



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA E FÍSICO-QUÍMICA
CURSO DE BACHARELADO EM QUÍMICA

CLARA MONALISA DE SOUZA MESQUITA

CONTROLE DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA TÊXTIL

FORTALEZA

2017

CLARA MONALISA DE SOUZA MESQUITA

CONTROLE DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA TÊXTIL

Monografia apresentada ao curso de Química do Departamento de Química Analítica e Físico-química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em Química com Habilitação Industrial.

Orientadora: Profa. Dra. Helena Becker

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M543c Mesquita, Clara Monalisa de Souza.
Controle de qualidade na indústria têxtil / Clara Monalisa de Souza Mesquita. – 2017.
43 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,
Curso de Química, Fortaleza, 2017.
Orientação: Profa. Dra. Helena Becker.
1. Preparação à tecelagem. 2. Produtos químicos. 3. Banhos do processo. I. Título.

CDD 540

CLARA MONALISA DE SOUZA MESQUITA

CONTROLE DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA TÊXTIL

Monografia apresentada ao curso de Química do Departamento de Química Analítica e Físico-química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em Química com Habilitação Industrial.

Orientadora: Profa. Dra. Helena Becker

Aprovada em: 07/07/2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Helena Becker (Orientadora pedagógica)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aline Souza de Oliveira Codenotti (Orientadora profissional)
Vicunha Têxtil S/A

Denis Valony Martins Paiva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

A Deus, que em tudo me conduz e me leva ao seu encontro.

À minha família, Fátima, Cícera e Noélia, por serem presença de amor na minha vida desde sempre, por construírem o bom lar que tenho e por tantas lições aprendidas.

À Profa. Dra. Helena Becker, por sua presença inspiradora, exemplo de pessoa e profissional.

Aos meus amigos da UFC, por todo o apoio na graduação e na vida pessoal. Pelo espaço que conquistaram em meu coração e que quero preservar para além da graduação.

Aos amigos do Laboratório de Química Ambiental, que fizeram parte das minhas primeiras práticas profissionais.

Aos colaboradores da indústria têxtil, a quem devo o aprendizado para a construção desse trabalho.

À Gabrielle e Maria pela sensibilidade e pelo auxílio que me deram.

RESUMO

O processo produtivo do *jeans* é submetido a grande monitoramento para que os produtos mais satisfatórios sejam obtidos. O processo de tingimento e preparação à tecelagem dos fios na indústria têxtil requerem o controle de qualidade dos produtos químicos e o monitoramento dos banhos dos processos por meio de análises de suas características a fim de que todas as especificações pré-estabelecidas pelos fornecedores dos produtos e pela empresa produtora do tecido sejam confirmadas e ajustes sejam realizados, quando necessário. Diante disso, este trabalho apresenta os procedimentos para a análise de goma, índigo, redutor, soda cáustica e umectante por meio dos testes de pH, teor de sólidos, concentração, densidade, pureza e tempo de umectação. Além da avaliação da concentração de soda cáustica no banho de umectação e avaliação de pH, concentração de índigo e de redutor no banho de tingimento. Os resultados obtidos para o controle de qualidade dos produtos químicos permitiram a aprovação para a utilização de todos no processo produtivo. Para as análises dos banhos do processo, que mantêm contato com os fios, ajustes foram necessários para algumas amostras, com a finalidade de homogeneizar as características e assim dissipar possíveis variações.

Palavras-chave: Preparação à tecelagem. Produtos químicos. Banhos do processo.

ABSTRACT

The production process of the jeans is subjected to great monitoring for more satisfactory products are obtained. The dyeing process and preparation for weaving of yarns in the textile industry require the quality control of chemical products and the monitoring of processes baths through the analysis of their characteristics so that all pre-established specifications by suppliers of products and by the manufacturer of the fabric are committed and adjustments are made as needed. Given this, this paper presents the procedures for the analysis of starch, Indigo, reducer, caustic soda and humectant through the testing of pH, solid content, concentration, purity, density and wetting time. In addition to the assessment of the concentration of caustic soda in the bath wetting and evaluation of pH, concentration of Indigo in dyeing bath and reducer. The results obtained for the quality control of chemicals led to the approval for the use of all in the production process. For the analysis of the process baths, which maintain contact with the wires, adjustments were required for some samples, in order to homogenize the characteristics and thus dispel possible variations.

Keywords: Preparation for weaving. Chemicals. Process baths.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Processo produtivo.....	11
Figura 02 - Processo de fiação - Filatórios.....	13
Figura 03 - Processo de urdição.....	14
Figura 04 - Representação esquemática de regiões amorfas e cristalinas.....	16
Figura 05 - Reação de redução do índigo blue a sua forma leucoíndigo.....	18
Figura 06 - Representação do corante retido na fibra de algodão.....	19
Figura 07 - Manta em processo de tingimento.....	19
Figura 08 - Reação química dos componentes no banho de corante.....	20
Figura 09 - Movimentos básicos do tear.....	22
Figura 10 - Análise de produto químico.....	26
Figura 11 - Análise do banho de umectação.....	28
Figura 12 - Influência da concentração de redutor no tingimento.....	38
Figura 13 - Influência do pH no tingimento.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Testes físico-químicos necessários para cada produto.....	29
Tabela 02 - Resultados dos testes de goma.....	32
Tabela 03 - Resultados dos testes de índigo.....	33
Tabela 04 - Resultados dos testes de redutor.....	33
Tabela 05 - Resultados dos testes de soda cáustica.....	34
Tabela 06 - Resultados dos testes de umectante.....	35
Tabela 07 - Resultados das concentrações de soda cáustica no banho de umectação.....	35
Tabela 08 - Resultados das concentrações de índigo no banho de tingimento.....	37
Tabela 09 - Resultados das concentrações de redutor no banho de tingimento.....	37
Tabela 10 - Resultados das leituras de pH no banho de tingimento.....	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1	Obtenção de fibras têxteis	11
2.2	Fiação	12
2.3	Urdimento	13
2.4	Preparação à tecelagem	14
2.4.1	<i>Tecnologias de produção</i>	14
2.4.2	<i>Teoria do tingimento</i>	15
2.4.2.1	<i>Classificação dos corantes</i>	16
2.4.3	Processos	17
2.4.3.1	<i>Umectação</i>	17
2.4.3.2	<i>Tingimento</i>	18
2.4.3.3	<i>Lavagem</i>	21
2.4.3.4	<i>Engomagem</i>	21
2.4.3.5	<i>Secagem</i>	21
2.4.3.6	<i>Enceragem</i>	22
2.5	Tecelagem	22
2.6	Acabamento	23
2.7	Revisão	23
2.8	Controle de qualidade	23
3	OBJETIVOS	25
4	METODOLOGIA	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

O setor têxtil brasileiro é o segundo maior gerador de emprego no país e o quinto maior produtor no mundo (ABIT, 2016). É uma área bastante abrangente e inclui desde a produção e beneficiamento de fibras, como o algodão, até a produção de tecidos para as mais diversas finalidades, como o vestuário, cama, mesa e banho. Ainda que as etapas principais de produção de um tecido têxtil sejam inter-relacionadas entre si, elas são independentes umas das outras. Portanto, existem empresas que se dedicam apenas a alguma etapa e outras que abrangem todas elas. Em ambos os casos, a atenção no processo produtivo deve ser máxima para garantir os produtos mais satisfatórios.

Da variedade de segmentos de vestuário, o Brasil é o terceiro maior consumidor de jeans no mundo (ABIT, 2016) e esse é um mercado cada vez mais exigente. Com isso, todas as suas etapas produtivas vão sendo cada vez mais aprimoradas e controladas, a fim de que as necessidades dos clientes sejam supridas.

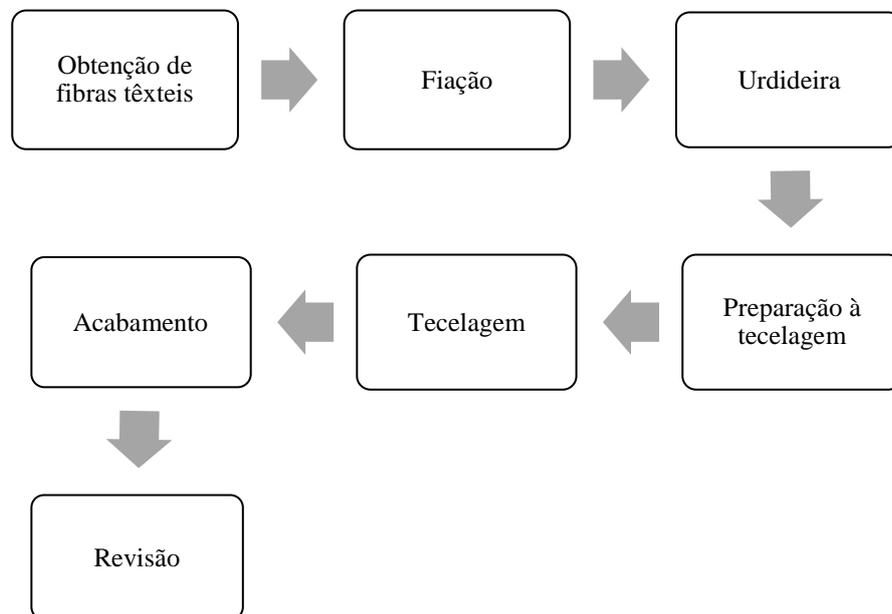
Ao conjunto de atividades destinadas a avaliar as características das matérias-primas (como teor de sólidos, pH, concentração, densidade, dentre outras), produtos em processo e produtos acabados chama-se controle de qualidade. A verificação da conformidade das especificações deve ser vista como um requisito necessário para a garantia da qualidade, segurança e eficácia do produto e não somente como uma exigência regulatória (ANVISA, 2008).

Uma forma de se atestar tal controle é por meio da certificação ISO 9001 que estabelece requisitos para a gestão da qualidade, e inclui a elaboração, atualização e revisão de especificações, a execução de testes de verificação, a avaliação e registro de resultados obtidos e as decisões para melhoria contínua que são primordiais para que uma empresa apresente produtos de excelência e se posicione bem diante da concorrência.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Define-se como produto têxtil aquele que é composto exclusivamente de fibras têxteis ou filamentos têxteis ou por ambos, em estado bruto, beneficiado ou semi-beneficiado, manufaturado ou semi-manufaturado, confeccionado ou semi-confeccionado (CONMETRO, 2008). A indústria têxtil é responsável pelas transformações dessas matérias-primas em bens de consumo. Essas atividades são agrupadas em setores específicos que permitem o enobrecimento do substrato têxtil e são descritos no fluxograma a seguir.

Figura 01 – Processo produtivo



Fonte: O Autor.

2.1 Obtenção de fibras têxteis

A fibra têxtil é classificada como toda matéria natural, de origem vegetal, animal ou mineral, assim como toda matéria artificial ou sintética, que por sua alta relação entre seu comprimento e seu diâmetro, e ainda, por suas características gerais, está apta às aplicações têxteis (CONMETRO, 2008). As fibras têxteis podem ser divididas inicialmente em dois grupos, denominados fibras naturais e fibras manufaturadas. As fibras naturais são divididas pela sua origem: vegetal, animal ou mineral (FIEMG; FEAM, [2014?]), e o algodão, a seda, a lã e o linho, são exemplos. Enquanto as fibras manufaturadas podem ser subdivididas em artificiais, que são polímeros obtidos a partir de transformações da celulose, como o acetato e

o raiom, e as sintéticas, que são derivadas de subprodutos do petróleo, como o náilon, a poliamida e o poliéster (KON; COAN, 2005).

O algodão é a principal fibra têxtil de origem vegetal no Brasil e no mundo. Trata-se de uma fibra fina, de comprimento variando entre 24 e 38 mm, e por não apresentar grandes exigências em relação ao clima ou ao solo (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, [2009?]) é cultivável em muitos lugares, o que provoca no algodão diferentes características que precisam ser consideradas.

Com a chegada das fibras têxteis à empresa, sob a forma de fardos, estes são descarregados em local apropriado (livres da ação do sol e da chuva) onde são retiradas amostras para análises que farão a classificação das fibras (PEREIRA, [2009?]), para que, em seguida, sejam separadas, misturadas e enviadas para a fiação. De acordo com o *Universal Standards for American Cotton* (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, [2009?]) a classificação é determinada a partir de três fatores principais: a cor (desenvolvida de acordo com o tipo de solo), a pureza (que indica o conteúdo de folhas ou resíduos no algodão) e o comprimento da fibra (definido como o comprimento médio da metade mais longa da fibra). A mistura das fibras deve ser uniforme e não deve apresentar variações significativas entre os fardos, já que isso impactará na resistência e regularidade do fio, e na sua coloração, características cruciais para as próximas etapas.

2.2 Fiação

O processo de fiação pode ser descrito como a etapa de obtenção do fio a partir das fibras têxteis utilizadas como matéria-prima. Em geral, o fio pode ser definido como um agrupamento de fibras lineares ou filamentos, que formam uma linha contínua com características têxteis (FIEMG; FEAM, [2014?]).

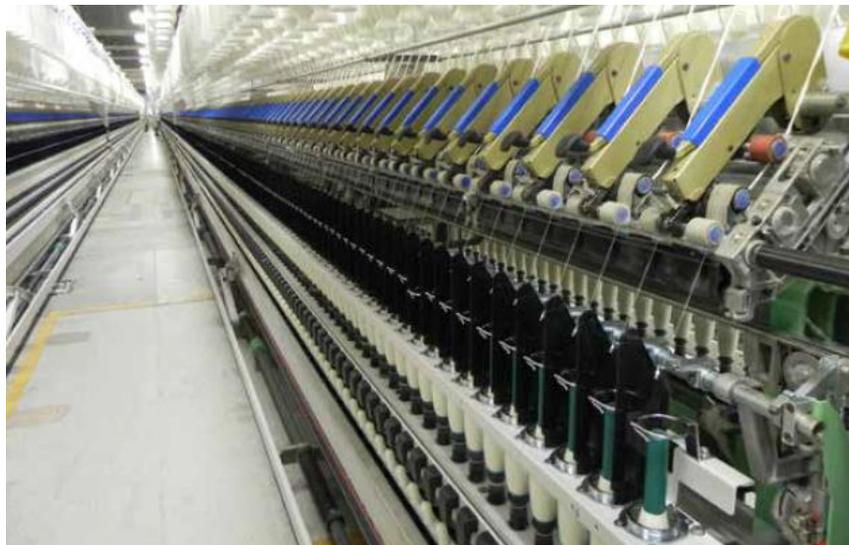
Compreende diversas operações por meio das quais as fibras são abertas, limpas e orientadas em uma mesma direção, paralelizadas e torcidas de modo a se prenderem umas às outras por atrito (PEREIRA, [2009?]).

Na abertura, pequenas porções do fardo são coletadas e submetidas a batimentos em uma máquina para que as impurezas, como cascas, galhos, folhas e areia, possam ser retiradas. As fibras são então transportadas por tubulações para o processo de cardagem, que consiste numa segunda limpeza e no início do processo de estiramento e torção para a formação de mechas. Em seguida, são transportadas para os passadores, em que várias mechas (das cardas) passam por um sistema de junção, com posterior estiramento e torção,

para obtenção de mechas com melhor uniformidade (COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE, 2001). Essas mechas são transformadas em pavios nas maçarqueiras por mais estiramento e torção, e então são penteados para a segregação de fibras curtas ainda presentes. Os pavios são encaminhados para os filatórios, onde os fios desejados serão obtidos, que por fim serão retorcidos para que ganhem melhor qualidade e resistência.

Nessa etapa do processo, a avaliação da resistência, do alongamento, do título e da regularidade do fio (por meio da análise da existência de pontos grossos e finos, da regularidade do diâmetro) são muito importantes para a comprovação da eficiência do processo.

Figura 02 – Processo de fiação – Filatórios.



Fonte: FIEMG; FEAM, [2014?].

2.3 Urdimento

Consiste em construir um sistema de fios paralelos, rigorosamente individualizados, de mesmo comprimento e com a mesma tensão, posicionados no sentido longitudinal na exata ordem que o tecido final exige, sendo este sistema enrolado num eixo, conhecido como rolo de urdume (FIEMG; FEAM, [2014?]). A tensão durante a urdição deve ser de 5% da resistência do fio (FERREIRA; LIMA, [2013?]), isso porque maiores tensões aplicadas podem causar um índice de rupturas muito alto, o que é muito prejudicial para o processo de tingimento. Além disso, não se devem misturar fios de coloração ou de torções diferentes, sob pena de obterem-se tecidos riscados (FERREIRA; LIMA, [2013?]).

Figura 03 – Processo de urdição.



Fonte: PEREIRA, [2009?].

2.4 Preparação à tecelagem

O grupo de rolos de urdume é reunido paralelamente no setor da preparação para tecelagem formando uma só manta, que sofrerá diversos processos de preparação dos fios para o tingimento e o tear, pois precisam estar prontos para receberem o corante, e resistentes para serem tecidos.

2.4.1 Tecnologias de produção

Existem três tecnologias principais para o beneficiamento de índigo antes da tecelagem: máquinas multi-caixas, máquinas loop e máquinas em corda. Nas máquinas multi-caixas os rolos de urdume são agrupados a partir de uma gaiola, tintos nas diversas caixas de tingimento e engomados em uma operação contínua (FERREIRA; LIMA, [2013?]). Devido à quantidade de caixas, esse processo requer um enorme volume de banho, mas permite uma excelente uniformidade de tonalidades.

Nas máquinas loop também há o tingimento de fios organizados em mantas, mas esses são tintos em uma única caixa com vários mergulhos no banho, seguidos de períodos de oxidação, e logo em seguida a engomagem. Portanto é uma máquina muito mais compacta que uma multi-caixa, e que necessita de um menor volume de banho. Entretanto, é limitada em tonalidades mais escuras, exceto máquinas que sofreram ajustes e possuem sistema com reator, meio inertizado, que permitem, em média, um aumento de 25% na cor.

Nas máquinas em corda, a urdição é feita sob a forma de cabos que são tintos, em seguida reabertos para serem engomados e seguirem para os próximos processos. É uma máquina que necessita de mais espaço que as anteriormente citadas, muito mais banho que as demais, porém apresenta uma alta eficiência de tingimento, apesar dos custos para a reabertura das cordas antes de serem engomadas.

2.4.2 Teoria do tingimento

O tingimento é o processo de coloração dos substratos têxteis, de forma homogênea, mediante a aplicação de corantes. São denominados corantes, as matérias coloridas de alta concentração, solúveis no veículo do tingimento, geralmente a água (COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE, 2001).

Quando a fibra é mergulhada no banho de corante, o processo de tingimento acontece em três etapas: na primeira etapa, o corante migra do meio em que se encontra diluído para a superfície da fibra, inicia-se a sua adsorção pelas camadas superficiais do substrato têxtil. O corante absorvido difunde-se no interior da fibra e fixa-se nela (PEREIRA, [2009?]) por meio das seguintes interações:

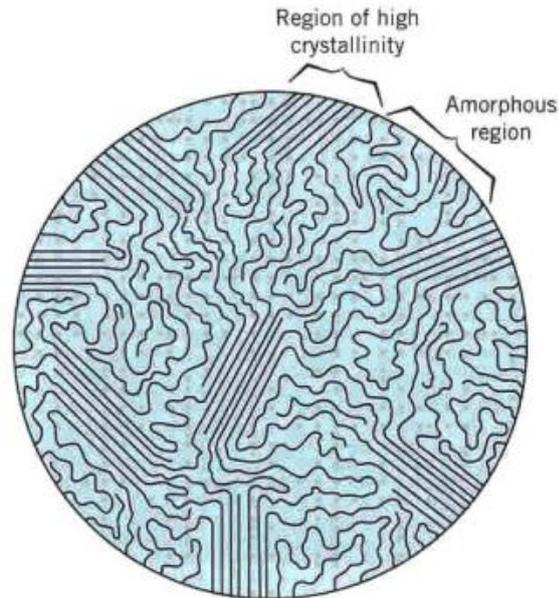
- a) Ligação iônica: permite o tingimento da lã por corantes ácidos e básicos, por exemplo, que serão mais explicados posteriormente;
- b) Ligação de hidrogênio: como o tingimento de fibras celulósicas por corantes diretos;
- c) Ligação de Van der Waal: junto às ligações de hidrogênio permite o tingimento das fibras celulósicas por corantes diretos;
- d) Ligação covalente: como o tingimento por corantes reativos na celulose.

A difusão dos corantes nas fibras e sua adsorção máxima dependem fortemente da estrutura física e química da fibra e de sua capacidade de ser modificada antes ou depois do tingimento (CURSO..., [1989?]). Fibras têxteis com maior proporção de regiões amorfas (regiões da estrutura polimérica da fibra que não possuem orientação definida) facilita a adsorção dos corantes. Uma maior porcentagem de regiões cristalinas (regiões da estrutura polimérica da fibra que se encontram orientadas em uma ordem mais ou menos paralela) diminui a permeabilidade (CURSO..., [1989?]).

A maioria dos processos de tingimento ocorre em meio aquoso e a facilidade desses processos será tanto maior quanto forem as interações da fibra com a água. Fibras hidrofílicas (como as fibras celulósicas), portanto contêm grupos polares que ionizam na água

e regiões amorfas que facilitam a penetração dos corantes iônicos. O contrário se observa nas fibras hidrofóbicas (como as fibras poliacrílicas), que devem ser tingidas com corantes de baixa solubilidade.

Figura 04 - Representação esquemática de regiões amorfas e cristalinas.



Fonte: PASSATORE, 2013.

Além da estrutura da fibra, os processos de tingimento também dependem das características dos corantes. Juntos, corante e fibra apresentam grupos funcionais que interagem por atração polar ou não polar.

2.4.2.1 Classificação dos corantes

Os corantes são classificados segundo sua composição química e método de aplicação (COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE, 2001).

a) Corantes básicos ou catiônicos: são sais de bases orgânicos, que apresentam cargas positivas em solução, utilizados para o tingimento de fibras acrílicas, poliamídicas, lã e seda.

b) Corantes ácidos: são sais de sódio, usualmente de ácidos sulfônicos, bastante solúveis em água, aplicados em fibras nitrogenadas, como a lã, a seda, o couro e algumas fibras acrílicas.

c) Corantes diretos: corantes aniônicos para celulose, quando aplicados a partir de um banho aquoso contendo um eletrólito (para aumentar a força iônica no meio), como o cloreto de sódio (COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE, 2001). São solúveis em água e ligam-se às fibras por ligações de Van der Waals.

d) Corantes de enxofre: possuem enxofre, na forma dissulfídrica, são insolúveis, mas após redução para uma forma solúvel são utilizados para o tingimento de fibras celulósicas. Após o tingimento sua forma insolúvel é reestabelecida por oxidação.

e) Corantes à tina: assim como os corantes de enxofre, são insolúveis na água, mas quando convertidos em forma solúvel possuem afinidade com a celulose.

g) Corantes dispersos: são suspensões de compostos orgânicos com pouca solubilidade que tingem fibras hidrofóbicas tais como acetato de celulose e fibras sintéticas.

h) Corantes reativos: são corantes que podem formar combinações químicas covalentes com celulose.

2.4.3 Processos

Considerando-se uma empresa destinada a produção de *jeans*, a partir do algodão, que já tenha submetido sua matéria-prima a todas as etapas anteriormente citadas, e utilizando-se do índigo como corante, têm-se os processos a seguir como necessários para o tingimento e etapas posteriores.

2.4.3.1 Umectação

É um tratamento físico-químico que envolve a impregnação do material têxtil, sob tensão, com soluções alcalinas em condições de concentração rigorosamente controladas. Seu objetivo é o aumento do brilho e da absorção de água e de corantes, além da melhoria da resistência à tração e da estabilidade dimensional (COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE, 2001). Além de soda cáustica, o processo de umectação também necessita de tensoativos para acelerarem a penetração na fibra, os umectantes. A fibra umectada necessita de menos corante que a fibra não umectada. Para o tingimento com cores escuras, a redução é de 25-30% de corante (ALCÂNTARA; DALTIM, 1996).

Para o controle das características desse banho utiliza-se a concentração de soda cáustica como parâmetro de avaliação. Essa análise realiza-se por meio de uma titulação de neutralização, em que uma amostra do banho reage com uma quantidade quimicamente

equivalente de uma solução ácida de concentração definida até um ponto a que se chama ponto de equivalência. A solução final contém o sal correspondente. Como o ácido e a base são eletrólitos fortes (ionizam-se fortemente em meio aquoso) a solução final será neutra.

Em titulações potenciométricas, o ponto de equivalência é determinado pela mudança súbita do potencial observado contra o volume de solução titulante (solução ácida, no caso). E essa determinação pode ser manual ou por meio do uso de tituladores automáticos, em que a adição do titulante é automatizada e sincronizada com o as leituras do potencial.

2.4.3.2 Tingimento

O Índigo Blue é provavelmente uma das substâncias mais antigas conhecidas como corantes (MEKSI, KECHIDA E MHENNI, 2007, p. 1 *apud* VAZ, FREITAS, 2013). É um corante à tina, ou seja, é insolúvel em água, mas que através da redução com hidrossulfito de sódio [reduzidor] em meio alcalino, se transforma em leuco derivado solúvel (coloração verde) e tingem os materiais têxteis celulósicos (ALCÂNTARA; DALTIM, 1996).

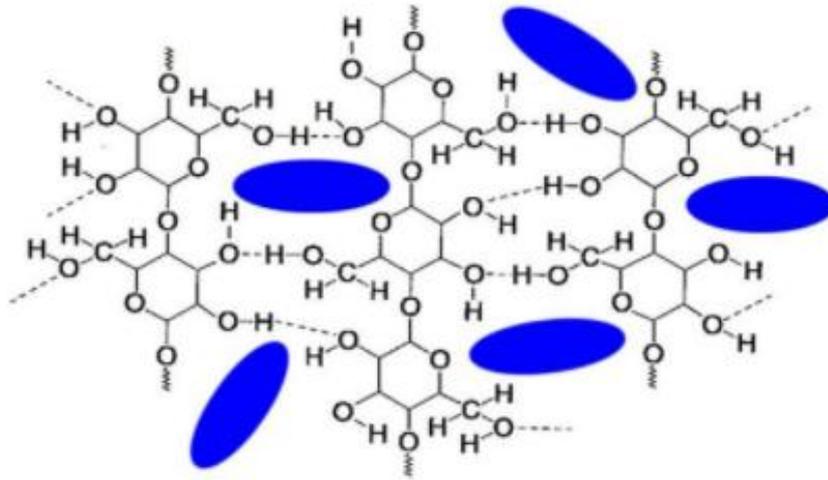
A reação de redução do Índigo Blue representa um processo essencial para as indústrias têxteis e é operado em larga escala pelo mundo inteiro. Essa reação se dá pela troca de dois elétrons entre as duas formas. O índigo tem um sistema conjugado de dicarbonila em sua molécula e esse sistema desloca sua conjugação para que a redução ocorra (MEKSI *et al.*, 2012 *apud* VAZ; FREITAS, 2013), como observado na Figura 5:



Fonte: VAZ; FREITAS, 2013.

O derivado leuco tem a capacidade de tingir a fibra, por substantividade (capacidade de o corante ser absorvido e retido pela fibra).

Figura 06 - Representação do corante retido na fibra de algodão.



Fonte: MUNCHEN *et al.*, 2014.

Entretanto, submetido a uma oxidação, em presença do ar ou por agentes oxidantes, regenera o produto original insolúvel (coloração azul), dando assim um tingimento de alta solidez pela própria condição de insolubilidade do corante colocado na fibra (LADCHUMANANANDASIVAM, 2008). O processo de tingimento, com o corante reduzido, e sua oxidação em seguida, pode ser visto na figura 07.

Figura 07 – Manta em processo de tingimento.



Fonte: SILVA, 2007.

O banho de corante é constituído de índigo, que é o responsável pelo tingimento do jeans, soda cáustica e o redutor, que facilitam a impregnação do corante nas moléculas do

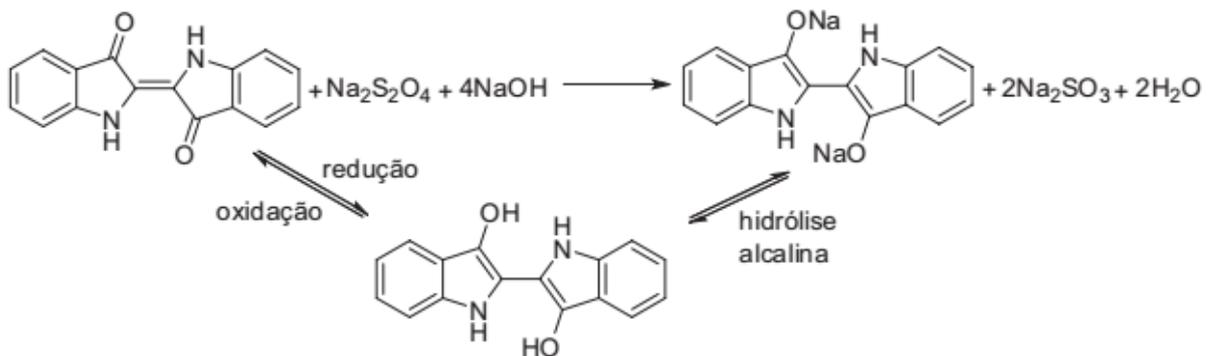
fio. Após a imersão da manta no banho, o fio passa por um tempo de oxidação, em exposição ao oxigênio, que é o tempo suficiente para que o índigo interaja com os fios e só depois retorne a sua forma insolúvel, garantindo assim a solidez da cor.

Além disso, essa etapa pode ocorrer sob atmosfera controlada com gás nitrogênio, a fim de que se tenha a menor quantidade de gás oxigênio no meio. Com isso, a manta permanece mais tempo sem oxidar, conseqüentemente mais tempo com o corante reagindo nas fibras, agregando uma maior eficácia no tingimento.

A característica química do índigo é a presença do grupo cetônico ($C = O$), que é insolúvel em água, mas, quando se altera na forma reduzida ($C - OH$), torna-se solúvel e o corante passa a ter afinidade química pela fibra celulósica.

A reação química entre os três componentes está apresentada na figura 8.

Figura 08 – Reação química dos componentes no banho de corante.



Fonte: MUNCHEN *et al.*, 2014.

Portanto, para que se tenha eficiência nesse processo, as concentrações de índigo, soda e redutor devem ser devidamente controladas, e tais variáveis, dentro dos parâmetros aceitáveis, terão como resultado um tingimento uniforme com mínimas variações de nuances, com o máximo de economia (FERREIRA; LIMA, [2013?]).

A avaliação das concentrações de índigo e de redutor, assim como para análise de soda cáustica no banho de umectação, é realizada por meio de titulação, mas trata-se de uma titulação de oxirredução, que baseia-se em reações de transferência de elétrons. Nestas reações existem espécies oxidantes (ganham elétrons) e espécies redutoras (perdem elétrons). Para essa titulação, utiliza-se uma solução de ferricianeto de potássio ($K_3[Fe(CN)_6]$) que oxida o produto químico redutor e o corante, respectivamente.

O uso de tituladores automáticos também pode ser utilizado, em que a adição do titulante é automatizada e sincronizada com o as leituras do potencial, a fim de que os analitos (índigo e redutor) sejam quantificados.

2.4.3.3 Lavagem

A lavagem retira o excesso de produto que não foi fixado na caixa anterior, no caso o corante hidrolisado, deixando o fio apto para o processo posterior. É uma etapa de muita importância, tendo em vista que a presença de resíduos de corantes não fixados pode produzir manchas, o que impacta na qualidade final do tecido.

2.4.3.4 Engomagem

A engomagem consiste na impregnação e revestimento dos fios de urdume, com substâncias adesivas e formadoras de um filme sobre sua superfície, para aumentar a resistência mecânica dos fios pela melhor adesão entre as fibras (ALCÂNTARA; DALTIM, 1996). A base da fórmula a ser usada na engomagem de fios tintos com índigo é frequentemente o amido e seus derivados modificados quimicamente. Uma boa receita de engomagem deve proporcionar aos fios elasticidade e alongamento, além de flexibilidade, resistência à ruptura e lubrificação superficial (FERREIRA; LIMA, [2013?]). É necessário ressaltar, que antes da engomagem os fios passam por uma pré-secagem, para que perca parte da umidade, que poderia causar prejuízos na quantidade de sólidos dissolvidos no banho e consequentemente, na quantidade de goma depositada nos fios.

2.4.3.5 Secagem

A secagem de artigos têxteis tem por finalidade a remoção da umidade restante dos processos úmidos anteriores. A secagem é realizada em secadores, onde a fonte de calor é proveniente de vapor, por exemplo. Além disso, a secagem garante um melhor encapsulamento da goma para com os fios. Também é sempre bom evitar a secagem excessiva dos fios de índigo, já que a mesma reduz a adesão da película à fibra, bem como a flexibilidade da película de goma. Normalmente se trabalha com umidade residual entre 5 a 8%, preferencialmente 7% (FERREIRA; LIMA, [2013?]).

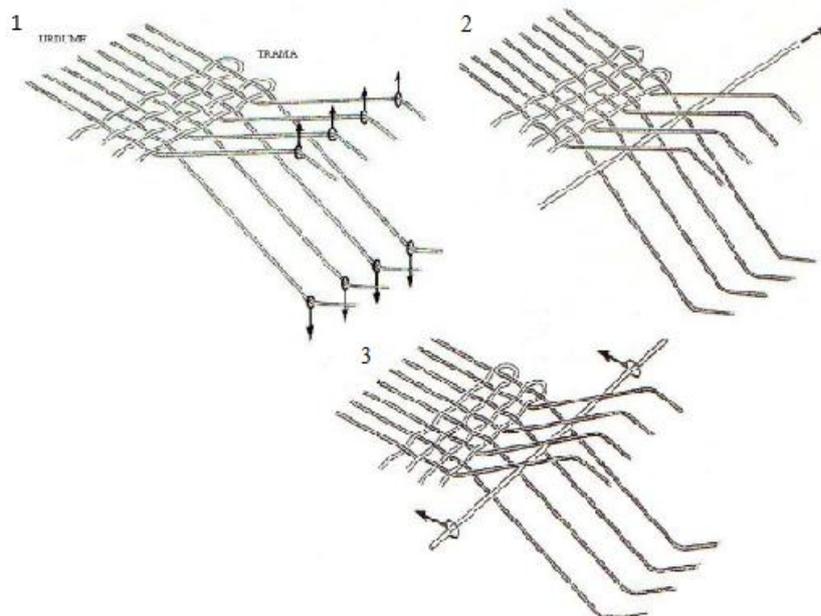
2.4.3.6 Enceragem

A enceragem dos fios ao final do processo propõe a lubrificação das películas de goma dos fios para que tenha uma maior facilidade de abertura, tendo em vista o elevado número de fios de urdume presentes na manta, evitando um levantamento de fibrilas e diminuindo a pilosidade (penugem do fio).

2.5 Tecelagem

A tecelagem recebe os rolos de fios de urdume tintos e engomados e os entrelaça aos fios de trama, que não passam pelo processo anterior, em máquinas chamadas de teares. Os movimentos básicos do tear são três: a abertura triangular de duas camadas de fios de urdume para a formação da cala, a introdução dos fios de trama por meio de jato de ar, por exemplo, e a batida do pente que encosta a última trama inserida o mais perto das outras (PEREIRA, [2009?]).

Figura 09 – Movimentos básicos do tear.



Fonte: PEREIRA, [2009?].

2.6 Acabamento

O processo de acabamento inicia-se retirando as fibras salientes do tecido, provenientes do processo anterior, através de chamuscagem. A fase seguinte é a lavagem do tecido, adicionando a ele produtos químicos que proporcionam características como maciez, encorpadura e flexibilidade a sanforização, que é o pré-encolhimento para que haja o controle do comprimento.

2.7 Revisão

O tecido é revisado e classificado para venda. A ideia é de aplicar pesos diferentes para os defeitos baseado em seu tamanho e gravidade. O limite mais amplamente utilizado é de que a primeira qualidade deva ir até 25 pontos / 100m² (FERREIRA; LIMA, [2013?]).

2.8 Controle de qualidade

A qualidade é formada durante o processo de produção, ou seja, não é um kit que possa ser instalado no produto (resultado de um processo), mesmo que estocável, após a sua produção (CORRÊA, 2010). Pode-se afirmar que a qualidade final do produto resulta da soma dos controles de todas as etapas intermediárias pelas quais o produto passou. Portanto, torna-se possível concluir a importância de se controlar a matéria-prima empregada, mas também cada operação, para que se possam conhecer as variáveis que podem intervir no processo, e também na qualidade final do produto (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, [2010?]).

Segundo Feigenbaum (1987 apud CORRÊA, 2006), a atividade de controle de qualidade tem quatro passos:

- a. Estabelecimento de padrões: determinar os padrões requeridos para custo, desempenho, segurança e confiabilidade;
- b. Avaliação da conformidade: comparar a conformidade do produto manufaturado;
- c. Agir quando necessário: corrigir o problema e suas causas;

d. Planejar o melhoramento: desenvolver um esforço contínuo para melhorar os padrões de custo, desempenho, segurança e confiabilidade.

Desenvolver tais passos é de fundamental importância para a garantia da qualidade dos produtos. Com isso, o controle de produtos químicos, auxiliares e corantes tem a finalidade de confirmar as características destes produtos, evitando assim, o uso de produtos fora de especificação nos processos descritos anteriormente. Além disso, o controle de processos consiste do acompanhamento de todas as operações executadas durante o processamento do material têxtil, a fim de assegurar que todas as especificações preestabelecidas para esse processamento sejam seguidas rigorosamente, evitando assim o risco de se obter material têxtil manchado, fora da cor, etc. (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, [2010?]).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Avaliar os produtos químicos e os banhos do processo envolvidos no setor de preparação à tecelagem dos fios durante a fabricação do tecido a fim de se verificar e acompanhar as características deles.

3.2 Objetivos específicos

- Controlar a qualidade dos produtos químicos: corante (índigo), goma, redutor, soda cáustica e umectante;
- Avaliar a concentração de soda cáustica dos banhos de umectação do processo produtivo;
- Avaliar o pH e a concentração de corante e redutor nos banhos de tingimento do processo produtivo.

4 METODOLOGIA

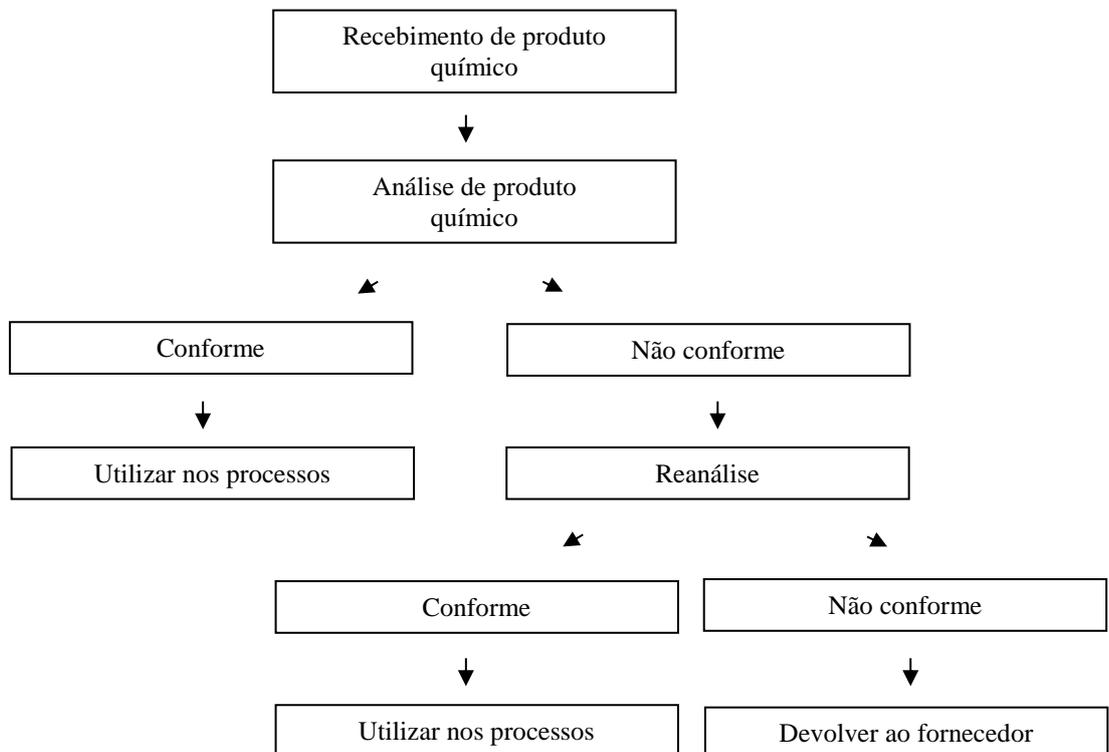
4.1 Amostras

Foram coletadas amostras de produtos químicos (PQ) adquiridos pela empresa para a utilização no processo produtivo, anotando-se lote (para cada produto coletou-se 3 lotes diferentes) e prazo de validade. Para amostras líquidas, o tambor ou a bombona foram abertos com o auxílio de uma chave de ferro, utilizou-se um copo Zahn para coleta do produto, e este foi transferido para um frasco devidamente etiquetado, limpo e seco. Para amostras sólidas, o saco foi aberto, a amostra coletada e o saco foi fechado novamente com fita.

Para a preservação dos produtos utilizados pela empresa, nomeou-se cada um de acordo com sua função, ao invés do seu nome comercial, com exceção do corante, pois sabendo-se que na indústria têxtil, para o jeans azul como produto final, utiliza-se o índigo, e da soda cáustica que é um dos álcalis mais utilizados no processo de tingimento como auxiliar.

A representação do procedimento geral de análise está descrita abaixo:

Figura 10 – Análise de produto químico.



4.2 Banhos dos processos

4.2.1 Banho de umectação

O banho de umectação, que é constituído de água, soda cáustica e umectante é preparado na cozinha do setor de índigo (ou chamado de preparação à tecelagem) da indústria seguindo a receita de preparação para cada manta de fio. Antes de ser enviado para o tanque estoque da máquina é analisado no laboratório, a partir da concentração de soda cáustica no banho, para que o resultado possa ser comparado com a faixa de concentração estabelecida pelos padrões técnicos de especificação da empresa e assim avaliado (Teste da concentração de soda cáustica no banho de umectação para o reforço). Quando o banho de reforço chega à plataforma de estoque, outro teste é necessário para garantir que não houve contaminação do banho pelas tubulações até sua chegada ao tanque (Teste da concentração de soda cáustica no banho de umectação da plataforma). À medida que os fios vão sendo banhados durante o processo, há uma reposição ao banho da caixa, que também é preparado seguindo a receita de cada manta de fios, tendo em vista que parte dos produtos da composição vai sendo arrastado pelos fios (*pick-up*), o que garante que todos os fios recebam a mesma quantidade de produto desejado. Para o controle disso, realiza-se outro teste, com a amostra coletada direto da caixa de umectação, para verificar se a reposição automática está sendo eficiente (Teste da concentração de soda cáustica no banho de umectação da caixa). A nomeação dos testes citados está representada abaixo:

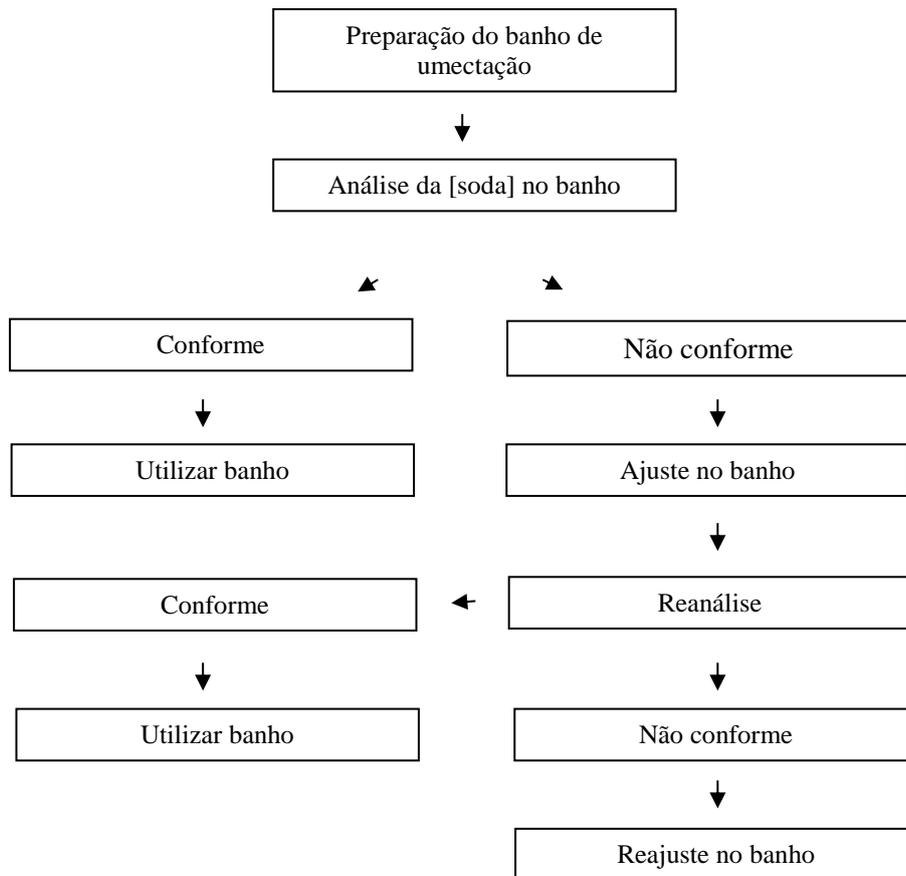
TUR = Teste da concentração de soda cáustica no banho de umectação para o reforço

TUP = Teste da concentração de soda cáustica no banho de umectação da plataforma

TUC = Teste da concentração de soda cáustica no banho de umectação da caixa

O fluxograma representativo do processo de análise do banho está descrito no figura 11.

Figura 11 – Análise do banho de umectação.



Fonte: O Autor.

4.2.2 Banho de tingimento

O banho de tingimento é constituído de água, índigo, redutor e soda cáustica. Sua preparação é automatizada e é enviado diretamente para a caixa correspondente a essa etapa. Por depender exclusivamente da automação, são necessários testes do banho, pelo menos, a cada hora para que se garanta que as dosagens de índigo e redutor estejam corretas. Além da dosagem de soda que se realiza para o controle de pH. A nomeação dos testes está apresentada abaixo:

TIR = Teste do banho de tingimento

O fluxograma descritivo do processo é similar ao descrito para o processo de análise do banho de umectação.

4.3 Análises

4.3.1 Análises dos produtos químicos

Todas as amostras dos produtos químicos foram coletadas pouco antes dos procedimentos de análise serem realizados. Os testes necessários para cada produto, segundo os termos de especificação técnica da empresa, estão identificados na tabela 01. Esses testes determinados para análise da conformidade dos produtos tem similaridade com os testes apresentados nos certificados de análise (documento autenticado que atesta as características de um produto) enviados pelos fornecedores de cada um deles. A comparação é realizada para se garantir a qualidade dos produtos químicos adquiridos que serão utilizados nos processos, que impactarão na eficácia do processamento têxtil.

Tabela 01 – Testes físico-químicos necessários para cada produto.

PRODUTO	TESTES						
	pH	Concentração	Teor de sólidos	Densidade	°Be	Tempo de umectação	Pureza
Goma	X		X				
Índigo	X	X					
Redutor	X						X
Soda cáustica		X		X	X		
Umectante	X			X		X	

Fonte: O Autor.

4.3.1.1 Teste de concentração

Para a análise de concentração da soda cáustica por método titulométrico, pesou-se aproximadamente 0,5g da amostra em um becker de 250 mL, completou-se o becker com água até 150 mL e titulou-a com ácido clorídrico 0,1 mol L⁻¹. Para a análise por método Baumé, transferiu-se 100 mL de soda para uma proveta de 100 mL. Inseriu-se o aerômetro na amostra de soda e efetuou-se a leitura na altura do menisco da soda no aerômetro.

A análise de concentração do corante (índigo) foi realizada por meio de titulação potenciométrica, utilizando um Titrino Metrohm, tendo como titulante uma solução de

ferricianeto de potássio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. Para a realização da titulação, utilizou-se uma solução de um agente dispersante como solvente, que foi aerada com nitrogênio gasoso por pelo menos 3 minutos. Adicionou-se 0,2 mL de solução de redutor e em seguida, adicionou-se 0,5 mL do corante, que foi coletado no momento da análise para evitar sua oxidação antes do teste.

4.3.1.2 Teste de teor de sólidos

Pesou-se um becker vazio e sua massa foi anotada (m_1). Adicionou-se 2g da amostra e levou-a para a estufa por 2 horas a 105°C . Após isso, a amostra foi levada para o dessecador para repouso por 1 hora. O becker foi pesado, novamente, com a amostra (m_2). O resultado do teor de sólidos foi dado pela seguinte expressão:

$$TS = \left(\frac{m_2 - m_1}{2}\right) \times 100 \quad (1)$$

4.3.1.3 Teste da densidade

Uma proveta de 100 mL foi pesada, em seguida a balança foi tarada e adicionou-se 100 mL da amostra ajustando o volume pelo menisco da proveta. O resultado para a obtenção da densidade foi descrito abaixo:

$$d = \frac{m(g)}{100 (mL)} \quad (2)$$

4.3.1.4 Teste do tempo de umectação

Preparou-se uma solução de concentração definida com o produto umectante em uma proveta de 1L. Em seguida, pesou-se 1g de fio e adicionou-o na proveta, cronometrando o tempo de chegada dele ao fundo da vidraria. Esse tempo corresponde ao poder de umectação do produto.

4.3.1.5 Teste de pureza do redutor

Preparou-se uma solução de concentração definida com o redutor. Assim como para a análise do índigo, foi realizada uma titulação potenciométrica, tendo como titulante uma solução de ferricianeto de potássio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$.

4.3.2 Análise da concentração de soda cáustica no banho de umectação

Uma amostra do banho foi coletada e adicionou-se 1,0 mL dessa amostra em um becker com 50 mL de água destilada para que fosse analisada por meio de titulação potenciométrica, utilizando um Titrino Metrohm, tendo como titulante uma solução de ácido clorídrico $0,1 \text{ mol L}^{-1}$.

4.3.3 Análise do banho de tingimento

Durante o processo de tingimento, uma amostra do banho de índigo foi coletada e analisada, por meio de titulação potenciométrica a fim de que as concentrações de corante e redutor fossem acompanhadas para comparação com os padrões. Além do pH, que nesse banho também foi analisado, para confirmar o meio alcalino, condição ideal nesse banho. Uma solução de um agente dispersante foi aerada com nitrogênio gasoso por pelo menos 3 minutos. Após a coleta imediata da amostra, adicionou-se 5,0 mL da amostra ao copo do titrino para que fosse titulada com uma solução de ferricianeto de potássio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. Esse método permite a análise de índigo e redutor no banho, ao mesmo tempo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análises de produtos químicos

5.1.1 Análise da goma

Em relação à goma, dois testes foram necessários para a avaliação da conformidade do produto: o teste de pH e o teor de sólidos. O fabricante da goma emitiu um certificado de análise com os seus resultados para esses testes, então se efetuou uma comparação entre esses dados e os obtidos no laboratório da empresa, para a avaliação dos resultados dos produtos recebidos em um mês. Estes resultados encontram-se na tabela 02.

Tabela 02 – Resultados dos testes da goma.

AMOSTRA	TESTES			
	pH	m1 (g)	m2 (g)	Teor de sólidos (%)
Goma 1	6,87	42,124	43,870	87,30
Goma 2	6,50	42,849	44,598	87,45
Goma 3	6,76	48,854	50,604	87,50

Fonte: O Autor.

Para os três lotes analisados, todos apresentaram conformidade em relação aos termos de especificação. O teste de pH, na solução da goma a 10%, assim como o teste do teor de sólidos que garante que a goma possui apenas a quantidade de umidade máxima, confirmam as informações enviadas pelo fornecedor, no certificado de análise (documento autenticado que certifica as características de um determinado produto). O que não causa prejuízos ao processo de engomagem, já que assim o banho terá a viscosidade desejada, pela presença da quantidade ideal de sólidos no banho.

5.1.2 Análise do índigo

Em relação à análise de índigo, os lotes analisados apresentaram valores de concentração e pH em acordo com os resultados apresentados nos respectivos certificados de análise enviados pelo fabricante. Os resultados estão apresentados na tabela 3.

Tabela 03 – Resultados dos testes do índigo.

AMOSTRAS	TESTES	
	pH	Concentração (g/L)
Índigo 1	13,12	380,09
Índigo 2	13,09	377,17
Índigo 3	13,11	386,07

Fonte: O Autor.

Esses testes possibilitam saber que os corantes avaliados estavam em condições de uso, por apresentarem o pH básico, que é necessário para permitir a sua afinidade com a fibra. Além da concentração dentro dos limites padrões, que norteia os cálculos para a preparação dos banhos, a fim de que se obtenham as colorações desejadas. Por exemplo, para a preparação de um jeans que necessita de uma concentração de índigo de 100g/L, seria necessária a utilização de 263,1 mL do índigo 1, como mostrado na equação abaixo:

$$V = \frac{1000 \times 100}{380,09} = 263,1 \text{ mL} \quad (3)$$

5.1.3 Análise do redutor

Em relação ao redutor, os resultados obtidos para o pH e o teste de pureza estão mostrados na tabela 4.

Tabela 04 – Resultados dos testes do redutor.

AMOSTRAS	TESTES	
	pH	Pureza (%)
Redutor 1	6,92	88,96
Redutor 2	6,78	89,11
Redutor 3	7,01	88,89

Fonte: O Autor.

Os três lotes analisados foram liberados para a utilização no processo produtivo. Os procedimentos realizados garantiram o pH da solução e o valor mínimo de pureza garantido pelo fornecedor.

5.1.4 Análise da soda cáustica

Em relação à soda cáustica, todos os lotes analisados apresentaram conformidade em relação aos padrões da empresa. Os resultados obtidos para as concentrações por método titulométrico e pelo aerômetro, além da densidade estão mostrados na tabela 5.

Tabela 05 – Resultados dos testes da soda cáustica.

AMOSTRAS	TESTES		
	Concentração (%)	°Be	d (g/mL)
Soda cáustica 1	52,87	50	1,50
Soda cáustica 2	52,55	50	1,49
Soda cáustica 3	52,73	50	1,50

Fonte: O Autor.

Tais análises são necessárias para comprovar que a quantidade de soda cáustica por volume de solução estará nos padrões estabelecidos pelo fornecedor, a fim de que após as diluições realizadas nos banhos, ela consiga atuar da maneira esperada, possibilitando características de hidrofiliabilidade à fibra.

5.1.5 Análise do umectante

Em relação ao umectante, os resultados obtidos para o pH, a densidade e o teor de umectação estão mostrados na tabela 6.

Tabela 06 – Resultados dos testes do umectante.

AMOSTRAS	TESTES		
	pH	Densidade (g/mL)	Tempo de umectação (s)
Umectante 1	8,03	1,03	16
Umectante 2	8,14	1,04	17
Umectante 3	8,10	1,03	17

Fonte: O Autor.

Todos os lotes foram aprovados para serem utilizados no processo produtivo. As análises de pH e de densidade foram realizadas para comprovação da qualidade atestada pelo fabricante no certificado de análise. Já o outro teste, foi realizado para averiguar que o produto utilizado para diminuição do tempo de umectação do fio, realmente cumprirá sua função.

A necessidade do controle dos produtos químicos adquiridos é parte das normas da ISO 9001, certificação que agrega valor a uma empresa, pois a garantia da conformidade dos produtos, que engloba os requisitos para sua aprovação e a descrição dos procedimentos e equipamentos necessários, permite-a confirmar os requisitos especificados para aquisição deles, que causarão efeitos no produto final.

5.2 Análises dos banhos do processo

5.2.1 Banho de umectação

Os resultados para as concentrações de soda cáustica nos banhos de umectação estão descritos na tabela 7.

Tabela 7 – Resultados das concentrações de soda cáustica nos banhos de umectação.

BANHO	Nº de amostras		
	Não Conforme - Inferior	Conforme	Não Conforme - Superior
TUR	0	18	2
TUP	0	20	0
TUC	4	31	5

TUR = Teste da [soda cáustica] no banho de umectação para o reforço

TUP = Teste da [soda cáustica] no banho de umectação da plataforma

TUC = Teste da [soda cáustica] no banho de umectação da caixa

Fonte: O Autor.

Para o primeiro banho, TUR, das 20 análises realizadas, 95% delas apresentaram conformidade em comparação aos padrões estabelecidos pelo setor, portanto não foi necessária nenhuma medida corretiva, tendo em vista que assim o banho conseguiria desenvolver bem sua função, sem causar prejuízos ou danos às fibras. Apenas 5% das amostras não apresentaram conformidade em relação aos padrões dos banhos, por terem concentrações de soda cáustica ligeiramente superiores às esperadas. Com isso, realizou-se a diluição dos banhos não conformes, para que assim as concentrações fossem corrigidas.

Para o segundo banho, TUP, todas as amostras apresentaram conformidade em relação aos padrões. Isso indica que não houve contaminação pela tubulação no percurso da cozinha até a chegada do banho a plataforma de estoque.

Para o terceiro banho, TUC, os resultados das análises apresentaram mais diferenças, em relação aos outros dois testes. Isso porque, esse é o único banho que tem contato com os fios da manta, e assim sofrem com o efeito do *pick-up*, que é o arraste de produtos químicos por parte dos fios que passam pelo banho. Sendo necessário, portanto, a reposição do banho da caixa a fim de que as características do banho sejam mantidas. Das amostras analisadas, 77,5% foram avaliadas como conformes, portanto, não foi preciso medidas corretivas. Foram avaliadas como não conformes 22,5% das amostras, das quais, 10,0% delas obtiveram concentrações inferiores aos limites padrões, portanto para a correção, realizou-se a adição de mais banho de reforço, estocado na plataforma, para que a concentração fosse ajustada, e um novo teste foi realizado para a conferência da nova concentração. Para as outras 12,5% das amostras que não tiveram conformidade por apresentarem concentrações superiores, a vazão de água foi aberta, para que o banho pudesse ser diluído e também um novo teste foi necessário para a averiguação da nova concentração.

5.2.2 Banho de tingimento

O controle do banho de tingimento tem três alvos: a concentração de índigo, de redutor e de soda cáustica. Este controle se dá por ajustes nas vazões da máquina dependendo da necessidade que são avaliadas após os testes. Esses ajustes são variáveis tendo em vista o processo de *pick-up* que acarreta mudanças na capacidade de arraste de produtos do tecido por parte dos fios, isso de acordo com sua composição. Essas variáveis serão apresentadas e discutidas separadamente. A primeira delas é a concentração de índigo no banho e os seus resultados estão descritas na tabela 8.

Tabela 8 – Resultados das concentrações do índigo no banho de tingimento.

BANHO	Nº de amostras		
	Não Conforme - Inferior	Conforme	Não Conforme – Superior
TIR	3	34	13

Fonte: O Autor.

Para as análises do banho de tingimento (TIR), 32,0% dos testes tiveram seus resultados fora do padrão para o índigo, dentre eles 26,0% apresentaram concentrações superiores às esperadas, sendo necessário, portanto a diminuição da quantidade de corante no banho, por meio da diminuição do seu volume de despejo na caixa por minuto, isso até que a próxima análise fosse realizada e uma nova avaliação fosse feita, a fim de que se soubesse se a mudança da vazão foi suficiente para o ajuste da concentração. Em caso positivo não seriam necessárias mais alterações e em caso negativo, um novo ajuste seria necessário. Já para os 6,0% das amostras que demonstraram concentrações de índigo inferiores ao padrão estabelecido, foi necessário o aumento da vazão de corante, para que não houvesse deficiência de coloração no produto final.

Para a análise da concentração de redutor no banho, os resultados estão expressos na tabela 9.

Tabela 9 – Resultados das concentrações do redutor no banho de tingimento.

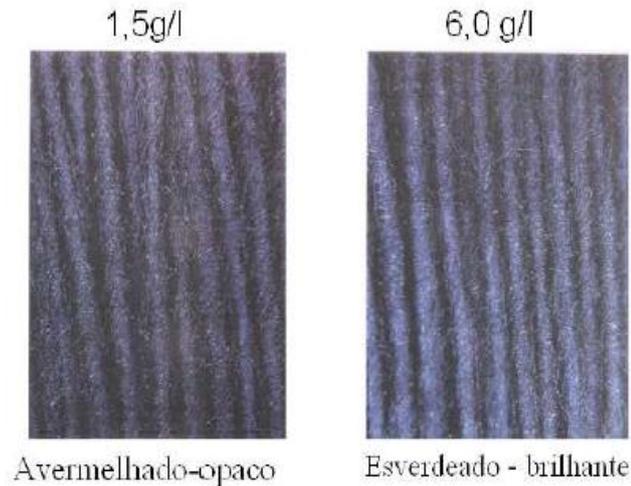
BANHO	Nº de amostras		
	Não Conforme – Inferior	Conforme	Não Conforme - Superior
TIR	8	34	8

Fonte: O Autor.

Das 50 amostras analisadas, 68,0% apresentaram conformidade em relação aos padrões técnicos de especificação da empresa. Para os 16,0% que apresentaram deficiência de redutor, aumentou-se a sua vazão de despejo na caixa para o ajuste. Já para os 16,0% que apresentaram excesso de redutor, a vazão foi diminuída.

A concentração do redutor no banho interfere na qualidade com que as moléculas de corante impregnarão no fio. Um aumento de redutor intensifica a penetração do corante e a tonalidade tende a esverdear-se e ficar mais limpa, enquanto que uma diminuição da concentração, a tonalidade tende a avermelhar-se e ficar mais suja (LIMA; FERREIRA, 2013). A figura 12 exemplifica essas mudanças.

Figura 12 – Influência da concentração de redutor no tingimento.



Fonte: FERREIRA; LIMA, [2013?].

Para a análise da influência da soda cáustica, realizou-se a leitura do pH de cada amostra coletada. Sabe-se que a função otimizada do índigo se dá em pH alcalino, para a melhor redução do corante ao derivado leuco, que é solúvel, o que permite sua afinidade com o meio e o fio. Por isso, o controle da vazão da soda cáustica tem a finalidade de manter o pH de acordo com as condições estabelecidas pelas especificações da empresa, a fim de que o tingimento seja o mais efetivo possível. Os resultados da leitura de pH encontram-se na tabela 10.

Tabela 10 – Resultados da leitura de pH no banho de tingimento.

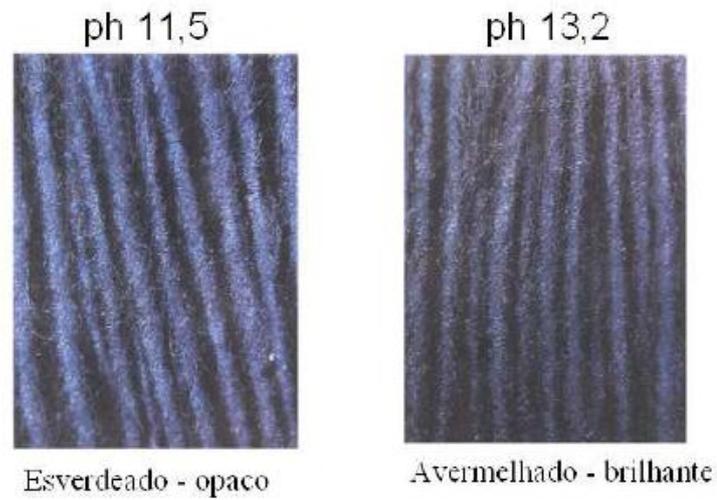
BANHO	Nº de amostras		
	Não Conforme – Inferior	Conforme	Não Conforme – Superior
TIR	0	49	1

Fonte: O Autor.

Os resultados apontaram que foi necessário o ajuste da vazão de soda cáustica apenas para um teste, tendo em vista que para essa amostra o valor de pH estava acima do estabelecido, e esse ajuste foi suficiente para manter as boas condições do banho até o fim do processo.

Com o pH muito alto a tonalidade tende a avermelhar-se e ficar mais limpa, enquanto que com o pH baixo, a tonalidade tende a esverdear-se e a ficar mais suja (LIMA; FERREIRA, 2013). A figura 13 demonstra essas situações.

Figura 13 – Influência do pH no tingimento.



Fonte: FERREIRA, LIMA [2013?].

Assim, como o controle dos produtos adquiridos, o controle dos processos, segue orientações da ISO 9001, que através de monitoramento, medição e análise garantem a conformidade dos processos, a gestão da qualidade e a melhora contínua da eficácia do processo.

6 CONCLUSÃO

Em relação ao controle de qualidade dos produtos químicos, todos apresentaram conformidade em relação aos padrões técnicos de especificação da empresa, que foram estabelecidos seguindo os certificados de análises enviados pelos fornecedores e os requisitos necessários para os processos têxteis.

O processo de preparação à tecelagem é muito dinâmico, tendo em vista a diversidade de misturas de fibras que compõem o fio e a interferência disso nos processos que ele é submetido: capacidade de interação com os banhos, com o corante e assim, na forma que o fio vai sofrer o processo. Por isso, as receitas preparadas não indicam que apenas sendo seguidas, garantirão a qualidade. Daí a importância do monitoramento e das ações de melhorias, que foram aplicadas segundo a necessidade, para se obter o produto nas melhores condições em que foi projetado. Para o banho de umectação, foram necessários ajustes na concentração de soda cáustica em 18,33% das amostras analisadas. Já para o banho de tingimento, em 22,00% das amostras ajustes foram necessários nas vazões de índigo, ou redutor, ou soda cáustica (em relação ao pH).

REFERÊNCIAS

- ABIT – Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. **Perfil do setor**. Disponível em: <<http://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>>. Acesso em: 02 jun. 2017.
- ALCÂNTARA, M. R.; DALTIM, D. A química do processamento têxtil. **Química Nova**. São Paulo: v. 3, n.19, p. 320-330, 1996.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos**. 2. ed. Revista - Brasília, 2008.
- COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE. **Roteiro complementar de licenciamento e fiscalização para tipologia têxtil**. Recife: CPRH/GTZ. 2001. 125p.
- CONMETRO - Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Regulamento Técnico Mercosul Sobre Etiquetagem de Produtos Têxteis – Resolução Conmetro/MDIC no 02, de 06 de Maio de 2008**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/resc/pdf/RESC000213.pdf>>. Acesso em: 07 mar. 2017.
- CORRÊA, Henrique L., CORRÊA Carlos A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2010. 190 p.
- CURSO de beneficiamentos têxteis**. São Paulo: [s.n.] [1989?].
- FERREIRA, Paulo; LIMA, Fernando. **Índigo: Tecnologias, Processos, Tingimento, Acabamento**. [S.l.: s.n.], [2013?].
- FIEMEG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais; FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Guia Técnico Ambiental da Indústria Têxtil**. Minas Gerais: [s.n.], [2014?].
- GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. Secretaria da educação. **Controle de Qualidade Físico na Indústria Têxtil**. Ceará: [s.n.], [2009?]a.
- GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. Secretaria da educação. **Controle de Qualidade Químico na Indústria Têxtil**. Ceará: [s.n.], [2010?]b.
- KON, A.; COAN, D. C. **Transformações da Indústria têxtil Brasileira: a Transição para a Modernização**. Revista de Economia Mckenzie. Ano 3, n. 3, p. 4. São Paulo. 2005. Disponível em: <editorarevistas.mackenzie.br/index.php/rem/article/view/774/461>. Acesso em: 07 mar. 2017.
- LADCHUMANANANDASIVAM, Rasiah. **Processos químicos têxteis**. 2 ed. Natal: [s.n.], 2008. 2 v.
- MUNCHEN, Sinara *et al.* **Jeans: a relação entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais para o Ensino de Química**. [S.l.: s.n.], 2014.
- PASSATORE, Cláudio R. **Química dos polímeros**. São Paulo: [s.n.], 2013.

PEREIRA, Gislaine de Souza. **Introdução à tecnologia têxtil**. Araranguá: [s.n.], [2009?].

RESC000213.pdf> UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Biblioteca Universitária. **Guia de normalização de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal do Ceará**. Fortaleza, 2013.

SILVA, Késia Karina de Oliveira Souto. **Caracterização do efluente líquido no processo de beneficiamento do índigo têxtil**. Natal: [s.n.] , 2007.

VAZ L. T. E.; FREITAS P. A. M. ESTUDO QUALITATIVO DA ADSORÇÃO DO INDIGO BLUE (2,2'-BIS (2,3-DIIDRO-3-OXOINDOLILIDENO)) EM RESINAS POLIMÉRICAS. Mauá: [s.n.], 2013.