

CENTRO UNIVERSITÁRIO FEEVALE

JULIANO SIEBEL

TECNOLOGIAS PARA COLETA DE DADOS EM CHÃO DE
FÁBRICA: ESTUDO DE UMA SOLUÇÃO INDEPENDENTE DE
BIBLIOTECAS PROPRIETÁRIAS

Novo Hamburgo, novembro de 2007.

JULIANO SIEBEL

TECNOLOGIAS PARA COLETA DE DADOS EM CHÃO DE
FÁBRICA: ESTUDO DE UMA SOLUÇÃO INDEPENDENTE DE
BIBLIOTECAS PROPRIETÁRIAS

Centro Universitário Feevale
Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas
Curso de Ciência da Computação
Trabalho de Conclusão de Curso

Professor Orientador: Roberto Affonso Schilling

Novo Hamburgo, novembro de 2007.

RESUMO

A coleta de dados em chão-de-fábrica é um processo vital para a tomada de decisões e competitividade das empresas, mas é um dos processos onde as mesmas apresentam maior dependência de um fabricante em vista das tecnologias empregadas serem, em sua maioria, proprietárias. A dependência entre *software* e *hardware*, quando tratamos da coleta de dados em chão-de-fábrica, torna necessário o estudo de uma solução completa e não apenas um tema em separado. Utilizando como modelo o chão-de-fábrica de uma empresa calçadista (que apresenta como característica o baixo nível de automação), será efetuado um estudo sobre as soluções empregadas para a coleta de dados e tecnologias que possam viabilizar melhoras neste processo. Ponto crucial para o sucesso da solução é permitir que a equipe de desenvolvimento da empresa possa desenvolver a aplicação para o equipamento utilizado na coleta de dados, o que hoje só é possível pelo fabricante. Desta forma, este trabalho tem como objetivo apresentar um modelo de solução para coleta de dados que seja independente de fornecedor ou fabricante (*hardware* e *software*) e possibilite às empresas atualizarem ou expandirem as funcionalidades dos equipamentos de coleta sem a necessidade de intervenção do fabricante.

Palavras-chave: Automação. Coleta de dados. Chão-de-fábrica. Microterminais.

ABSTRACT

The data acquisition on shop floor level is a vital process for decisions making and competitiveness of companies, but is one of the cases where they have greater dependence of a manufacturer, considering that the technologies employed are, in most of the cases, proprietary. The dependence between software and hardware, when we deal with the data acquisition on shop floor level, necessitates the study of a complete solution, not just a separate theme. Using as a model the shop floor level of a shoes manufacturer company (which has the characteristic of a low level of automation), will be made a study of the employed solutions to data acquisition and technologies that can make improvements feasible. A crucial point to the success of the solution is to allow the development team of the company to develop the application for the equipment used in data acquisition, which today is only possible by the manufacturer. Thus, this work has the goal to present a model of a solution for data acquisition that is independent of a supplier or manufacturer (hardware and software) and allows businesses to bring up to date or expand the functionalities of the acquisition equipment without the need of the manufacturer intervention.

Keywords: Automation. Data acquisition. Shop floor. Microterminals.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Montagem e partes do calçado	17
Figura 2 – Etapas da produção de calçados	19
Figura 3 – Ciclo da geração de dados no chão-de-fábrica	22
Figura 4 – Modelo de ordem de produção	24
Figura 5 – Seqüência codificada com código 3 de 9	25
Figura 6 – Modelo de ficha de coleta	27
Figura 7 – Microterminais TED 1000	35
Figura 8 – Vista traseira do TED 1000	35
Figura 9 – Topologia de rede utilizada pela Colleter	37
Figura 10 – Vista traseira do TR 100	42
Figura 11 – Topologia de rede utilizada pela Passo	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Funções das microchaves do TR 100	42
Quadro 2 – Características desejáveis em equipamentos de coleta.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABS	<i>Acrylonitrile Butadieno Styrene</i>
ASCII	<i>American Standard Code for Information Interchange</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CCD	<i>Charged Coupled Device</i>
CLP	Controladores Lógicos Programáveis
EAN	<i>European Article Number</i>
EPROM	<i>Erasable Programmable Read Only Memory</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
EVA	Etileno e Acetato de Vinila
IEEE	<i>Institute of Eletrical and Electronics Engineers</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
LED	<i>Light Emited Diode</i>
MRP	<i>Material Requirements Planning</i>
MRP II	<i>Manufacturing Resources Planning</i>
NiMH	Niquel – Metal Hidreto
PCP	Planejamento e Controle de Produção
ROM	<i>Read Only Memory</i>
SFC	<i>Shop Floor Control</i>
TC II	Trabalho de Conclusão II
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
UPC	<i>Universal Product Code</i>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE	13
1.1 Processo de produção do calçado	13
1.1.1 <i>Design</i>	14
1.1.2 Modelagem	14
1.1.3 Corte	14
1.1.4 Divisão e Chanfração.....	15
1.1.5 Costura e Preparação	15
1.1.6 Pré-fabricado.....	16
1.1.7 Montagem	16
1.1.8 Acabamento	18
1.1.9 Considerações gerais sobre o processo de produção do calçado	19
1.2 Programação e Controle da Produção (PCP).....	20
1.3 <i>Enterprise Resource Planning</i> (ERP).....	21
1.4 Controle de chão-de-fábrica (SFC)	23
1.4.1 Representação por Código de Barras.....	25
1.5 Métodos para coleta de dados em indústrias calçadistas.....	26
1.5.1 Coleta de dados manual	26
1.5.2 Coleta de dados semi-automatizada.....	27
1.6 Resumo	28
2 SOLUÇÕES PARA COLETA DE DADOS EM CHÃO-DE-FÁBRICA.....	30
2.1 Microcomputadores	30
2.1.1 Características de <i>hardware</i>	30
2.1.2 Características de infra-estrutura	31
2.1.3 Características de <i>software</i>	32
2.1.4 Considerações sobre o uso de microcomputadores	33
2.2 Microterminais Colleter TED 1000 e TED 5000	33
2.2.1 Características de <i>hardware</i>	34
2.2.2 Características de infra-estrutura	36
2.2.3 Características de <i>software</i>	37
2.2.4 Considerações sobre os microterminais Colleter.....	40
2.3 Microterminais Passo TR 100 e TR 300	41
2.3.1 Características de <i>hardware</i>	41
2.3.2 Características de infra-estrutura	42
2.3.3 Características de <i>software</i>	44
2.3.4 Considerações sobre os microterminais Passo	49

2.4 Resumo	50
3 CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS EM MICROTERMINAIS PARA CHÃO-DE-FÁBRICA.....	51
3.1 <i>Hardware</i>	52
3.2 Infra-estrutura	53
3.3 <i>Software</i>	53
3.4 Resumo	54
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

INTRODUÇÃO

Com a globalização do mercado mundial e a forte concorrência entre os diversos setores da economia, a automação dos processos produtivos é fator fundamental para a garantia da competitividade. Padronização, qualidade, custo reduzido e disponibilidade são fatores indispensáveis para o sucesso de um negócio.

A automação nas diversas áreas do conhecimento humano tem despertado o interesse para uma constante atualização e aperfeiçoamento nos métodos de trabalho, com o intuito de disseminar informações disponíveis com rapidez e confiabilidade (SILVA, 1989). Conforme Moraes (2001, p.15) “Hoje entende-se por automação qualquer sistema, apoiado em computadores, que substitua o trabalho humano e que vise a soluções rápidas e econômicas para atingir os complexos objetivos das indústrias e dos serviços.”

Em uma planta industrial são encontrados cinco níveis de automação: máquinas controladas por controladores programáveis; supervisão de processos e interfaces homem máquina; controle do processo produtivo; programação e planejamento da produção; gestão dos recursos da empresa (MORAES, 2001).

Dentre os níveis de automação o controle do processo produtivo é responsável pelos apontamentos/leituras dos dados obtidos no chão-de-fábrica. Estes permitem que o fluxo de dados passe do chão-de-fábrica aos sistemas gerenciais (SOUZA, 2005), de forma fácil, ágil e consistente. Esta integração possibilita aos níveis gerenciais a tomada de decisões rápidas e eficientes.

Grande parte dos estudos na área de automação industrial, especificamente na coleta de dados em chão-de-fábrica, faz referência a processos altamente automatizados onde estas são efetuadas por Controladores Lógicos Programáveis (CLP) ou sistemas de atuação (que exercem alguma ação além da coleta).

Este trabalho pretende utilizar como base a linha de produção de uma indústria calçadista por apresentar poucos processos automatizados e pela necessidade de coleta de dados (apontamentos) para o controle da produção (exemplos de informações desejáveis em uma linha de produção são os tempos de produção e as quantidades produzidas em períodos de tempo).

O processo de coleta de dados pode variar conforme o nível de automação de uma empresa: pode ser efetuado por uma planilha manual (ficha de coleta) que será preenchida no decorrer dos processos produtivos da empresa e analisada em um período determinado (processo manual) ou a coleta da informação e disponibilidade da mesma em tempo real, através de microterminais instalados em pontos determinados da produção.

Um dos problemas atuais na coleta de dados é a variedade de equipamentos que não permitem integração em uma mesma rede ou necessitam de *softwares* gerenciadores proprietários, onde o *software* gerencial da empresa tem a necessidade de agregar um módulo para cada solução utilizada. Este problema é abordado por Souza (2005).

Outro ponto crítico é a necessidade de interagir com equipamentos dedicados que executam uma única função e são acessados por bibliotecas proprietárias, impossibilitando o uso do equipamento sem uma prévia carga de *software* por parte do fabricante (atualização de *Firmware*¹) e o fornecimento de uma nova biblioteca para a manipulação das novas funções carregadas.

A busca por uma solução independente de fabricante, que permita a atualização ou ampliação do parque, com um reduzido gasto em infra-estrutura e *softwares* motiva este trabalho.

O objetivo do estudo será apresentar uma solução baseada em *hardware* e *software* que atenda a necessidade do setor calçadista, mas que possa ser implementada em outros setores que apresentem grau de automatização similar e necessitem de coleta de dados. A opção de estudar tanto o *software* como o *hardware* é permitir a evolução tecnológica dos ambientes de chão-de-fábrica sem a necessidade da troca de todo o parque existente. Para isso, serão necessários estudos sobre os processos de coleta, as redes de comunicação,

¹ *Software* embarcado que controla diretamente um hardware. Normalmente é armazenado em um *chip* de memória como uma ROM ou EPROM (TORRES, 2001).

equipamentos, *software* e sistemas para o gerenciamento dos dados coletados. Para a validação do estudo, será montado um laboratório simulando os apontamentos em chão-de-fábrica com a aplicação da solução proposta com o fim de comprovar a viabilidade da mesma.

Como objetivo específico pretende-se analisar o processo de coleta de dados em chão-de-fábrica e estudar os dispositivos que hoje são empregados para esta funcionalidade. O estudo das bibliotecas de acesso aos dispositivos e a identificação dos requisitos necessários dará suporte para identificar equipamentos e ferramentas adequados aos objetivos deste trabalho. Por fim será desenvolvida uma aplicação para a coleta de dados baseada nos estudos aqui desenvolvidos.

Com a finalidade de apresentar os estudos realizados, dividiu-se este texto em quatro capítulos. O capítulo um corresponde ao estudo das características de produção no chão-de-fábrica de uma empresa calçadista explorando o universo da coleta de informações neste ambiente.

O capítulo dois aborda tecnologias de *hardware* e *software* utilizados pelas empresas calçadistas para a coleta de dados no chão-de-fábrica referenciando suas vantagens e desvantagens. Também será apresentada a infra-estrutura relacionada à comunicação destes *hardwares* com os demais sistemas da empresa.

O capítulo três compara as características encontradas nas soluções empregadas pelas indústrias e relacionando-as com aquelas que apresentam vantagens tecnológicas para implementação ou atualização em outras unidades da mesma empresa, bem como os requisitos para implementação de aplicativos nestes equipamentos.

Finalizando, o capítulo quatro apresenta as considerações finais a respeito desta primeira etapa do trabalho, assim como o que se pretende desenvolver no próximo semestre (TC II).

1 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE

Entender o ambiente ao qual se propõe uma solução, conhecendo os processos relacionados à atividade fim da empresa e os conceitos das ferramentas utilizadas para apoio ao gerenciamento das informações são fundamentais para identificar as falhas e possíveis soluções. Para um mesmo problema dificilmente se obterá apenas uma solução e, sim, soluções mais viáveis ou não.

Este capítulo tem o objetivo de caracterizar uma empresa calçadista e apontar as relações da coleta de dados no chão-de-fábrica com as ferramentas utilizadas para a gestão da produção.

1.1 Processo de produção do calçado

A produção do calçado caracteriza-se pelo emprego de operações artesanais, mesmo com o emprego de novas tecnologias na produção, o que gera a dependência de intensiva mão-de-obra em seus processos que não requer qualificações especiais (FRASSETTO, 2006).

Conforme Prochnik (2005) e Robinson (2007), o processo de fabricação de calçados de couro² é realizado em seis etapas: *design*, modelagem, corte, costura, montagem e acabamento. Silva (2002) e Fensterseifer (1995) complementam estas etapas com o pré-fabricado e a chanfração além de assumirem que junto ao corte há a preparação do calçado.

Frassetto (2006) afirma que estas fases são descontínuas, que podem ser desempenhadas em estabelecimentos e locais distintos, o que potencializa a sub-contratação de trabalhadores para realizarem determinadas etapas do processo produtivo.

² Embora Prochnik (2005) mencione que o processo é específico para calçados de couro, o autor verifica que na prática o mesmo é válido para calçados que utilizam matéria prima sintética.

1.1.1 *Design*

Como primeira etapa no processo de produção de calçados é necessário desenvolver o conceito do produto baseado no público alvo e nas tendências verificadas no mercado. Nesta etapa é desenvolvido o projeto que engloba desde o desenho do calçado até a discriminação dos insumos necessários para sua realização. Em empresas de menor porte esta etapa costuma ser terceirizada ou apenas efetuada uma pesquisa das principais tendências do mercado onde as mesmas são reproduzidas para os modelos a serem produzidos.

1.1.2 *Modelagem*

Após definir o conceito, é desenvolvido o modelo do calçado. Adicionalmente são definidos os materiais e a escala de numeração em que serão fabricados os produtos além de adaptá-los para a sua manufatura, levando em consideração as especificações dos materiais utilizados, capacidade das máquinas empregadas e os custos envolvidos nos processos seguintes.

Juntos, os processos de *design* e modelagem são responsáveis pela parte criativa e técnica do produto e culminam com a definição do modelo e sua ficha técnica.

1.1.3 *Corte*

O início de todo o processo produtivo se dá no corte onde a matéria prima (couro ou material sintético) é cortada no formato dos moldes de produção (fornecido pelos setores de criação) para formar as diferentes partes do calçado, compondo assim o cabedal.

O processo tradicional utiliza facas e balancins (máquina para cortar materiais diversos como couros, termoplásticos, sintéticos, espumas, cortiça, plástico, borracha, EVA, papel, fibras têxteis e outros). Com regulagem fina, possibilita maior precisão, o que garante grande economia. (PROCHNIK, 2005, p.77)

Nesta etapa é necessário que o operário observe as características do material como o sentido das fibras, a elasticidade do couro e a existência de defeitos para, então definir as posições do corte. Esta análise é importante para o máximo aproveitamento do material.

Algumas empresas utilizam o CAM (*Computer Aided Manufacturing*) em conjunto com a modelagem por CAD (*Computer Aided Design*) resultando em um nível mínimo de desperdício de matéria prima. Normalmente é empregado em calçados que utilizam matéria-

prima mais cara e com manuseio mais delicado onde o produto final apresenta um maior valor agregado. O investimento necessário para a aplicação destas tecnologias é elevado e para a maioria das empresas de médio e pequeno porte se torna inviável.

1.1.4 Divisão e Chanfração

O processo de divisão propriamente dito consiste em igualar a espessura das peças de acordo com a função que estas terão no calçado. Este processo ocorre em máquinas que “raspam” a peça até este chegar à espessura desejada (ROBINSON, 2007).

O processo de chanfração é responsável por diminuir a espessura dos cantos e/ou bordas das peças que irão compor o calçado. “Esta etapa do processo é importante, sobretudo para a firmeza da costura, aparência e conforto do calçado.” (SILVA, 2002, p.111).

Esta operação prepara as bordas das peças do sapato para futuras operações como sobreposições e emendas. Em alguns casos o chanfro pode ser utilizado para a divisão de peças, o que ocorre normalmente em modelos que possuem muitas tiras.

Estas máquinas normalmente contêm um espessímetro que possibilita visualizar a espessura das peças durante o processo.

1.1.5 Costura e Preparação

As peças anteriormente cortadas são agora unidas através de costuras e/ou coladas e ainda dobradas, recebendo enfeites de acordo com as determinações do *design*.

A preparação é o setor onde se realiza a união das peças sem a utilização de máquinas de costura, mas que ocasionalmente necessitam o emprego de outros equipamentos. São exemplos de operações efetuadas, a aplicação de enfeites, picotes, aplicação de fitas de reforço, dobramentos e forros. A fixação do contraforte³ e da couraça⁴ é um dos processos que atualmente é efetuado na costura (ROBINSON, 2007).

Em produtos mais padronizados, onde há maior grau de automação, podem-se utilizar máquinas de costura com controle numérico, mas na maioria dos produtos, a união das

³ Peça que tem a finalidade de armar o traseiro do calçado (SILVA, 2002).

⁴ Peça que tem a finalidade de armar a biqueira do calçado (SILVA, 2002).

partes apresenta grande detalhamento com muita variação entre produtos, o que torna a automação deste processo difícil e custosa.

É importante salientar que, neste processo, mais de uma pessoa atua sobre a mesma peça, sendo delegadas diferentes responsabilidades para cada detalhe (costura lateral direita, costura lateral esquerda, bico, detalhes, etc.) (CAMPOS, 1995).

Conforme Frassetto (2006), a costura é onde se encontram os estrangulamentos de produção e exige uma grande quantidade de mão-de-obra. Nesta etapa se observa a maior descontinuidade do processo produtivo, sendo empregada mão-de-obra de empresas terceirizadas ou sub-contratadas (ateliê⁵) para efetuarem algumas partes desta fase de produção.

1.1.6 Pré-fabricado

A produção do solado e das palmilhas que irão compor o calçado são etapas que ocorrem em paralelo ao corte e a costura. Dependendo da estratégia da empresa estas peças podem ser compradas “prontas” dos fornecedores apenas havendo a necessidade de uni-las ao cabedal (processo de montagem) (FENSTERSEIFER, 1995).

1.1.7 Montagem

Neste setor o cabedal é montado em uma fôrma que será unida ao solado através de diferentes formas, dependendo do sistema de construção utilizado pela empresa (colado, empalmilhado, vulcanizado, etc.). Com o solado fixado, são colocados o salto (principalmente em calçados femininos), a biqueira e a palmilha. Neste setor também ocorre a conformação, processo que dá a forma às partes do calçado (SILVA, 2002).

Uma característica da montagem é o ritmo de produção ser controlado pela velocidade da esteira que transporta o cabedal e o solado, sendo que os operários trabalham fixos ao lado da mesma, realizando uma única tarefa ou compartilhando-a. Esta é a etapa produtiva que proporciona o maior nível de automação, dependendo apenas da capacidade de investimento da empresa. “Praticamente para todas as operações de montagem já existem

⁵ Conforme Frassetto (2006) ateliê são oficinas onde trabalham poucas pessoas executando tarefas de caráter artesanal.

máquinas com controle numérico ou pelo menos com controladores lógicos programáveis...”
(FENSTERSEIFER, 1995, p.38).

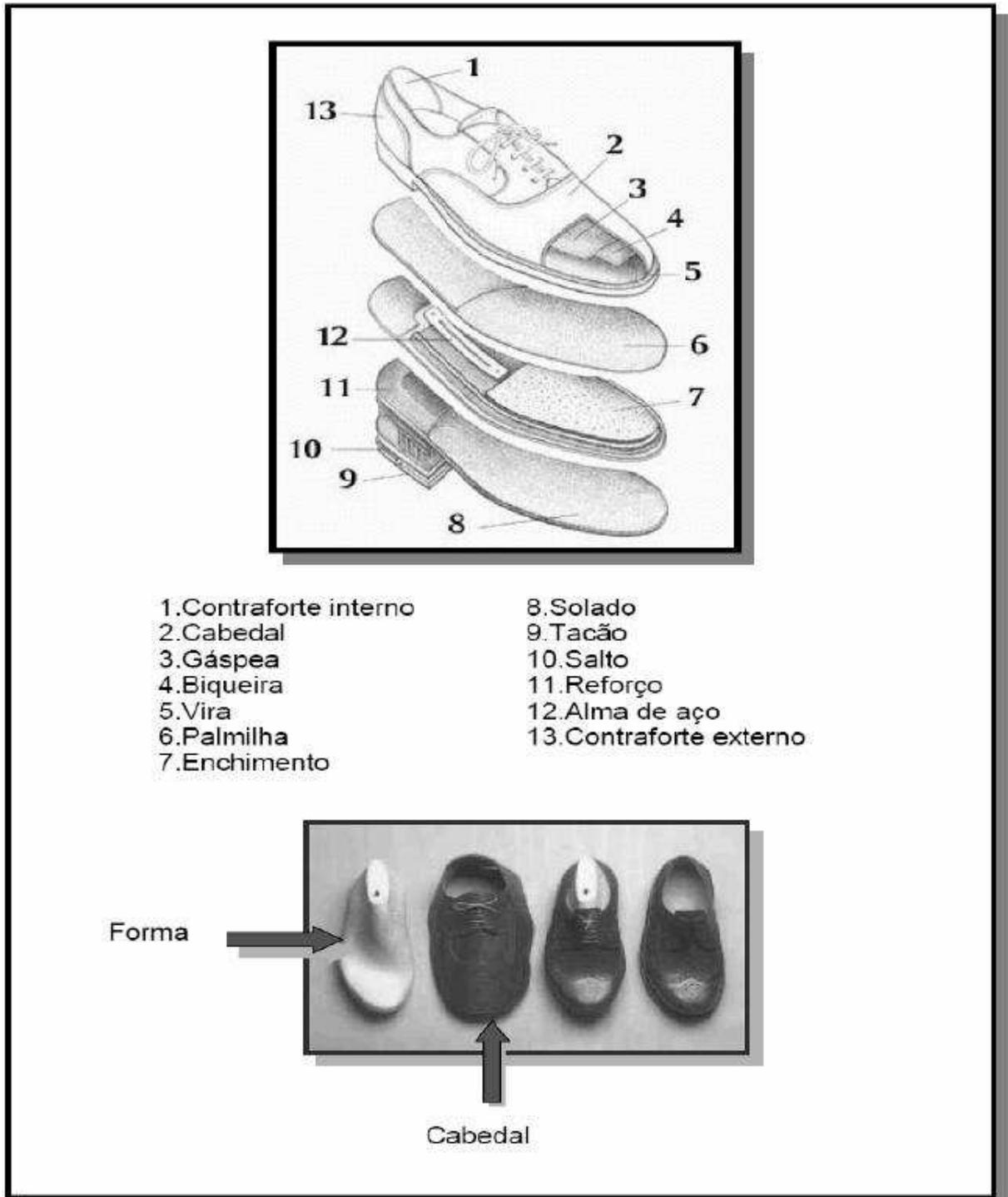


Figura 1 – Montagem e partes do calçado
Fonte: (FRASSETTO, 2006, p.39)

Conforme Fensterseifer (1995, p.38) as principais operações de montagem em um calçado são:

- Montagem da biqueira e assentamento da palmilha na fôrma;
- Montagem do bico: fixação do cabedal na parte dianteira da fôrma;
- Montagem dos lados: fixação das laterais do cabedal na fôrma;
- Montagem da base: fixação da parte traseira do calçado na fôrma.

Outros sub-operações que podem ser aplicados conforme Robinson (2007):

- Fixar a palmilha;
- Conformar contraforte;
- Aquecer couraça;
- Montar o bico;
- Montar enfranque;
- Aquecer o contraforte;
- Montar o traseiro;
- Rebater montagem e retirar sobras;
- Rebater a planta e o traseiro do calçado montado;
- Asperar (lixar) o calçado;
- Aplicar adesivo;
- Reativar o adesivo;
- Colar a sola e o cabedal;
- Prensar o calçado.

Observa-se que as diversas sub-operações empregadas na montagem apresentam como produto final o calçado pronto para o uso.

1.1.8 Acabamento

Em sua última etapa o calçado recebe os retoques finais, é encerado, sofre aplicação de etiquetas, entre outros. Geralmente é nesta etapa que acontece o controle de qualidade, através de uma verificação de todos os calçados que saem da linha (PROCHNIK, 2005). Segundo Campos (1995, p.70) “O calçado é embalado e encaixotado pronto para sua expedição e distribuição”.

1.1.9 Considerações gerais sobre o processo de produção do calçado

Conforme Frassetto (2006, p.42 a 43) nas tarefas de corte, costura e montagem os trabalhadores as realizam de forma repetitiva e racionalizadas sendo críticas a costura e a montagem por manterem caráter bastante artesanal. De modo geral, percebe-se que a indústria de calçados caracteriza-se pelo uso intensivo do trabalho manual e pela baixa complexidade tecnológica, sendo as tecnologias incorporadas e adaptadas de inovações tecnológicas originárias de outros setores da economia.

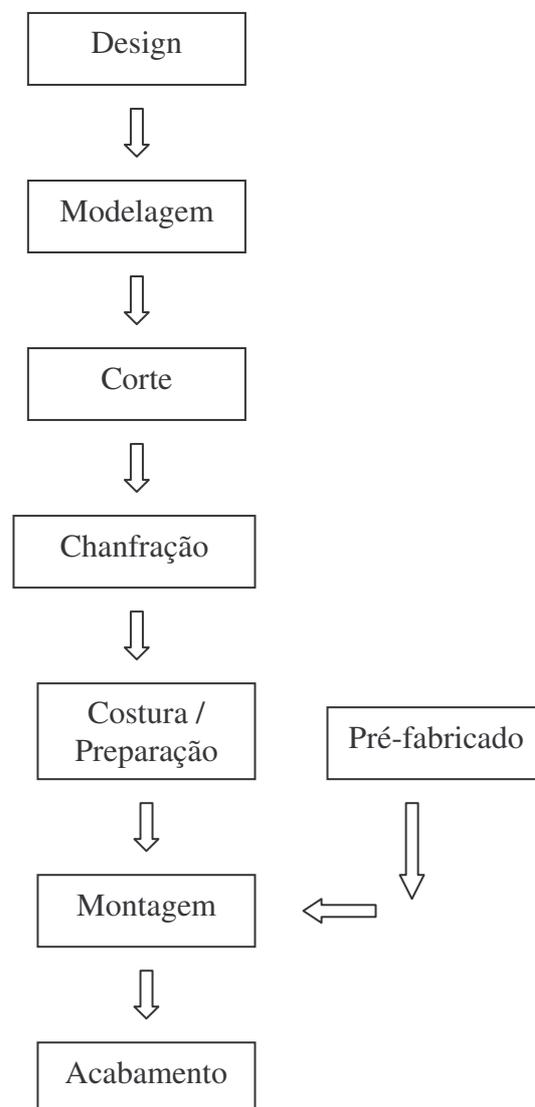


Figura 2 – Etapas da produção de calçados
Fonte: (ROBINSON, 2007)

Importante mudança que está ocorrendo é a troca das linhas de produção (processo clássico) para as células de produção. Enquanto nas linhas de produção uma esteira dita o ritmo da produção, nas células de produção o operário pode atender a mais de uma linha de produtos com menor tempo de preparo. “Esta otimização apresenta ganho significativo na produção ...” (FRASSETTO, 2006, p.77).

Em uma linha de produção as máquinas são preparadas para uma determinada operação e os operários executam uma única tarefa repetidamente. Conforme mencionado, o ritmo de produção segue a velocidade da esteira. Para lotes de produção relativamente grandes, a linha de produção apresenta vantagens, pois as paradas para ajustes de máquinas são mínimas.

Para uma célula de produção os operários que trabalham nela são capacitados a atender todos os processos da manufatura e possuem habilidade para ajustar as máquinas. Isto se torna vantajoso para lotes de produção pequenos, pois permite agilidade para atender a diferentes modelos durante um turno de trabalho.

1.2 Programação e Controle da Produção (PCP)

Para produzir com eficiência é necessário informar aos setores produtivos quais operações devem ser executadas e a quantidade necessária em cada dia produtivo para atingir os resultados almejados. A necessidade de um departamento para coordenar os setores produtivos e gerenciar os estoques de matéria prima é fundamental para que os objetivos sejam alcançados. “A programação e controle da produção consiste essencialmente em um conjunto de funções inter-relacionadas que objetivam comandar o processo produtivo e coordená-lo com os demais setores administrativos da empresa” (ZACARELLI, 1976, p.1).

Este setor deve trabalhar com um conjunto mínimo de informações que compreendem: saldo de estoque, vendas previstas, componentes necessários para os produtos finais, processo produtivo de cada componente, capacidade produtiva disponível, tempos de fabricação, etc. Estas informações podem estar dispersas em vários setores da empresa, sendo necessário agrupá-las para programar e controlar a produção. O produto resultante do PCP é a ordem de fabricação que vai informar aos setores produtivos quando, quem, onde, quanto e como fabricar o que. De certa forma a PCP é um sistema de transformação de informações.

Estas informações devem estar disponíveis a todos os setores da empresa não somente os ligados diretamente à produção, para que se tenha a visão macro de todo o processo e suas necessidades.

O PCP tem papel fundamental, pois, além de programar, deve controlar se as ordens são executadas conforme o planejado e ajustar as mesmas caso ocorram imprevistos. De forma geral pode-se dizer que as atividades de controle e comandos da produção seguem os seguintes passos:

- Estabelecer o que deve ser realizado e o quanto de recursos (tempo e material) a ser empregado;
- Coletar informações sobre o que foi realizado e o quanto de recursos foram utilizados;
- Comparar o que foi estabelecido com o que foi realizado;
- Tomar providências considerando as diferenças verificadas.

A importância do PCP para este estudo tem base no fato de que todas as coletas de dados no chão-de-fábrica serão efetuadas e analisadas por este setor. O PCP define as informações necessárias e os pontos onde as mesmas serão coletadas para que possa gerar as ordens de produção e acompanhar sua execução.

1.3 *Enterprise Resource Planning (ERP)*

Conforme Schons (2000, p17), “ERP é um termo genérico para o conjunto de atividades executadas por um *software* modular com o objetivo de auxiliar o fabricante ou o gestor de uma empresa, nas importantes fases de seu negócio”. Entre as fases podemos citar: desenvolvimento de produtos, compra de itens, manutenção de inventário, interação com fornecedores, serviços a clientes e acompanhamento de ordens de produção. Este pode incluir até mesmo módulos aplicativos para os aspectos financeiros e gestão de recursos humanos.

O ERP é definido como uma arquitetura de *software* que facilita o fluxo de informações entre todas as atividades da empresa como fabricação, logística, finanças e recursos humanos. Tipicamente se utiliza de uma base de dados relacional única otimizando a entrada de dados e apresentando maior velocidade nas consultas efetuadas.

Os Sistemas Integrados de Gestão empresarial, conhecidos pela sigla ERP, são utilizados pela maioria das empresas para solucionar problemas operacionais do dia a dia. Sua base é a gestão por processos, onde o sistema é totalmente integrado permitindo uma visão global das atividades da empresa (SCHONS, 2000, p.17).

O ERP tem suas raízes no MRP (*Material Requeriment Planning*), técnica de gestão que surgiu na década de 1970 com o objetivo de projetar as necessidades de estoque de cada material nas quantidades e prazos necessários. O MRP evoluiu agregando a manufatura ao sistema, surgindo o MRP II (*Manufacturing Resource Planning*) o qual determina a quantidade e os momentos em que são necessários os recursos da manufatura (materiais, pessoas, equipamentos etc.) objetivando o cumprimento da entrega do produto com um estoque mínimo (SCHONS, 2000).

A partir da década de 1990 foram acrescentados módulos ao MRP II para suportar a gestão de outros recursos como contas a pagar, contabilidade, recursos humanos, vendas, etc. surgindo o conceito de ERP. A tecnologia ERP tenta espelhar os processos do negócio da organização, modelando e automatizando os processos básicos de uma companhia com o objetivo de integrar as informações, eliminando as ligações caras, complexas e ineficientes entre diferentes sistemas.

Conforme Favaretto (apud BOARETTO, 2004, p.1) os investimentos em sistemas ERP não proporcionam os benefícios esperados para um grande número de empresas, pois as mesmas ignoram os dados operacionais críticos do chão-de-fábrica.



Figura 3 – Ciclo da geração de dados no chão-de-fábrica

Fonte: (BOARETTO, 2004)

Na figura 3 é exemplificada a situação atual das empresas, quanto aos dados de chão-de-fábrica segundo Boaretto (2004). Enfatizam-se a execução da manufatura e o controle da produção, o apontamento manual e a digitação dos dados.

Estas informações apontadas de forma manual não retratam a realidade do chão-de-fábrica e mesmo assim são inseridas nos sistemas gerenciais ERP gerando respostas irreais para análises em um processo de tomada de decisões. Porém, se as informações desde o chão-de-fábrica até os níveis gerenciais fossem apontadas em tempo real e compartilhadas em um mesmo sistema de gestão, este pode ser o diferencial para manter a competitividade das empresas de manufatura (FAVARETTO, apud BOARETTO, 2004).

1.4 Controle de chão-de-fábrica (SFC)

Dentre os módulos existentes em um sistema ERP (e MRP – II) o módulo Controle de Chão-de-Fábrica é a ferramenta utilizada pelo PCP para executar suas funções. Este módulo é o que mais se beneficia com o estudo realizado, uma vez que a qualidade e velocidade dos dados coletadas no chão-de-fábrica são proporcionais à qualidade das informações que este módulo irá fornecer.

O módulo de Controle de Chão-de-Fábrica é responsável por gerar e liberar as seqüências de ordens de produção, considerando o centro de produção, o período de planejamento e o controle de produção, no nível de fábrica. No MRP II clássico, é este o módulo que busca garantir que o que foi planejado será executado da forma mais fiel possível aos planos (CORREA, apud REIS, 2003).

Correa (2000, p.310) afirma que o “SFC possibilita acompanhar, rastrear e gerenciar uma ordem durante o seu curso”, quer dizer que, em termos do MRP II, as transações são assim consideradas:

- Material sendo transferido de um local de armazenagem para outro;
- Material sendo transferido de um local de armazenagem para uma ordem de produção;
- Material sendo transferido de uma ordem de produção para outra ordem de produção;

- Material sendo transferido de uma ordem de produção para um local de armazenagem;
- Baixa de material a partir de uma ordem de produção;
- Baixa de material a partir de um local de armazenagem

Conforme Reis (2003) há uma tendência de as empresas tentarem fazer seus controles de chão-de-fábrica de forma menos formalizada, para isso são utilizados os sistemas tipo *Kanban*⁶ por serem uma ferramenta mais simples e permitir decisões locais. A ordem de serviço utilizada para movimentação e produção no chão-de-fábrica é uma adaptação dos cartões *kanban* de produção e requisição.

LINHA	REFERÊNCIA	ENTREGA	LOTE	FABRICA	REMESSA	TALÃO
125	125.309	23/11/2007	7310501	07	405725	1
						QUANT
PRODUZIR		36	37	38	39	20
PARES		8	4	12	6	
PEDIDO: 220743						
Cód.	Peça	Descrição			Quant.	Unidade
3	Palm. Inst	Forro Laminado 0,7 Metal			12	m.
108	Taco	Taco TPU 108			40	un.
397	Linha	Linha de Nylon 60			3	kg.

Corte					Fab. 7
Lote	Rem.	Talão	Ref.	Pares	
7310501	405725	1	125.309	20	

Costura					Fab. 7
Lote	Rem.	Talão	Ref.	Pares	
7310501	405725	1	125.309	20	

Pré					Fab. 7
Lote	Rem.	Talão	Ref.	Pares	
7310501	405725	1	125.309	20	

Figura 4 – Modelo de ordem de produção

Fonte: do autor

Uma ordem de produção indica o roteiro pelo quais os materiais relacionados terão de passar dentro de uma linha ou célula de produção. Estes cartões apresentam códigos de barras que permitem facilitar a leitura dos mesmos nos pontos de passagem dentro da linha de produção.

⁶ Kanban é uma ferramenta utilizada para atingir as metas do *Just in Time*. “Tendo como objetivo eliminar o estoque entre os sucessivos processos produtivos, minimizar a utilização de equipamentos, instalações e empregados ociosos.” (TUBINO, 1994). *Just in Time* - “Filosofia de origem japonesa concentrada na eliminação do desperdício no processo de manufatura” (REIS, 2003, p.41).

1.4.1 Representação por Código de Barras

Como pode ser verificado até este momento, a importância de coletar informações no chão-de-fábrica de forma rápida e precisa é fundamental para a correta programação e gestão de todo o processo produtivo.

Para obter informações corretas e em tempo real, as ordens de produção apresentam códigos de barra que permitem a leitura através de leitores óticos, onde o próprio sistema se encarrega de quantificar o tempo que o lote passa no setor e as exceções são tratadas por códigos pré-estabelecidos, havendo uma margem para erros de entrada de dados muito pequena, visto que não há necessidade da digitação manual.

Como a ordem de produção é um documento interno, que não necessita ser reconhecido fora dos domínios da empresa, o código de barras normalmente é codificado como 39 (3 de 9) que apresenta as seguintes características:

- É alfanumérico representando 10 algarismos, 26 letras, 1 espaço e 7 símbolos (travessão, ponto, cifrão, barra, sinal de adição, porcentagem e asterisco).
- Sua leitura é bidirecional
- Cada caractere é formado por 9 barras, sendo 5 escuras e 4 claras, e das 9 barras, 3 são largas.
- Não há restrições à quantidade de informações a serem codificadas
- Apresenta um asterisco como caractere de *start* e *stop*



Figura 5 – Seqüência codificada com código 3 de 9
Fonte: (BARCODESINC, 2007)

No código da Figura 5 a informação “FEEVALE – 2007” está codificado no formato 3 de 9 e qualquer leitor compatível será capaz de interpretar a informação.

1.5 Métodos para coleta de dados em indústrias calçadistas

Ao acompanhar o processo produtivo de uma indústria calçadista observa-se a dificuldade em automatizar a coleta de dados por se tratar de uma área com muitos processos artesanais. Outro fator importante é a dependência da coleta de dados pelos operários da produção, fato este que pode levar a erros caso os operários não tenham a dimensão da importância destes dados.

Por motivos de esclarecimento, é comumente utilizado no chão-de-fábrica o termo apontamento para se referir à tarefa de coleta de dados. Neste trabalho se utilizarão os dois termos.

Para a coleta de dados temos dois métodos que podem ser empregados, o manual ou o semi-automatizado:

1.5.1 Coleta de dados manual

A coleta de dados manual consiste em uma ficha disposta em cada setor da produção onde os operários anotam as informações sobre as ordens de produção repassadas a este setor. Esta ficha é disponibilizada aos setores no início do turno de trabalho e recolhida no final do mesmo. Em algumas empresas a ficha é diária, ou seja, a ficha acompanha toda a jornada naquele dia. Um modelo de ficha de coleta pode ser visualizado na Figura 6.

A ficha de coleta de dados apresenta um cabeçalho com a identificação da fábrica (matriz/filial), identificação da linha de produção, data em que está sendo utilizada e, caso as coletas sejam por turnos, turno das coletas. É comum, principalmente quando se trata de células de produção, existir um campo para que a quantidade de operários do setor seja informada.

No corpo da ficha há campos para anotações do número da ordem de produção e o horário que a mesma foi disponibilizado para o setor.

No rodapé desta ficha é disponibilizado um campo para que os operários anotem as exceções⁷ que ocorram durante o período de uso da ficha.

⁷ Toda a ocorrência não planejada é uma exceção.

Fábrica: _____		Setor: _____	
Data: ____ / ____ / ____		Responsável: _____	
Qtde Funcionários: _____			
Ordem de Produção		Hora	
	:		:
	:		:
	:		:
	:		:
	:		:
	:		:
	:		:
	:		:
	:		:
	:		:
	:		:
	:		:
	:		:
	:		:
	:		:
	:		:
	:		:
Observações:			

Figura 6 – Modelo de ficha de coleta

Fonte: do autor

Estas fichas devem ser analisadas pelo PCP para que o mesmo possa gerar as próximas ordens de programação e acompanhar as ordens já em andamento. Em empresas que não possuem um sistema com módulo SFC estas fichas são avaliadas *in loco* ou seja, um funcionário do PCP analisa as fichas e toma decisões a partir destas anotações. Para as empresas que possuem um sistema com módulo SFC, é necessário digitar os dados no sistema para que este processe e gere novas ordens de serviço além de apontar as exceções.

A vantagem deste método é ser uma solução simples e necessitar de investimento relativamente baixo para implantá-lo. Como desvantagens há o tempo médio em que o PCP recebe as informações ser alto e a confiabilidade das mesmas serem questionáveis, pois os horários de recebimento e despacho das ordens de produção e as exceções ocorridas no período podem não refletir a realidade.

1.5.2 Coleta de dados semi-automatizada

Para evitar as anotações dos operários em fichas de controle, são disponibilizados em pontos chave do chão-de-fábrica, terminais que permitem aos operários efetuarem as entradas de dados diretamente no sistema.

Através deste recurso o operário informa o código do setor, número da ordem de produção e eventual exceção que o sistema se encarregará dos demais dados como data e hora. Como os dados são inseridos diretamente no sistema, o PCP acompanha em tempo real as informações do chão-de-fábrica, podendo agir de imediato caso alguma exceção mais grave ocorra.

As vantagens de implantar um método semi-automatizado estão na velocidade e na confiabilidade das informações disponibilizadas sobre os processos produtivos. Para garantir a qualidade dos dados digitados é possível programar o sistema para ler os códigos de barras, evitando que o operário digite tais informações. Como desvantagem pode-se citar o investimento necessário para implantar este método que pode ser alto dependendo da estrutura que a empresa apresenta.

1.6 Resumo

A produção de calçados caracteriza-se pelo intensivo emprego de mão-de-obra que não requer qualificação e por inúmeras operações artesanais que dificultam sua automatização.

As fases que compõem a produção do calçado são: *Design*, Modelagem, Corte, Chanfração, Costura / Preparação, Pré-fabricado, Montagem e Acabamento. Na fase de Costura há um estrangulamento de produção sendo necessária a terceirização ou sub-contratação de ateliê para efetuar parte do serviço.

A programação da produção e seu controle são efetuados pelo PCP que também toma ações quando da ocorrência de exceções no chão-de-fábrica. O PCP se utiliza de ferramentas como o ERP ou MRP II que apresentam módulos para controle de chão-de-fábrica (SFC), por sua vez, o módulo SFC é responsável pela coleta de dados, gerar ordens de serviço (adaptação dos cartões *kanban*) e controle destas ordens já emitidas.

O apontamento dos dados no chão-de-fábrica será responsável pela qualidade das informações e ações do PCP. A coleta dos dados através de métodos semi-automatizados e a leitura de códigos de barra representam uma melhora na qualidade destes dados e proporciona maior agilidade na captura das informações.

No próximo capítulo abordaremos os equipamentos utilizados para a coleta de dados semi-automatizada verificando suas características e limitações.

2 SOLUÇÕES PARA COLETA DE DADOS EM CHÃO-DE-FÁBRICA

Os sistemas ERP hoje estão presentes na maioria das empresas calçadistas e, aquelas que ainda não investiram em tais sistemas, se utilizam de outros que disponibilizam ao menos um módulo SFC para controle de chão-de-fábrica.

Partindo do pressuposto de que as empresas têm ao seu dispor uma ferramenta para a programação e controle do chão-de-fábrica e há a necessidade de apontamentos confiáveis em tempo real, serão apresentados dispositivos de coleta de dados e suas especificações.

Como há diversos fornecedores no mercado, optou-se por explorar as soluções com maior representatividade nas indústrias calçadistas do Vale do Rio dos Sinos. Quanto a identificar as empresas que utilizam determinadas soluções, optou-se por não o fazer, uma vez que nem todas autorizaram a divulgação de seus nomes.

2.1 Microcomputadores

A primeira alternativa para disponibilizar pontos de coleta de dados no chão-de-fábrica é o uso de microcomputadores que acessam diretamente o sistema utilizado pela empresa. Esta opção é utilizada desde o final da década de 1980, quando havia poucos dispositivos específicos para esta tarefa. Na atualidade, volta a ser utilizada em função do baixo custo de aquisição e pelo reaproveitamento de microcomputadores obsoletos para outros setores.

2.1.1 Características de *hardware*

O *hardware* necessário para a coleta de dados é, em grande parte, dependente do sistema gerencial utilizado pela empresa, pois são os requisitos de *hardware* para uma estação cliente do sistema que orientarão sua escolha.

Como características gerais, a maior parte dos sistemas será composta por um microcomputador, um monitor de vídeo para visualização de mensagens e dados coletados, um teclado para entrada manual de dados e um leitor de código de barras para a leitura das ordens de produção. Deve contar ainda com uma interface de rede que possibilita a comunicação com o servidor de aplicações da empresa.

Os microcomputadores para coleta de dados normalmente rodam uma única aplicação, e estes não necessitam grande poder computacional, sendo viável e indicado para situações em que a empresa não possa investir em outras tecnologias o reaproveitamento de microcomputadores obsoletos para outros setores.

Seguindo a tendência do reaproveitamento de microcomputadores, além das características do sistema gerencial empregado pela empresa, pode-se ainda utilizar a emulação de terminais (frequentemente utilizando os protocolos compatíveis com o VT 100⁸) para sistemas baseados em caracteres ou clientes de terminais como os disponíveis pelos servidores Windows⁹ (MICROSOFT, 2007) para ambientes gráficos. Estas soluções apresentam a vantagem de facilitar o gerenciamento e manutenção nos microcomputadores rodando com configurações mínimas de *hardware*, uma vez que o processamento é todo centralizado em um servidor e os microcomputadores servem apenas de terminais de acesso. Em contrapartida, esta solução necessita de servidores específicos com capacidade para prover os serviços de acesso remoto aos microcomputadores.

2.1.2 Características de infra-estrutura

Para disponibilizar um microcomputador no chão-de-fábrica, deve-se antes preparar a estrutura para que o mesmo possa ser utilizado, sendo necessários cuidados quanto à área física, rede elétrica e rede de dados que o servirão.

Por questões de *layout*, os pontos de coleta normalmente estão posicionados em locais de passagem onde o fluxo de pessoal é considerável. Para evitar quedas ou danos, o móvel empregado deve ser firme e comportar todo o microcomputador dentro de sua área para que não ocorram batidas diretas.

⁸ Protocolo utilizado por terminais de acesso que utiliza o processamento de um servidor remoto.

⁹ Microsoft Windows Server <<http://www.microsoft.com/brasil/servidores/windowsserver2003/default.msp>>

A rede elétrica existente em ambientes industriais apresenta baixa qualidade (ruído) para alimentar circuitos computacionais sendo necessária a utilização de uma linha elétrica isolada daquela que alimenta os equipamentos de produção da empresa.

O uso de estabilizadores de tensão e a instalação de um bom aterramento são fundamentais para o correto funcionamento do microcomputador. Uma alimentação com muita oscilação pode comprometer os dados e danificar fisicamente as partes que compõem o microcomputador.

Quanto à rede de dados, deve se ter o cuidado para que os cabos não passem próximos a máquinas geradoras de ruído (ex.: motores elétricos) evitando assim a interferência eletromagnética. O correto é seguir as normas da ABNT para cabeamento estruturado de redes, descritos na norma “NBR 14565 – Procedimento Básico para Elaboração de Projetos de Cabeamento de Telecomunicações para Rede Interna Estruturada” (JUNIOR, 2007).

2.1.3 Características de *software*

O *software* utilizado para a coleta de dados é uma das telas do sistema gerencial da empresa (normalmente é uma tela modificada, própria para a coleta) que possibilita a visualização pelo operador apenas das mensagens necessárias.

A necessidade de um sistema operacional é evidente em todos os casos de uso de um microcomputador para a coleta de dados. É o sistema operacional que gerenciará a comunicação entre o *hardware* e o *software* utilizado (TANENBAUM, 2000). Novamente, a escolha do sistema operacional irá depender dos requisitos do sistema gerencial utilizado pela empresa.

Quando se decide pelo uso de emulação de terminais ou clientes de terminais, são necessários *softwares* específicos que fazem a comunicação e apresentação com os servidores destes recursos. Os *softwares* mais utilizados para esta função são o Remote Desktop da Microsoft (REMOTE, 2007) para conexão com servidores de terminais e o NetTerm da Intersoft (NETTERM, 2007) para conexão com servidores que ofereçam o serviço de telnet¹⁰.

¹⁰ Protocolo cliente servidor utilizado para a comunicação entre computadores ligados em uma rede TCP (TANENBAUM, 2003).

2.1.4 Considerações sobre o uso de microcomputadores

Ao utilizar microcomputadores para a coleta de dados em chão-de-fábrica algumas observações devem ser feitas:

Ainda hoje, algumas pessoas apresentam aversão à tecnologia e, caso não tenham uma orientação adequada, pode gerar falhas propositais para que a solução não se comprove.

Nos casos em que o microcomputador apresenta problemas e precisa ser retirado para manutenção, pode-se realocar outro para a mesma função com relativa facilidade. Em contrapartida, o custo de manutenção pode ser elevado ao considerar a quantidade de paradas que o mesmo pode sofrer por estar em um ambiente de produção. Normalmente, os ambientes de produção não apresentam características apropriadas para um microcomputador, como por exemplo, ambientes com excesso de poeira e temperatura o que prejudicam o seu funcionamento.

O desenvolvimento de *software* segue os mesmos passos do sistema gerencial utilizado pela empresa, sendo necessário apenas algumas modificações de telas para que esteja em produção. Desta forma o desenvolvimento é facilitado e não envolve muitos recursos.

Um microcomputador pode ocupar um espaço físico que muitas vezes a empresa não pode dispor. O *layout* das máquinas e posições de trabalho é arranjado de tal forma que otimiza os tempos de produção, mas não prevê um equipamento para controle em sua área planejada.

O consumo de energia de um computador com monitor, conforme Torres (2001, p.1189), está na faixa de 300 VA (200 watts), isso pode variar, pois computadores modernos tendem a ser mais econômicos que modelos mais antigos (MAIOLLA, 2007). Como é comum reaproveitar microcomputadores para a coleta de dados, a tendência é que estes sejam os responsáveis por grande parte do consumo elétrico que, contabilizado, pode representar um custo elevado para a empresa.

2.2 Microterminais Colleter TED 1000 e TED 5000

A empresa Colleter Informática Ltda, fundada em 1989, com sede em São Paulo têm como meta oferecer produtos e serviços para o segmento de automação, especificamente para

sistemas automáticos de captura de dados, através da leitura de código de barras e coletores *on-line* interligados e gerenciados por microcomputadores.

A empresa possui área de desenvolvimento de produtos, o que a torna apta a desenvolver projetos conforme as necessidades de seus clientes. Conforme a página da empresa na internet (COLLETER, 2007), a mesma possui mais de 20.000 pontos de automação.

A linha de produtos TED 1000 / TED 5000 surgiu da “... necessidade de leitura de código de barras em pontos espalhados em uma planta industrial ou comercial... com os dados convergindo para um banco de dados central.” (COLLETER, 2007).

2.2.1 Características de *hardware*

A peça central dos microterminais TED 1000 / TED 5000 é um processador Motorola GP que trabalha com frequência de 19,66 MHz e é complementado por uma memória *Flash* de 18kB utilizada para programas internos além de 128kB (expansíveis a 380kB) para o armazenamento de dados coletados quando em modo *off-line*¹¹. A memória é alimentada por uma bateria interna recarregável de NiMH (níquel metal hidreto) que mantém os dados mesmo que o microterminal esteja sem alimentação elétrica.

A diferença entre os modelos de microterminais é que o TED 1000 apresenta uma tela de cristal líquido para a visualização de mensagens que possibilita a leitura em 2 linhas com 16 caracteres em cada linha além de ter um teclado com 16 teclas (caracteres numéricos e 5 teclas de função além do ponto). Enquanto que o TED 5000 apresenta uma tela de cristal líquido de 2 linhas com 40 caracteres por linha e um teclado de 42 teclas (teclas alfanuméricas mais teclas de funções).

¹¹ O modo *off-line* se refere a operação do microterminal sem a necessidade de comunicação em rede. O microterminal trabalha de forma independente com o *software* operacional carregado em memória.



Figura 7 – Microterminais TED 1000
Fonte: (COLLETER, 2007)

Para que os dados coletados sejam enviados para o sistema gerencial da empresa, é necessário que os microterminais estejam conectados a um microcomputador que terá a função de gerenciá-los. A comunicação entre o microcomputador gerenciador e os microterminais pode ocorrer através das seguintes opções:

- Uma interface serial padrão RS232C para COM1 ou COM2, comunicação direta com computadores;
- Uma interface serial padrão RS485¹² bidirecional;
- Opcionalmente oferece interface TCP/IP para rede *ethernet*¹³ (TED 1010) ou interface para comunicação via Rádio Frequência *Wi-Fi*¹⁴ (TED 1020).

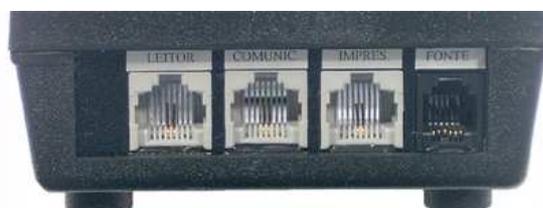


Figura 8 – Vista traseira do TED 1000
Fonte: (COLLETER, 2007)

¹² Permite a interligação através de cabo telefônico ou par trançado.

¹³ Também conhecido como *IEEE 802.3* determina o formato da rede local e as especificações para esta. A *ethernet* existe a mais de 20 anos e é considerado simples, confiável e flexível. (TANENBAUM, 2003)

¹⁴ Também conhecido como *IEEE 802.11* determina o formato de rede local operando por radiofrequência (não utiliza cabeamento) (TANENBAUM, 2003)

Para a conexão de periféricos, os microterminais apresentam uma porta com interface *wedge*¹⁵ (teclado) que possibilita a conexão de leitores externos para código de barras como canetas, laser e CCD. Possui ainda uma interface para *slot reader* incorporada ao gabinete que permite a leitura de cartões magnéticos e cartões com código de barras. Em ambas as interfaces pode-se realizar a decodificação dos principais padrões de códigos de barras: *code 39*, *code 39 full ASCII*, UPC, EAN, Codabar, 2 de 5 entrelaçado, 2 de 5 industrial e *code 128*. Possui ainda uma porta serial para a comunicação com impressoras ou balanças eletrônicas, caso seja necessário.

Além da sinalização pela tela de cristal líquido, o microterminal apresenta um indicador luminoso (LED) e um indicador audível tipo “*beep*”.

Opcionalmente é possível instalar uma bateria de NiMH que garante uma autonomia de até 12 horas de funcionamento para o microterminal, quando este não apresenta alimentação através de energia elétrica.

2.2.2 Características de infra-estrutura

Para a conexão dos microterminais em rede é utilizado um controlador multiseriial com programação própria e capacidade de gerenciar até 16 microterminais. Este controlador é denominado *hub* pelo fabricante. O *hub* deve estar conectado através de uma porta serial a um microcomputador que o gerenciará, podendo ser empregados até quatro *hub*'s por microcomputador. Este microcomputador ainda poderá gerenciar até 64 microterminais e assim efetuar a troca de informações destes com o sistema gerencial da empresa.

É importante lembrar que os microcomputadores atuais possuem apenas uma porta serial, sendo necessária a aquisição de placas multiseriais para expandir esta capacidade.

A instalação dos microterminais é facilitada, pois não há necessidade de configuração específica, o *hub* se encarregará de gerencia-los. A conexão entre os microterminais e o *hub* ocorre através de uma interface serial padrão RS485 de comunicação bidirecional. Já a comunicação entre o *hub* e o microcomputador ocorre através de uma interface serial RS232C.

¹⁵ Protocolo que emula a interface de teclado.

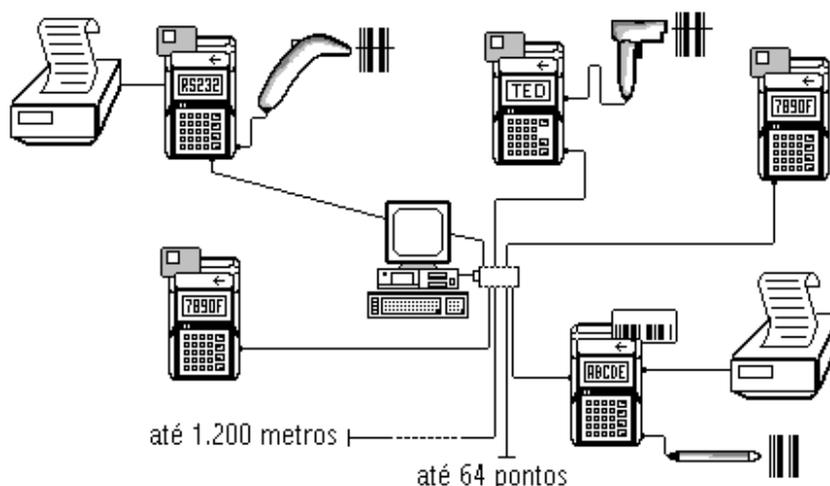


Figura 9 – Topologia de rede utilizada pela Colleter
Fonte: (COLLETER, 2007)

Cada microterminal pode ser instalado a até 1200 metros de distância do *hub*. Deve-se considerar que o comprimento máximo do cabo de comunicação não exceda 1500 metros. A interligação pode ser feita através de cabo telefônico ou cabo de rede *ethernet* (par trançado). Estes cabos podem ser instalados em conduítes junto a cabos de energia e comunicações, mas afastados de fontes geradoras de ruído (como motores elétricos).

Para redes *ethernet* e *Wi-Fi* são suportados um máximo de 16 terminais na rede. Isso ocorre pois o sistema de gerenciamento dos microterminais emula a comunicação de portas seriais sobre o TCP/IP. Esta limitação ocorre para simplificar o desenvolvimento do *software* uma vez que este se utiliza das mesmas bibliotecas de acesso aos microterminais que aquelas utilizadas na versão com comunicação serial.

2.2.3 Características de *software*

Para aplicações *off-line* (onde o microterminal não precisa estar conectado a um microcomputador gerenciador) é oferecido um “gerador de aplicações” que permite desenvolver de forma simplificada instruções para que o microterminal trabalhe sem estar conectado em uma rede. Esta aplicação fica residente na memória do microterminal e as informações coletadas são armazenadas na mesma.

Para aplicações *on-line* (onde o microterminal precisa estar conectado a um microcomputador gerenciador) são fornecidas bibliotecas com funções de alto nível para várias linguagens de programação, podendo ser facilmente integrado a sistemas desenvolvidos em Clipper, C, Visual Basic e Delphi. Estas bibliotecas contam com inúmeras funções

comportamentais de operações prontas, para facilitar a adaptação ao sistema. Exemplos de funções oferecidas pelas bibliotecas são:

- Parâmetros de comunicação;
- Parâmetros de comportamento;
- Recepção de dados coletados (teclado e leitor)
- Envio de mensagens ao *display*
- Envio de texto à impressora do terminal
- Envio de sinalização sonora (*beep*) e *led's*
- Captura de dados de balança digital
- Envio / recepção de sinais digitais

Para exemplificar o uso das funções encontradas nas bibliotecas, abaixo segue seqüências de código desenvolvidos em Delphi que se utiliza da biblioteca *tedhub32.dll* para comunicar com o *hub* e este interagir com os microterminais.

O primeiro passo a executar é declarar as funções externas, informando à biblioteca. Depois de declaradas, estas funções da biblioteca *tedhub32.dll* podem ser utilizadas no programa.

```
implementation
{$R *.DFM}
function setncan ( ncan :integer):integer; external 'tedhub32.dll'
function getcnt ( var dado:shortstring ; var canal:integer ; conj : integer ): integer;
external 'tedhub32.dll'
function envtmsg ( cnj,can :integer ; da : shortstring ):integer; external 'tedhub32.dll'
function envtmp ( cnj,can :integer ; da : shortstring ):integer; external 'tedhub32.dll'
function envbeep ( cnj,can,n :integer ):integer; external 'tedhub32.dll'
function envldig ( cnj,can :integer ):integer; external 'tedhub32.dll'
function envddig ( cnj,can :integer ):integer; external 'tedhub32.dll'
function envdelay ( cnj,can,n :integer ):integer; external 'tedhub32.dll'
```

A *procedure* a seguir permite enviar uma mensagem para o canal de número 4 (podemos acessar qualquer dos 16 canais existentes do *hub*) através da função “*envtmsg*” e emite um aviso sonoro através da função “*envbeep*”. Caso o envio de mensagem para o microterminal resulte em 0 (zero) significa que não há microterminal conectado ao canal.

```

procedure TForm1.Canal4Click(Sender: TObject);
begin
canal:=4;
str (canal,scanal );
da:='teste';
x:=envtmsg ( 0,canal,form1.edit1.text);
envbeep (0,canal,3);
STR(X,DADO);
form1.edit2.text :='Envtmsg retornou '+DADO;
if (x=0) then form1.edit3.text:= 'NAO EXISTE TED LIGADO NO CANAL '+scanal+'
!!!' else form1.edit3.text:='Dado recebido pelo TED 1000'
end;

```

O código a seguir possibilita enviar uma mensagem para o canal zero (0) e esta será alterada após intervalos de tempo controlados pela função “envdelay”. Antes do envio das mensagens é emitido um aviso sonoro e, caso não existir microterminal conectado no canal, esta informação será indicada na tela do microcomputador gerenciador.

```

procedure TForm1.Button4Click(Sender: TObject);
begin
canal:=0;
str (canal,scanal );
da:='teste';
envbeep (0,canal,3);
x:=envtmsg ( 0,canal,form1.edit1.text);
{x:=envdelay (0,canal,10);
x:=envtmsg ( 0,canal,'teste1');
x:=envdelay (0,canal,10);
x:=envtmsg ( 0,canal,'teste2');}
STR(X,DADO);
form1.edit2.text :='Envtmsg retornou '+DADO;
if (x=0) then form1.edit3.text:= 'NAO EXISTE TED LIGADO NO CANAL '+scanal+'
!!!' else form1.edit3.text:='Dado recebido pelo TED 1000'
end;

```

Através da função “setncan” configura-se o sistema para reconhecer *hub* de 8 ou 16 portas, e até mesmo desabilita-lo. Como regra nunca se deve informar mais canais do que um *hub* possua fisicamente. Abaixo segue as *procedures* para ativar os 16 canais do *hub*, desativar o *hub* e habilitar apenas 8 canais. Com os canais habilitados o *hub* está apto a varrê-los automaticamente em busca de dados.

```

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
setncan(16);
end;

```

```
procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);  
begin  
  setncan(0);  
  form1.edit5.text := 'HUB DESATIVADO';  
end;
```

```
procedure TForm1.Button7Click(Sender: TObject);  
begin  
  setncan(8);  
  form1.edit5.text := 'HUB 8 vias ativado';  
end;
```

Por padrão, e quando não especificado, a função “setncan” recebe o valor 8 (*hub* de 8 canais).

2.2.4 Considerações sobre os microterminais Colleter

Os microterminais da Colleter apresentam características que os tornam interessantes para a coleta de dados em chão-de-fábrica como:

- Baixo consumo de energia;
- Rede de comunicação simplificada embora sua topologia em estrela obrigue a utilizar um par de comunicação específico para cada microterminal;
- Facilidade de programação;
- Poucas paradas para manutenção;
- Distância entre microterminal e *hub* indicada para grandes áreas.

Mas alguns detalhes devem ser considerados quando estes microterminais forem empregados em projetos:

Para aplicações *on-line* pode-se ter os microterminais configurados para uma única aplicação (a que o microcomputador gerenciador disponibiliza). Porém, para mais de uma aplicação será necessário disponibilizar outros microcomputadores e *hub*'s para cada uma.

Embora a rede de comunicações seja simplificada, alguns pontos (principalmente com maior distância do microcomputador gerenciador) podem sofrer interferência na comunicação e acabar corrompendo os dados.

2.3 Microterminais Passo TR 100 e TR 300

A Passo Automação é uma empresa que iniciou suas atividades no ano de 1990, localizada na cidade de Canoas no estado do Rio Grande do Sul. Tem como objetivo desenvolver soluções voltadas para a automação comercial e industrial. A empresa possui equipe de desenvolvimento para atender as necessidades específicas de cada cliente.

Entre a linha de produtos oferecida pela empresa, os microterminais TR 100 e TR 300 apresentam as características necessárias para a coleta de dados em chão-de-fábrica, sendo empregados por diversas empresas calçadistas.

2.3.1 Características de *hardware*

As características de *hardware* dos microterminais Passo não são informadas pela empresa. Ao explorar a arquitetura interna de um TR 100 verifica-se que o microcontrolador empregado é fabricado pela Siemens, mas sua codificação é “raspada” a fim de evitar sua correta identificação. A quantidade de memória disponível nos microterminais se limita a 32kB o que é suficiente para o modo de operação do mesmo (será visto mais adiante).

Os microterminais TR 100 apresentam visor de cristal líquido de 2 linhas por 16 caracteres em cada linha e contam com um teclado simplificado de 16 teclas. Já o TR 300 apresenta visor de cristal líquido de 2 linhas por 40 caracteres em cada linha e seu teclado é composto por 44 teclas. O TR 100 apresenta recursos como leitor de cartões *smart card* e iluminação própria, características estas que são opcionais no TR 300.

Para comunicação com periféricos, os microterminais apresentam portas seriais para conexão com impressoras, balanças digitais, leitores de código de barras wand e wedge. O padrão do leitor de código de barras depende da BIOS¹⁶ utilizada. Se, após a aquisição do microterminal, a empresa utilizar um leitor diferente daquele especificado pela BIOS, será necessária a intervenção do fabricante para a reprogramação do microterminal.

Para os terminais padrão wand são reconhecidos os códigos 2 de 5 intercalado e o 3 de 9, enquanto que para o padrão wedge podem ser lidas as codificações EAN13, 3 de 9, code 128 e todos os demais códigos existentes.

¹⁶ *Basic Input Output Sistem* – é a programação de fábrica que controla os recursos do microterminal.

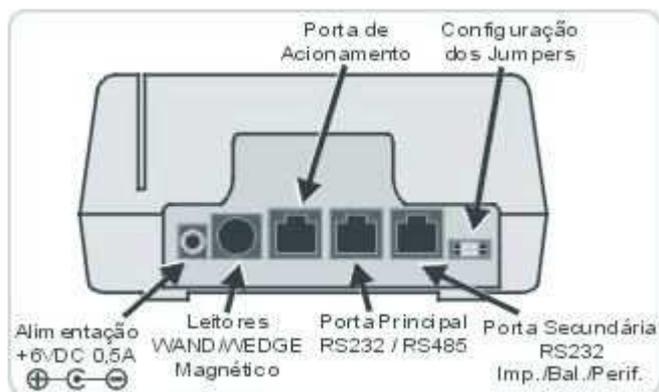


Figura 10 – Vista traseira do TR 100

Fonte: (PASSO)

Para comunicação com rede de dados, os microterminais da Passo apresentam uma porta configurável para os protocolos RS232C e RS485. A porta RS232C é utilizada para a comunicação direta entre o microcomputador e o microterminal. Já a porta RS485 permite ligar uma rede de até 32 microterminais a uma porta RS232C (é necessário um conversor de protocolos entre a rede e a porta serial) de um microcomputador que gerenciará os microterminais.

Como as portas possuem funcionalidades programáveis, o microterminal apresenta um jogo com 4 microchaves que permitem selecionar os modos de operação.

Quadro 1 – Funções das microchaves do TR 100

J1 --> Posição	Presente	Ausente
1	Não deve ser utilizado	
2	UACLIP	VT-100
3	RS-485	
4	RS-232C	
As posições 3 e 4 não podem estar presentes simultaneamente		

Fonte: (PASSO)

Através da microchave 2 define-se a operação do microterminal para emular um terminal VT-100 ou interpretar a programação desenvolvida em UACLIP e, via microchaves 3 e 4, configura-se a porta de comunicação para operar com os protocolos RS-485 ou RS-232C.

2.3.2 Características de infra-estrutura

Os microterminais apresentam consumo menor que 10 watts e utilizam alimentação a partir de uma tomada bipolar (apresenta fase e neutro sem a necessidade de aterramento

físico) que pode derivar das linhas de alimentação existentes no chão-de-fábrica (desde que não haja excesso de ruído).

A topologia empregada para a rede de comunicação é o barramento¹⁷ que consiste da comunicação bidirecional de todos os microterminais em um mesmo meio físico.

O protocolo utilizado é o RS485 e este permite que o barramento atinja uma distância de até 1.200 metros utilizando um par de fios (o mesmo empregado para linhas telefônicas). Todos os microterminais são conectados a este barramento sendo necessário verificar a polaridade da conexão, pois se o microterminal não estiver conectado aos pólos corretos não haverá comunicação.

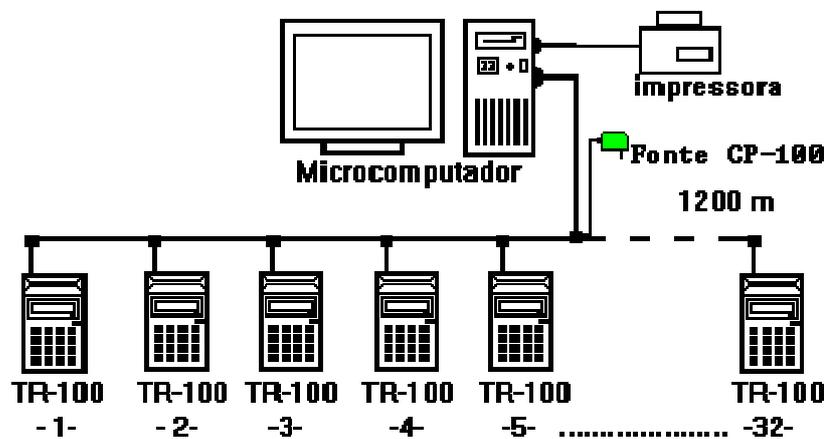


Figura 11 – Topologia de rede utilizada pela Passo
Fonte: (PASSO)

Em paralelo ao par de fios, o fabricante aconselha a utilização de um terceiro para conectar todos os microterminais. Este fio é responsável pelo aterramento lógico que evita erros na transmissão de dados da rede e instabilidades elétricas na conexão dos microterminais.

Como mencionado anteriormente, é necessário um conversor de protocolos para conectar a rede de microterminais ao microcomputador gerenciador. Isso se faz necessário, pois a rede de microterminais se comunica através do protocolo RS485 que é interligado ao microcomputador através de uma porta com protocolo RS232C.

¹⁷ Conforme SOARES (1995) na topologia em barra todas as estações estão interligadas pelo mesmo meio de transmissão.

Antes de cada microterminal ser instalado na rede é preciso configurar seu número de série no aplicativo gerenciador (CF100.exe), pois é através do mesmo que o microcomputador gerenciador identifica cada terminal na rede. Para cada computador gerenciador pode-se configurar até 32 microterminais em uma rede.

2.3.3 Características de *software*

Para a programação e gerenciamento dos microterminais é disponibilizado um pacote de *softwares* que incluem:

- PC100C.EXE – permite ler as informações dos microterminais e salvar as mesmas em arquivos DBF, ASCII e índices NTX;
- WPC100C.EXE - permite ler as informações dos microterminais e salvar as mesmas em arquivos DBF, ASCII e índices NTX em ambiente Windows;
- PC100D.EXE - permite ler as informações dos microterminais e salvar as mesmas em arquivos DBF, ASCII e índices NDX.
- PC100G.EXE – permite ler as informações dos microterminais e salvar as mesmas em arquivos ASCII;
- CF100.EXE – permite configurar uma rede com até 32 microterminais em uma porta serial do microcomputador;
- UACLIP.EXE – gerador de aplicativos para os microterminais.

A programação dos microterminais é desenvolvida através da linguagem UACLIP que apresenta sintaxe semelhante à empregada pela linguagem Clipper.

Os *softwares* PC100C, PC100D, PC100G e o WPC100C são programas residentes no microcomputador gerenciador que acessam seqüencialmente os microterminais na rede, capturando as informações e inserindo-as em uma base de dados própria.

Para o desenvolvimento em ambiente Windows, é fornecida a biblioteca CA100.dll. Esta biblioteca permite que os programas acessem diretamente os microterminais sem a necessidade de uso dos aplicativos fornecidos pelo fabricante (PC100C, PC100D, PC100G e

o WPC100C) para a leitura dos mesmos. Esta biblioteca contém funções simplificadas que facilitam a integração com o *software* gerencial da empresa.

Para exemplificar o uso da biblioteca CA100.dll e a linguagem UACLIP, abaixo segue parte do código desenvolvido em Delphi que tem a função de ler as informações dos microterminais e enviar uma resposta para os mesmos de acordo com as informações recebidas. Outra função deste código é informar a ocorrência de erros na rede dos microterminais.

Para que as funções existentes na biblioteca CA100.dll possam ser acessadas pelo programa é necessário declará-las.

implementation

```
{ $R *.DFM }
function StartCom : Longo; stdcall; external 'ca100.dll';
function EndCom : Longo; stdcall; external 'ca100.dll';
function CommError : byte; stdcall; external 'ca100.dll';
function NTerm : Longo; stdcall; external 'ca100.dll';
function SendToTerm( NumTerm : Curto; Txdados : string ) : Longo; stdcall; external
'ca100.dll';
function ReadFromTerm( NumTerm : Curto; Txdados : Tbuffer ) : Longo; stdcall;
external 'ca100.dll';
function Suspende : Longo; stdcall; external 'ca100.dll';
function Ativa : Longo; stdcall; external 'ca100.dll';
```

A *procedure* “TrataErroDeCom” encerra a comunicação da porta de comunicação (interface serial do microcomputador) através da função “EndCom()” e abre novamente a comunicação através da função “StartCom()” para o acesso aos microterminais. Caso alguma das funções anteriores retorne erro, este é apresentado através de uma caixa de mensagens.

```
procedure TrataErroDeCom(Erro: byte);
begin
  Form1.lblErros.Caption:=IntToStr(StrToInt(Form1.lblErros.Caption)+1);
  Form1.Timer1.Enabled := FALSE;
  Form1.a := EndCom();
  Form1.a := StartCom();
  if Form1.a<>0 Then
  begin
    case Form1.a of
      2: Application.MessageBox('Erro 2 ao abrir porta de comunicação: ' +
        ' Porta não encontrada','Pca100.exe',MB_OK);
      5: Application.MessageBox('Erro 5 ao abrir porta de comunicação: ' +
```

```

        'Porta ocupada.'+Chr(13)+Chr(10)+'Verifique se outra aplicação não está utilizando
a porta.',
        'Pca100.exe',MB_OK);
    end;
    Form1.Close;
end;
Form1.Timer1.Enabled := TRUE;
end;

```

O código a seguir faz a leitura de uma mensagem em um microterminal selecionado, exibindo a mensagem na janela e a armazena em um registro:

```

procedure BotaoClique(ind: Integer);
var
    i: integer;
begin
    Form1.GroupBox1.Caption := 'Mensagem recebida do terminal N°' + IntToStr(ind);
    Form1.TerminalMostrado := ind;
    form1.EdtRecebido.Text:=Form1.BufferDeEntrada[ind-1];
end;

```

A *procedure* a seguir verifica se a porta de comunicação está disponível enviando uma mensagem caso esta não esteja acessível. Após, é consultado cada microterminal da rede e capturado os dados. Caso estes tenham dados armazenados, estes serão enviados para uma caixa de textos na tela:

```

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
var
    nt : curto;
    dados: String;
    Tdados:Tbuffer;
    ErroDeComunicacao: byte;
begin
    ErroDeComunicacao := CommError();
    if ErroDeComunicacao <> 0 Then TrataErroDeCom(ErroDeComunicacao);
    For nt := 0 To NroTerm Do
        Begin
            dados:="";
            a := ReadFromTerm(nt, Tdados);
            if a > 0 Then
                Begin
                    dados := LeString( Tdados);
                    BufferDeEntrada[nt] := dados;
                    if((TerminalMostrado - 1) = nt) Then
                        begin
                            EdtRecebido.Text:= BufferDeEntrada[nt];
                        end;
                end;
        end;

```

```

    BufferDeSaida[nt]:=ValidaCartao(BufferDeEntrada[nt]);
    a := SendToTerm( nt, BufferDeSaida[nt]);
  End;
End;
end;

```

Ao finalizar a aplicação é encerrado o acesso à porta de comunicação, liberando seu uso para outros programas:

```

procedure TForm1.FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
begin
  a:=EndCom();
end;

```

Para que o código gerado acima comunique com os microterminais é necessário carregar os microterminais com a aplicação desenvolvida em UACLIP que segue abaixo. Esta aplicação aguarda a passagem de um cartão ou a entrada via teclado de um código para enviá-la ao microcomputador gerenciador, aguardando uma resposta que será apresentada na tela de cristal líquido.

O programa para o microterminal inicializa exibindo uma mensagem nas duas linhas do *display*. Após um tempo programado, exhibe o dia e a hora para depois enviar uma mensagem solicitando a leitura de um cartão. Quando este for lido, os dados são enviados para o microcomputador que retorna uma resposta a ser exibida no visor de cristal líquido.

```

handle = 0
nrobytes = 0
hora = SPACE(8)
data = DATE()
dia = space(10)
dia = dtoc(data)
@ 1,1 SAY " Programa para "
@ 2,1 SAY " Testes da DLL "
DO delay
DO limpa
hora = TIME()
@ 1,4 SAY dia
@ 2,4 SAY hora
DO delay
SET CURSOR ON
t = .T.
DO WHILE t =.T.
  cartao = SPACE(12)
  @ 1,1 SAY "PASSE O CARTAO: "
  @ 2,1 SAY ">          "

```

```

@ 2,2 GET cartao

IF cartao = "      "
  LOOP
ENDIF
DO ENVDADOS
DO RECRESP
ENDDO
QUIT

```

A *procedure* "RECRESP" recebe uma resposta do microcomputador gerenciador e exibe mensagem no visor de acordo com a mesma:

```

PROCEDURE RECRESP

blidos = 0
resposta = space(250)
i = 0

@ 1,1 SAY " Favor Esperar "
@ 2,1 SAY " Resposta... "

FOR i =0 TO 50
  blidos = FREAD(handle,resposta, nrobytes)
  i = i + 1
  @ 2,1 say i
  IF blidos > 0
    EXIT
  ENDIF
NEXT
IF blidos > 0
  DO limpa
  IF RESPOSTA = "LIBERADA"
    @ 1,1 SAY " ACESSO "
    @ 2,1 SAY " AUTORIZADO! "
  ELSE
    @ 1,1 SAY RESPOSTA
  ENDIF
ELSE
  @ 1,1 SAY "NAO FOI RECEBIDA"
  @ 2,1 SAY " RESPOSTA! "
ENDIF
do delay
do delay
RETURN

```

A *procedure* abaixo envia os dados lidos para o microcomputador gerenciador:

```

PROCEDURE ENVDADOS

```

```
dado = space(20)
dado = cartao
FWRITE(handle, dado,0)
RETURN
```

Os microterminais Passo podem, ainda, operar como terminais emulando o protocolo VT-100. Para tanto, é necessário que a rede dos microterminais esteja conectada a um microcomputador que disponibilize o serviço de acesso telnet.

Esta opção se torna interessante para empresas que possuem sistemas baseados em caractere, pois permite que seja desenvolvida a coleta das informações diretamente do sistema sem a necessidade de desenvolver uma aplicação para o microterminal.

2.3.4 Considerações sobre os microterminais Passo

Os microterminais da Passo são por definição da própria empresa equipamentos *on-line*, ou seja, necessitam estar conectados a uma rede para que operem. Todos os dados capturados pelos microterminais são enviados diretamente para o microcomputador gerenciador. Assim não há a necessidade de mais memória do que os 32kB disponíveis por microterminal.

A topologia de rede utilizada apresenta um baixo custo para ser instalada, o que pode justificar o investimento para pequenas e médias empresas, mas os requisitos do fabricante, como o uso de terra lógico na rede e a polarização nas conexões, devem ser seguidos para a estabilidade das comunicações.

Caso ocorra alguma instabilidade na rede de comunicação, todos os microterminais tendem a ficar inoperantes. Outra desvantagem é a dificuldade de renovação de equipamentos pela impossibilidade de configurar o microterminal a fim de aceitar conexões de outros leitores já existentes no mercado. Por exemplo, caso se opte por outro protocolo de comunicação entre leitor e microterminal, será necessária a intervenção do fabricante para reprogramar a BIOS.

Quanto ao desenvolvimento de *software* verifica-se a necessidade de desenvolver um aplicativo para o microterminal e outro para o microcomputador gerenciador para que estes interajam. Esta forma de desenvolvimento é adequada para terminais que operem de maneira *off-line*, onde os microterminais e o microcomputador gerenciador não realizam

constantemente troca de informações. Para o caso onde a troca de informações é constante como nos microterminais TR 100 e TR 300, o desenvolvimento de uma única aplicação pode ser mais produtiva e facilitar futuras manutenções no sistema.

2.4 Resumo

Entre as soluções encontradas para a coleta de dados em chão-de-fábrica pode-se citar as que empregam microcomputadores para a entrada de dados e as que empregam microterminais.

O uso de microcomputadores para a coleta de dados é uma opção interessante quando a empresa tem poucos recursos para a implementação de um projeto e/ou deseja aproveitar microcomputadores obsoletos para outras funções. O custo para o desenvolvimento de *software* é relativamente baixo, pois há a necessidade apenas de adequar uma janela do sistema para a entrada de dados. O consumo elevado de energia elétrica e o ambiente agressivo encontrado no chão-de-fábrica devem ser analisados antes de sua implantação.

Os microterminais empregados para coleta de dados em empresas calçadistas tem como principais fornecedores a Colleter e a Passo. Estas empresas apresentam equipamentos com funcionalidades semelhantes, mas também com diferenças significativas na forma como implementam a rede de comunicação dos microterminais e na forma de desenvolvimento das aplicações o que os tornam incompatíveis. Os microterminais possuem baixo consumo de energia e sua construção é adequada ao ambiente agressivo encontrado em uma linha de produção.

Relacionar as características básicas que um microterminal deve oferecer para a operação na coleta de dados em chão-de-fábrica é o assunto abordado no próximo capítulo.

3 CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS EM MICROTERMINAIS PARA CHÃO-DE-FÁBRICA

O ambiente do chão-de-fábrica de uma empresa calçadista pode ser considerado agressivo para o uso de equipamentos de informática por conterem elementos como temperatura elevada, concentração de poeira, ruído eletromagnético e elétrico. Todos estes elementos, atuando isoladamente ou em conjunto, podem ocasionar desde a perda de dados até danos irreversíveis a um *hardware* que não esteja preparado para estas condições.

A produção de calçados conta com operários com pouca qualificação fato este que pode dificultar quando os mesmos tenham que efetuar operações de controle com equipamentos mais sofisticados. O ideal para a coleta de dados no chão-de-fábrica é o emprego de equipamentos simples e de fácil uso que permitem a leitura de códigos pré-estabelecidos sem a necessidade de digitação de dados.

A integração dos microterminais com o sistema gerencial da empresa é primordial para o acompanhamento das operações de produção. A possibilidade de alterar as rotinas dos microterminais sem a intervenção do fabricante permite a otimização das funções de acordo com as necessidades dos processos internos da empresa de forma facilitada, rápida e com baixo custo.

Garantir o investimento através da possibilidade de crescimento do parque de microterminais instalados, com a opção de fornecedores que apresentem produtos compatíveis tanto em topologia de rede como em desenvolvimento de aplicações é ponto chave para a aprovação de um projeto nesta área.

A seguir serão expostas as principais características de um microterminal para que o mesmo atenda as necessidades da coleta de dados no chão-de-fábrica. Estas características

foram definidas pelo autor através de observações do ambiente de chão-de-fábrica e do estudo realizado até o presente momento.

3.1 *Hardware*

Para suportar as condições encontradas no ambiente de produção de uma empresa calçadista, o microterminal deve apresentar resistência a pequenas quedas acidentais, a temperatura e a poeira comumente encontradas neste ambiente. Equipamentos fabricados em plástico ABS e selados apresentam boa imunidade a quedas e à entrada de poeira no circuito lógico do mesmo. Quanto a problemas térmicos, o emprego de microcontroladores eficientes possibilita que o equipamento não se aqueça em demasia e nem sofra ações por altas temperaturas do ambiente externo.

O modo como o equipamento interage com o operador é vital para que este execute os procedimentos corretos. Em caso de exceções ou erros apontados pelo sistema gerencial da empresa o uso de um visor possibilita a leitura de mensagens curtas e informativas a fim de solucioná-los.

Outro recurso de sinalização que permite agilizar a entrada de dados são os avisos através de sinais sonoros. Este recurso pode ser empregado para emitir sinais pré-estabelecidos que identifiquem determinadas mensagens do visor. Neste caso o operador não necessita estar constantemente interagindo com o visor e somente o faz quando o sinal for emitido.

Como a principal função do microterminal será a leitura de código de barras e o envio de dados ao sistema gerencial da empresa, o microterminal deve necessariamente contar com uma porta de comunicação que possibilite a conexão de um leitor de código de barras. No mercado são encontrados leitores que utilizam os protocolos wedge (teclado), serial e USB, porém o equipamento escolhido deverá ser compatível com o maior número de protocolos possíveis.

Nos casos em que a leitura de códigos não é possível, faz-se necessário uma forma auxiliar para a entrada de dados. Para tanto, o equipamento deve apresentar um teclado simplificado que possibilite a digitação dos códigos.

3.2 Infra-estrutura

Os cuidados necessários com a infra-estrutura se resumem à qualidade da energia elétrica e da rede de comunicação disponíveis para os microterminais.

Equipamentos que apresentem baixo consumo de energia e uma alimentação elétrica simplificada são os ideais para o uso em chão-de-fábrica. Quando se fala em alimentação elétrica simplificada, pressupõe-se que o dispositivo irá utilizar uma tomada bipolar (fase e neutro) sem a necessidade de fio terra. O uso de fonte chaveada pelo microterminal é a solução mais indicada por apresentar recursos de imunidade a ruídos e seleção automática de voltagem.

Para a troca de dados entre o microterminal e o computador que gerenciará este serviço é importante que este seja feito através de um protocolo confiável, desde que não aumente o custo de implementação com dispositivos proprietários. A falta de padronização entre os equipamentos analisados e suas limitações demonstram a dificuldade de ampliar um parque existente.

Para tanto, é importante que se adote uma tecnologia compatível com a maior quantidade de produtos e apresente facilidades para implantação. Dentre as tecnologias existentes, a *ethernet* é a mais indicada, pois a maioria das empresas já a utiliza para a comunicação interna e a quantidade de protocolos que podem trafegar sobre ela é vasta.

As redes *ethernet* em comparação a estrutura utilizada pela rede RS485, vista anteriormente, apresenta limitações de distância entre o microcomputador gerenciador e o microterminal. Estas limitações, no entanto, podem ser contornadas com o emprego de repetidores de sinal que possibilitam conexões a grandes distâncias.

3.3 Software

Os equipamentos até aqui estudados apresentam características próprias de programação que não possuem compatibilidade entre si. Caso uma empresa opte por mesclar as soluções, terá de desenvolver aplicações para ambas as tecnologias dobrando assim sua força de trabalho. Outro ponto importante a ressaltar é o uso de linguagens próprias que são empregadas apenas para o desenvolvimento da aplicação do microterminal o que forçará o

desenvolvedor a estudar as características de cada linguagem de acordo com os terminais que tenha de utilizar.

O fornecimento de bibliotecas para integração com sistemas gerenciais facilita o desenvolvimento de módulos de comunicação, mas o problema da falta de compatibilidade entre as soluções dos fabricantes permanece.

A solução ideal deve prever o desenvolvimento em uma linguagem que seja compatível com o maior número de equipamentos possíveis. Esta linguagem deve ser aberta e oferecer recursos para a comunicação do microterminal com os dispositivos conectados a ele (leitores de código, impressoras, etc.) independente do modelo e/ou fabricante.

Uma opção para o problema é desenvolver um compilador genérico que faça chamadas de acordo com o microterminal que será utilizado. Todavia seria necessário o uso de arquivos compilados diferentes para microterminais diferentes.

Outra forma de tratar este problema é emular um dispositivo genérico pelo microterminal e desenvolver aplicações sobre este dispositivo. Esta aparenta ser a melhor solução para padronizar o desenvolvimento, uma vez, que permitirá o emprego de um aplicativo independente do equipamento utilizado pela empresa.

3.4 Resumo

As características desejadas nos equipamentos utilizados na coleta de dados no chão de fábrica podem ser divididas em sete grupos: construção; comunicação máquina-homem; comunicação com periféricos; comunicação homem máquina; elétrica; dados; linguagem.

Cada grupo apresenta requisitos distintos que devem ser atendidos a fim de um equipamento ser considerado ideal para a solução proposta.

O único requisito que apresenta opção é o modo de desenvolvimento (linguagem) no qual será necessário o uso de um compilador ou um emulador para padronizar o desenvolvimento no maior número de dispositivos possíveis.

As características desejadas nos equipamentos utilizados na coleta de dados no chão-de-fábrica podem ser resumidas conforme a tabela a seguir:

Quadro 2 – Características desejáveis em equipamentos de coleta

HARDWARE

construção	resistente a impactos, poeira e temperaturas elevadas
comunicação máquina - homem	visor para informar mensagens
	sinalização sonora
comunicação com periféricos	porta para comunicação configurável
	suporte a protocolos Wedge, serial e USB
comunicação homem - máquina	Teclado simplificado

INFRAESTRUTURA

Elétrica	baixo consumo
	alimentação simplificada
Dados	rede <i>ethernet</i>

SOFTWARE

Linguagem	desenvolvimento em uma linguagem que atenda a vários modelos
	uso de emuladores

Fonte: do autor

Equipamentos que disponibilizam estas características permitem seu uso para a coleta de dados e relativa facilidade de integração com a infra-estrutura existente na empresa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entender os processos utilizados para a fabricação de calçados e as características peculiares a este setor econômico, permite perceber a dificuldade em automatizar e controlar tais processos. A terceirização de serviços “artesanais” é outro ponto que dificulta o controle mais eficiente sobre todos os processos.

Identificar os dados necessários para o controle da produção e os pontos onde estes devem ser coletados é item básico para compreender as informações geradas a partir destes. Todas as informações geradas pelo PCP e as ações determinadas por ele, terão como base os dados coletados anteriormente. A agilidade na coleta e a qualidade dos dados serão fatores determinantes para a eficácia destas ações.

A opção pela coleta de dados semi-automatizada possibilita agilizar o fluxo e garantir o mínimo de erros nos dados informados, permitindo atingir a eficácia desejada para o setor do PCP. O uso de microcomputadores ou microterminais para a coleta de dados deve ser criteriosamente planejado levando em consideração as características oferecidas por cada solução. A falta de padronização tanto na estrutura de rede como no desenvolvimento de aplicações podem dificultar a expansão para novos pontos.

A identificação dos requisitos básicos para equipamentos que colem dados direciona a busca por dispositivos que apresentem tais características ou que atendam ao maior número de características possíveis de acordo com as necessidades do ambiente.

Para a parte final do projeto, está prevista a identificação de dispositivos que atendam as características básicas para a implementação da coleta de dados. Após esta identificação pretende-se desenvolver sua aplicação para coleta de dados em chão-de-fábrica, bem como sua validade através da simulação de apontamentos que comprovem (ou não) a eficácia da solução proposta. Esta simulação poderá identificar a real contribuição do projeto

para a solução dos problemas apontados, além de auxiliar na identificação de possíveis problemas para futuros trabalhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARCODESINC. **Barcode Label Printer**: Free Online Barcode Generator. Disponível em: <<http://www.barcodesinc.com/generator/index.php>> Acesso em: 23 out. 2007.

BEGA, Egídio Alberto. **Instrumentação Industrial**. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. 541p.

BOARETTO, Neury; KOVALESKI, João Luiz; SCANDELARI, Luciano. **Coleta de dados e monitoramento de chão-de-fábrica na manufatura discreta – integração com as ferramentas de gestão**. Bauru: 2004. XI SIMPEP

ERDEI, Guilherme E. Código de Barras: **Desenvolvimento, Impressão e Controle da Qualidade**. São Paulo: Makron Books, 1994. 220p.

CAMPOS, Fred Leite Siqueira. **Processo de Trabalho na Fabricação de Calçados – Um Estudo das Grandes Empresas do Setor no Estado da Paraíba**. João Pessoa: 1995. 128p. Dissertação (Mestrado em Economia), Universidade Federal da Paraíba, 1995.

COLLETER. **Coletores Leitores e Terminais de Dados**: página do fabricante. Disponível em: <<http://www.colleter.com.br>> Acesso em: 23 out. 2007.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N. **Just in Time, MRP-II e OPT um Enfoque estratégico**. São Paulo: Atlas, 1993. 186p.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N.; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle de produção – MRP-II / ERP Conceitos, uso e implantação**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2000. 411p.

COSTA, Achyles Barcelos da. **Estudo da Competitividade de Cadeias Integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio**. Cadeia: couro-calçadista. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia. Núcleo de Economia Industrial e Tecnologia, 2002. 73p

FAVARETTO, Fábio. **Uma Contribuição ao Processo de Gestão da Produção pelo uso da Coleta Automática de Dados de Chão-de-Fábrica**. São Carlos: 2001. 235p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2001.

FENSTERSEIFER, Jaime Evaldo. **O Complexo Calçadista em Perspectiva: Tecnologia e Competitividade**. Porto Alegre: Ortiz, 1995. 391p.

FRASSETTO, Lúcia Licínio. **A Indústria de Calçados de São João Batista (SC): Caracterização do Sistema de Produção**. Florianópolis: 2006. 104f. Monografia Graduação em Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

HEXSEL, Roberto A. **Software Livre – Propostas de Ações de Governo para Incentivar o Uso de Software Livre**. Curitiba: 2002. 49p. Disponível em: <http://www.inf.ufpr.br/info/techrep/RT_DINF004_2002.pdf> Acesso em: 04 set. 2007.

JOAQUIM, Ricardo Cezar. **Novas tecnologias para comunicação entre o Chão-de-fábrica e o Sistema Corporativo**. São Carlos: 2006. 77p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2006.

JUNIOR, Eraldo Garcia; DIAS, Guilherme Alfredo Dentzien; TELLÓ Marcos. **Ensaio e Certificação de instalações Elétricas em Automação de Prédios Inteligentes: I COBRAPI**. Disponível em: <<http://www.ee.pucrs.br/~gcem/imagens/cobrap.pdf>> Acesso em: 12 nov. 2007.

MAIOLLA, Rafael Bocalleto; SESTE, Rafael Seraphin; BARBIERI, Raphael Oliveira. **Avaliação do desperdício de energia pelos computadores ociosos da FEEC/Unicamp**. Disponível em: <<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/viewissue.php?id=5>> Acesso em: 12 out. 2007.

MICROSOFT. Página do desenvolvedor na internet. Disponível em: <<http://www.microsoft.com.br>> Acesso em: 16 nov. 2007.

MORAES, Cícero Couto de; CASTRUCCI, Plínio de Lauro. **Engenharia de Automação Industrial**. Rio de Janeiro: LTC, 2001. 295p.

NATALE, Ferdinando. **Automação Industrial**. São Paulo: Érica, 2000. 234p.

NETTERM. **The Ultimate Telnet Experience**. Intersoft International Inc. Disponível em: <<http://www.securenetterm.com>> Acesso em: 09 nov. 2007.

PROCHNIK, Victor. **Perfil do Setor de Calçados**. Rio de Janeiro: 2005. 175p. Disponível em: <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/33460bd8352d4361832573410063bbbd/\\$file/00%20relat%c3%b3rio%20final.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/33460bd8352d4361832573410063bbbd/$file/00%20relat%c3%b3rio%20final.pdf)> Acesso em: 28 set. 2007.

PRODANOV, Cleber Cristiano. **Manual de Metodologia Científica**. 3ª ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2003. 77p.

RAMOS, Álvaro Luiz Arouche Carneiro. **Desvendando o Código de Barras**. São Paulo: Carneiro Ramos Consultores, 1997.

REIS, Cristiano Castilhos dos. **Desenvolvimento de um Sistema MRP-II a partir de um Sistema de PCP e Implantação de um Módulo de Simulação para Tomada de Decisões**. Novo Hamburgo: 2003. 208f. Trabalho de Conclusão (graduação) – Centro Universitário Feevale, 2003.

REMOTE Desktop Connection Software Download. Microsoft: 25 outubro de 2001, Disponível em: <<http://www.microsoft.com/windowsxp/downloads/tools/rdclientdl.msp>> Acesso em: 09 nov. 2007.

ROBINSON, Luiz Carlos. **Entrevista** [nov. 2007] Entrevistador: Juliano Siebel. Novo Hamburgo: Centro Universitário Feevale, 2007.

RUPPENTHAL, Janis Elisa. **Perspectivas do setor couro do estado do Rio Grande do Sul**. Florianópolis: UFSC, 2001. 244f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

SANTO, Milena Simões do Espírito; FAVARETTO, Fábio; MARTINS, Vinicius; BREMER, Carlos Frederico. **Considerações sobre a utilização de dados de Controle da Produção no contexto da Filosofia Lean Production**. São Carlos: 2002. 7f. Artigo – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, 2002.

SCHONS, Márcio. **Implantação de um sistema ERP – Estudo de Caso**. Novo Hamburgo: 2000. 116p. Trabalho de Conclusão (graduação) – Centro Universitário Feevale, 2000.

SILVA, Vera Lucia Pinheiro da. **Aplicações Práticas do Código de Barras**. São Paulo: Nobel, 1989. 90p.

SILVA, Viviane da. **Estruturação Fabril: Modelagem e fabricação de calçados**. Novo Hamburgo: ABICALÇADOS : PSI/APEX : CTCCA, 2002. 160P.

SOUZA, Alessandro José de. **Sistema de Gerência de Informação de Processos Industriais via WEB**. Natal: 2005. 68p. Dissertação (Pós Graduação em Engenharia Elétrica) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.

TANENBAUM, Andrew S.; WOODHUL, Albert S. **Sistemas Operacionais: projeto e implementação**. Porto Alegre: Bookman, 2000. 759p.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. Rio de Janeiro: Campus, 2003. 945p.

TORRES, Gabriel. **Hardware – Curso Completo**. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2001. 1398p.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual do Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997. 220p.

ZACCARELLI, Sérgio Batista. **Programação e Controle da Produção**. 4ª ed. São Paulo: Pioneira, 1976. 292p.

ZYNGIER, Mauro Luiz; GROSSMANN, Fabio. **Código de Barras: Da Teoria à Prática**. São Paulo: Nobel, 1991. 103p.