

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

Determinação do Percentual de Desperdício de Matéria-Prima (Tecido) entre Encaixe Manual e com *Computer Aided Design* - CAD

Ariana Martins Vieira

TCC-EP-07-2007

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**Determinação do Percentual de Desperdício de Matéria-
Prima (tecido) entre Encaixe Manual e com *Computer Aided
Design - CAD***

Ariana Martins Vieira

TCC-EP-07-2007

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador: *Prof.º Dr.º Manoel Francisco Carreira*

Co-orientadora: *Prof.ª Especialista Sandra Biéguas*

**Maringá - Paraná
2007**

Ariana Martins Vieira

**Determinação do Percentual de Desperdício de Matéria-Prima
(tecido) entre Encaixe Manual e com *Computer Aided Design* - CAD**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientador: Prof.º Dr.º Manoel Francisco Carreira
Departamento de Informática, CTC

Prof.ª Maria de Lourdes Santiago Luz
Departamento de Informática, CTC

Prof.ª Danielly da Silva Aquino
Departamento de Engenharia Têxtil, CTC

Maringá, outubro de 2007

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe, Aurea Aparecida Gozzi Vieira e ao meu pai, João Martins Vieira, que com luta, muita dedicação e amor, me deram a educação sem a qual eu não teria chegado a lugar algum. “Vocês me deram simplesmente tudo e vão estar eternamente em tudo o que eu fizer”.

EPÍGRAFE

*“O tempo é muito lento para os que esperam,
muito rápido para os que têm medo,
muito longo para os que lamentam,
muito curto para os que festejam.
Mas, para os que amam, o tempo é eterno”.*

Shakespeare

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela saúde, por iluminar meu caminho.

Aos meus pais que nunca deixam de me apoiar e incentivar, que não mediram, em momento algum, esforços para eu poder chegar até aqui. Minha eterna gratidão.

Ao meu irmão João Vitor Martins Vieira, pela compreensão e carinho.

Em especial ao meu namorado Rafael Bove Fagan, que sempre me deu força em tudo que faço, pelo companheirismo e principalmente pelo seu amor.

Ao meu orientador, professor Doutor, Manoel Francisco Carreira, pela sua paciência e dedicação.

A minha co-orientadora, professora, Sandra Biégas, pelos momentos de apoio e incentivo no decorrer deste curso.

Aos professores e funcionários do curso de Engenharia de Produção, pelo convívio gratificante em todos estes anos.

Aos colegas de classe, que juntos compartilhamos risadas, alegrias e também momentos não muito agradáveis. Em especial aqueles que contribuíram e me ajudaram diretamente para a realização deste trabalho.

A todos vocês meu muito obrigada.

RESUMO

Nos últimos dez anos avanços tecnológicos estão sendo apresentados às indústrias do vestuário, principalmente com a evolução da informática. A maior evolução ocorreu com o surgimento dos Sistemas CAD e CAM específicos para o vestuário. Estes são os responsáveis, a princípio, por diminuir o tempo de operação nas fases de criação, modelagem, encaixe, corte, e do desperdício de matéria-prima, além de aumentar a flexibilidade produtiva nessas etapas. A maior barreira para as indústrias do vestuário, principalmente para as de pequeno porte, é o alto preço desses equipamentos, pois a relação custo benefício, comparativamente com o seu volume de produção, não permite a aquisição. A pesquisa tem como objetivo determinar o percentual de desperdício de matéria-prima (tecido) entre o processo de encaixe manual e computadorizado utilizado em confecção industrial. Através de simulações de encaixes com sistema CAD, com os modelos escolhidos, foi possível realizar as medições de desperdícios dos mesmos encaixes feitos manualmente e assim determinar o gasto real de matéria-prima. Para a concretização deste estudo primeiramente foi determinado a modelagem das peças, feito os encaixes, plotados e distribuídos para as modelistas realizarem o encaixe manualmente. Com o comparativo das referências foi possível concluir que os valores de referência estão superiores aos valores demonstrados neste experimento quanto à porcentagem de desperdício de matéria-prima, porém não foi realizado um estudo específico, sendo seus valores apenas estimados. Quanto à aquisição do sistema computadorizado foi possível estimar sua viabilidade para a produção dos modelos realizados neste experimento. Contudo os sistemas CAD apresentam-se como um diferencial competitivo por meio da otimização da produção.

Palavras-chave: Sistema CAD/CAM, modelagem na confecção, encaixe na confecção.

SUMÁRIO

RESUMO.....	VII
LISTA DE QUADROS.....	X
LISTA DE FIGURAS.....	X
LISTA DE TABELAS.....	X
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	XII
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 <i>Objetivo geral</i>	2
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
1.2 JUSTIFICATIVA.....	2
1.3 DELIMITAÇÃO E LIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	3
1.4 SEQÜÊNCIA LÓGICA DO TRABALHO.....	3
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	4
2.1 PROCESSOS PRODUTIVOS NA INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO.....	4
2.2 DEFINIÇÃO DE MODELAGEM NA CONFECÇÃO INDUSTRIAL.....	6
2.2.1 <i>Tipos de modelagem</i>	7
2.2.1.1 Modelagem plana industrial.....	7
2.2.1.2 Modelagem gráfica – CAD/CAM.....	8
2.2.1.3 Modelagem tridimensional.....	9
2.3 DEFINIÇÃO DE ENCAIXE NA CONFECÇÃO INDUSTRIAL.....	10
2.3.1 <i>Encaixe manual</i>	10
2.3.2 <i>Encaixe automático utilizando o sistema CAD</i>	11
2.3.3 <i>Tipos de encaixe</i>	12
2.3.4 <i>Posições do encaixe</i>	12
2.4 ESTUDOS DE DESPERDÍCIO DE MATÉRIA-PRIMA.....	13
2.5 VIABILIDADE DE AQUISIÇÃO DO SOFTWARE CAD.....	16
2.6 CARACTERIZAÇÃO DE EMPRESAS FORNECEDORAS DE SISTEMAS CAD.....	16
3 METODOLOGIA.....	18
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	18
3.2 DESCRIÇÃO DA PESQUISA.....	18
3.3 ROTEIRO DE IMPLEMENTAÇÃO DA PESQUISA.....	18
4 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	20
4.1 DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES COM MODELAGEM CAD.....	20
4.2 DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES COM ENCAIXE MANUAL.....	21
5 DADOS DA PESQUISA.....	23

5.1 ESPECIFICAÇÕES DO SISTEMA CAD	23
5.2 ENCAIXE BLUSA BÁSICA FEMININA MANGA CURTA	24
5.3 CAMISETA FEMININA MANGA CURTA.....	26
5.4 BLUSA E CAMISETA	27
5.5 SIMULAÇÃO DE CUSTOS.....	29
6 RESULTADOS E CONCLUSÕES.....	32
6.1 RESULTADOS OBTIDOS	32
6.2 CONCLUSÕES.....	32
REFERÊNCIAS	34
APÊNDICE A – PARTES COMPONENTE DOS MODELOS.....	36

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: PREÇOS DE SOFTWARE DE MODELAGEM.....	16
--	----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: FLUXOGRAMA DOS PROCESSOS PRODUTIVOS.....	6
FIGURA 2: SENTIDO DO FIO DE CAMISETA.....	12
FIGURA 3: ENTRELACAMENTO DE FIOS DE URDUME E TRAMA EM TECIDO PLANO.....	13
FIGURA 4: ENTRELACAMENTO DA MALHA DE TRAMA.....	13
FIGURA 5: PRINCIPAIS MOTIVOS DE PERDAS DE MATERIAIS EM CONFECÇÃO.....	14
FIGURA 6: EXEMPLO AUDACES ENCAIXE.....	23
FIGURA 7: ENCAIXE DA BLUSA NO SISTEMA AUDACES.....	24
FIGURA 8: ENCAIXE DA BLUSA MANUAL.....	24
FIGURA 9: ENCAIXE DA CAMISETA NO SISTEMA AUDACES.....	26
FIGURA 10: ENCAIXE DA CAMISETA MANUAL.....	26
FIGURA 11: ENCAIXE DA BLUSA COM CAMISETA NO SISTEMA AUDACES.....	28
FIGURA 12: ENCAIXE DA BLUSA COM CAMISETA MANUAL.....	28

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: QUANTIDADE DE MODELISTA E ENCAIXE REALIZADO.....	22
TABELA 2: ESPECIFICAÇÕES APRESENTADAS PELO SISTEMA AUDACES ENCAIXE DA BLUSA.....	25
TABELA 3: COMPARATIVOS ENTRE ENCAIXE COM SISTEMA CAD E MANUAL DA BLUSA.....	25
TABELA 4: ESPECIFICAÇÕES APRESENTADAS PELO SISTEMA AUDACES ENCAIXE CAMISETA.....	27
TABELA 5: COMPARATIVOS ENTRE ENCAIXE EM SISTEMA CAD E MANUAL - CAMISETA.....	27
TABELA 6: ESPECIFICAÇÕES PELO SISTEMA AUDACES ENCAIXE BLUSA COM CAMISETA.....	29
TABELA 7: COMPARATIVOS ENTRE ENCAIXE COM SISTEMA CAD E MANUAL DA BLUSA COM CAMISETA.....	29
TABELA 8: COMPARATIVO DAS MÉDIAS DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	29
TABELA 9: CÁLCULO PARA PRODUÇÃO MENSAL DE 10.000 ARTIGOS.....	30
TABELA 10: CÁLCULO DE MINUTOS DE IMPRESSÃO PARA PRODUÇÃO MENSAL DE 10.000 ARTIGOS.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT NBR 13377	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAD	Computer Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacturing
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Pequenas e Médias Empresas
ISO	Organização Internacional para Normalização
UEM	Universidade Estadual de Maringá

1 INTRODUÇÃO

Segundo Silva (2002, p.6) as confecções do vestuário demandam as mais diferentes estruturas e estratégias competitivas, também se defrontam com uma grande diversidade de fatores que estão relacionadas com o mercado, com a moda e com sua estrutura. Comparando as empresas de confecção de pequeno porte com as de médio e de grande porte, verifica-se que este setor é muito parecido em termos de igualdade de maquinário utilizado.

Portanto, no atual mercado globalizado e altamente competitivo, onde as empresas necessitam produzir cada vez mais, melhor e com custos reduzidos, fazer uso da tecnologia de modelagem computacional tornou-se uma realidade de muitas empresas do setor de confecção, sejam elas pequenas, médias ou de grande porte.

Nas indústrias de confecção após a aprovação das modelagens das peças piloto são feitas as ampliações de todos os modelos da coleção, inclusive a grade que cada modelo irá ser confeccionado. Quando não se utiliza automação no processo de modelagem, e os moldes são feitos em papel diretamente, não se utiliza fazer estudo de encaixe prévio.

Em sistemas automatizados que utilizam o sistema CAD (*Computer Aided Design*), permitem analisar a viabilidade do processo do produto na etapa que mais influencia no custo do produto – o corte, que determina o consumo de matéria prima. As grandes vantagens da automação do processo de planificação, estudo de encaixe e do risco são: agilidade na planificação do molde e também na gradação; estudo de encaixe visando melhor aproveitamento de matéria-prima; correção de modelagem; ampliação e redução de modelagem.

O estudo de encaixe no que se refere ao posicionamento dos moldes, é muito importante para garantir o máximo aproveitamento do tecido e um corte de qualidade. Para tanto a proposta deste trabalho é determinar a quantidade de desperdício gerado com o uso do encaixe manual em relação ao encaixe automatizado.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Determinar o percentual de desperdício de matéria-prima (tecido) entre o processo de encaixe manual e computadorizado utilizado em confecção industrial.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) levantar dados bibliográficos do encaixe manual e computadorizado;
- b) preparar ferramentas computacionais: implantar o software CAD e fazer a
- c) operacionalização entre computador e ploter;
- d) selecionar modelos e estabelecer metodologias para serem desenvolvido com o sistema manual e computadorizado;
- e) executar testes com o sistema computacional disponível para o experimento;
- f) selecionar uma amostra de modelistas para desenvolver o encaixe manual, analisando tempos e métodos;
- g) determinar o método de medição de área de matéria-prima para o encaixe manual e computadorizado;
- h) determinar o desperdício desenvolvido no encaixe manual pelas modelistas;
- i) comparar os resultados de desperdício de matéria-prima do encaixe manual em relação ao encaixe computadorizado;
- j) fazer análise dos resultados;
- k) estimar a viabilidade do sistema CAD em função do desperdício analisado.

1.2 Justificativa

Tendo em vista a necessidade crescente de inovação e de técnicas de trabalho para se obter maior competitividade, buscar novas tecnologias tornou-se essencial para este fim. O uso de CAD em trabalhos de modelagem e encaixe pode-se conferir maior agilidade e qualidade nos setores de modelagem e corte. Este trabalho terá como diferencial o levantamento de dados para análise de viabilidade do processo nas indústrias do vestuário.

1.3 Delimitação e Limitação da Pesquisa

Este estudo está focado na determinação de percentagem de desperdício de tecido quando se compara uso de encaixe manual e computacional (sistema CAD), utilizado nas indústrias de vestuário. A pesquisa foi feita experimentalmente no laboratório de modelagem da UEM, simulando a realidade do segmento da confecção industrial.

Para a concretização do estudo foram encontradas algumas limitações, tais como obter material bibliográfico a respeito de modelagem, encaixe manual e computadorizado utilizado nas indústrias do vestuário, bem como a disponibilização de espaço físico para os testes de encaixe manual e a disponibilidade das modelistas para realizar o encaixe manual.

1.4 Seqüência Lógica do Trabalho

O trabalho está dividido da seguinte forma:

O capítulo 1, a introdução aborda o tema e tem como demais itens os objetivos gerais e específicos, a justificativa, as delimitações e limitações do trabalho e a própria seqüência;

O capítulo 2, a fundamentação teórica no qual são apresentados os processos produtivos na indústria de confecção, a definição de modelagem na confecção, a definição de encaixe na confecção, como os estudos vêm mostrando o desperdício de matéria-prima, a viabilidade de aquisição do software CAD e a caracterização de empresas fornecedoras de sistemas CAD;

O capítulo 3, a metodologia, no qual são apresentados a classificação, a descrição e o roteiro de implementação da pesquisa;

O capítulo 4, a caracterização do estudo de caso, onde são descritos as operações com modelagem CAD, e a descrição das operações do encaixe manual;

O capítulo 5, os dados da pesquisa, expõe as especificações do sistema CAD, os encaixes desenvolvidos e a simulação de custos;

O capítulo 6, os resultados obtidos e a conclusão, e o capítulo 7, apresenta as bibliografias utilizadas como base para o desenvolvimento deste trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão abordados os setores dos processos produtivos na indústria de confecção, a definição de modelagem e encaixe na confecção, como os estudos vêm mostrando o desperdício de matéria-prima, a viabilidade de aquisição do software CAD e a caracterização de empresas fornecedoras de sistemas CAD.

2.1 Processos Produtivos na Indústria de Confecção

O aumento da produção na indústria do vestuário e o crescente volume de negócios despertam no empresário as questões de inovação e tecnologia no ambiente produtivo, sejam instalações ou novos equipamentos apropriados ao processo da produção.

Os processos produtivos na indústria do vestuário são desenvolvidos em quatro setores: criação, modelagem, corte e costura, sendo o setor de corte subdividido em: estudo de encaixe, risco, enfesto, fixação do enfesto, corte e formação de lote e o setor de costura subdividido em: preparação para a costura, montagem e acabamento (Figura 1), todos descritos a seguir:

Criação: Consiste no *design* dos modelos e na escolha dos tecidos e aviamentos. Atualmente utiliza-se o computador na fase do *design*, utilizando programas de desenho.

Modelagem: Consiste na concretização das idéias do estilista, criando protótipos a partir do qual serão elaborados os moldes, e posteriormente realizada a gradação em diversos tamanhos.

Corte: Consiste no Estudo de Encaixe, Risco, Enfesto, Fixação do Enfesto, Corte e Formação de lote.

O estudo de encaixe pode ser manual ou através do sistema automatizado (CAD).

O risco pode ser feito de forma manual, onde os moldes feitos em papel grosso são encaixados e riscados diretamente no tecido, o risco proveniente de um molde graduado

através de software com computador é impresso através de uma plotter (impressora especial para grandes riscos).

Enfesto é o processo de estender sobre uma mesa as folhas de tecidos, uma sobre as outras formando um "colchão de enfesto".

A fixação do enfesto tem a finalidade de evitar o escorregamento das folhas de tecido, e é utilizado em tecidos escorregadios através de equipamentos específicos.

No processo de corte pode-se utilizar sistema de corte manual, mapeamento toda a extensão do enfesto com os desenhos, quantidade e encaixe de moldes usados para confecção das peças, ou sistema de estudo de corte informatizado (automático), onde o próprio sistema faz o mapeamento da extensão da mesa de corte, informado pelo usuário, e faz o encaixe dos moldes neste espaço pré-determinado, visando um melhor aproveitamento.

Formação de lotes tem como finalidade agrupar as partes componentes do mesmo modelo, cor e tamanho; separar as partes componentes do lote que irá para um processo de estamparia ou bordadas; formar lotes em quantidades produtivas; colocar a quantidade correta de aviamentos necessários para a montagem do produto; identificar cada unidade componente do lote e identificar o lote.

Costura: é subdividido em Preparação para a Costura, Montagem e Acabamento.

A preparação para a costura é composta de operações que agregam valor ao produto, ou simplesmente fornece informações que agilizem o processo de costura como piques, marcações e gabaritos.

Montagem é o processo de costura propriamente dito, que envolve as uniões dos componentes do molde de forma seqüencial, sendo que cada tipo de produto tem uma particularidade na montagem.

O processo de acabamento envolve o processo de limpeza, pregar botões e outros aviamentos e acessórios, passadoria, dobrar, identificar a peça, embalar, fazer a classificação por produto, fazer a classificação por qualidade e liberar o produto para o consumidor final.

Os processos de modelagem e corte são bases de estudo para a realização deste trabalho. A seguir apresenta-se o fluxograma dos processos produtivos na indústria de confecção:

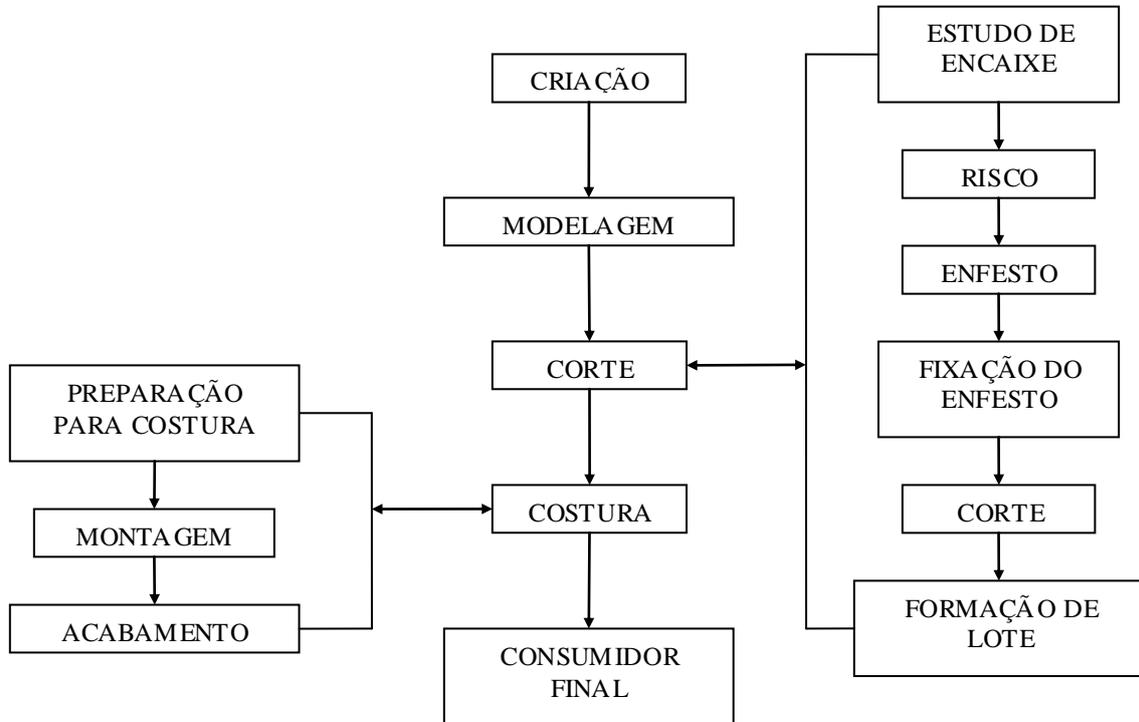


Figura 1: Fluxograma dos processos produtivos.

Fonte: Primária

2.2 Definição de Modelagem na Confecção Industrial

Segundo Medeiros (*on-line*, 2007), modelagem é uma técnica desenvolvida na construção de peças, através de leitura e interpretação de um croqui, modelo, figurino em forma bi ou tridimensional, desenvolvida em partes, quantas forem determinadas na informação. Tal procedimento se deve pela interpretação genérica da forma, estudo da silhueta compreendida no seu aspecto estético pelo estilo, tecidos e demais componentes como os acessórios, trata da leitura para a perfeita execução dos moldes e suas medidas, detalhes quanto aos pares, recortes, volumes, e todos componentes complementares como mangas, golas, babados, caimento da peça (caimento do fio) dentre outros. Neste aspecto torna-se obrigatório considerar as medidas antropométricas que dão proporção simétrica e/ou assimétrica à roupa. Deste modo entende-se a técnica de modelagem, uma atividade específica do modelista no desenvolvimento do produto, sendo que o processo de engenharia de produção dá conformação estética ao objeto.

Para Jaigobind, Amaral e Jaisingh (*on-line*, 2007), é dentro do setor de modelagem que ocorre a transformação do desenho das peças em moldes. Há quem diga que “a modelagem é a alma do produto”, pois por mais que as outras etapas sequenciais de produção estejam otimizadas, tudo pode ser perdido se o molde não estiver adequado. Nesta etapa da produção também os sistemas computadorizados estão presentes, revolucionando e contribuindo para a redução de tempo para colocar um novo produto no mercado.

2.2.1 Tipos de modelagem

As técnicas de modelagens utilizadas no setor do vestuário são: modelagens planas, gráficas e tridimensionais. Na sequência são apresentadas definições de cada um dos tipos de modelagem industrial.

2.2.1.1 Modelagem plana industrial

Consiste na arte e técnica da construção de peças denominadas “moldes”, produzidas a partir do estudo anatômico do corpo humano que corresponde às medidas antropométricas pré-concebidas, para atender o mercado ou ainda são realizados informalmente uma necessidade mais personalizada. Resulta da técnica de traçar riscos retos e curvos em planos retangulares. Linhas de orientação são horizontais e verticais, provenientes das medidas fundamentais e complementares, que darão forma a modelagem industrial (MEDEIROS, *on-line*, 2007).

O desenvolvimento de bases da modelagem plana é um método tradicional e convencional por permitir a modelação de blocos de moldes base, utilizados para obter vários estilos (ARAUJO, 1996 *apud* MEDEIROS, *on-line*, 2007). Também Jones (2005) *apud* Medeiros (*on-line*, 2007) exalta a técnica de modelagem plana industrial como um processo que exige precisão nas medidas e cálculos, estudo com enfoque geométrico, aplicado no desenvolvimento de módulos retangulares, determinados pelo conjunto de medidas padronizadas.

Segundo Medeiros (*on-line*, 2007) as bases exatas não contêm margens e folgas. Formam gabaritos prontos para se criar, reinventar desde as estruturas clássicas ou convencionais até as mais básicas e simples. Bases de modelagem resultam da leitura e interpretação de

modelos, do *design* para adequar o estilo, o tecido a ser utilizado e que considera sua composição, textura, gramatura, toque e/ou elasticidade. Acrescentam-se na sua construção margens e folgas para ajustá-las corretamente às medidas; folgas padrões que permitam a mobilidade e conforto para sua usabilidade. Na confecção de moldes são inseridas marcações de pique e a indicação do sentido dos fios urdume, trama e viés; classificação de tipos e peças únicas ou duplicadas, identificação, ajuste e faceamento das peças, finalizando com o processo de graduação de moldes formulando a grade de tamanhos necessária na produção de roupas.

A modelagem plana industrial pode ser relacionada como modelagem manual, onde o traçado é feito baseando-se nas tabelas de medidas do corpo humano estabelecidas pela NBR 13377, porém mesmo havendo esta norma como referencial de padrões mínimos, cabe ao fabricante estruturar a modelagem de acordo com as características específicas de cada produto. Algumas medidas consideradas pela norma são: contorno do pescoço; contorno do tórax/busto; contorno de cintura; contorno de quadril; comprimento do ombro; contorno do braço e contorno da coxa (JAIGOBIND *et al. on-line*, 2007).

Porém, a modelagem pode ser dividida em 5 fases, conforme relacionado na seqüência:

- ✓ Interpretação do modelo que vem discriminado na ficha técnica proveniente do setor de criação e estilismo;
- ✓ Diagrama ou traçado que é a representação gráfica do modelo;
- ✓ Modelagem de protótipo para corte, prova e correção;
- ✓ Graduação dos tamanhos que é a ampliação e redução do modelo prototipado;
- ✓ Lote experimental para montagem em linha de produção.

2.2.1.2 Modelagem gráfica – CAD/CAM

O processo de modelagem computadorizada representa o conceito de modernização e otimização tecnológica, gerando mais lucratividade à indústria de confecções. É um sistema composto por um conjunto de programas ligados por programas interligados para realizar várias tarefas. Oriundo da área de engenharia traduz-se como projeto assistido por computador/manufatura assistida por computador. É um método gerador de economia,

benefícios, simplificador de etapas com otimização para a indústria de confecções tornar-se mais competitiva. O sistema permite agilizar o encaixe automático. A evolução tecnológica agrega o conceito inovador para revolucionar a confecção de roupas no processo da *Mass Customization*, permitindo o estilo sob medida do *Body Scanner*, efeito do escaneamento do corpo humano (SEGENRENICH, 2001 *apud* MEDEIROS, *on-line*, 2007).

Segundo Jaigobind, Amaral e Jaisingh (*on-line*, 2007), os sistemas computadorizados de modelagem contribuem para a redução de tempo para colocar um novo produto no mercado, através do gerenciamento das etapas de modelagem, gradação, encaixe e risco.

Os softwares permitem dentre outras coisas:

- ✓ Criar bainhas, pences; marcações de botões; conferência de medidas e gerar gradação de moldes;
- ✓ Gerar encaixes para o corte dos moldes, esse processo é automático e possui duas vantagens relevantes em relação ao processo manual: a primeira está na economia de tecido, já que o sistema minimiza perdas; a segunda aparece na economia de tempo de elaboração dos encaixes;
- ✓ Realizar simulações que permitem prever o consumo de tecido, tempo de corte e custo das peças. Dessa forma, os setores de compra, venda e produção podem planejar suas atividades de forma antecipada.

2.2.1.3 Modelagem tridimensional

Modelagem tridimensional, também conhecida por *moulage*, derivada de “*moule*” palavra francesa que significa forma, outra denominação é *draping*, originada do inglês. São técnicas especiais de modelagem do vestuário desenvolvidas em tridimensional, que possibilita a visualização das três dimensões: altura, largura e profundidade, do modelo, de frente, costas e lateral. Esta técnica se diferencia da modelagem plana que utiliza apenas a altura e largura a partir das medidas preestabelecidas do corpo humano. Modelagem tridimensional consiste em colocar sobre a forma ou corpo retângulos de tecidos marcados com linhas fundamentais do corpo (exemplo: linha do busto, cintura, quadril), tanto na vertical quanto na horizontal, correspondentes aos fios urdume e trama. Aos poucos vai se modelando o tecido à anatomia

do corpo, procurando dar forma desejada, de acordo com o modelo proposto, ou pode-se ir criando à medida que o processo se desenvolve. Muitos *designers* preferem usar os métodos para criar seus projetos de *design* originais (CRAWFORD, 1989 *apud* MEDEIROS, *on-line*, 2007).

2.3 Definição de Encaixe na Confeção Industrial

Encaixe é a distribuição dos moldes que compõe uma peça, sobre uma metragem de papel ou tecido, objetivando o melhor aproveitamento do material. Diz-se que um encaixe foi bem realizado quando a disposição dos moldes é feita de maneira econômica, quando todas as partes do molde necessárias à confecção estão voltadas para cima, as linhas indicadoras do sentido do fio paralelas à orela do tecido e quando o tipo de encaixe é adequado aos moldes e tecidos utilizados (JAIGOBIND; AMARAL; JAISINGH, *on-line*, 2007).

O estudo de encaixe se refere ao posicionamento dos moldes, sendo muito importante para garantir o máximo de aproveitamento do tecido e um corte com qualidade.

Ainda ressaltam que as grandes vantagens da automação de estudos de encaixe e do risco são: agilidade na planificação do molde e também na graduação, o estudo prévio de desperdício permite fazer análise de viabilidade do produto, precisão do risco facilitando o corte do tecido, mesmo que este corte seja feito manualmente.

Quando não se utiliza automação no processo de modelagem, e os moldes são feitos em papel diretamente, não se utiliza fazer estudo de encaixe prévio. Sistemas automatizados permitem analisar a viabilidade do processo do produto na etapa que mais influencia no custo do produto – o corte, que determina o consumo de matéria prima (BIÉGAS, 2004).

2.3.1 Encaixe manual

No encaixe manual os moldes são distribuídos, manualmente, sobre as folhas do enfiesto, geralmente não se faz estudo prévio. Porém, pode-se usar algumas metodologias de encaixe:

- ✓ Manual com apenas um conjunto de moldes por tamanho: quando utiliza apenas um modelo para fazer enfiesto e encaixe;
- ✓ Manual com vários conjuntos de moldes por tamanho: quando utiliza vários modelos no mesmo enfiesto e encaixe;
- ✓ Manual com moldes miniaturizados: faz-se um estudo prévio do encaixe, utilizando escala 1:15 para peças grandes e 1:3 para peças pequenas e após copia-se o encaixe para o tamanho real. Este método despnde de maior tempo de estudo de encaixe.

2.3.2 Encaixe automático utilizando o sistema CAD

O sistema CAD permite fazer o estudo do encaixe automático ou com o auxílio do operador diretamente na tela do computador, neste sistema é possível obter-se informações rápidas e precisas quanto ao aproveitamento da matéria-prima.

Faz uma simulação rapidamente de encaixes com várias larguras de tecido e grade de tamanhos, otimizando o rendimento do corte. Pode-se trabalhar com vários encaixes simultaneamente, no qual o usuário agiliza o trabalho e reaproveita os bons cortes. Os cálculos de consumo são feitos antecipadamente e com precisão.

Ainda, permite criar encaixes com várias larguras de tecidos e diferentes grades para escolher melhor solução. É possível encaixar manualmente peças grandes e solicitar que o sistema encaixe automaticamente as peças pequenas nos espaços que sobram. Faz o cálculo de consumo necessário por peso ou quantidade de tecido usado, trabalha com facilidade em tecido plano, tubular, com brilho, com listras, xadrez ou com padronagem, em tecidos tubulares, permite encaixar moldes dobrados sobre a dobra do tecido, permite modificar quantidade de moldes a encaixar, dimensões e tipo do tecido e propriedades de encaixe dos moldes a qualquer momento, mantendo o encaixe já realizado, oferece opção para definir distância de segurança entre moldes, permite definir restrições de giro, simetrias e dobra para os moldes, ajusta automaticamente as peças para tecidos com encolhimento, possibilita desfazer ou refazer qualquer ação realizada, evita os erros de corte. Antes de imprimir, o avisa se há peças sobrepostas ou faltando alguma peça para encaixar (AUDACES, *on-line*, 2007).

2.3.3 Tipos de encaixe

Os tipos de encaixe são denominados de encaixe par e encaixe ímpar. O encaixe ímpar é utilizado quando os moldes são assimétricos, ou seja, servem para o corte de peças que vestem diferentemente os lados do corpo, por serem peças de um só lado, ou por terem detalhes diferentes de cada lado, neste caso posicionam-se todas as partes que compõem o molde. O encaixe par é utilizado quando os moldes são simétricos, ou seja, servem para cortar peças que vestem por igual os dois lados do corpo, podendo-se aproveitar o molde da peça direita para fazer a da esquerda, neste caso posicionam-se metade dos moldes dobrando-os. E ainda o encaixe par e ímpar, quando se distribui sobre o tecido os dois tipos de encaixe (JAIGOBIND; AMARAL; JAISINGH, *on-line*, 2007).

2.3.4 Posições do encaixe

Há determinados tecidos como, por exemplo, veludo, camurça, pelúcia, tecido xadrez e listrado, dentre outros, que sua própria estrutura exige rigorosa obediência quanto à posição de encaixe. Diz respeito ao sentido do fio (Figura 2), ou seja, a posição do molde (encaixe) em relação ao sentido do comprimento do tecido.

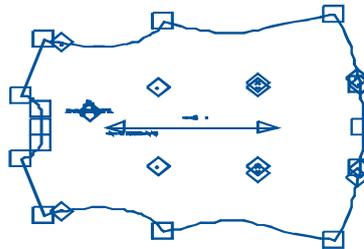


Figura 2: Sentido do fio de camiseta.

Fonte: Primária.

Os tecidos planos são formados pelo entrelaçamento perpendicular alternativo de fios de urdume e de trama (Figura 3), sendo urdume o conjunto de fios dispostos na direção do comprimento do tecido e a trama o conjunto de fios dispostos na direção transversal do tecido, ou seja, sua largura. Existem três sentidos de fio: fio reto, o tecido utilizado para o molde deve ser posicionado em relação ao comprimento do tecido, como listras, camurça, pelúcia, por exemplo; fio livre, o molde pode ser posicionado no sentido do comprimento ou da largura do tecido como o xadrez; e viés onde molde deve ser posicionado 45° em relação à trama, sendo utilizado quando se deseja elasticidade na roupa.

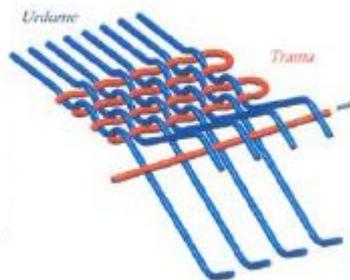


Figura 3: Entrelaçamento de fios de urdume e trama em tecido plano.

Fonte: Martines (2006, p.1).

Já em malhas como para fabricação de camisetas, este deve ser posicionado em relação ao comprimento do tecido, ou seja, posicionar ao moldes onde se deseja maior elasticidade. Diferentemente dos tecidos planos, a malharia é dividida em malha de trama e malha de urdume (Figura 4).

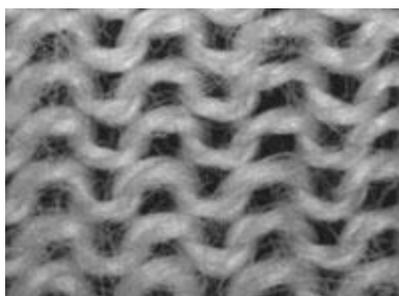


Figura 4: Entrelaçamento da malha de trama.

Fonte: CALIFAS (2007).

Na primeira os tecidos são obtidos a partir de pelo menos um fio de trama, são tricotados formando carreiras entrelaçadas (horizontal), é usada para fabricar camisetas, artigos esportivos e artigos que necessitam de elasticidade, na segunda os tecidos são obtidos a partir de vários fios de urdume, durante a tricotagem formam laçadas em coluna (vertical), utiliza-se para fabricar toalhas, cortinas e artigos que necessitam de boa resistência.

2.4 Estudos de Desperdício de Matéria-Prima

Existem alguns estudos da variabilidade de desperdício de matéria-prima em indústrias do vestuário, quando comparado com a utilização do software CAD, tais como os casos que são citados na seqüência:

Confecção Eczoz-produção: produz camisetas, aumentou a criação de moldes de uma unidade para até 12 peças por dia e reduziu em 10% os gastos com tecidos através do aumento da precisão no corte (SARAIVA, *on-line*, 2003).

Confecção Joyaly-produção: produz saias, vestidos e conjuntos femininos, o software reduziu o tempo de produção de moldes de uma peça por dia para um modelo a cada cinco minutos, houve redução de desperdício de tecido de até dez centímetros por modelo (SARAIVA, *on-line*, 2003).

Segundo um levantamento em indústrias de confecção do Distrito Federal e região do entorno, no que diz respeito as ações voltadas à redução de desperdícios. De acordo com as informações, a perda de matéria-prima antes da produção é da ordem de 20%, essas perdas variam desde pequenos pedaços de linha na retirada das peças da máquina até erro de corte com perda total da peça cortada. Muitos alegam que as perdas advêm de uma série de fatores sendo que 52% atribuem as perdas ao problema do encaixe dos moldes na peça a ser cortada (Figura 5) (CASTANHEIRA, *on-line*, 2003).

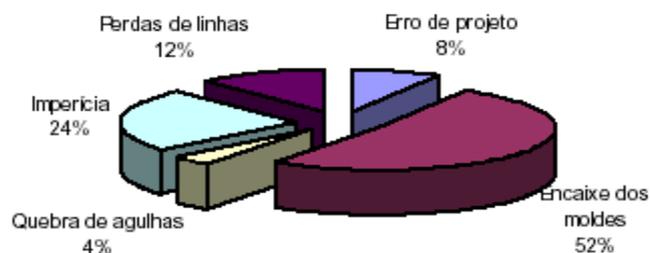


Figura 5: Principais motivos de perdas de materiais em confecção.

Fonte: Castanheira (2003, p.34).

Dentre os empresários entrevistados 52% não adotam medidas para a redução do desperdício. Os demais têm iniciativas que vão desde a orientação verbal dos colaboradores, passando por treinamento especializado e até a adequação dos projetos em sistema CAD, que proporciona melhor aproveitamento do material. O setor apresenta uma carência geral de informações que redundam em desperdício de tempo e de material (CASTANHEIRA, *on-line*, 2003).

Neste estudo apresentado por Castanheira (*on-line*, 2003) pode-se verificar nas empresas visitadas, que, de um modo geral, desenvolvem ações compatíveis com as boas práticas de

fabricação e convergem para ações voltadas para um melhor desempenho ambiental. Destacam-se, por exemplo, alguns dos pontos fortes observados.

- ✓ “Proatividade em relação à redução de desperdícios e aceitação, de bom grado, de propostas para melhoria”.
- ✓ “Geralmente os empresários têm plena consciência das necessidades e das limitações que dificultam o processo produtivo”.
- ✓ “Consciência do desperdício de matéria-prima”.
- ✓ “O empresário separa seu resíduo na fonte e dá destinação adequada (doação e venda como matéria-prima para outra confecção).”
- ✓ “A empresa aproveita os cortes de tecido para fazer peças menores que são vendidas para pessoas carentes a um preço muito baixo”.
- ✓ “A empresa apresenta grau de especificidade que a diferencia das demais, principalmente pelo seu engajamento social”.
- ✓ “A empresa modernizou seu processo de planejamento, incorporando uma unidade de criação, com pessoal capacitado para operar *softwar* - AUTOCAD - para otimização de corte gerando projetos mais otimizados em utilização de matéria-prima”.
- ✓ “A empresa mantém um centro de treinamento de mão-de-obra na unidade fabril”.
- ✓ “Existe um controle de estoque bem adequando à produção da empresa”.

Em trabalho realizado por Melo (*on-line*, 2000), em indústrias de confecção do Nordeste foram identificados os maiores avanços tecnológicos.

“no primeiro momento os maiores avanços foram registrados através da utilização do sistema CAD/CAM (*Computer Aid Design/Computer Aid Manufacture*), sistema informatizado que permite de maneira integrada o planejamento/modelagem e corte da peça a ser processada. Utiliza-se acoplado a esse sistema o corte a laser. Foram muitas as vantagens trazidas por essa tecnologia para a produção de confecção que podem ser identificadas: diminuição do desperdício – estimada em 10%; aumento da velocidade na fase de criação, especificação das peças e modelagem; maior flexibilidade de adaptação à demanda”.

2.5 Viabilidade de Aquisição do Software CAD

Segundo SARAIVA (*on-line*, 2003) as confecções estão substituindo lápis, réguas e folhas de papéis por programas de computação voltados ao setor. Os *softwares* de modelagem, que se multiplicam no mercado, são capazes de criar peças básicas de vestuário rapidamente e evitam o desperdício de tecidos na hora do corte.

Depois de desenvolver o molde no computador ou em uma mesa digitalizadora - equipamento que ajuda na criação do desenho, o modelo é encaixado automaticamente visando melhor aproveitamento de matéria-prima e em seguida é reproduzido numa plotter (impressora que produz desenhos em grandes dimensões). Na seqüência, depois de estendido o enfiesto, basta colocar o molde sobre o tecido e cortar a peça.

Algumas verificações devem ser feitas antes de adquirir um *software* de modelagem: se a produção possui um volume que justifique o investimento, se o fornecedor oferece treinamento, suporte técnico e atualização do programa. Especialistas afirmam que produções acima de 20 mil peças mensais já justificam o investimento em adquirir um sistema CAD em indústrias de confecção, podendo variar com o porte e produção da empresa (SARAIVA, *on-line*, 2003). A seguir são apresentados os preços do software de modelagem e encaixe disponíveis no mercado nacional atualmente:

Produtos	Características	Preço (R\$)*
AudacesVestuário; Audaces.	Cria moldes na tela do computador; define o sentido do fio e das bainhas	A partir de 8 mil
Modaris; Lectra.	Cria moldes na tela do computador; faz ampliação automática do modelo	10 mil
Moda01; Segen.	Cria moldes na tela do computador; faz ampliação automática e encaixe do modelo	7,5 mil
(*) OS PREÇOS NÃO INCLUEM A MESA DIGITALIZADORA E A PLOTTER.		

Quadro 1 – Preços de Software de Modelagem.

Fonte: Saraiva (2003).

2.6 Caracterização de Empresas Fornecedoras de Sistemas CAD

Segundo Pedro (2006), atualmente no mercado existe muitos fornecedores que disponibilizam

sistemas CAD para indústrias do vestuário. Dentre eles podem-se citar marcas como “Audaces”, “Gerber”, “Lectra”, “Moda 01”, “Strina”, entre outros. Logo quando se decide por adquirir um programa, é necessário realizar uma pesquisa preliminar entre as diversas opções, para que se possa optar por aquela que melhor atenderá os anseios da empresa.

Mediante uma breve pesquisa nos *sites* destes fornecedores, acima citados, podem-se destacar algumas características, tais como:

Audaces: empresa brasileira certificada pela norma ISO 9001:2000, líder de mercado na América Latina, trabalha com vários fornecedores de *plotter* para impressão, mas também desenvolve seu próprio equipamento. Seu *site* existe em três línguas, vale destacar que dentre estas está o português. A empresa oferece suporte via Internet, materiais para *download*, soluções para automatizar os processos de modelagem, gradação, encaixe e risco, e oferece treinamento pós-compra;

Gerber: empresa americana, possui *site* em quatro línguas, mas não existe a tradução em português, disponibiliza equipamentos para modelagem, encaixe e corte automatizado e possui um centro de treinamento via Internet;

Lectra: empresa francesa, possui *site* em três línguas, sem a versão em português, oferece suporte via Internet e materiais para *download*, possui produtos para modelagem, encaixe, risco e corte computadorizado;

Moda 01: empresa brasileira, possui *site* somente em português, a empresa não oferece suporte via Internet e nem possui equipamento próprio de impressão, porém, disponibiliza equipamentos de modelagem, encaixe e risco computadorizado;

Optikad: atua no Brasil desde 1994, em seu *site* disponibiliza a versão em português, oferece suporte via Internet, disponibiliza equipamentos de modelagem, encaixe e risco informatizado. Possui equipamento próprio para impressão e oferece treinamento pós-compra;

Strina: empresa brasileira possui *site* somente em português, porém, oferece suporte via Internet e um software de automatização de criação de moldes, gradação, encaixe e risco e possui equipamento próprio para impressão.

3 METODOLOGIA

A metodologia apresenta a classificação, a descrição e um roteiro básico de implementação da pesquisa e tratamento de dados.

3.1 Classificação da Pesquisa

Do ponto de vista da natureza da pesquisa, esta, classifica-se como “aplicada”, pois se destina a prática de uma atividade específica (confecção industrial).

Do ponto de vista da forma da abordagem do problema, pode ser classificada como “quantitativa”, uma vez que, podem-se traduzir os dados em informações para analisá-los.

No que diz respeito aos seus objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória e investigativa, pois, se deseja obter dados sobre o tema em estudo e desenvolver dados experimentais para analisá-los.

E, em relação aos procedimentos técnicos classificam-se como estudo de caso e pesquisa experimental.

3.2 Descrição da Pesquisa

O método utilizado na pesquisa consiste na investigação dos sistemas de encaixe manual e de sistema CAD utilizado nas confecções, salientando os desperdícios de matéria-prima no que diz respeito à produção de modelagem e encaixe e realizando simulações para a viabilidade de aquisição do *software*.

3.3 Roteiro de Implementação da Pesquisa

A seguir estão as etapas a serem desenvolvidas no trabalho:

- ✓ levantamento de informações quanto aos sistemas manual e CAD ;
- ✓ preparar as ferramentas e testes do uso do sistema CAD;
- ✓ pesquisar quantidade de amostra ideal de modelagem e de modelistas para se fazer o

- estudo;
- ✓ executar as amostras no sistema CAD;
 - ✓ plotar moldes;
 - ✓ executar as amostras manualmente com modelistas;
 - ✓ fazer comparação e análise dos resultados;
 - ✓ estimar a viabilidade do sistema CAD em função do desperdício analisado.

O requisito utilizado na escolha de modelistas para se executar o encaixe manual, foi que estas deveriam ter conhecimentos básicos de modelagem e encaixe em confecção industrial. Portanto as modelistas escolhidas foram alunas do curso de Engenharia de Produção – Confecção Industrial, que já concluíram a disciplina de modelagem e corte, e também modelistas profissionais da área.

Os modelos escolhidos para o estudo foram blusa e camiseta, sendo realizados três encaixes diferentes: um somente com blusa, outro somente com camiseta e o terceiro com blusa e camiseta juntos. A escolha se baseou na grande demanda destes modelos fabricados em confecções e oferecidos no mercado. Foram realizados dezoito encaixes manuais pelas modelistas, sendo seis de cada modelo e medidos o tempo e o aproveitamento de cada um para análise dos resultados.

Antes de executar os encaixes dos modelos escolhidos para o estudo, vários ensaios foram realizados utilizando o sistema CAD. Foram realizados diversos testes com tempos de encaixes diferentes para definir melhor aproveitamento, como: 1 minuto, 5 minutos e 10 minutos, uma vez que, quanto maior o tempo, melhor é o aproveitamento do encaixe.

4 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Este capítulo apresenta a descrição da modelagem com CAD e a descrição das operações com encaixe manual.

4.1 Descrição das Operações com Modelagem CAD

Os moldes escolhidos para a realização deste trabalho foram: blusa básica feminina manga curta e camiseta básica manga curta. Foram escolhidos devido a grande demanda destes itens em confecções industriais e ofertados no mercado.

Os moldes foram feitos no software CAD específico para modelagem do vestuário – Audaces - do laboratório de modelagem da UEM, no qual apresenta recursos dos mais variados para a execução dos moldes. Primeiramente foi realizada a modelagem da blusa e da camiseta através de medidas antropométricas básicas para o tamanho médio.

Na seqüência se realizou a graduação dos modelos com a utilização das ferramentas específicas oferecidas pelo *software*, as quais foram informados os valores e pontos a graduar e onde o programa apresenta os novos tamanhos pequeno e grande.

Realizada a graduação, se executou a etapa de estudo de encaixe computadorizado. Nesta fase foram escolhidos os modelos a serem encaixados e os mesmos foram incluídos no arquivo de encaixe do CAD. Também nesta etapa foram incluídos três encaixes diferentes, um para blusa, um para camiseta e outro com a combinação destes. O sistema possui a opção de encaixe automático, que analisa em poucos minutos, qual é a melhor opção em função do número de peças e o tamanho escolhido.

Foram realizados diversos testes, utilizando o sistema CAD, com tempos de encaixes diferentes, tais como: 1 minuto, 5 minutos e 10 minutos para definir o melhor aproveitamento. Com isto, pode-se observar que quanto maior o tempo, melhor foi o aproveitamento do encaixe, pois, durante a realização do encaixe o software faz várias tentativas até se chegar ao melhor encaixe dentro do tempo estimado, portanto quanto maior o tempo utilizado, maior será o número de tentativas que o software realizará e conseqüentemente melhor será o encaixe. Também foi observado que durante o encaixe o *software* vai posicionando as peças

maiores com seus lados que se assemelham a uma reta ao redor do tecido, e as peças menores se encaixam nos espaços restantes, com isso se ganha maior rendimento do tecido. Porém, nenhuma das modelistas aplicaram este método em seus encaixes, o que conseqüentemente resultou em maior desperdício.

Realizado o encaixe, este dificilmente será repetido pelo sistema CAD, mesmo que se utilizem tempos iguais, pois o software faz encaixes aleatórios. Portanto, para o estudo definitivo foram utilizados para os três encaixes tempo de 10 minutos. Pressupondo-se que neste tempo se apresenta a melhor simulação possível.

Terminado o estudo de encaixe, se executou a etapa de risco computadorizado, o qual foi impresso em plotter (impressora de grandes formatos).

As partes componentes dos moldes foram:

- ✓ blusa: frente, costas, manga e gola, nos tamanhos P, M, G.
- ✓ camiseta: frente, costas, manga, gola e pé de gola, nos tamanhos P, M, G.

No apêndice A, são mostrados os moldes das duas peças nas referidas graduações (P, M, G).

4.2 Descrição das Operações com Encaixe Manual

O estudo do encaixe se assemelha a um quebra-cabeça, pois, devem-se dispor todas as peças, de todos os tamanhos do modelo, utilizando o melhor espaço possível. Para fins de melhores aproveitamentos, muitas vezes, ocorre de encaixar vários modelos simultaneamente. Este estudo de encaixe apresenta um gasto dispendioso de tempo e de espaço físico necessário para o desenvolvimento do trabalho, uma vez que se utilizam grandes quantidades de papel de grande formato, e no estudo de encaixe do modelo que carece de muito raciocínio e testes de posição. Sendo assim, restringem-se as possibilidades de alta diversificação de modelos, a qual é grande aliada frente à concorrência de mercado atual (Pedro, 2006).

Os modelos escolhidos são fabricados em tecido de malha e dependendo do fornecedor pode apresentar variações na largura do mesmo. A largura do enfiado escolhido para se fazer o encaixe foi de 1,60 metros, sendo esta a largura geralmente fornecida pelos fabricantes de

tecido. Porém para realizar o encaixe deve-se desconsiderar a largura da orela, que neste caso foi de 2,5cm, ou seja, 1,25cm de cada lado do tecido, o que totaliza uma largura de 157,5cm.

Para facilitar o estudo de encaixe pelas modelistas e a falta de espaço físico para tal, os moldes foram plotados em escala. O cálculo da escala foi baseado na largura do papel utilizado para os encaixes, que é de 60cm de largura. O tecido tem 157,5cm de largura e através de “regra de três” apresentada abaixo, chegou-se ao resultado de 61,91% para a redução dos moldes:

$$157,5\text{cm} \text{---} 100\%$$

$$60\text{cm} \text{-----} x\%$$

$$x\% = 38,09\%$$

Redução:

$$100\% - 38,09\% = 61,91\% \text{ de redução} \quad (1)$$

O experimento foi realizado por dez modelista. Sendo que no total foram realizados dezoito encaixes, conforme tabela abaixo:

Tabela 1: Quantidade de modelista e de encaixe realizado

Número de modelistas	Número de encaixe/modelista	Total de encaixe
3	3	9
3	2	6
3	1	3
9		18

Fonte: Primária.

O requisito utilizado na escolha de modelistas para se executar o encaixe manual, foi que estas deveriam ter conhecimentos básicos de modelagem e encaixe em confecção industrial. Portanto as modelistas escolhidas foram alunas do curso de Engenharia de Produção – Confecção Industrial, que já concluíram a disciplina de modelagem e corte, e também modelistas profissionais da área.

5 DADOS DA PESQUISA

Neste capítulo apresentam-se algumas especificações do sistema CAD, os encaixes realizados com o CAD e manual com seus respectivos dados e comentários e a simulação de custos.

5.1 Especificações do Sistema CAD

Os resultados que o sistema CAD (Audaces) disponibiliza após se realizar o encaixe são as especificações a respeito do mesmo, tais como: tempo de encaixe, aproveitamento do encaixe, comprimento utilizado, largura do tecido, área e perímetro do encaixe, consumo de tecido/peça e a quantidade de peças encaixadas (Figura 6). Os dados relativos aos encaixes estão descritos nos próximos tópicos.

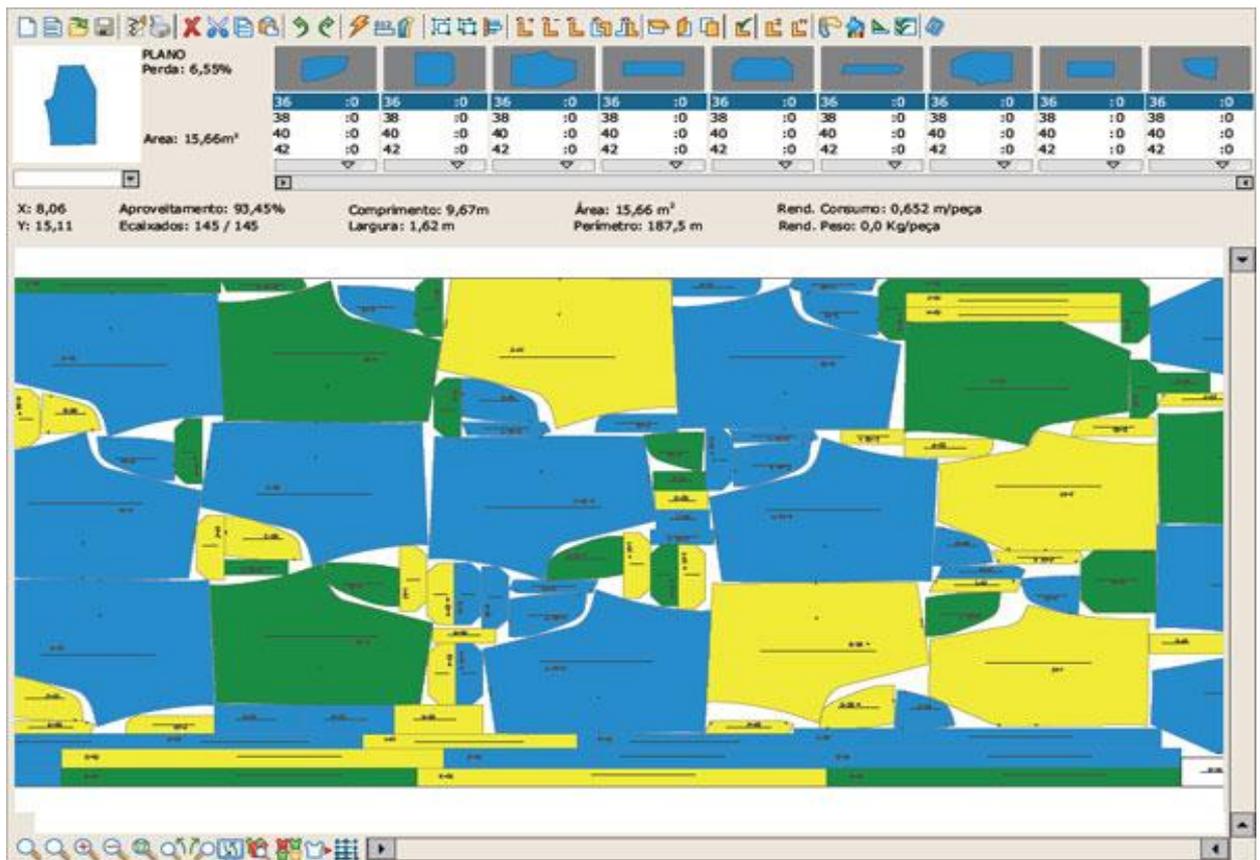


Figura 6 - Exemplo Audaces Encaixe.

Fonte: AUDACES VESTUÁRIO (2007).

O tempo de encaixe é o escolhido pelo operador; aproveitamento do encaixe diz respeito à porcentagem da área ocupada pelas peças encaixadas, por exemplo, se um aproveitamento foi

de 84,5%, os 15,5% da área restante é refugo; o comprimento é o próprio comprimento realizado pelo encaixe de todas as peças, podendo este ser definido pelo usuário ou optar para que o sistema o faça; a largura do tecido também deve ser antecipadamente definido pelo usuário; a área, o perímetro e o consumo de tecido por peça são calculados pelo sistema, assim como a quantidade de peças encaixadas pelo sistema em relação a sua quantidade definida na grade. Chama-se grade a quantidade de modelo de cada tamanho (PP, P, M, G, GG) a ser encaixada.

5.2 Encaixe Blusa Básica Feminina Manga Curta

A seguir o encaixe da blusa realizado com o sistema CAD e manual e suas especificações:

A grade utilizada para o encaixe da blusa foi 2P-4M-2G.

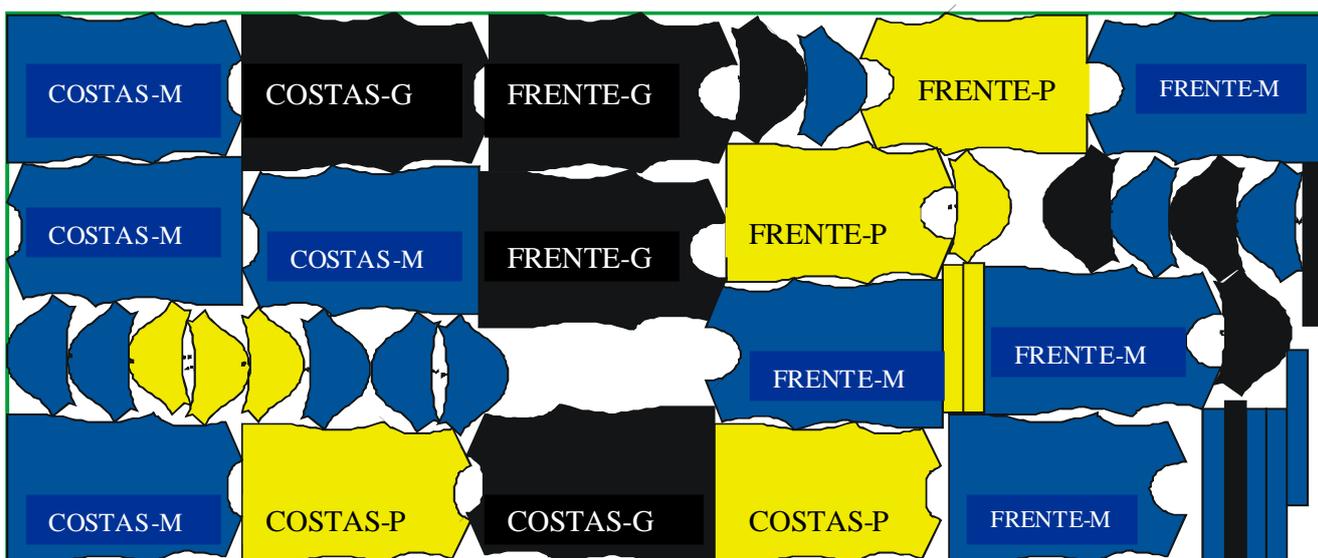


Figura 7 – Encaixe da blusa no sistema Audaces.
Fonte: Software CAD – Audaces – Dados primário.



Figura 8 – Encaixe da blusa manual.

Fonte: Primária.

Especificações do Audaces:

Tabela 2: Especificações apresentadas pelo sistema Audaces encaixe da blusa

Tempo de encaixe	10 minutos
Aproveitamento	82,91%
Comprimento	345,87cm
Largura	157,5cm
Área	4,52 m ²
Perímetro	552,7cm
Rend. Consumo	43,23cm/pç
Encaixados	40/40

Fonte: Software CAD – Audaces – Dados primário.

Como o comprimento do encaixe da blusa no sistema CAD foi de 345,87cm, isto equivale dizer que seu valor em escala foi de 131,74cm. Para os outros encaixes também foi calculado o valor referente à escala.

Os cálculos estão dispostos na Tabela 3, bem como os valores referentes ao desperdício de cada modelista.

Tabela 3: Dados comparativos entre encaixe com sistema CAD e manual da blusa

Encaixe	Tempo (minutos)	Valor real (cm)	Valor escala (cm)	Desperdício (%)
CAD:	10	345,87	131,74	-
MANUAL:				
Modelista 1	10	375,43	143,0	8,55
Modelista 2	30	376,74	143,5	8,92
Modelista 3	35	372,80	142,0	7,78
Modelista 4	20	383,31	146,0	10,83
Modelista 5	15	370,17	141,0	7,02
MÉDIA	22	375,69	143,1	8,62

Fonte: Primária.

Através da tabela acima se pode analisar que o maior tempo de encaixe foi o da modelista 3 e que resultou em um dos menores desperdícios, sendo este tempo significativamente superior ao do CAD, porém o maior e o menor desperdício ficaram com tempos de encaixe em torno da média.

O dado da modelista 6 foi descartado por apresentar maior desvio de dados em relação aos outros encaixes.

5.3 Camisete Feminina Manga Curta

A seguir o encaixe da camiseta realizado com o sistema CAD e manual e suas especificações:

A grade utilizada para o encaixe da camiseta foi 1P-2M-1G.

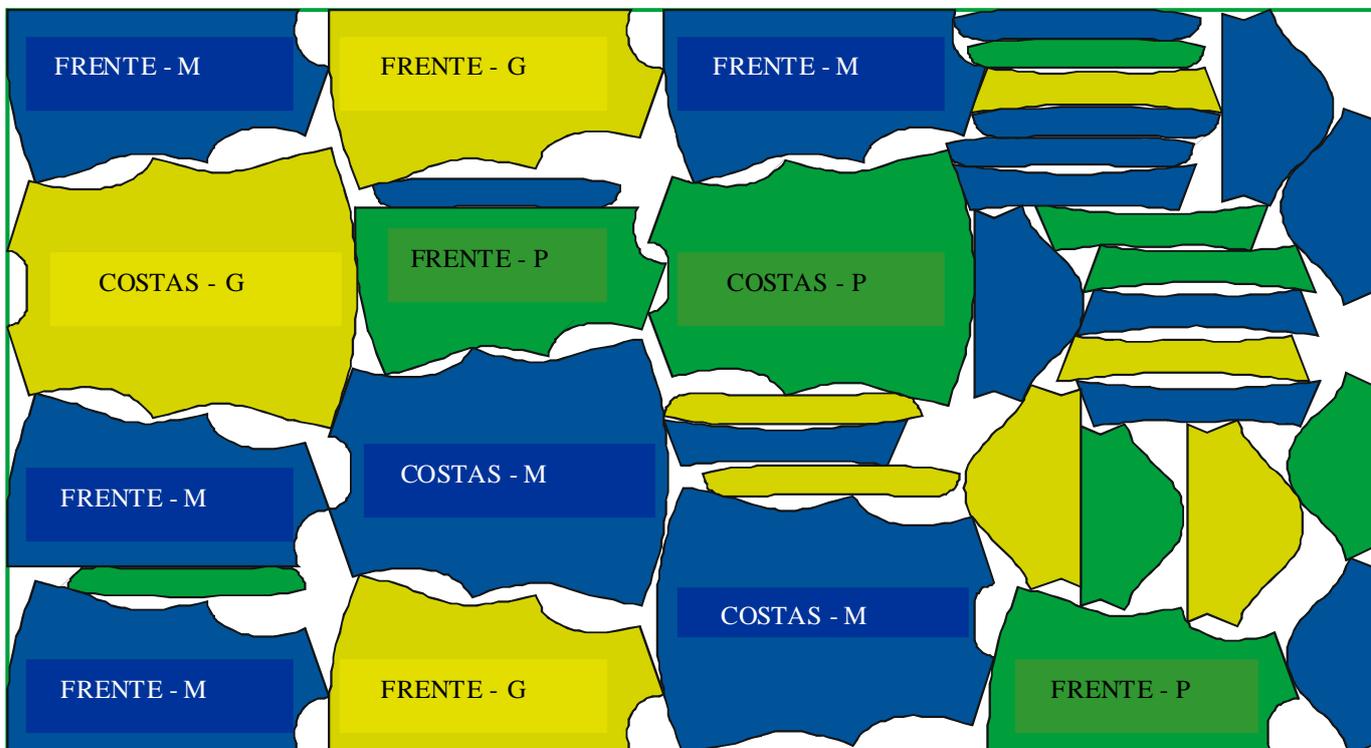


Figura 9 – Encaixe da camiseta no sistema Audaces.

Fonte: Software CAD – Audaces – Dados primário.

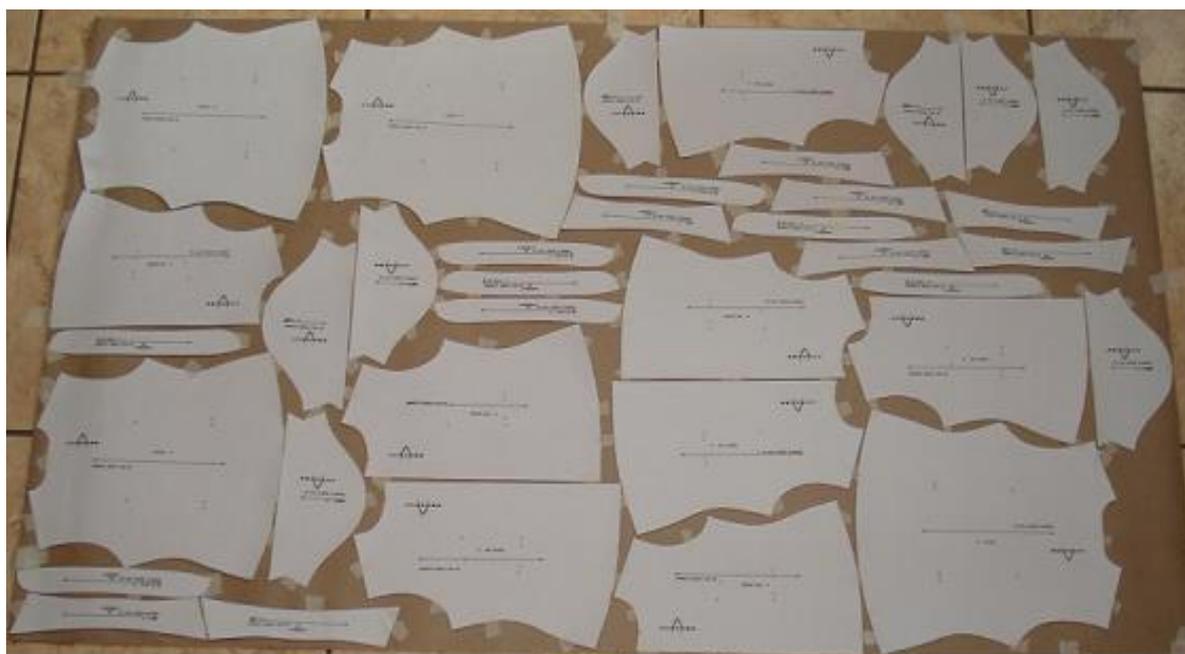


Figura 10 – Encaixe da camiseta manual.

Fonte: Primária.

Especificações do Audaces:

Tabela 4: Especificações apresentadas pelo sistema Audaces encaixe da camiseta

Tempo de encaixe	10 minutos
Aproveitamento	83,72%
Comprimento	279,13cm
Largura	157,5cm
Área	3,68 m ²
Perímetro	501,9cm
Rend. Consumo	69,78cm/pç
Encaixados	36/36

Fonte: Software CAD – Audaces – Dados primário.

Tabela 5: Dados comparativos entre encaixe com sistema CAD e manual da camiseta

Encaixe	Tempo (minutos)	Valor real (cm)	Valor escala (cm)	Desperdício (%)
CAD:	10	279,13	106,32	-
MANUAL:				
Modelista 1	15	311,10	118,5	11,45
Modelista 2	20	307,17	117,0	10,04
Modelista 3	10	296,66	113,0	6,28
Modelista 4	10	301,92	115,0	8,16
Modelista 5	10	301,92	115,0	8,16
Modelista 6	15	297,98	113,5	6,75
MÉDIA	13,33	302,79	115,33	8,47

Fonte: Primária.

Com relação a Tabela 5, pode-se verificar uma inversão nos dados manuais em relação ao encaixe com CAD, ou seja, os menores valores de porcentagem de desperdício foram para os encaixes de menor tempo, enquanto que os de maior valor ficaram para os maiores tempos, com exceção da modelista 6 que apresentou um dos menores encaixes com o tempo em torno da média. Porém quando comparado com o encaixe no CAD pode-se verificar que houve diferença significativa nos valores.

5.4 Blusa e Camisete

A seguir o encaixe da blusa com camiseta realizado com o sistema CAD e manual e suas especificações:

A grade utilizada para o encaixe foi:

Blusa: 1P-1M-1G Camisete:1P1M1G

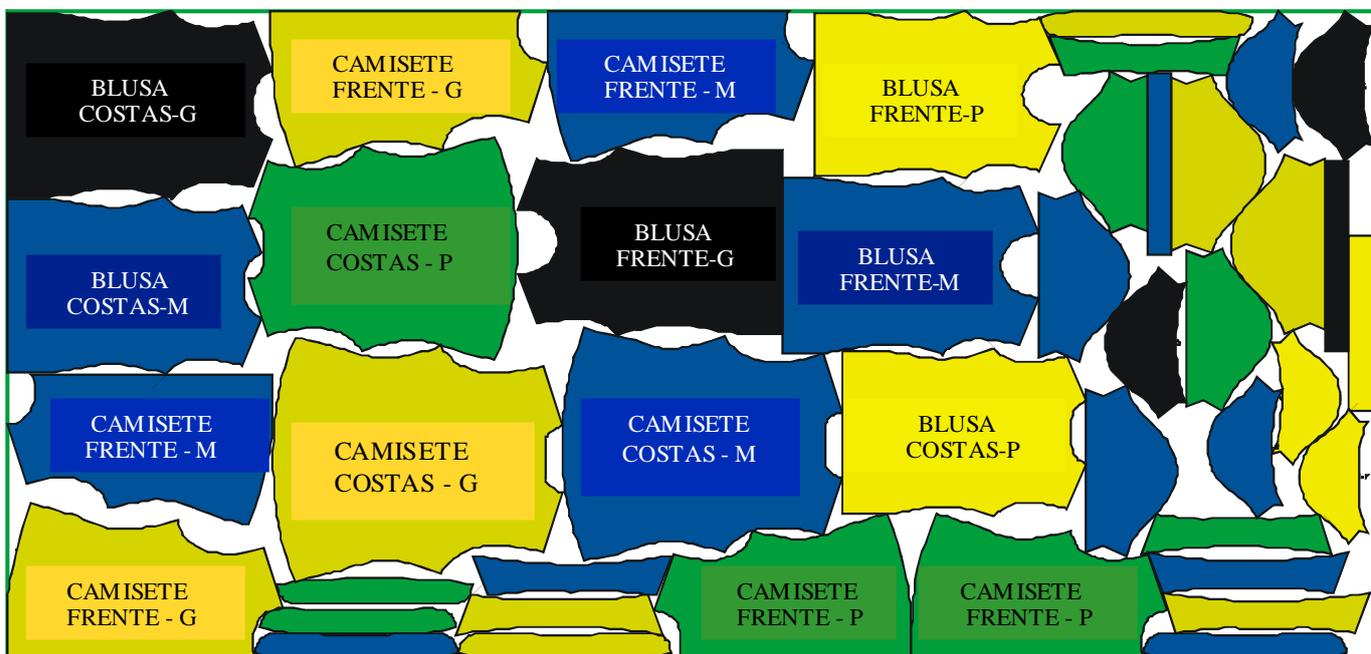


Figura 11 – Encaixe da blusa com camiseta no sistema Audaces.

Fonte: Software CAD – Audaces – Dados primário.



Figura 12 – Encaixe da blusa com camiseta manual.

Fonte: Primária.

Especificações do Audaces:

Tabela 6: Especificações apresentadas pelo sistema Audaces encaixe da blusa com camiseta

Tempo de encaixe	10 minutos
Aproveitamento	85,13%
Comprimento	332,3cm
Largura	1,57m
Área	4,46 m ²
Perímetro	58,37m
Rend. Consumo	55,38cm/pç
Encaixados	42/42

Fonte: Software CAD – Audaces – Dados primário.

Tabela 7: Dados comparativos entre encaixe me CAD e manual da blusa com camiseta

Encaixe	Tempo (minutos)	Valor real (cm)	Valor escala (cm)	Desperdício (%)
CAD:	10	332,3	126,57	-
MANUAL:				
Modelista 1	45	346,55	132,0	4,30
Modelista 2	35	351,80	134,0	5,87
Modelista 3	15	354,42	135,0	6,65
Modelista 4	15	362,30	138,0	9,03
Modelista 5	15	357,05	136,0	7,52
Modelista 6	20	354,42	135,0	6,65
MÉDIA	24,17	354,42	135,0	6,67

Fonte: Primária.

Através dos dados acima se pode concluir que houve grande diferença nos dados quando comparado o encaixe manual e CAD, os resultados demonstraram que quanto maior foi tempo de encaixe melhor foi o aproveitamento do tecido.

5.5 Simulação de Custos

A seguir a Tabela 8 apresenta os resultados obtidos a partir dos três encaixes:

Tabela 8: Comparativo das médias dos resultados obtidos

Encaixe	Valor Manual (cm)	Valor CAD (cm)	Desperdício (%)
Blusa	372,14	345,87	8,62
Camisete	302,79	279,13	8,47
Blusa com Camisete	354,42	332,3	6,67

Fonte: Primária.

A seguir será apresentada uma simulação de custos quanto a economia de matéria-prima, para uma produção de 10.000 artigos por mês, realizado para os encaixes da blusa, camiseta e blusa com camiseta, separadamente. Para tanto foi considerado um tecido de malha de cor média clara com rendimento de 2,70m por quilo e com largura de 1,60m, cujo preço médio é de R\$ 31,71 por quilo. Também foi calculado o tempo de aquisição do software CAD em relação à economia. Foi considerado taxa de juros de 10% ao ano e tempo de amortização de 6 meses e o valor do software com plotter de 32.800,00 sendo o valor do software de 14.800,00 e a plotter 18.000,00. Os resultados estão dispostos na Tabela 9:

Tabela 9: Cálculo para produção mensal de 10.000 artigos

Artigo	Blusa	Camisete	Blusa com Camisete
CAD (m)	4.323,37	6.978,23	5.538,33
Manual (m)	4.651,75	7.569,75	5.907,00
Economia (m)	328,38	591,5	368,67
Economia (Kg)	121,62	219,07	136,54
Economia (R\$)	3.856,57	6.946,71	4.329,82
Artigos desperdiçados	759	847	665,67
Tempo de aquisição (meses)	10	6	9

Fonte: Primária.

Para uma produção mensal de 20.000 peças por mês, sendo 10.000 blusas e 10.000 camisetas, teremos uma economia mensal de R\$10.803,28, o que equivale a um tempo de aquisição do software de quatro meses, uma vez que esta produção é viável, pois o tempo de impressão da plotter utilizada é de aproximadamente vinte minutos, variando quantidade a ser impressa através da quantidade de enfiados a serem utilizados por mês.

Foi calculada a quantidade de minutos utilizados para a impressão dos moldes para uma produção mensal de 10.000 artigos, com os encaixes da blusa, camiseta e blusa com camiseta separadamente. Para a realização dos cálculos foi considerada a jornada de trabalho de oito horas por dias e vinte e dois dias úteis, o que equivale a 10.560 minutos trabalhados por mês; também foi considerado que um enfiado equivale a dez folhas de tecido de malha - dados estes pesquisados em confecções da região.

O tempo de impressão da plotter utilizada neste experimento é de aproximadamente 20 minutos, porém ela possui largura inferior a 1,60 metros, por isto devem-se realizar duas

impressões para um enfiesto, o que equivale a 40 minutos de impressão por enfiesto. Os resultados estão dispostos na Tabela 10.

Tabela 10: Cálculo de minutos de impressão para produção mensal de 10.000 artigos

Artigo	Blusa	Camisete	Blusa com Camisete
Quantidade de enfiestos	125	250	167
Total de minutos	5.000	10.000	6.670

Fonte: Primária.

Os dados da Tabela 10 mostram que a produção é viável, uma vez que os tempos de impressão para cada encaixe estão abaixo dos minutos trabalhados durante o mês.

6 RESULTADOS E CONCLUSÕES

6.1 Resultados Obtidos

Através dos resultados obtidos, pode-se verificar que a porcentagem de desperdício concluído neste trabalho é em média de oito por cento. Segundo Saraiva (*on-line*, 2003) algumas confecções relatam que houve redução de 10% nos gastos com tecido e redução de até dez centímetros por modelo após a aquisição do sistema CAD, estando, portanto próximo do resultado obtido neste trabalho, outra vantagem de utilização deste software foi, segundo ele, a redução do tempo para produção de moldes de uma peça por dia para uma peça a cada cinco minutos.

Melo (2000) cita que uma das vantagens do software CAD é a diminuição de desperdício de tecido também estimada em 10%, além de outras vantagens como aumento na criação dos modelos e conseqüentemente maior adaptação à demanda. Já para Castanheira (*on-line*, 2003) a perda de tecido no encaixe dos moldes está em torno de 52%, porém não foi realizado um estudo específico para este fim.

Quanto a aquisição do software CAD, Saraiva (*on-line*, 2003) cita que produções acima de 20 mil peças justificam o investimento de aquisição, o que confirma o cálculo de produção de 20mil blusas e camisetas, onde o tempo de aquisição é de apenas 4 meses, podendo variar com o porte e produção da empresa.

Todas as literaturas encontradas apresentaram apenas estimativas quanto ao desperdício de matéria-prima, mas nenhuma realizou trabalho específico para avaliação.

6.2 Conclusões

Dentre as novas tecnologias para o setor do vestuário, os sistemas CAD mostraram-se como um diferencial nos processos de modelagem, encaixe e risco, uma vez que a automatização proporciona vantagem competitiva por meio da otimização da produção.

Este estudo mostrou a importância em adquirir o sistema CAD em relação ao processo manual, no que diz respeito ao desperdício de matéria-prima, uma vez que quanto maior o

tempo disponível para a realização do encaixe melhor será seu desempenho, porém este resultado pode variar com o perfil do profissional desta área. Para tanto, dando continuidade a este trabalho pode se realizar as amostras com profissionais que atuam em indústrias de confecção da região para avaliar melhor ou pior desempenho.

REFERÊNCIAS

SILVA, Adilson da. **A organização do trabalho na indústria do vestuário**: uma proposta para o setor de costura. Florianópolis, 2002. 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.

MEDEIROS, Maria de J. F. **Produto de moda: modelagem industrial com aspectos do design e da ergonomia**. Universidad de Palermo, 2007. Disponível em: <[http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/encuentro2007/02_auspicios_publicaciones/actas_dise no/articulos_pdf/A131.pdf](http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/encuentro2007/02_auspicios_publicaciones/actas_dise%20no/articulos_pdf/A131.pdf)>. Acesso em: 8 maio. 2007.

JAIGOBIND, Allan G. A.; AMARAL, Lucia do; JAISINGH, Sammay. **Confecção de Vestuário** - Instituto de Tecnologia do Paraná 2007. SBRT - Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Disponível em: <[http:// sbrt.ibict.br/upload/ dossies/sbrt-dossie69.pdf? PHPSESSID=9a6575a 0e528d7a2daf956255f496c2f](http://sbrt.ibict.br/upload/dossies/sbrt-dossie69.pdf?PHPSESSID=9a6575a0e528d7a2daf956255f496c2f)>. Acesso em: 8 maio. 2007.

BIÉGAS, Sandra; **Fundamentos da Indústria do Vestuário**, Fundação de Ensino de Apucarana, Mantenedora do Centro Tecnológico de Desenvolvimento Profissional do Norte do Paraná – Centro Moda, Apucarana, março 2004.

AUDACES. Disponível em: <<http://www.audaces.com.br>>. Acesso em: 15 março. 2007.

MARTINES, Elizabeth. **Padronagem de Tecidos** - Instituto de Tecnologia do Paraná 2006. SBRT – Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Disponível em: <http://sbrt.ibict.br/upload/sbrt3895.pdf>>. Acesso em: 13 agosto. 2007.

CALIFAS. Disponível em: <<http://www.califas.com.br/qualimalhas.htm>>. Acesso em: 13 agosto. 2007.

SARAIVA, J. Medidas econômicas: novos programas ajudam a acelerar o desenho de roupas, economizam matéria-prima e garantem maior competitividade no mercado. **Pequenas Empresas & Grandes Negócios**, edição 173, junho 2003. Disponível em: <<http://empresas.globo.com/Empresasenegocios/0%2C19125%2CERA547308-2672%2C00.html>>. Acesso em: 8 maio. 2007.

CASTANHEIRA, Fernando. **Consolidação Programa 5 Menos que São Mais – Redução de Desperdícios**. QAC - Quality Ambiental Consultoria Ltda. 2003. Disponível em: <<http://www.df.sebrae.com.br/Downloads/ambiental/Relatorios/Redu%C3%A7%C3%A3o%20de%20Desperdicio%202003/Relat%C3%B3rio%20Consolidado%20Metod%20Red%20De%20sp%20%202003.pdf>>. Acesso em: 8 maio. 2007.

MELO, M. C. P. de. Reflexões sobre aprendizado e inovação local na indústria de confecções do Nordeste. **RECITEC – Revista de Ciência e Tecnologia**, Recife, v. 4, n. 1, p. 117-143, 2000. Disponível em: <<http://www.fundaj.gov.br>>. Acesso em: 8 maio. 2007.

PEDRO, Suellem da S. **Estudo da viabilidade da implantação de sistema CAD (Computer Aided Design) em indústrias do vestuário** – considerando as micro e pequenas empresas. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia de Produção, UEM, Maringá.

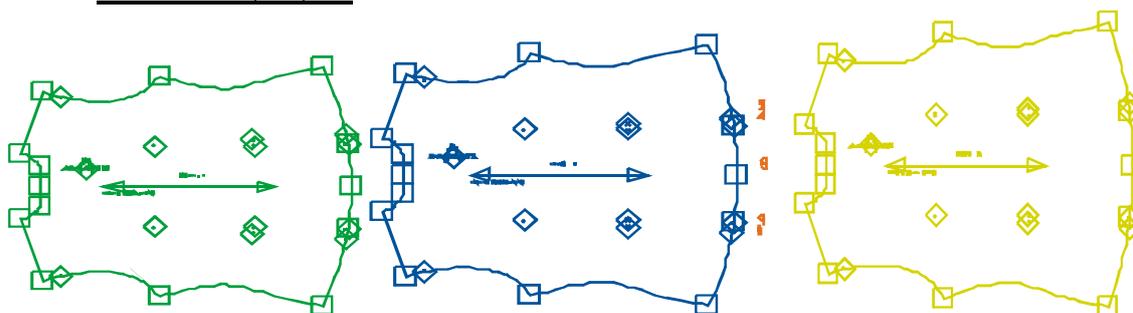
PREVIDELLI, José de Jesus; CANONICE, Bruhmer Cesar Forone. **Manual para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos** - Monografias, TCCs, Trabalhos de estágio, Projetos de iniciação científica. 1. ed. Maringá: Unicorpore, 2006.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005. 138 p.

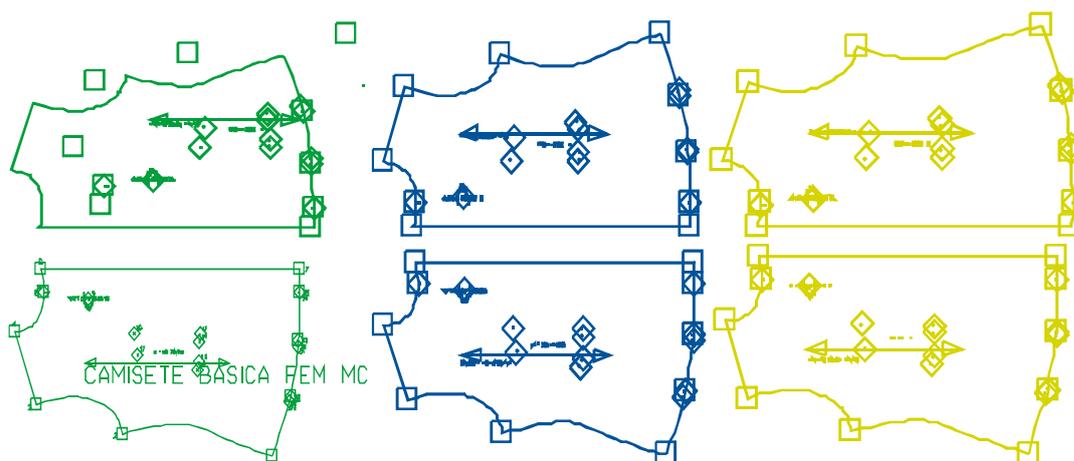
APÊNDICE A – Partes componente dos modelos

CAMISETE BÁSICA FEMININA MANGA CURTA

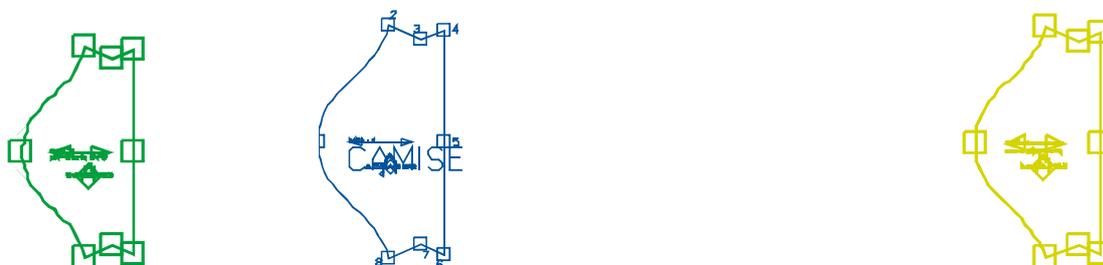
- **COSTAS P, M, G:**



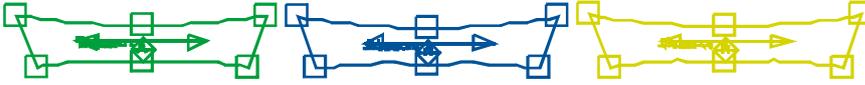
- **FRENTE P, M, G:**



- **MANGA P, M, G:**



- **GOLA P, M, G:**

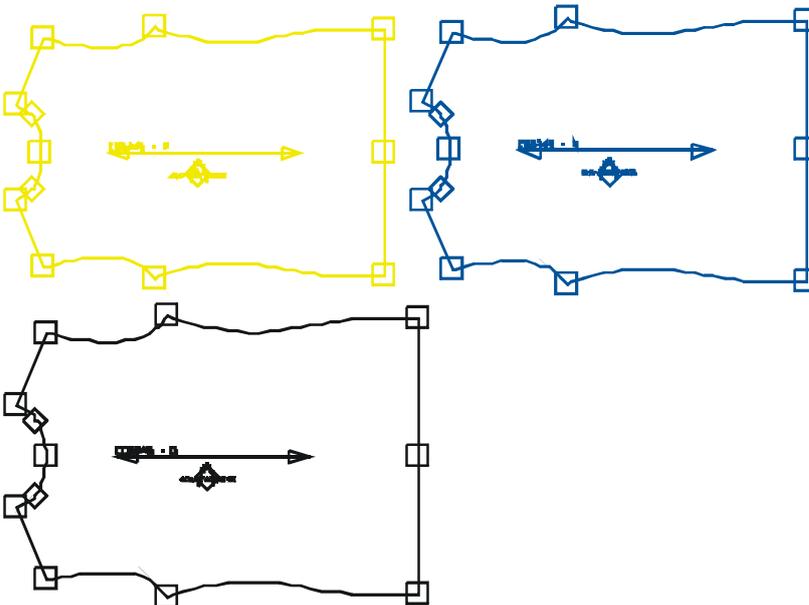


- **PÉ DE GOLA P, M, G:**

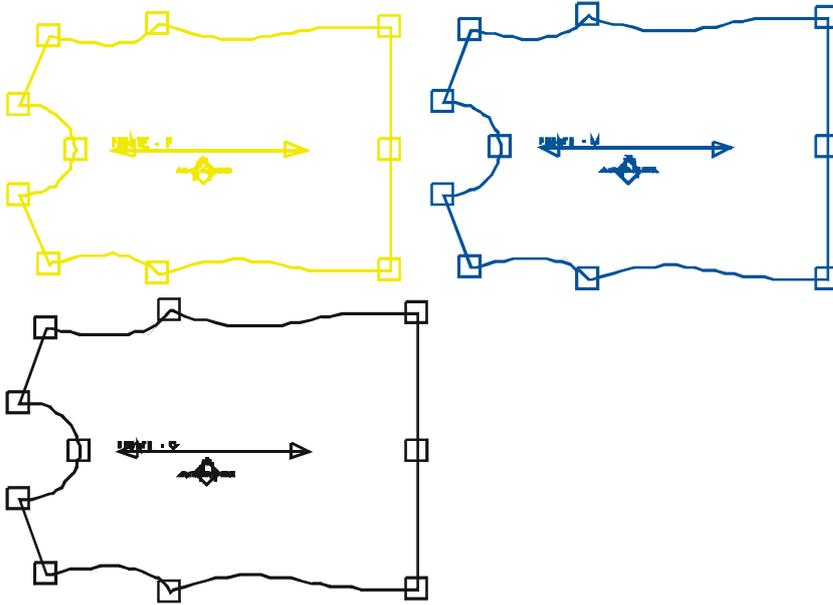


BLUSA BÁSICA FEMININA MANGA CURTA

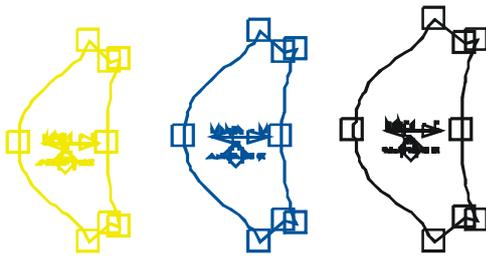
- **COSTAS P, M, G:**



- **FRENTE P, M, G:**



- **MANGA P, M, G:**



- **GOLA P, M, G:**

