

CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA
TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO TÊXTIL

ALAN SILVA
Orientador: Profº Carlos Frederico Faé

DICOMETRO:
DISPOSITIVO PARA O CONTROLE DA METRAGEM EM ROLOS DE URDUME

AMERICANA/SP

2017

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA

ALAN SILVA

Dicometro:

Dispositivo para o controle da metragem em rolos de urdume

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Tecnologia de Americana como parte das exigências do curso de tecnologia em produção têxtil para a obtenção do título de Tecnólogo em produção têxtil.

Orientador: Profº Carlos Frederico Faé

AMERICANA/SP

2017

S578d SILVA, Alan

Dicometro: dispositivo para o controle da metragem em rolos de urdume. /
Alan Silva. – Americana, 2017.

37f.

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

Orientador: Prof. Esp. Carlos Frederico Faé

1. Urdidura I. FAÉ, Carlos Frederico II. Centro Estadual de Educação
Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana

CDU: 677.023.76

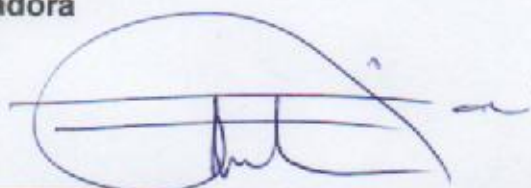
ALAN SILVA 0040861321002

**DICOMETRO:
DISPOSITIVO PARA O CONTROLE DA METRAGEM EM ROLOS DE
URDUME**

Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Produção Têxtil no curso de Tecnologia da Produção Têxtil da Faculdade de Tecnologia de Americana.

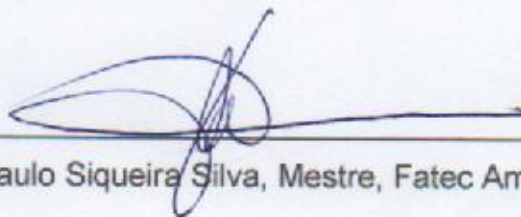
Banca Examinadora

Orientador:



(Prof.º Carlos Frederico Faé, Especialista, Fatec Americana).

Professor Convidado:



(Prof.º Alex Paulo Siqueira Silva, Mestre, Fatec Americana)

Professor Convidado:



(Prof.º José Fornazier C. Sampaio, Mestre, Fatec Americana)

AMERICANA, 14/12/2017

RESUMO

SILVA, Alan. **Dicometro: Dispositivo para o controle da metragem em rolos de urdume** 2017. 37f. Trabalho acadêmico (Graduação) – Fatec. Faculdade Tecnológica de Americana.

O controle da metragem em rolos de urdume dentro das tecelagens acaba não sendo uma unanimidade, cada uma tem sua maneira de fazer este tipo de controle. Através da ideia de se desenvolver um dispositivo eletrônico a partir de uma fórmula têxtil utilizada para se saber quantos metros de rolo cada rolete pode comportar vários testes de campo foram realizados, esta ideia inicial consistia em encontrar um padrão para cada tipo de artigo e utiliza-los para fazer a aferição dos rolos futuros. Com os testes em prática varias divergências foram aparecendo pelo caminho, a cada divergência encontrada um novo teste para a confirmação de tal fato era posta em execução, com testes e confirmações realizados se chegou ao entendimento que a forma de padrão não seria possível, pois muita divergência foi encontrada e se isso fosse aplicado em um dispositivo eletrônico talvez não fosse tão fidedigno a sua realidade.

Assim se criou o Dicometro um dispositivo para o controle da metragem em rolos de urdume que dispensou todo o levantamento de dados feito para se achar um padrão, neste cada rolo será unicamente metrado e um não servirá de referencia para o outro, pois com base em todos os estudos feitos cada rolo tem sua particularidade.

Palavras-chave: Têxtil. Tecelagem. Urdume. Dispositivo. Dicometro. Rolo de urdume.

ABSTRACT

SILVA, Alan. **Dicometro: Dispositivo para o controle da metragem em rolos de urdume** 2017. 37f. Trabalho acadêmico (Graduação) – Fatec. Faculdade Tecnológica de Americana.

Control of footage on warp rolls inside the weavings ends up not being a unanimity, each has its own way of doing this kind of control. Through the idea of developing an electronic device from a textile formula used to know how many yards of roller each roller can hold several field tests were performed, this initial idea consisted of finding a standard for each type of article and uses them to gauge the future rolls. With the tests in practice several divergences were appearing along the way, at each divergence found a new test for confirmation of such fact was put into execution, with tests and confirmations carried out came to the understanding that the standard form would not be possible, because a lot of divergence was found and if this were applied in an electronic device maybe its reality was not so reliable.

Thus the Dicometer was created a device for the control of the footage in warp rolls which waived all the data collection done to find a standard, in this each roll will be only metered and one will not serve as reference for the other, because based on all the studies made each roll has its particularity.

Key words: Textile. Weaving. Warp. Device. Dicometer. Warp roller.

Sumário

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 6 |
| 2 | TECELAGEM | 7 |
| 2.1 | URDIDEIRAS | 10 |
| 3 | PROBLEMA | 14 |
| 4 | OBJETIVO | 15 |
| 5 | MÉTODOS | 16 |
| 6 | NASCE O DICOMETRO | 23 |
| 7 | ARDUINO | 24 |
| 8 | FUNCIONAMENTO FÍSICO: FUNÇÃO ROLO | 27 |
| 8.1 | FUNCIONAMENTO FÍSICO: FUNÇÃO TEAR | 28 |
| 9 | FUNCIONAMENTO LÓGICO DO DICOMETRO | 29 |
| 9.1 | FLUXOGRAMA | 30 |
| 10 | O PROTÓTIPO | 31 |
| 11 | RESULTADOS | 32 |
| 12 | CONCLUSÃO | 35 |
| 13 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS | 37 |

1

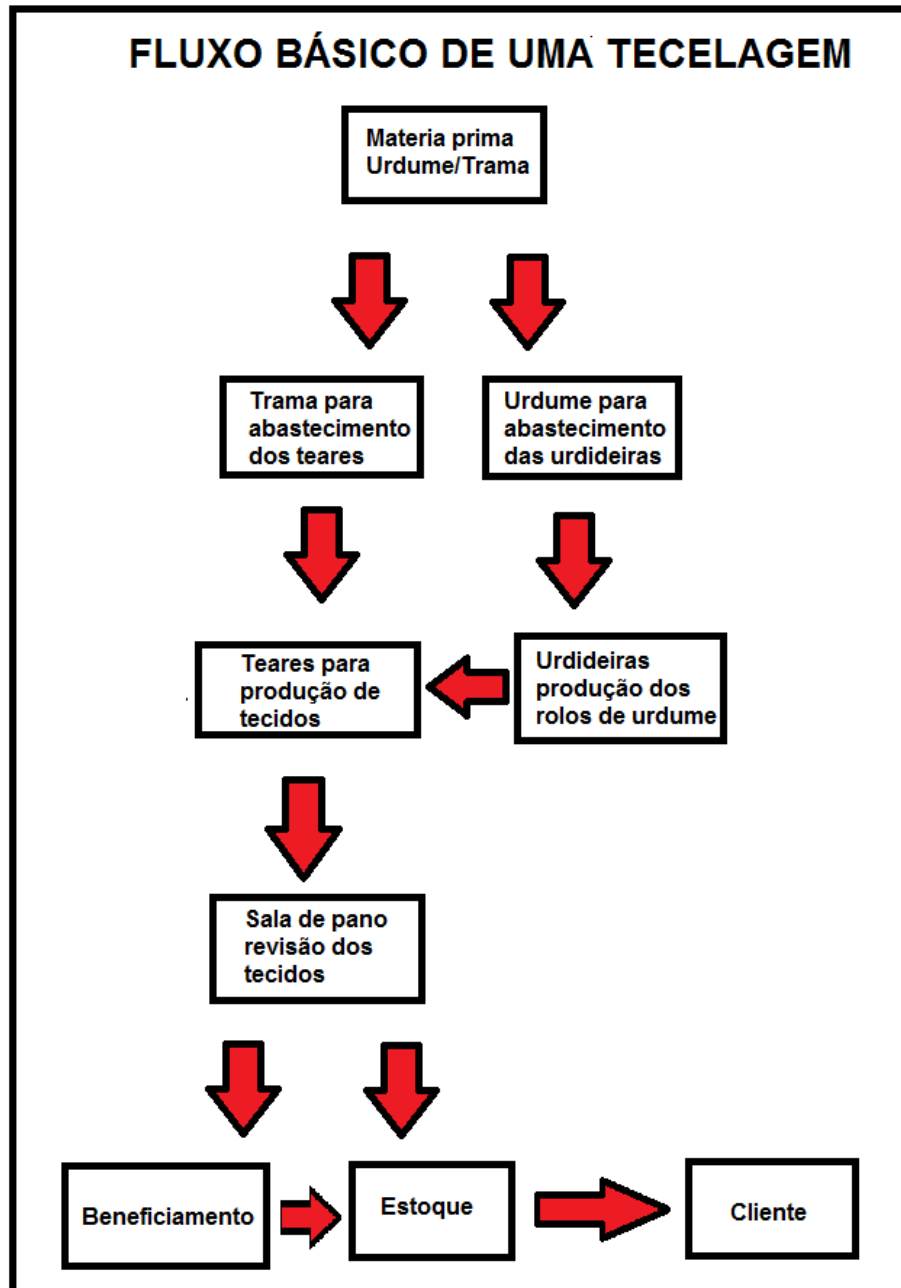
INTRODUÇÃO

Dentro deste trabalho de graduação foi estudado uma forma de fazer o controle dos rolos de urdume de uma maneira que seja precisa e que não deixe dúvidas em sua aferição, pois dentro de uma tecelagem algumas divergências com relação a metragem que um rolo contém acabam acontecendo isso é inevitável e quando algo do tipo acontece acaba gerando transtornos e muitas vezes até prejuízo para a empresa.

Dessa maneira um dispositivo eletrônico para o controle dos rolos de urdume foi criado com o objetivo de acabar com os problemas postos acima e ser referencia para este tipo de situação substituindo velhos hábitos e formas variadas de controle da metragem para rolos de urdume. Para se chegar a tal dispositivo vários levantamentos de campo e cálculos têxteis foram feitos e através disto fazendo observações importantíssimas para a criação desta nova ferramenta. No segundo e subsequente capítulo deste trabalho de graduação foram explanados o universo têxtil e mostrado um pouco sobre o que é uma tecelagem e um pouco sobre a transformação de fios em tecido, também se apresentou um pouco sobre urdimento que nada mais é que a parte da preparação a tecelagem. No terceiro capítulo foi focado o problema que originou todo este trabalho de graduação e a principal motivação para a criação deste dispositivo, o quarto capítulo trata-se do objetivo deste trabalho onde a inovação tecnológica do setor é um dos objetivos traçado, no quinto capítulo os métodos da pesquisa foram expostos e todos os seus resultados colocados em tabelas para facilitar o entendimento de todos os dados encontrados em campo, o sexto capítulo trata-se do nascimento do Dicometro o tema deste trabalho de graduação uma ideia inovadora e diferente da inicial e que pretende inovar a forma de como se faz o controle da metragem em rolos de urdume, no sétimo capítulo se explica um pouco mais sobre o Arduino e seus encoders que vão ser à base de funcionamento do Dicometro, o oitavo, nono e subsequentes capítulos trazem o funcionamento físico das funções rolo e tear e o funcionamento lógico com a amostra de seu fluxograma de funcionamento, no décimo capítulo o protótipo é exibido e explanado um pouco sobre suas características físicas, no décimo primeiro capítulo os resultados são expostos e no décimo segundo capítulo as conclusões finais do trabalho.

2 TECELAGEM

De acordo com E.M. de Melo e Castro (1981:65) “Tecelagem é apenas uma fase ou um momento do complexo processo de produção de tecidos, que começa com as fibras têxteis e termina nos acabamentos”.



Fluxograma 1: Esquema Básico de uma Tecelagem.

Fonte: Arquivo pessoal do Autor.

O dia a dia dentro de uma tecelagem para algumas pessoas pode parecer algo corriqueiro e comum, onde certos detalhes passam despercebidos, como por exemplo, o fato de os tecidos não serem todos iguais, cada artigo tem a sua particularidade como: nº de fios por centímetros, quantidade de tramas/batidas por centímetros, tipo de fibra, título de fio etc...

Enfim é uma série de detalhes que para a maioria das pessoas não representa diferença alguma, mas dentro dessas tecelagens se encontram profissionais que conhecem bem o assunto, cada coisa tem que estar em seu devido lugar e acontecer de forma ordenada para garantir o fluxo contínuo de produção.

Em uma tecelagem é onde acontece à transformação dos fios em tecido, essa categoria é conhecida por fabricar tecidos planos que recebe esse nome pela estrutura de formação do tecido, onde o fio de urdume é o que está disposto no comprimento de um tecido, este se entrelaça com o fio de trama que está disposto na largura de um tecido.

De acordo com Luís Henrique Rodrigues (1996), O produto formado pelas máquinas de tecer é denominado de tecido plano, que é formado a partir do entrelaçamento de um conjunto de fios paralelos, no sentido longitudinal do tecido chamado urdume, com outros fios situados transversalmente ao tecido, que se chama trama. O entrelaçamento é o fato de passar um ou vários fios de urdume por cima ou por baixo de um ou vários fios de trama.

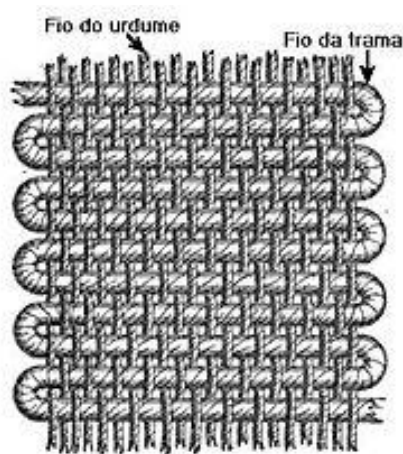


Imagem 1: Ampliação de um Tecido Plano.

Fonte: <http://modaseufavor.blogspot.com.br/2014/01/tecido-plano-x-malha.html>.

O fio de trama fica a frente do tear onde uma bobina que fica posicionada antes do pré – alimentador, (que é um item muito importante), é usado para desenrolar o fio da bobina a fim de evitar rupturas e dar uma tensão igual aos fios e liberá-lo ao objeto viajante que o fará atravessar de um lado para o outro do tear.



Imagem 2: Bobina de Fios Sendo Desenrolada pelos Pré-Alimentadores.

Fonte: http://www.iatex.com.br/detalhes_textil.php?i=189.

O fio de urdume que são aqueles que estão no comprimento do tecido, é proveniente do rolo de urdume que fica atrás do tear, esse rolo é feito em outra máquina chamada urdideira, esta é uma máquina com algumas particularidades, mas o seu objetivo final é fazer rolos de urdume para abastecer os teares.



Imagem 3: Tear Carregado com Rolo de Urdume.

Fonte: http://ibetex.com.br/detalhes_textil.php?i=95.

2.1 URDIDEIRAS

A urdideira é o setor conhecido como o coração da tecelagem neste meio existe dois tipos de urdideiras, as diretas e as seccionais, as diretas são máquinas mais simples, pois o seu enrolamento de fio vem direto da gaiola para o rolete, esse tipo de máquina é usado para se produzir rolos com um menor número de fios e esses rolos geralmente são feitos para se juntarem com uma partida de rolos a serem engomados.



Imagem 4: Urdideira Direta.

Fonte: <https://textileindustry.ning.com>.

A urdideira seccional é a mais indicada para artigos com grande número de fios, pois o seu sistema de portadas a faz ser versátil e flexível para a constante troca de artigos feita dentro das tecelagens, essa é uma máquina que trabalha em conjunto com seus acessórios que são: gaiola, porta pente, pente condensador.

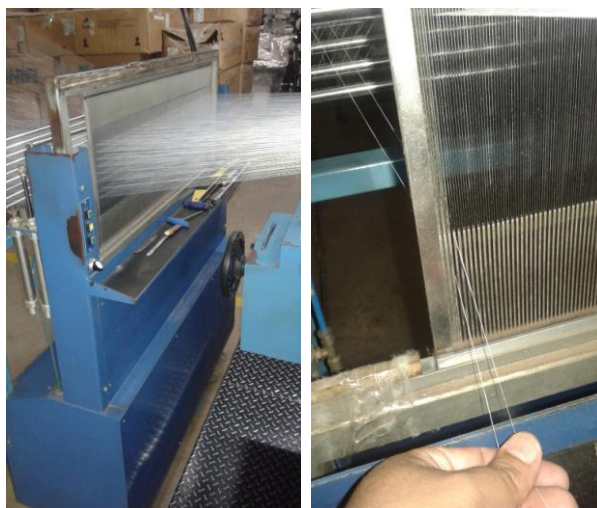
Esses são acessórios indispensáveis para uma urdideira seccional independente se for uma máquina moderna ou mais antiga sempre estará com esses apetrechos, a gaiola é onde os cones de fios se posicionam, ela é separada em partes chamadas de “quadros”, onde cada quadro tem a capacidade para 80 cones, na vertical se tem 8 posições e na horizontal 10, totalizando os 80, cada empresa escolhe com quantos fusos quer trabalhar, esse não é um número padrão pois esta sujeito a mudanças seja pra mais ou para menos.



Imagem 5: Gaiola com 80 Posições por Quadro.

Fonte: <http://www.comelatoroncato.com.br/maquinas-texteis/produto/25/maxima>.

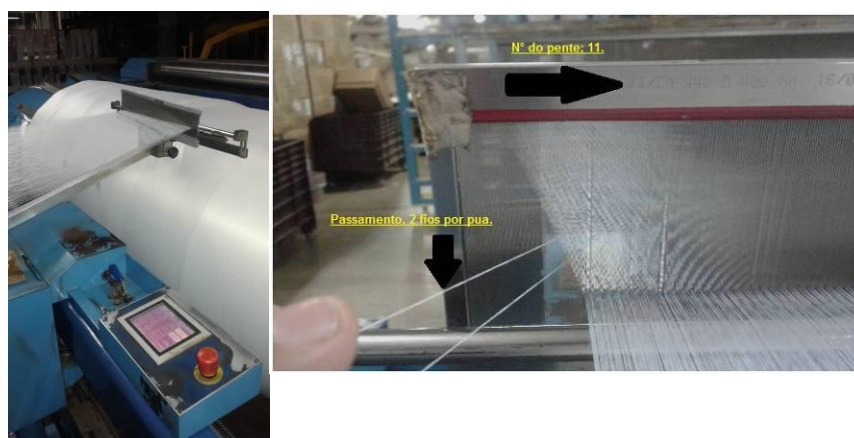
O porta pente é onde cada fio passa por uma pua, que de acordo com Luís Henrique Rodrigues (1996:126) “é o espaço livre entre duas lâminas” se tem uma pua aberta e outra fechada para facilitar na hora de se fazer o encruz que nada mais é que ordenar os fios para se liçar ou engrupar.



Fotografia 1: Porta Pente.

Fonte: Arquivo pessoal do Autor.

O pente condensador é uma das partes mais importantes na hora de se urdir, esse pente é o responsável por distribuir os fios de maneira uniforme sobre o tambor, cada pente tem um número que significa a quantidade de puas que se tem por centímetro, ou seja, um pente 10 é o mesmo que 10 puas por centímetro, então se for passado 1 fio por pua teremos 10 fios por centímetros, 2 fios, 20 fios, 3 fios, 30 fios e assim por diante.



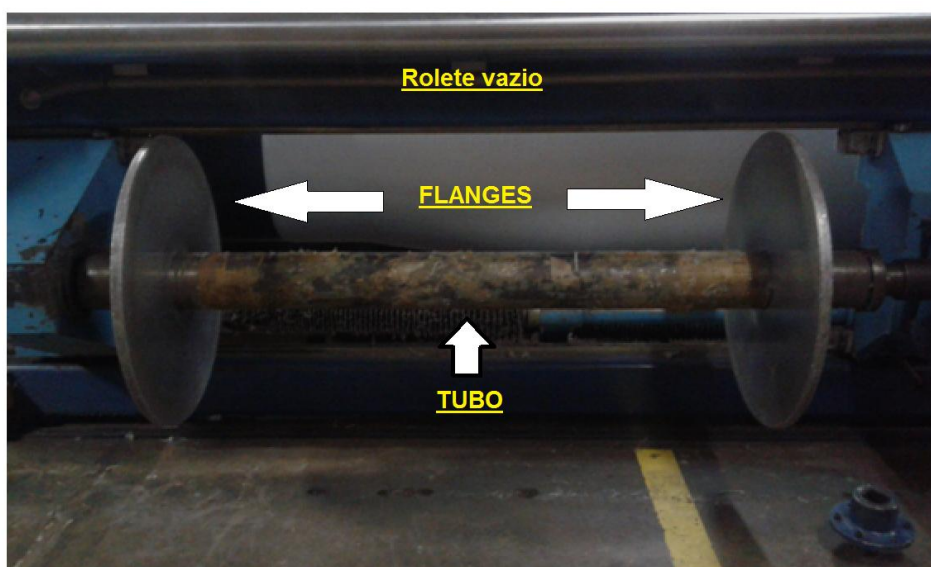
Fotografia 2: Pente Condensador.

Fonte: Arquivo pessoal do Autor.

Uma vez que a urdideira esteja preparada e programada, o urdidor começa a urdir o rolo fazendo uma portada de cada vez.

Luiz Gonzaga Ribeiro define urdimento seccional da seguinte maneira: Reunir uma grande quantidade de embalagens, enrolando os fios em forma de seção, dispostos um ao lado do outro. Produzir um rolo de urdume que contenha todos os fios necessários ao tecido e com comprimento e largura pré-determinados.

Ao termino do rolo no tambor da urdideira, deve-se transferir para o rolete vazio, este rolete é composto por tubo e flange, o tubo é um cilindro perfurado para que se prendam os nós e as flanges são como paredes que ficam em sua extremidade, uma em cada ponta. Segundo Luís Henrique Rodrigues (1996:100) “O tubo normalmente é de aço, porém encontramos tubos cujo material é o alumínio e existem flanges de ferro fundido ou de alumínio.”



Fotografia 3: Roleta Vazio.

Fonte: Arquivo pessoal do Autor.

Com o rolo de urdume terminado este estará pronto para ser liçado (forma manual de se aplicar a padronagem desejada) ou engrupado (meio automático de dar nó nos fios direto no tear com o auxílio de uma máquina) e assim segue este interminável fluxo têxtil de transformação da matéria prima em tecido.

3 PROBLEMA

Um dos principais motivos para a realização desse trabalho de graduação foi achar uma forma rápida e eficiente para se fazer o controle dos rolos de urdume, não há uma forma que seja unanimidade dentro das tecelagens para fazer este tipo de controle. A muitas maneiras de se fazer o controle da produção dentro de uma tecelagem, seja ela paga, o que não é barato ou de forma manual, geralmente cada empresa tem a sua forma de lidar com isso. Seja por sistemas interligados onde quando, por exemplo, se corta uma peça de tecido cuja metragem foi atingida no tear, e isso gera um código de barras identificando o artigo, nº do tear, turno e metragem, dando entrada imediata no sistema do estoque ou sem controle na tecelagem dando entrada somente quando é revisada na sala de pano, a também o controle manual que consiste em marcar as peças em uma folha anexada com uma planilha onde cada pessoa que cortar a peça faz a marcação imediata, esta última tende ser a menos eficaz do que as outras, pois podem acontecer erros ou até mesmo esquecimento na hora de fazer essa marcação manual.

Todo esse cuidado tem um motivo central, primeiro é fazer o controle de entrada de tecido no estoque e segundo e o principal motivo é fazer o controle dos rolos de urdume, quando uma peça é cortada essa metragem é subtraída do total de metros que o rolo foi feito facilitando o controle dos rolos para posteriormente ter uma ordem de produção na hora de fazer esses rolos na urdideira.

Uma das maneiras que são utilizadas pelas tecelagens é fazer o controle no “olho”, ou seja, através da experiência e vivência de chão de fábrica de um funcionário, ele tem habilidade para olhar e dizer quantos dias ou horas dependendo do tamanho do rolo este vai levar até acabar, em muitas das vezes este funcionário acerta em sua previsão, mas erros acontecem isso é inevitável, com isso acaba atrapalhando o fluxo produtivo da urdideira, pois uma vez que se esquece de olhar um determinado tear ou se erra nesta previsão vários inconvenientes acontecem, o tear perde produção e com isso tem que permanecer parado ate que o rolo seja feito na urdideira, por sua vez se a urdideira já estiver carregada com outro fio ou fazendo um rolo de artigo diferente este tempo tende a ser maior.

4 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho de graduação foi estudar o comportamento das fibras têxteis e dos artigos ao serem transferidos para o rolete após o urdimento das portadas no tambor da urdideira, pretende-se ao longo desta pesquisa desenvolver um dispositivo eletrônico onde os padrões dos artigos estudados serão a base para fazer a aferição da metragem dos rolos de urdume quando estiverem em trabalho de tecimento no tear. Desta maneira este trabalho enfocará estudos de campo, cálculos têxteis e a busca por uma inovação tecnológica que venha revolucionar a maneira de se fazer este tipo de trabalho ou simplesmente aferição da metragem dos rolos de urdume.

5 MÉTODOS

Quando se pensou em desenvolver um dispositivo que facilitasse o controle dos rolos de urdume algumas idéias foram discutidas, dentre essas idéias algumas foram aproveitadas e outras descartadas. Chegou se a conclusão que para o funcionamento deste dispositivo seria usado uma placa Arduino de plataforma livre onde todos os dados seriam armazenados e seus comandos lógicos programados, o dispositivo teria como base de funcionamento uma fórmula têxtil derivada do livro manual de engenharia têxtil, esta fórmula é usada para saber a metragem máxima que um rolete pode suportar. (CASTRO, E.M de Melo e ARAÚJO, Mário de, 1986). Esta fórmula se apresenta da seguinte maneira:

$$\text{CRP} = \frac{7,854 * (\text{DFL}^2 - \text{DTB}^2) * \text{E}}{\text{NF/CM} * \text{TF/TEX}}$$

O significado de cada variável é: CRP= Comprimento do rolo primário; DFL= Diâmetro da flange em milímetros; DTB= Diâmetro do tubo em milímetros; E= Empacotamento que segue uma regra para diferentes tipos de fios (0,6 fios sintéticos – 0,4 á 0,5 fios fiados); NF/CM= Número de fios por centímetro; TF/TEX= Título do fio em tex.

Com o auxilio desta fórmula a idéia era padronizar cada artigo, ou seja, estudar o comportamento de cada um e encontrar um padrão entre os artigos que fossem iguais e o primeiro passo necessário foi fazer o levantamento de algumas informações para que o funcionamento desse dispositivo pudesse ser possível, como a fórmula pede o diâmetro das flanges e o diâmetro do tubo foi feito esse levantamento pois haviam roletes de diâmetros e tamanhos diferentes, como mostra a tabela abaixo:

Tabela 1: Diâmetro dos Roletes.

| DIMENSÕES DO ROLETE | | | |
|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------|
| Rolete | Diâmetro flange (mm) | Diâmetro tubo (mm) | Diâmetro total (mm) |
| Panter | 315 | 158 | 788 |
| Panter grande | 315 | 158 | 788 |
| Leonardo | 285 | 210 | 780 |
| Leonardo grande | 285 | 210 | 780 |
| Vamatex | 290 | 208 | 788 |
| Vamatex fino | 315 | 146 | 776 |

Fonte: Dados do Autor.

Continuando com o levantamento de dados o próximo passo foi escolher os artigos que seriam estudados e feito todo o processo de conversão de título e a identificação de sua densidade ou fios por centímetros. A fórmula ainda pede mais uma variável para que se possa fazer o cálculo, trata-se do empacotamento e assim a fibra escolhida foi a de poliéster que foi sinalizada com a constante 0,6.

Tabela 2: Artigos Escolhidos.

| FICHA DE ARTIGOS | | | |
|------------------|----------|----------------|---------------|
| Artigo | Pente | Densidade (cm) | Título em TEX |
| 1764 | 5,75 x 2 | 11,5 | 16,67 |
| 3500 | 11 x 2 | 22 | 16,67 |
| 2808 | 9 x 2 | 18 | 16,67 |

Fonte: Dados do Autor.

Para testar a efetividade da fórmula um primeiro teste foi feito, trata-se do teste de sobra da flange, este teste foi feito ao termino de cada rolo como mostra a figura abaixo.



Fotografia 4: Sobra da Flange Após Urdimento.

Fonte: Arquivo pessoal do Autor.

Com uma régua graduada em milímetros se fazia essa medição para aplicar o resultado na fórmula juntamente com as outras variáveis que o cálculo pede, a tabela abaixo mostra todos os dados colhidos em campo e o resultado do cálculo (teoria) comparado com a metragem que o painel da urdideira fornece (prática). Este procedimento foi repetido algumas vezes com artigos, fios e roletes diferentes uns dos outros e a primeira conclusão que se pode tirar foi a diferença entre teoria e pratica.

Tabela 3: Comparação de dados

| | |
|-----------------|-----------------|
| Artigo | 3500 fios |
| Rolete | leonardo grande |
| diâmetro flange | 780 |
| diâmetro tubo | 210 |
| densidade | 22 |
| sobra flange | 100 mm |
| fator | 0,6 |
| titulo tex | 16,67 |
| metros painel | 6700 |
| metros cálculo | 5.374,92 |

Fonte: Dados do Autor.

Como a tabela acima ilustra o resultado do cálculo mostra que se tem 5.374,92 metros de rolo urdido no rolete, mas o painel da urdideira exibe a metragem de aproximadamente 6700 metros fazendo-se assim aparecer a primeira divergência entre teoria e prática. Os estudos foram se aprofundando conforme as divergências fossem aparecendo, apenas medir a sobra da flange com o rolo acabado não estava adiantando e uma constatação crucial para o desenvolvimento do dispositivo foi observada, tratava-se da constante E (fator de empacotamento) está teria de mudar de constante para variável afim de se ajustar com as observações realizadas em campo.

Foi necessário fazer um ajuste no cálculo usado para que a constante E fosse variando conforme o rolo fosse enchendo, possivelmente esta variação ficou tão visível pela mudança natural da tensão de enrolamento dos fios de urdume, pois quanto mais o rolo se enche maior é esta diferença. Abaixo se ilustra a nova fórmula. (NF= novo fator; MTP= metros painel).

$$\mathbf{NF = \frac{MTP * NF/CM * TF/TEX}{7,854 * (2 * SF)^2 - DTB^2}}$$

Após determinar a nova fórmula o passo seguinte foi monitorar a transferência das portadas urdidas para o rolete, a nova idéia era fazer este monitoramento conforme o rolete fosse se enchendo.

A cada 100 voltas que o tambor transferia para o rolete era feita a medição da sobra da flange, para ficar mais fácil e preciso essas fórmulas e cálculos foram todas feitas com o auxílio do Excel, assim com estes dados em mãos ficou mais fácil de se chegar ao resultado, na tabela a seguir a coluna metros transferidos foi preenchida de forma manual, uma a uma pois esses números foram pegos direto do painel da urdideira, a coluna metros calculados foi feita com o cálculo

normal e a coluna de novo fator foi feita com a fórmula adaptada esses novos valores encontrados são os que substituirão a constante 0,6 tornando-a uma variável pois de acordo com a idéia de se padronizar cada artigo este era o passo que se pretendia seguir, achando este ajuste que se julgava necessário, a intenção era de monitorar artigo por artigo encontrando esses ajustes e os tornando padrão para cada artigo estudado. Ao fazer a análise da tabela a constatação foi que a coluna de metros calculados que foi feita com a constante 0,6 realmente fica longe do real e quando este fator foi ajustado notou-se que no início o fator fica bem abaixo dos 0,6 e conforme este rolo vai se preenchendo a variável foi mudando até chegar ao fim do rolo com a variável em 0,8387. Assim a constatação feita no início se confirmou pode-se perceber claramente que a fórmula diverge muito do real quando usada da maneira tradicional e para se encaixar nesta tal realidade era mesmo necessário alterá-la.

Tabela 4: Exposição de Resultados

| Voltas Transferidas | Metros Transferidos | Metros Cálculados | Novo Fator |
|---------------------|---------------------|-------------------|------------|
| | 0 | 0 | |
| 100 | 253,0 | 312,70 | 0,4854 |
| 200 | 509,6 | 554,74 | 0,5512 |
| 300 | 769,7 | 809,67 | 0,5704 |
| 400 | 1033,0 | 1018,14 | 0,6088 |
| 500 | 1300,0 | 1280,06 | 0,6093 |
| 600 | 1571,0 | 1499,99 | 0,6284 |
| 700 | 1845,0 | 1754,10 | 0,6311 |
| 800 | 2122,8 | 1954,40 | 0,6517 |
| 900 | 2404,0 | 2186,72 | 0,6596 |
| 1000 | 2688,6 | 2404,59 | 0,6709 |
| 1100 | 2976,8 | 2605,25 | 0,6856 |
| 1200 | 3268,5 | 2812,48 | 0,6973 |
| 1300 | 3563,7 | 3026,30 | 0,7065 |
| 1400 | 3862,0 | 3218,78 | 0,7199 |
| 1500 | 4164,6 | 3387,78 | 0,7376 |
| 1600 | 4470,0 | 3589,62 | 0,7472 |
| 1700 | 4779,5 | 3766,63 | 0,7613 |
| 1800 | 5092,0 | 3947,34 | 0,7740 |
| 1900 | 5408,5 | 4131,76 | 0,7854 |
| 2000 | 5728,0 | 4319,88 | 0,7956 |
| 2100 | 6051,6 | 4511,69 | 0,8048 |
| 2200 | 6378,0 | 4641,63 | 0,8245 |
| 2289 | 6672,0 | 4773,20 | 0,8387 |

Fonte: Dados do Autor.

Com a continuação dos estudos uma dúvida pairava no ar, a metragem fornecida pelo painel da urdideira era realmente confiável?

Para sanar esta questão um simples teste foi realizado, foi programado um número X de voltas no painel da urdideira, este painel exibia o resultado chamado na tabela abaixo de metros reais e para se ter a confirmação que realmente o sistema da urdideira fazia alguma correção em relação aos metros urdidos uma simples ação foi tomada, o número de voltas programadas foi multiplicado pela circunferência do tambor que corresponde ao valor de 2,510 mm e assim foi construída a coluna de metros teóricos, dessa maneira pode-se afirmar que a metragem exibida pelo painel podia ser considerada confiável.

Tabela 5: Confirmação dos Metros Exibidos pelo Painel da Urdideira.

| Voltas | Metros reais | Metros teóricos |
|--------|--------------|-----------------|
| 5 | 12,5 | 12,5 |
| 10 | 25,1 | 25,1 |
| 20 | 50,3 | 50,2 |
| 30 | 75,6 | 75,3 |
| 40 | 100,8 | 100,4 |
| 50 | 126,1 | 125,5 |
| 60 | 151,4 | 150,6 |
| 70 | 176,7 | 175,7 |
| 80 | 202,1 | 200,8 |
| 90 | 227,6 | 225,9 |
| 100 | 253 | 251 |
| 200 | 509,7 | 502 |
| 300 | 769,9 | 753 |
| 400 | 1033,7 | 1004 |
| 500 | 1301 | 1255 |
| 600 | 1571,9 | 1506 |
| 700 | 1846,4 | 1757 |
| 800 | 2124,4 | 2008 |
| 900 | 2406 | 2259 |
| 1000 | 2691,1 | 2510 |
| 1500 | 4170,2 | 3765 |
| 2000 | 5738,3 | 5020 |

Fonte: Dados do Autor.

Mas todo cuidado é pouco no que tange ao desenvolvimento de uma nova ferramenta para a aferição de qualquer material, no caso desse estudo em específico buscou-se algo que realmente passa-se veracidade na hora de se aferir a metragem de um rolo de urdume, pensando nisso mais um teste foi realizado visando uma maior confiabilidade nos números encontrados em campo, foi utilizado um relógio metrador para mais uma vez poder monitorar e comparar a metragem do painel com a metragem desta ferramenta.



Fotografia 5: Relógio Metrador.

Fonte: Arquivo pessoal do Autor.

Com o auxílio do relógio metrador os testes ficaram mais minuciosos, a medição da sobra da flange foi feita de diversas maneiras para tentar achar o tal padrão dos artigos estudados, houve uma pequena diferença nas metragens do painel da urdideira e a metragem fornecida pelo relógio metrador mas nada que pudesse comprometer a veracidade do painel.

O que estava realmente incomodando era o fato de o novo fator não estar demonstrando um padrão que fosse aceitável, pois todas as tabelas construídas foram estudadas e a conclusão final foi que para se desenvolver este dispositivo tentando achar um padrão seria algo inviável, pois toda vez que um artigo diferente fosse monitorado por esse dispositivo seria necessário fazer todo este processo de levantamento de dados para depois encontrar o novo fator de correção e outro ponto que tornou a criação deste dispositivo em algo muito trabalhoso, foi o acompanhamento feito em rolos do mesmo artigo onde o primeiro mostra diferença entre o segundo, terceiro e assim por diante.

Este fenômeno é natural e compreensível, pois quando a carga de fios está no início de trabalho a tensão que este fio apresenta é diferente do fim da carga, ou seja, conforme este cone de fio vai ficando menor a sua tensão vai aumentando devido à diminuição do diâmetro deste cone, também há diferença de metragem, cada rolo feito apresenta uma pequena diferença de um para o outro e tudo isso se reflete nos rolos urdidos. Pode-se dizer que tensão é a

dureza apresentada em um fio quando está em trabalho, para medir esta dureza geralmente se usa um aparelho chamado de tensiômetro, assim é possível monitorar esta tal tensão e fazer ajustes conforme o necessário, para se ter um maior controle a maneira correta de se trabalhar com tensão de fios é monitorar o enrolamento com o tensiômetro, esta tensão tem que ter a proporção de 10% do título do fio, por exemplo, um fio de título 150 Denier tem que marcar 3,2 cN (1 cN = 3,8266 g) este valor pode variar um pouco para mais ou para menos, quando esta tensão tende a subir deve-se imediatamente parar o enrolamento e averiguar o porque deste aumento de tensão e fazer os ajustes necessários para que esta tensão entre novamente dentro de seu padrão. Este monitoramento tem por objetivo evitar o desfibramento de fios, evitar rupturas e proporcionar um enrolamento uniforme entre todas as portadas.



Imagem 6: Aparelho Tensiômetro.

Fonte: <http://www.salcas.com.br/tensiometro-dx2>.

Provavelmente a forma de bobinamento destes fios e o próprio ajuste das máquinas dentro das fiações precisariam de um acompanhamento e um estudo parecido com este feito para a realização deste trabalho de graduação, mas conforme explicado acima estes números e estas divergências encontradas em campo são de certa maneira aceitáveis pela forma que estes estudos foram conduzidos e tiveram base em testes práticos realizados em campo.

6 NASCE O DICOMETRO

Como a tentativa de se criar um dispositivo se baseando em padrões acabou sendo algo impraticável, foi dentro dos problemas encontrados que uma nova idéia começou a ganhar forma. Ao observar a transferência do rolo urdido para o rolete e pensando em todos os passos dados até então e refletindo nas ferramentas utilizadas em campo para se aferir metragem e milímetro, eis que nasceu uma possível solução, a nova idéia era fundir em um mesmo aparelho uma régua com um relógio metrador.

Essas ferramentas estavam sendo usadas separadamente para se fazer os levantamentos de campo e ao juntar em um mesmo aparelho essas ferramentas elas trabalhariam em conjunto, a nova forma pensada é bem diferente da inicial, neste novo formato cada rolo deve ser medido unicamente, um não servirá de referencia para o outro assim deixa-se de lado a idéia de padrão entre os mesmos artigos, pois como já visto cada rolo tende a ter suas diferenças e com esta nova forma de monitoramento não seria mais necessário fazer os levantamentos de informações como título de fio, tipo de fibra, densidade... Este novo dispositivo basicamente medirá o rolo e monitorará os milímetros, o que em comum restou foi apenas o Arduino que será o responsável por armazenar as informações e comandos lógicos nele programado.

Este será um dispositivo para o controle da metragem em rolos de urdume ou apenas Dicometro (assim batizado pelos seus desenvolvedores) ele terá duas funções, a primeira chamada de função rolo onde será usada para monitorar os rolos urdidos durante sua transferência e a segunda de função tear, função responsável em encontrar a metragem momentânea dos rolos em trabalho no tear.

7 ARDUINO

De acordo com o site Filipeflop, O Arduino foi criado em 2005 por um grupo de 5 pesquisadores : Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis. O objetivo era elaborar um dispositivo que fosse ao mesmo tempo barato, funcional e fácil de programar, sendo dessa forma acessível a estudantes e projetistas amadores. Além disso, foi adotado o conceito de hardware livre, o que significa que qualquer um pode montar, modificar, melhorar e personalizar o Arduino, partindo do mesmo hardware básico.

Depois de programado, o microcontrolador Arduino pode ser usado de forma independente, ou seja, você pode colocá-lo para controlar um robô, uma lixeira, um ventilador, as luzes da sua casa, a temperatura do ar condicionado, pode utilizá-lo como um aparelho de medição ou qualquer outro projeto que vier à cabeça.



Imagem 7: Placa de Arduino.

Fonte: <https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>.

Há diversos sensores que trabalham em conjunto com a placa Arduino, eles podem ser utilizados de diversas maneiras e pensando nisso um encoder foi o acessório escolhido para possibilitar o funcionamento deste dispositivo, este encoder pode ser usado de varias maneiras, pois é um acessório polivalente, ou seja, tem mais de uma função e por ser um sensor de muita precisão se encaixa facilmente em diferentes tipos de projetos, de acordo com a Ballast Automação Industrial:

Encoders são equipamentos importantes na indústria para o controle e medição de velocidade, medição de distância, posição e sentido de giro de esteiras. Com este tipo de medição, a indústria consegue aplicar com precisão controle de matéria prima, padrões precisos de empacotamento, corte, embalagem e processamento em linhas de produção automatizadas.

Para fazer o monitoramento da metragem e dos milímetros será usado um encoder rotativo que segundo o site filipeflop:

Mais especificamente este é um encoder rotatório comumente usado para medir movimento rotacional de um eixo, pois converte movimentos rotativos em impulsos elétricos de onda quadrada, gerando assim uma quantidade exata de impulsos por volta, que neste caso são 20 pulsos por resolução.



Imagem 8: Encoder Rotatório

Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/encoder-decoder-ky-040-rotacional/>.

Como já dito este encoder será utilizado para fazer a metragem dos rolos, com isso ele foi acoplado a uma roda e para transformar os dados em metros algumas informações foram levantadas e foram feitos dois cálculos para saber a precisão que este encoder trabalhará, dessa maneira o primeiro passo foi descobrir o diâmetro da roda que representou 70 mm, depois para saber o perímetro foi feito o seguinte cálculo: $P = \text{diâmetro} * \text{PI}$ ($70 * 3,1416 = 220 \text{ mm}$) assim se encontrou o perímetro de 220 mm.

Para achar a precisão foi dividido o perímetro pelo número de pulsos ($220 / 20 = 11 \text{ mm}$) assim se chegou à precisão que está roda acoplada em um encoder rotacional trabalhará, ou seja, a cada pulso emitido pelo encoder ele acrescentará 11 mm, exemplo: 1 pulso 11 mm; 2 pulsos 22 mm; 3 pulsos 33 mm... E assim por diante. Dessa maneira para se contar 1 metro de rolo urdido está roda terá que

dar ao menos 5 voltas inteiras pois uma volta é o mesmo que 220 mm e 5 voltas é igual a 1.100 mm ou 1.10 metros. O encoder utilizado para monitor os milímetros funciona com a mesma lógica do encoder que medirá os rolos, este encoder para monitoração dos milímetros trabalhará com uma precisão de 2 milímetros por pulso. Para uma melhor compreensão foi elaborado um desenho para ilustrar as dimensões citadas acima.

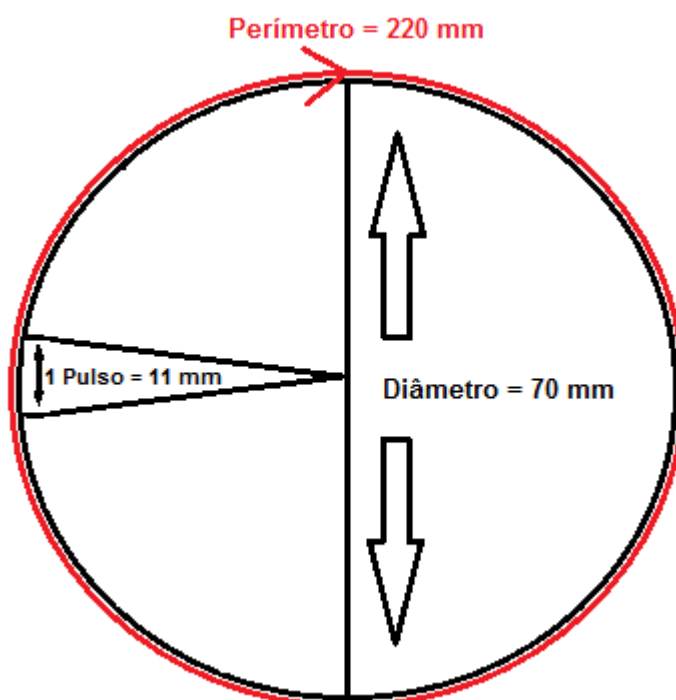


Ilustração 1: Dimensões da roda para metragem do rolo.

Fonte: Arquivo Pessoal do Autor.

E assim será a parte eletrônica deste dispositivo, uma placa Arduino e dois encoders rotacionais onde a placa fará todo o processo dos dados recebido pelos encoders, o primeiro encoder vai emitir a placa controladora dados em milímetros e o segundo encoder dados em metros, o Arduino armazenará essas informações em formato de tabela para que mais tarde possam ser consultados.

8 FUNCIONAMENTO FÍSICO: FUNÇÃO ROLO

Esta função será a responsável em registrar e metrar os rolos urdidos na urdideira, seu funcionamento e manuseio serão básicos para que qualquer um possa utilizá-lo sem quaisquer dificuldades técnicas e de compreensão. Sua ordem de funcionamento será a seguinte:

1. Fazer a identificação do rolo através de sua ordem de produção, cada rolo deve ser obrigatoriamente identificado para que não se perca todo o monitoramento e para que posteriormente possa ser feita sua aferição no tear. Lembrando que o monitoramento feito será exclusivo, a medição de um rolo não serve de base para outro mesmo que sendo o mesmo artigo.

2. Posicionar o primeiro encoder no topo da flange para que se faça com exatidão a leitura do raio deste rolo.

3. Descer a régua até a face do tudo encostando a roda do leitor de metragens em sua face, zerar a metragem e iniciar a transferência das portadas.

4. Iniciar a transferência das portadas para o rolete. Neste momento o seu sistema interno Arduino estará trabalhando com aquela lógica de milímetros por metros, ou seja, a cada 2 mm o sistema memorizara a metragem momentânea criando uma tabela de aferição de metragens para ser usada na função tear.

5. Ao término do rolo indicar fim de ciclo para que se memorizem todas as informações referentes a este rolo em específico. Todo rolo finalizado estará disponível para a função tear.

8.1 FUNCIONAMENTO FÍSICO: FUNÇÃO TEAR

Esta função será a responsável em aferir os rolos que estarão em trabalho no tear, uma vez que o rolo de urdume sai da urdideira ele entra em trabalho de tecimento no tear, após dias de tecimento o Dicometro será usado para se ter a idéia de quantos metros de fio ainda há no rolo para se tecer. Sua ordem de funcionamento será a seguinte:

1. Em sua tela inicial selecionar um daqueles rolos identificados pela sua ordem de produção.
2. Posicionar o primeiro encoder no topo da flange para que se faça a leitura correta da metragem momentânea do rolo.
3. Descer a régua até onde se encontram os fios. Neste momento o sistema arduino buscará naquela tabela construída e memorizada o raio momentâneo e em seguida a metragem momentânea, o resultado será exibido na tela do Dicometro.

9 FUNCIONAMENTO LÓGICO DO DICOMETRO


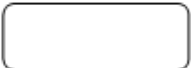


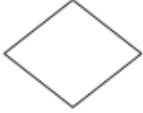
“Lógica de programação é a técnica de encadear pensamentos para atingir determinado objetivo”. (MORAES, 2000)

“Seqüência Lógica são passos executados até atingir um objetivo ou solução de um problema”. (MORAES, 2000)

Pode-se dizer que lógica é algo obvio, por exemplo, em uma partida de futebol para se marcar um gol um dos jogadores tem que chutar a bola e balançar a rede, não dá para fazer o gol sem que a bola entre. Sequência lógica nada mais é que os passos ordenados até a execução de seu objetivo, por exemplo, jogador recebe a bola; domina; olha para o gol; chuta; a bola entra no gol; gol.

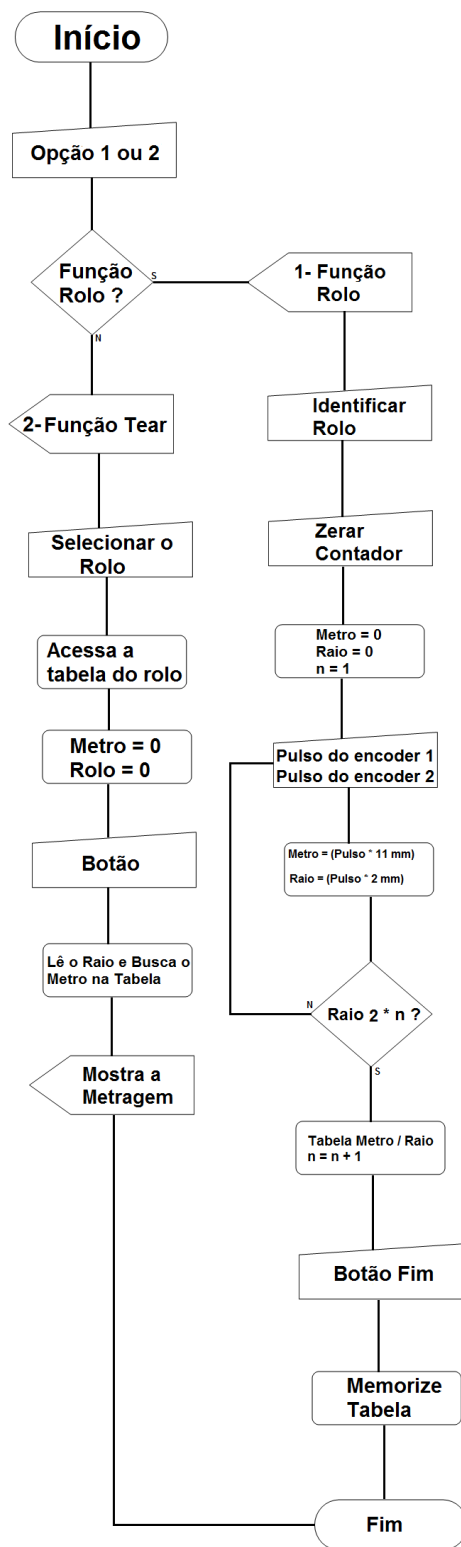
Alguns significados das simbologias utilizadas para se fazer programação lógica de sistemas.

Tabela 6: Algumas Simbologias Usadas em Programação de Sistemas.

| | |
|---|--|
|  | Terminal: Indica o início ou o fim de um processo. |
|  | Processamento: Processamento em geral. Ex: Cálculo de dois números |
|  | Entrada de dados manual: Indica entrada de dados através do teclado. |
|  | Exibir: Mostra informações ou resultados. Ex: Mostre o resultado do cálculo. |
|  | Decisão: Indica uma decisão a ser tomada. |

Fonte: <http://www.inf.ufsc.br/~vania.bogorny/teaching/ine5231/Logica.pdf>.

9.1 FLUXOGRAMA

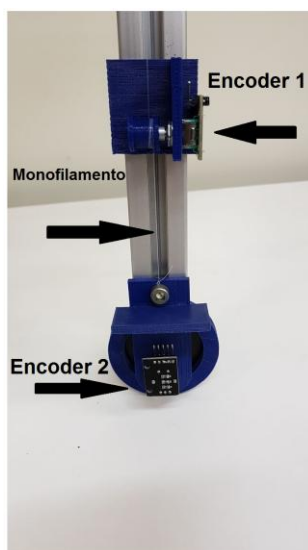


Fluxograma 2: Modo de Funcionamento do Dicometro.

Fonte: Arquivo pessoal do Autor.

10 O PROTÓTIPO

Este é um protótipo construído com peças plásticas impressas com o auxílio de uma impressora 3D, a primeira peça trata-se do suporte para o primeiro encoder e onde um recorte de alumínio representando a régua se localizará, a segunda peça foi construída para acoplar a roda com o segundo encoder (também foi impressa com a impressora 3D) na base da régua, pois esta parte será sobreposta em cima do tubo do rolete.



Fotografia 6: Dicometro.

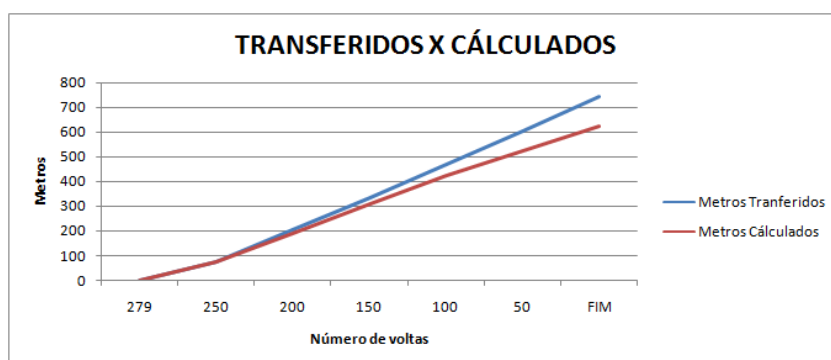
Fonte: Arquivo pessoal do Autor.

O protótipo do Dicometro é bem leve pesando cerca de 700 gramas sendo prático para o manuseio do dia-a-dia.

11 RESULTADOS

Durante os estudos realizados para o desenvolvimento do Dicometro a principal divergência encontrada foi a enorme diferença entre a metragem real e o cálculo usado como a base para se encontrar um padrão para os artigos, este cálculo sempre foi referencia para a designação da metragem em rolos de urdume, o gráfico a baixo mostra a confirmação desta realidade.

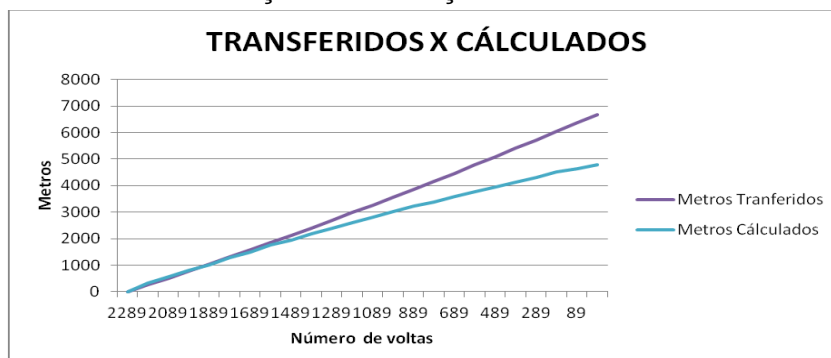
Gráfico 1: Diferença entre metros transferidos (real) e calculados (teoria).



Fonte: Dados do Autor.

Ao serem analisadas as informações do gráfico pode-se dizer que realmente é visível este distanciamento do real para o teórico, uma das constatações feitas foi que conforme este rolo se enche chegando próximo ao seu fim está diferença aumenta confirmando assim a teoria da tensão, pois quando o rolo urdido está em trabalho de transferência para o rolete este sofre tensão natural, ou seja, mesmo que se mantenha a pressão do ar ou o freio sempre iguais, conforme o diâmetro do rolo se modifica e vai aumentando está tensão tende a aumentar, abaixo mais um gráfico que confirma está constatação.

Gráfico 2: Confirmação da diferença entre Realidade e Teoria.

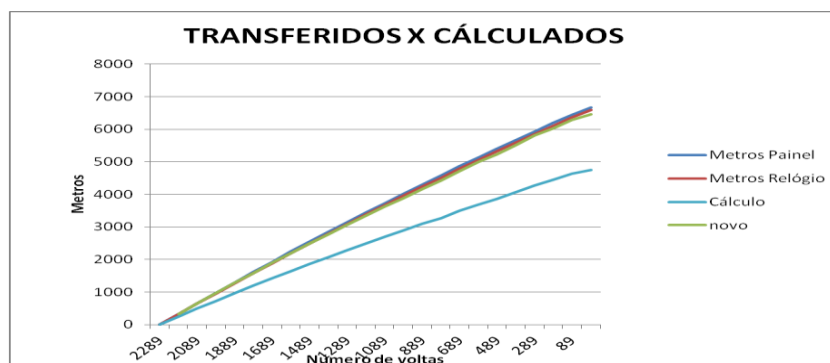


Fonte: Dados do Autor.

O primeiro gráfico trata-se de um rolo pequeno com cerca de 740 metros e o segundo gráfico refere-se a um rolo maior com cerca de 6700 metros e em ambos a constatação é a mesma o distanciamento do real e teoria.

Assim se propôs a criação da nova fórmula para a alteração constante do empacotamento se firmando naquela ideia de tensão e a necessidade da sua transformação de variável para constante, também foi feito o monitoramento com um relógio metrador para se ter a certeza que os metros expostos pelo painel da urdideira eram confiáveis, abaixo segue o próximo gráfico para exposição dos resultados.

Gráfico 3: Exposição dos novos Resultados.



Fonte: Dados do Autor.

Acima temos quatro variáveis que revelam com exatidão os levantamentos até aqui feitos, a primeira variável metros painel é aquela que o painel da urdideira expõe e é a principal referencia para todos os rolos feitos, a segunda variável, metros relógio foi a responsável em averiguar se os metros fornecidos pelo painel eram confiáveis, e de acordo com o gráfico acima pode-se dizer que á uma pequena diferença entre ambos mais nada que comprometa a veracidade dos dois. A terceira variável cálculo é aquela feita com o cálculo referencia para metragem de rolos e mais uma vez mostra a grande diferença vista nos outros dois gráficos, a quarta variável novo, trata-se do novo fator que se julgava necessário para que se encontra-se o padrão afim de desenvolver o dispositivo para o controle da metragem em rolos de urdume, e dessa maneira os estudos continuaram e algo foi crucial para se entender que este modo de padrão seria algo impraticável, pois toda a vez que um novo artigo fosse estudado para que pude-se ser incorporado ao dispositivo um enorme trabalho teria que ser feito e aquela ideia de se desenvolver um dispositivo que facilitasse a vida

definitivamente se tornou algo impraticável pois não só a tensão do enrolamento dos rolos interferem na constante empacotamento, mais os cones que estão carregados na gaiola são um dos principais fatores que impedem o desenvolvimento deste dispositivo, pois quando um rolo do mesmo artigo é feito em um rolete com dimensões diferentes este apresenta diferença nos resultados levando assim a necessidade de fazer este estudo de novo fator toda vez que um rolo for feito em um rolete diferente e mesmo sendo o mesmo artigo e rolete ele apresenta diferença em sua metragem e por consequência diferença em seu empacotamento e assim por diante, a próxima tabela exhibe este acontecimento.

Tabela 7: Comparação entre mesmo artigo e roletes diferentes

| 3500 fios, vamatex grosso | | | |
|---------------------------|--------|--------------|------------|
| | metros | sobra flange | novo fator |
| | 1019,8 | 232 | 0,756655 |
| 3500 fios, vamatex grosso | | | |
| | metros | sobra flange | novo fator |
| | 1033 | 219 | 0,6088 |
| 3500 fios, vamatex fino | | | |
| | metros | sobra flange | novo fator |
| | 944,7 | 248 | 0,8179 |
| 3500 fios, vamatex fino | | | |
| | metros | sobra flange | novo fator |
| | 979,2 | 248 | 0,7865 |

Fonte: Dados do Autor.

Analisando a tabela acima temos o artigo de 3500 fios transferido no rolete vamatex, um de tubo fino e outro de tubo grosso, o grosso tem um diâmetro total de 788 mm e o fino 776 mm, dessa maneira para confirmar o fato de que o mesmo artigo transferido no mesmo rolete apresenta resultados diferentes esta tabela foi construída e ao fazer a análise das informações pode se notar com clareza que mesmo as metragens estando em momentos próximos (1019.8-1033; 944.7-979.2) o novo fator diverge um do outro confirmando assim a constatação feita em que não se pode determinar um padrão para um artigo servir de referencia para outro mesmo sendo transferido no mesmo rolete sendo o mesmo tipo de fio etc.

12 CONCLUSÃO

Durante a realização deste trabalho de graduação foi buscado a todo o momento desenvolver um dispositivo que correspondesse às expectativas de seus desenvolvedores e realmente tivesse utilidade dentro da tecelagem, até então se desconhecia algo que fosse parecido com o que se pretendia desenvolver. Com o auxílio da clássica fórmula têxtil se julgava possível à realização deste objetivo, quando os estudos começaram de imediato notou-se que a fórmula divergia muito da realidade e por conta disso vários levantamentos foram necessários para se confirmar que tudo o que estava sendo estudado realmente era real, pois não se acreditava que a tal fórmula fosse divergir tanto assim. Com isso foi confirmado que realmente o painel da urdideira fornece metragens confiáveis e que faz as correções conforme as mudanças de câmbio, faca e diâmetro acontecem, quando confrontado com o relógio metrador também se mostrou satisfatório, este teste com o relógio metrador foi importantíssimo para se ter a confirmação da principal grandeza que moveu toda esta pesquisa, ou seja, a metragem, a fórmula sendo usada de sua maneira clássica nunca chegou próximo ao real e quando se buscou acertar a constante empacotamento tornando-a uma variável outras divergências e dúvidas apareceram, dessa maneira confusa e trabalhosa não adiantava querer desenvolver o tal dispositivo, pois se fosse tão trabalhoso assim de nada facilitaria o dia-a-dia dentro das tecelagens e só traria mais dúvidas do que solução.

Depois de tudo o que foi feito e todas as constatações negativas eis que surge uma possível ideia que ao se olhar para trás nos faz refletir de como não pensamos nisso antes, claro que todas as constatações negativas ajudaram a se chegar ao Dicometro, este um simples dispositivo eletrônico que talvez um dia possa revolucionar o setor têxtil.

Chegando ao Dicometro, aquela ideia de padrão levantamento de artigo, título de fio, diâmetro das flanges e tubo, densidade, empacotamento... Enfim todo este cansativo processo não será mais necessário, o Dicometro trouxe um novo formato de fazer o controle da metragem em rolos de urdume descartando aquela necessidade de levantamentos de dados que a fórmula exigia.

O Dicometro será um simples equipamento eletrônico pronto para ser utilizado em qualquer artigo independente do título do fio, densidade, tipo de rolete... Tudo graças ao seu formato de trabalho, neste uma placa Arduino será a responsável em processar todas as informações recebidas pelos dois encoders, um encoder fará o monitoramento dos milímetros o outro encoder será o responsável em monitor a metragem.

Com este conjunto de Arduino e encoders o Dicometro poderá ser usado em qualquer artigo sem que seja necessário mudar nada em sua configuração, mas cada rolo será único um não servirá de referencia para o outro, isto baseado em todo aquele levantamento feito inicialmente e o problema com o empacotamento.

A nova ideia agrada por sua simplicidade de execução, facilidade de entendimento, pois qualquer um será capaz de utiliza-lo além de ser um dispositivo onde seu custo final tende a ser baixíssimo.

O Dicometro está aberto a melhorias e novas ideias futuramente além do setor têxtil quem sabe pode servir para outros setores da indústria.

13 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUNO, FLÁVIO de SILVEIRA. *Tecelagem conceitos e princípios*. Rio de Janeiro: Gráfica do DN/Senai, 1992.

CASTRO, E.M. de MELO. *Introdução ao desenho têxtil*. Lisboa: Editorial Presença, 1981.

CASTRO, E.M. de MELO; ARAÚJO, MÁRIO de. *Manual de Engenharia têxtil*. Coimbra: Fundação Calouste Gulbenhian, 1986.

RIBEIRO, LUIZ GONZAGA. *Introdução á tecnologia têxtil*. Rio de Janeiro: Gráfica do DN/Senai, 2v, 1984.

RODRIGUES, LUÍS HENRIQUE. *Tecnologia da tecelagem; tecnologia e qualidade na produção de tecidos planos*. Rio de Janeiro: Editora Brasil-América, 1996.

O QUE É ARDUINO? Disponível em:

<<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>>. Acesso em 01/11/2017.

MORAES, PAULO SÉRGIO de. Curso Básico de Lógica de Programação. *Lógica de Programação*. Unicamp – Centro de Programação – DSC, 2000. Disponível em:

<<http://www.inf.ufsc.br/~vania.bogorny/teaching/ine5231/Logica.pdf>>.

Acesso em 02/11/2017.

ENCODER ROTATIVO. Disponível em:

<<https://www.ballast.com.br/encoders-uso-e-aplicacoes/>>

Acesso em 27/11/2017.