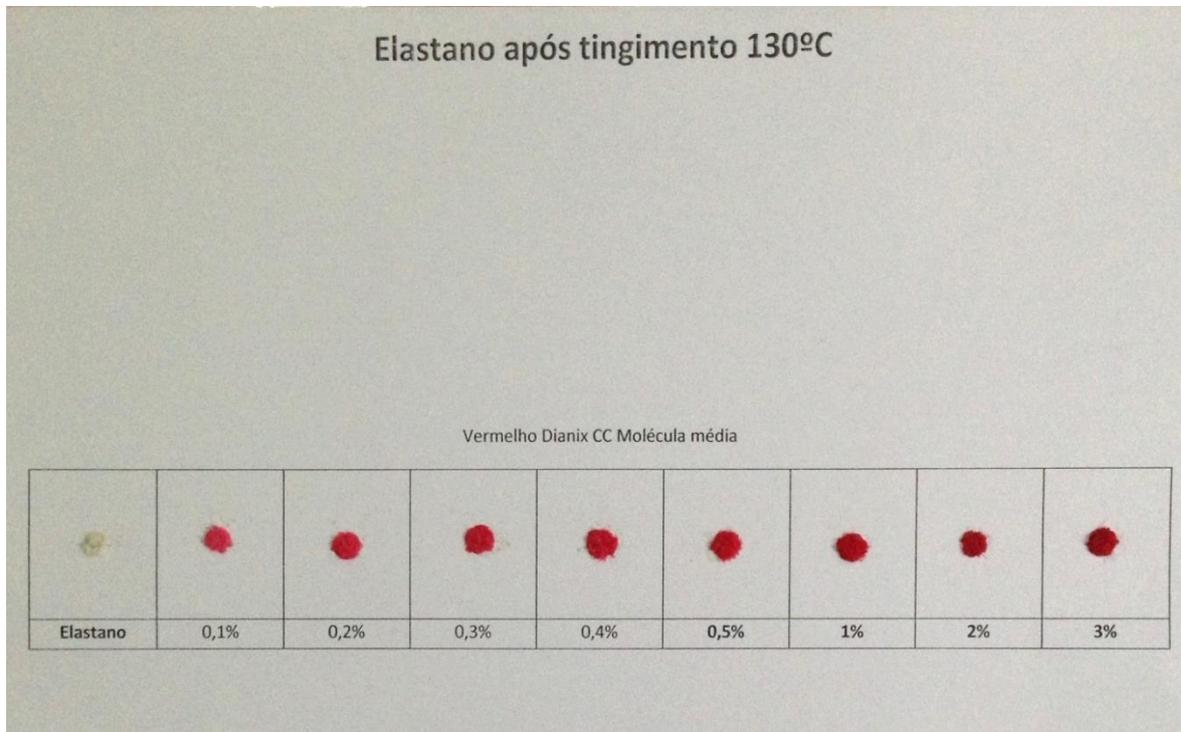
Figura 21: Elastano após tingimento à 125°C



Fonte: Arquivo do autor

Na figura abaixo se pode observar a aparência do elastano após o tingimento à 130°C em molécula média.

Figura 22: Elastano após tingimento à 130°C



Fonte: Arquivo do autor

10 CONCLUSÃO

A partir dos resultados desse trabalho concluiu-se que:

Os tecidos 100% Poliéster apresentam melhores índices de solidez e ótimo rendimento em relação àqueles que possuem elastano em sua composição. Isso porque os corantes se difundem 100% para a fibra de poliéster, o que não ocorre nos tecidos com elastano, onde essa difusão se divide entre a fibra e o elastano, diminuindo assim intensidade do tingimento.

Nota-se ainda que o corante disperso “suja” o elastano se depositando de maneira superficial e que a lavagem reductiva não é totalmente eficiente na remoção, interferindo assim no índice de solidez à lavagem.

Nos tecidos Poliéster/Elastano, nota-se que à medida que a concentração dos corantes de baixa e média molécula, aumenta, o índice de solidez à lavagem diminui, indicando que mais corante ficou de forma superficial no elastano.

Quando a temperatura é superior à 125°C este índice de solidez piora logo em baixas concentrações de corante, além da perda da capacidade de alongamento e retração do elastano.

Nos tecidos 100% Poliéster o tamanho da molécula de corante não influenciou no índice de solidez.

Nos tecidos Poliéster/Elastano os corantes de molécula grande apresentaram os melhores resultados na solidez à lavagem. Os corantes de molécula pequena e média houve um sujamento do elastano de forma similar, porém esse sujamento nos corantes de molécula pequena não influenciou no índice de solidez. Já os corantes de molécula média, a partir de baixas concentrações já começam a influenciar no índice de solidez.

Tendo em vista os resultados apresentados conclui-se que não é possível escolher um corante apenas pelo tamanho de sua molécula, as características dos corantes em relação ao elastano são diferentes, sendo necessário fazer testes prévios em relação ao corante, tecido e solidez, antes de decidir por um corante ou uma Tricromia.

11 BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, Mário de. **Manual de Engenharia Têxtil**. Lisboa: Fundação Calouste Guberkian. [s.d.] VOL 2.

ERHARDT, Theodor. BLÜMCKE, Adolf., BÜRGER, Walter., MÄRKLIN, Max., QUINZLER, Gottfried. **Curso Técnico Têxtil**. São Paulo, EPU, 1975-1976. 3 v ilustr.

GIORDANO, J.B. **Apostila de Beneficiamento Têxtil**, 1988, FATEC – Americana.

RODRIGUES, Ednilson Caetano. **Controle de qualidade em química têxtil: métodos práticos**. Rio de Janeiro, SENAI/DN, SENAI/CETIQT, CNPq, IBICT, PADCT, TIB, 1997.22p. (Série Tecnologia Têxtil).

SALEM V. **Apostila Curso de Tingimento Têxtil – Mod. 1**, Golden do Brasil Ltda. P.2001.

SANDOZ, **literatura Técnica** - 1972.