

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO – BACHARELADO

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DA PRODUÇÃO
UTILIZANDO O MÉTODO KANBAN

ALZIR WAGNER

BLUMENAU
2008

2008/2-02

ALZIR WAGNER

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DA PRODUÇÃO

UTILIZANDO O MÉTODO KANBAN

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Universidade Regional de Blumenau para a obtenção dos créditos na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Ciências da Computação — Bacharelado.

Prof. Wilson Pedro Carli, Mestre - Orientador

**BLUMENAU
2008**

2008/2-02

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DA PRODUÇÃO

UTILIZANDO O MÉTODO KANBAN

Por

ALZIR WAGNER

Trabalho aprovado para obtenção dos créditos na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, pela banca examinadora formada por:

Presidente: _____
Prof. Wilson Pedro Carli, Mestre – Orientador, FURB

Membro: _____
Prof. Oscar Dalfovo, Doutor – FURB

Membro: _____
Prof. Everaldo Artur Grahl, Mestre – FURB

Blumenau, 10 de fevereiro de 2009.

Dedico este trabalho a todos os amigos e especialmente a minha família que me ajudou diretamente na realização deste.

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente, por ter me iluminado nos momentos difíceis.

A meu pai, que não está mais entre nós, mas sei do orgulho que sempre teve por mim e estou certo de que está feliz pela minha conquista e torce pelo meu sucesso.

À minha família, que esteve sempre presente, dando apoio, valiosos conselhos e estava sempre preparada para ouvir meus desabafos.

À minha noiva Wanessa, que soube compreender meus momentos de ausência. A seus familiares agradeço pelo incentivo.

Aos meus amigos, pela ajuda e companheirismo.

A todos os professores e demais colaboradores da universidade que contribuíram principalmente para meu crescimento acadêmico e também pessoal.

Ao professor Dr. Oscar Dalfovo, que me incentivou no desenvolvimento deste trabalho ao tê-lo sugerido como idéia de trabalho de conclusão de curso em uma de suas disciplinas.

Ao meu orientador, Wilson Pedro Carli, por ter acreditado e me orientado da melhor maneira possível para a conclusão deste trabalho.

A todos vocês, muito obrigado.

A grandeza não consiste em receber honras,
mas sim, em merecê-las.

Aristóteles

RESUMO

O presente trabalho consiste em um sistema para controle do processo de programação e controle da produção utilizando-se do método *Kanban*, que tem como principal objetivo automatizar atividades do departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP) de uma empresa do setor têxtil. Os recursos disponibilizados pelo sistema auxiliam o PCP a controlar a produção de forma simples e eficiente, tendo como foco principal a fácil visualização dos desvios, a diminuição do tempo de processo e um melhor aproveitamento dos recursos físicos. Para tanto, o sistema desenvolvido está interligado em uma rede de computadores usando a tecnologia padrão *Transmission Control Protocol Internet Protocol* (TCP/IP), com sua especificação baseada na orientação a objetos e a implementação sendo feita no ambiente de programação Delphi 7.

Palavras-chave: *Kanban*. Produção. PCP.

ABSTRACT

The present work consists of a system for controlling the process of programming and controlling the production through the *Kanban* method, which aims mostly at automating the Planning area activities of a textile company. The resources made available by the system help the Planning area control the production in a simple and efficient way, mainly by focusing on the easy visualization of the deviations, the reduction of the cycle time and a better utilization of the physical resources. To get that, the system is interconnected by a computer network using the *Transmission Control Protocol Internet Protocol* (TCP/IP) technology, with its specification based on the orientation to the objects and the implementation done in a Delphi 7 programming environment.

Key-words: *Kanban*. Production. PCP.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Sistema de produção | 20 |
| Figura 2 – Relacionamento entre as funções da administração..... | 22 |
| Figura 3 – Modelo de administração da produção | 23 |
| Figura 4 – Planejamento e controle e seus desdobramentos | 24 |
| Figura 5 – Visão geral das atividades do PCP..... | 26 |
| Figura 6 – Hierarquia dos planos..... | 30 |
| Figura 7 – Empurrar e puxar a produção | 31 |
| Figura 8 – Um modelo simples de controle..... | 31 |
| Figura 9 - Esquemático do MRP | 34 |
| Figura 10 – Principais módulos de um sistema MRP II..... | 35 |
| Figura 11 – Sistema de produção JIT | 37 |
| Figura 12 – Sistema <i>Kanban</i> | 39 |
| Figura 13 – Painel <i>Kanban</i> | 40 |
| Figura 14 – Modelo de cartão problema e cartão pedido | 41 |
| Figura 15 – Diagrama de casos de uso (<i>Kanban</i> - consulta) | 47 |
| Quadro 1 – Caso de uso UC01.01 | 48 |
| Quadro 2 – Caso de uso UC01.02 | 48 |
| Quadro 3 – Caso de uso UC01.03 | 48 |
| Quadro 4 – Caso de uso UC01.04 | 48 |
| Quadro 5 – Caso de uso UC01.05 | 49 |
| Quadro 6 – Caso de uso UC01.06 | 49 |
| Quadro 7 – Caso de uso UC01.07 | 49 |
| Figura 16 – Diagrama de casos de uso (<i>Kanban</i> - normal) | 50 |
| Quadro 8 – Caso de uso UC02.02 | 50 |
| Quadro 9 – Caso de uso UC02.03 | 51 |
| Quadro 10 – Caso de uso UC02.04 | 51 |
| Quadro 11 – Caso de uso UC02.05 | 52 |
| Quadro 12 – Caso de uso UC02.06 | 52 |
| Quadro 13 – Caso de uso UC02.07 | 53 |
| Quadro 14 – Caso de uso UC02.08 | 53 |
| Quadro 15 – Caso de uso UC02.12 | 54 |

| | |
|--|----|
| Quadro 16 – Caso de uso UC02.13 | 54 |
| Figura 17 – Diagrama de casos de uso (<i>Kanban</i> – treinador de processos) | 55 |
| Quadro 17 – Caso de uso UC03.02 | 55 |
| Quadro 18 – Caso de uso UC03.03 | 55 |
| Quadro 19 – Caso de uso UC03.04 | 56 |
| Quadro 20 – Caso de uso UC03.05 | 56 |
| Quadro 21 – Caso de uso UC03.06 | 56 |
| Quadro 22 – Caso de uso UC03.07 | 57 |
| Quadro 23 – Caso de uso UC03.08 | 57 |
| Quadro 24 – Caso de uso UC03.09 | 57 |
| Quadro 25 – Caso de uso UC03.10 | 58 |
| Quadro 26 – Caso de uso UC03.11 | 58 |
| Figura 18 – Diagrama de atividades (seqüência de um pedido no <i>Kanban</i>) | 59 |
| Figura 19 – Diagrama de atividades (gerenciamento do <i>Kanban</i>) | 60 |
| Figura 20 – Diagrama de classes <i>Kanban</i> | 61 |
| Figura 21 – Diagrama de entidade relacionamento | 62 |
| Quadro 27 – Trecho de código <code>CarregarEtapa</code> | 65 |
| Quadro 28 – Trecho de código <code>FinalizarEtapa</code> | 68 |
| Figura 22 – Opções de menu | 69 |
| Figura 23 – Configuração de rede | 70 |
| Figura 24 – Tela de <i>login</i> | 70 |
| Figura 25 – Mensagem usuário e/ou senha incorretos | 71 |
| Figura 26 – Mensagem alterar senha | 71 |
| Figura 27 – Mensagem usuário inativo | 71 |
| Figura 28 – Tela principal do sistema | 72 |
| Figura 29 – Tela cadastro de usuários | 73 |
| Figura 30 – Tela cadastro de técnicos | 73 |
| Figura 31 – Tela cadastro de produtos | 74 |
| Figura 32 – Tela itens de estoque | 74 |
| Figura 33 – Tela cadastro de produtos (dimensões) | 75 |
| Figura 34 – Tela cadastro de clientes | 75 |
| Figura 35 – Tela cadastro de máquinas | 76 |
| Figura 36 – Mensagem limite de máquinas | 76 |
| Figura 37 – Tela cadastro de problemas | 77 |

| | |
|---|-----|
| Figura 38 – Tela cadastro de pedido..... | 77 |
| Figura 39 – Tela cadastro de pedido (modo detalhe) | 78 |
| Figura 40 – Tela painel <i>Kanban</i> | 79 |
| Quadro 29 – Tipos de cartões | 81 |
| Quadro 30 – Ações permitidas no <i>Kanban</i> | 82 |
| Figura 41 – Registro de pedidos | 83 |
| Figura 42 – Tela editar cartão..... | 83 |
| Figura 43 – Tela problemas | 84 |
| Figura 44 – Tela problemas (todos os registros de um pedido)..... | 84 |
| Figura 45 – Tela problemas (último registro do pedido)..... | 85 |
| Figura 46 – Tela relação de problemas..... | 85 |
| Figura 47 – Opções de relatórios | 86 |
| Figura 48 – Modelo de relatório | 87 |
| Figura 49 – Tela consulta de tempo por pedido | 88 |
| Figura 50 – Estatística de produção..... | 88 |
| Quadro 31 – Relação entre trabalhos correlatos | 90 |
| Quadro 32 – Dicionário de dados do sistema | 98 |
| Quadro 33 – Valores <i>default</i> e sistemático | 99 |
| Quadro 34 – Significado dos valores do campo <i>Situação e Tipo</i> | 100 |

LISTA DE SIGLAS

CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas

DLL – *Dynamic Link Library*

EA – *Enterprise Architect*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

FURB – Fundação Universidade Regional de Blumenau

IP – *Internet Protocol*

JIT – *Just-In-Time*

LAN – *Local Area Network*

MRP – *Material Requirements Planning*

MRP II – *Manufacturing Resource Planning*

OO – Orientação a Objetos

OPT – *Optimized Production Technology*

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PERT-CPM – *Program Evaluation and Preview Technique-Critical Path Method*

PMP – Plano-Mestre de Produção

PP – Plano de Produção

SAP – Sistemas de Administração da Produção

SGT – Sistema Gerenciador Têxtil

TCP/IP – *Transmission Control Protocol / Internet Protocol*

UML – *Unified Modeling Language*

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 15 |
| 1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO | 17 |
| 1.1.1 Objetivo geral..... | 17 |
| 1.1.2 Objetivos específicos | 17 |
| 1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO | 18 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 19 |
| 2.1 PRODUÇÃO | 19 |
| 2.1.1 Organização..... | 19 |
| 2.2 SISTEMAS DE PRODUÇÃO | 20 |
| 2.3 ADMINISTRAÇÃO..... | 21 |
| 2.4 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO..... | 22 |
| 2.4.1 Funções do gerente de produção | 23 |
| 2.5 PCP..... | 24 |
| 2.5.1 Planejamento estratégico da produção – longo prazo | 26 |
| 2.5.1.1 PP..... | 27 |
| 2.5.2 Planejamento tático da produção – médio prazo..... | 28 |
| 2.5.2.1 PMP | 28 |
| 2.5.3 Planejamento operacional da produção – curto prazo..... | 29 |
| 2.5.3.1 Programação da produção..... | 29 |
| 2.5.4 Acompanhamento e controle da produção | 31 |
| 2.6 SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO | 32 |
| 2.7 TÉCNICAS / FILOSOFIAS E FERRAMENTAS AUXILIARES DOS SAP..... | 33 |
| 2.7.1 MRP | 33 |
| 2.7.2 MRP II..... | 34 |
| 2.7.3 OPT | 36 |
| 2.7.4 JIT | 36 |
| 2.7.5 <i>Kanban</i> | 38 |
| 2.8 FUNCIONAMENTO DO MÉTODO <i>KANBAN</i> NA EMPRESA..... | 40 |
| 2.9 TRABALHOS CORRELATOS..... | 43 |
| 2.9.1 Sistema de PCP | 43 |
| 2.9.2 Sistema de auxílio à programação da produção..... | 44 |

| | |
|---|-----------|
| 2.9.3 Sistema para controle de ordens de produção | 44 |
| 2.9.4 Planejamento e controle da produção | 45 |
| 3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA..... | 46 |
| 3.1 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO..... | 46 |
| 3.2 ESPECIFICAÇÃO | 47 |
| 3.2.1 Diagrama de casos de uso | 47 |
| 3.2.2 Diagrama de atividades | 58 |
| 3.2.3 Diagrama de classes | 60 |
| 3.2.4 Diagrama de entidade relacionamento | 62 |
| 3.3 IMPLEMENTAÇÃO | 63 |
| 3.3.1 Técnicas e ferramentas utilizadas..... | 63 |
| 3.3.2 Trecho de código carregar etapa | 63 |
| 3.3.3 Trecho de código finalizar etapa | 65 |
| 3.3.4 Operacionalidade da implementação | 69 |
| 3.3.4.1 Tela configuração de rede..... | 70 |
| 3.3.4.2 Tela de <i>login</i> | 70 |
| 3.3.4.3 Tela principal..... | 71 |
| 3.3.4.4 Tela cadastro de usuários..... | 72 |
| 3.3.4.5 Tela cadastro de técnicos | 73 |
| 3.3.4.6 Tela cadastro de produtos | 74 |
| 3.3.4.7 Tela cadastro de clientes..... | 75 |
| 3.3.4.8 Tela cadastro de máquinas..... | 76 |
| 3.3.4.9 Tela cadastro de problemas | 76 |
| 3.3.4.10 Tela cadastro de pedidos..... | 77 |
| 3.3.4.11 Tela painel <i>Kanban</i> | 78 |
| 3.3.4.12 Tela relação de problemas | 85 |
| 3.3.4.13 Tela relatórios | 86 |
| 3.3.4.14 Tela estatística | 88 |
| 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 89 |
| 4 CONCLUSÕES..... | 91 |
| 4.1 EXTENSÕES | 92 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 94 |
| APÊNDICE A – Dicionário de dados | 96 |
| APÊNDICE B – Campo de telas de cadastro..... | 99 |

1 INTRODUÇÃO

Hoje em dia é cada vez maior a competitividade entre as companhias dos mais diversos ramos. Isso faz com que estas empresas produzam seus produtos com mais qualidade, num tempo menor de processo¹ e atendam ao prazo de entrega do produto. Esses são fatores que fazem a diferença entre a concorrência. Para atender a estes fatores, faz-se necessário que a empresa tenha bem definido um PCP, bem como seus objetivos a serem atingidos.

Em um sistema de manufatura, toda vez que são formulados os objetivos é necessário formular os planos de como atingi-los, organizar os recursos humanos e físicos necessários para a ação, dirigir a ação dos recursos humanos sobre os recursos físicos e controlar esta ação para a correção de eventuais desvios. Estas tarefas são realizadas pelo departamento de PCP.

De acordo com Chiavenato (1990, p. 23), o planejamento é a função administrativa que determina antecipadamente, quais os objetivos a serem atingidos e o que deve ser feito para atingi-los da melhor maneira possível. Por outro lado, o controle é a função administrativa que consiste em medir e corrigir o desempenho para assegurar que os planos sejam executados da melhor maneira possível.

Sendo assim, pode-se considerar o departamento de PCP como um elemento central na estrutura de um sistema de manufatura. Esse representa um papel decisivo nas estratégias da empresa para enfrentar as crescentes exigências dos clientes por melhor qualidade e entregas mais confiáveis.

Para atender a todas essas exigências existem alguns sistemas, entre eles o método *Kanban*, que podem auxiliar e direcionar o departamento de PCP a desempenhar suas funções de maneira eficaz. O método *Kanban* consiste em programar e controlar a ordem de manufatura dos produtos e apresentar visualmente tudo o que está ocorrendo na produção. Tubino (1997, p. 195), ressalta que o método *Kanban* é um sistema de informações que atua de forma simples e direta nas atividades do PCP, as quais são: programação, acompanhamento e controle da produção.

Ribeiro (1989, p. 39), conceitua *Kanban* como sendo “um sistema de controle da produção comandado através do uso de cartões onde quem determina a fabricação de um novo lote é o consumo das peças realizado pelo setor seguinte”.

¹ Peinado e Graeml (2007, p. 142) definem processo como “a seqüência de atividades que, executadas sempre da mesma forma e na mesma ordem, resulta no produto ou serviço pretendido”.

Os sistemas utilizados para realizar a programação e o controle da produção possuem um papel muito importante dentro da organização. Um sistema mal elaborado pode afetar todo o desempenho da manufatura, gerando vários problemas com relação ao prazo, custo e qualidade.

Corrêa e Giansi (1996, p. 54), afirmam que “um sistema de PCP adequado não é suficiente para garantir o sucesso competitivo de uma organização, [...]. Entretanto, certamente, é condição necessária para que uma organização atinja sucesso competitivo”.

Sendo assim, em uma determinada empresa do ramo têxtil do município de Indaial, no estado de Santa Catarina, observou-se que a mesma utiliza o método *Kanban* em seu planejamento. Esse método é comandado através do uso de cartões² que são inseridos em painéis³, expostos no setor de produção da empresa e tem como objetivo único programar e controlar a produção de tal forma que, seja evidenciado qualquer problema ocorrido durante o processo de manufatura. Ao final de cada mês as informações contidas nesses cartões são digitalizadas em planilhas elaboradas no *excel*, tornando-se informações de suporte as decisões do departamento de PCP.

Diante do exposto, o presente trabalho visou o desenvolvimento de um sistema de PCP para a referida empresa que automatizou o método *Kanban*, tendo como objetivo auxiliar a programação, o controle e o acompanhamento da produção. Para isso, o painel *Kanban* foi incorporado a um computador na qual faz parte da interface do sistema. Através desta interface é feita a programação e o controle da produção, onde pode ser visualizado de forma simples qualquer desvio no processo. Todos os cartões inseridos no *Kanban*, representados por pedidos e/ou problemas, tem suas informações armazenadas em banco de dados.

2 Identificação de um produto que mostra sua situação e disposição para manufatura.

3 Quadro onde estão anexados os cartões sinalizando a programação e controle da produção.

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

Com o desenvolvimento deste trabalho, pretende-se alcançar alguns objetivos que estão classificados em objetivos gerais e específicos.

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolvimento de um sistema de informações da produção baseado no método *Kanban* voltado à programação e controle da produção de um setor produtivo de uma empresa do ramo têxtil situada no município de Indaial em Santa Catarina.

1.1.2 Objetivos específicos

A partir do objetivo geral e para que o mesmo seja atingido, os objetivos específicos formulados são os seguintes:

- a) substituir o painel *Kanban* físico por um sistema de computador onde o painel será uma das interfaces do sistema;
- b) automatizar os cálculos do tempo de processo por pedido, total de horas trabalhadas no mês e total de horas em que a produção ficou parada por algum motivo;
- c) automatizar e tornar a busca de informações mais seguras para estipular prazos de entrega;
- d) apresentar relação de problemas diagnosticados durante a operação tornando a manutenção dos recursos físicos mais eficaz;
- e) disponibilizar relatórios para inventário mensal;
- f) gerar estatísticas dos processos, tais como principais problemas de parada na manufatura, recorde de produção e quantidade de peças produzidas por mês.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

No primeiro capítulo é apresentada uma introdução, seus objetivos e como o trabalho está organizado.

No segundo capítulo são descritos todos os assuntos relacionados à fundamentação teórica, que formam a base para o desenvolvimento desse trabalho. Entre os assuntos encontram-se: produção, sistemas de produção, administração, administração da produção, PCP, sistemas de administração da produção, técnicas auxiliares do PCP, funcionamento do atual método *Kanban* utilizado pela referida empresa e trabalhos correlatos.

No terceiro capítulo são descritas as técnicas e ferramentas utilizadas no desenvolvimento do sistema proposto, entre elas estão: principais requisitos, especificação, implementação e apresentação da operacionalidade do sistema, além de apresentar os resultados obtidos com o desenvolvimento do trabalho.

Finalmente, no quarto capítulo as conclusões, limitações e sugestões para futuros trabalhos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são abordados os principais assuntos que auxiliam o melhor entendimento do desenvolvimento do sistema.

2.1 PRODUÇÃO

Tubino (1997, p. 19) define produção como sendo “um processo de transformação que resulta na criação de produtos que podem ser tangíveis (bens de consumo) ou intangíveis (serviços)”. Entende-se como produção a geração de produtos, bens e serviços a partir da utilização de homens, materiais e equipamentos, ou seja, é o ato de produzir algo útil que traga valores financeiros para a organização. A produção é a função central das organizações responsável por alcançar os objetivos principais da empresa devendo ser feita da melhor forma possível, maximizando a produtividade, reduzindo a perda de produtos, matéria-prima e tempo.

Slack et al. (1999, p. 29), afirmam que “se a função produção for eficaz, deve usar eficientemente seus recursos e produzir bens e serviços de maneira que satisfaça a seus consumidores”. A produção é oriunda de um conjunto de funções ou esforços empregados, gerando o conceito de sistemas de produção.

2.1.1 Organização

Segundo Robbins (2000, p. 31), “uma organização é um arranjo sistemático de duas ou mais pessoas que cumprem papéis formais e compartilham um propósito comum”. O termo organização se refere a uma entidade que tem um propósito distinto, inclui pessoas e tem uma estrutura sistemática. Um negócio se torna uma organização quando possui metas formais, emprega mais de uma pessoa e desenvolve uma estrutura formal que define as relações entre seus membros.

Peinado e Graeml (2007, p. 42), classificam as organizações em três tipos de acordo

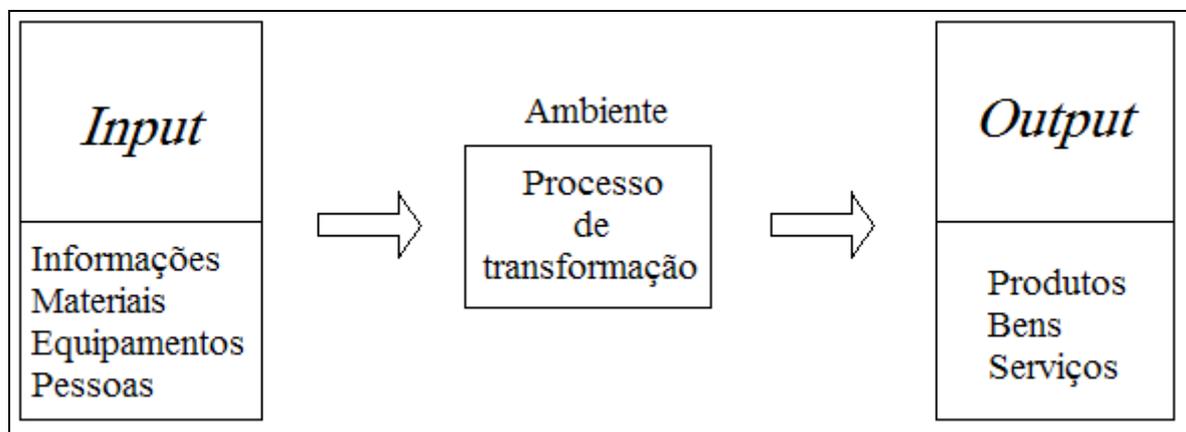
com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) que são:

- a) setor primário: estão relacionadas a exploração dos recursos naturais;
- b) setor secundário: estão relacionadas a organizações da área manufatureira;
- c) setor terciário: estão relacionadas a organizações da área de serviços, ou seja, são empresas prestadoras de serviços que prestam serviços tanto ao setor primário quanto ao setor secundário.

2.2 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Pires (1995, p. 120), define um sistema de produção como sendo "um elemento capaz de transformar alguns recursos de entrada (*inputs*) em produtos e/ou serviços como saídas (*outputs*)". Conforme Harding (1981, p. 24) sistema de produção "é um conjunto de partes inter-relacionadas, as quais quando ligadas atuam de acordo com padrões estabelecidos sobre *inputs* (entradas) no sentido de produzir *outputs* (saídas)".

O conceito de sistema de produção é representado na figura 1.



Fonte: adaptado de Slack et al. (1999, p. 32).

Figura 1 – Sistema de produção

É de grande importância o destaque das atividades do processo de transformação do sistema de produção, que compreendem:

- a) projeto do produto;
- b) planejamento do processo;
- c) controle da produção;
- d) manutenção.

O sistema de produção é a maneira pela qual a empresa se organiza e realiza suas

operações de produção adotando uma interdependência lógica entre as etapas do processo produtivo. Chiavenato (1991, p. 48-54), classifica os sistemas de produção em três tipos, os quais são:

- a) sistema de produção sob encomenda: caracterizados pela não repetitividade e depende da encomenda do cliente. Cada produto é feito para atender a necessidade específica de um cliente;
- b) sistema de produção em lote: caracterizados pela produção limitada de um tipo de produto padronizados em lotes. Cada lote possui um determinado volume de vendas previsto para um determinado período de tempo;
- c) sistema de produção contínua: caracterizados pela padronização dos produtos, sem modificações por um longo período de tempo. O ritmo da produção é acelerado e as operações são executadas sem interrupção ou mudança.

Conforme Chiavenato (1991, p. 55), “o que determina o sistema de produção que a empresa deve utilizar depende exclusivamente de seu produto”. As diferentes formas de classificação dos sistemas produtivos ajudam a entender o nível de complexidade necessário para a execução do planejamento e controle das atividades produtivas (TUBINO, 1997, p. 27).

2.3 ADMINISTRAÇÃO

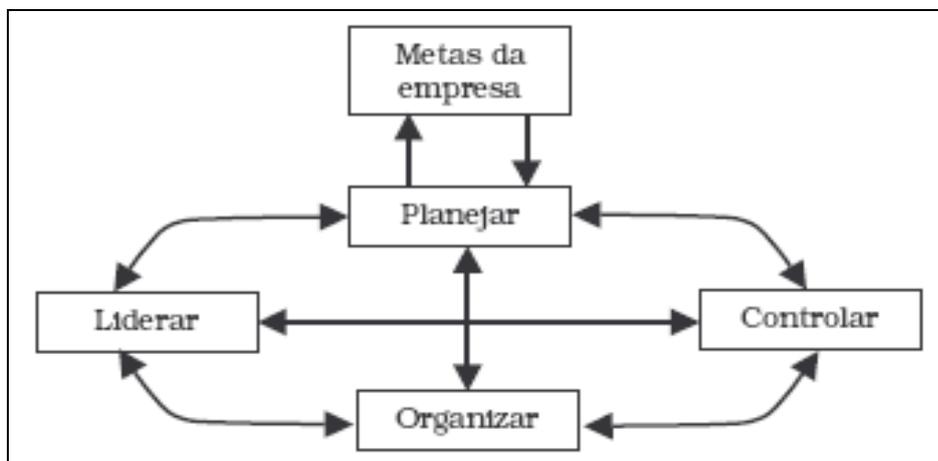
Chiavenato (2000, p. 5), “afirma que a tarefa básica da administração é a de fazer as coisas por meio das pessoas, de maneira eficiente e eficaz”. Segundo Maximiano (2002, p. 26), “administração é o processo de tomar e colocar em prática, decisões sobre objetivos e utilização de recursos”. Já Burbidge (1981, p. 21), define administração como sendo “a arte e a ciência relacionadas com o planejamento, direção e controle do trabalho de seres humano, com vista a um específico, de acordo com políticas aceitas”.

Administração é palavra de ordem no mundo das organizações. O sucesso ou fracasso de qualquer organização está ligado diretamente à forma de como é administrada. Pode-se dizer que administrar é cuidar das atividades de uma organização como sendo um conjunto de atividades dirigidas à utilização eficiente e eficaz dos recursos humanos e materiais a fim de atingir os objetivos e metas organizacionais.

De acordo com Peinado e Graeml (2007, p. 45-46), a definição de administração incrementa quatro funções básicas, as quais são:

- a) planejar: é a definição dos objetivos, é preciso saber o que se deseja fazer;
- b) organizar: é o processo de designar o trabalho criando um mecanismo para que o planejado seja posto em andamento;
- c) liderar: o líder deve influenciar e motivar os seus membros para que possam dar o melhor de si;
- d) controlar: é verificado se as coisas estão saindo de acordo os objetivos inicialmente planejados. Caso haja desvio, devem-se tomar ações para que o trabalho volte à normalidade.

A figura 2, ilustra o relacionamento entre as funções da administração.

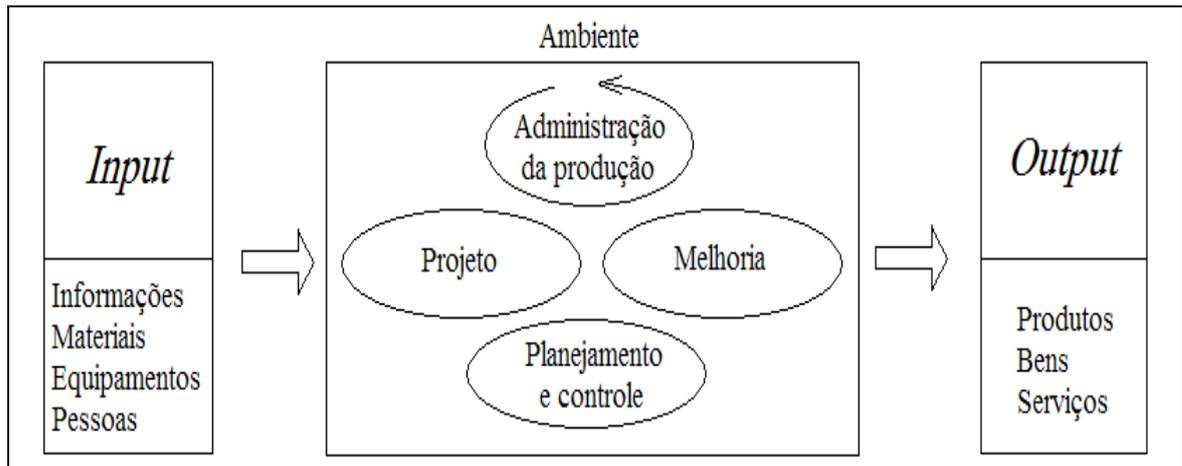


Fonte: Peinado e Graeml (2007, p. 45).

Figura 2 – Relacionamento entre as funções da administração

2.4 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

Para Davis, Aquilano e Chase (2001, p. 24), “administração da produção é a gestão do processo de conversão que transforma insumos, tais como matéria-prima e mão-de-obra, em resultados na forma de produtos acabados ou serviços”. Já Slack et al. (1999, p. 25) dizem que “a administração da produção trata da maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços”. A administração da produção é o termo usado para definir as atividades, tomadas de decisões e responsabilidades nas funções de produção dentro do processo de transformação. Dentre essas atividades estão as que dizem respeito às funções básicas da administração que são planejar, liderar, organizar e controlar a produção com o objetivo de promover com êxito as atividades inerentes à organização. O propósito fundamental da administração da produção é ilustrado na figura 3.



Fonte: adaptado de Slack et al. (1999, p. 51).

Figura 3 – Modelo de administração da produção

Slack et al. (1999, p. 29), afirmam ser o gerente de produção o responsável pela administração da produção.

2.4.1 Funções do gerente de produção

Os gerentes de produção são responsáveis por toda a área de manufatura da organização e devem garantir o bom desempenho da produção efetiva de bens e serviços. De acordo com Slack et al. (1999, p. 49-50), as responsabilidades dos gerentes de produção podem ser divididas em diretas ou indiretas. Com relação às responsabilidades diretas, as seguintes se destacam:

- a) entender os objetivos estratégicos da produção;
- b) desenvolver uma estratégia de produção para a organização;
- c) desenhar produtos, serviços e processos de produção;
- d) planejar e controlar a produção;
- e) melhorar o desempenho da produção.

Por outro lado, dentre as responsabilidades indiretas, destacam-se as seguintes:

- a) informar as outras funções sobre as oportunidades e as restrições fornecidas pela capacidade instalada de produção;
- b) discutir com outras funções sobre como os planos de produção e os demais planos da empresa podem ser modificados para benefício mútuo;
- c) encorajar outras funções e dar sugestões para que a função produção possa prestar melhores serviços aos demais departamentos da empresa.

2.5 PCP

Devido ao grande número de conceitos, que pretendem explicar PCP, sua definição não é uma tarefa muito simples, devido a sua abrangência e diversidade de funções, mas existem algumas que merecem ser analisadas devido a sua popularidade. Rezende (1992, p. 19), conceitua PCP como “um conjunto de funções interligadas, que objetivam orientar todo o processo produtivo e coordená-lo com os setores administrativos da empresa. A estreita ligação inter-setorial proporciona maior rentabilidade à empresa no que tange à produtividade das máquinas e da mão-de-obra, oferecendo paralelamente um atendimento eficiente aos clientes”.

Segundo Pires (1995, p. 119), o termo “PCP pode ser definido como sendo um conjunto de atividades gerenciais a serem executadas e que são fundamentais para que se concretize a produção de um item / produto qualquer”. Já Chiavenato (1991, p. 82), define os termos planejamento e controle separadamente, sendo que “planejamento determina a priori o que se deve fazer, quando fazer, quem deve fazê-lo e de que maneira”. Por outro lado, “controle é a função administrativa que consiste em medir e corrigir o desempenho para assegurar que os planos sejam executados da melhor maneira possível”. A figura 4, mostra o planejamento e controle e seus desdobramentos.



Fonte: adaptado de Chiavenato (1991, p. 82).

Figura 4 – Planejamento e controle e seus desdobramentos

O próprio Chiavenato (1991, p. 83), comenta que o PCP “planeja e programa a produção e as operações da empresa, bem como as controla adequadamente, para tirar melhor proveito possível em termos de eficiência e eficácia”.

Eficiência significa a utilização adequada dos recursos empresariais [...]. Reside basicamente em fazer as coisas corretamente, isto é, da melhor maneira possível. Eficácia significa o alcance dos objetivos da empresa. [...]. Reside basicamente em fazer as coisas que são importantes para os resultados. (FERNANDES, 2000, p. 4).

Já Russomano (2000, p. 49), descreve que o objetivo final do PCP “é a organização do suprimento e movimentação dos recursos humanos, utilização de máquinas e atividades relacionadas, de modo a atingir os resultados de produção desejados, em termos de quantidade, qualidade, prazo e lugar”. Para Erdmann (2000, p. 30), “o PCP constitui-se basicamente de um sistema que determina os rumos da produção e a acompanha, exercendo os respectivos controles”.

De acordo com Slack et al. (1999, p. 230), o propósito do planejamento e controle é garantir que a produção ocorra eficazmente e produza bens e serviços como deve. Isso requer que os recursos produtivos estejam disponíveis:

- a) na quantidade adequada;
- b) no momento adequado;
- c) no nível de qualidade adequada.

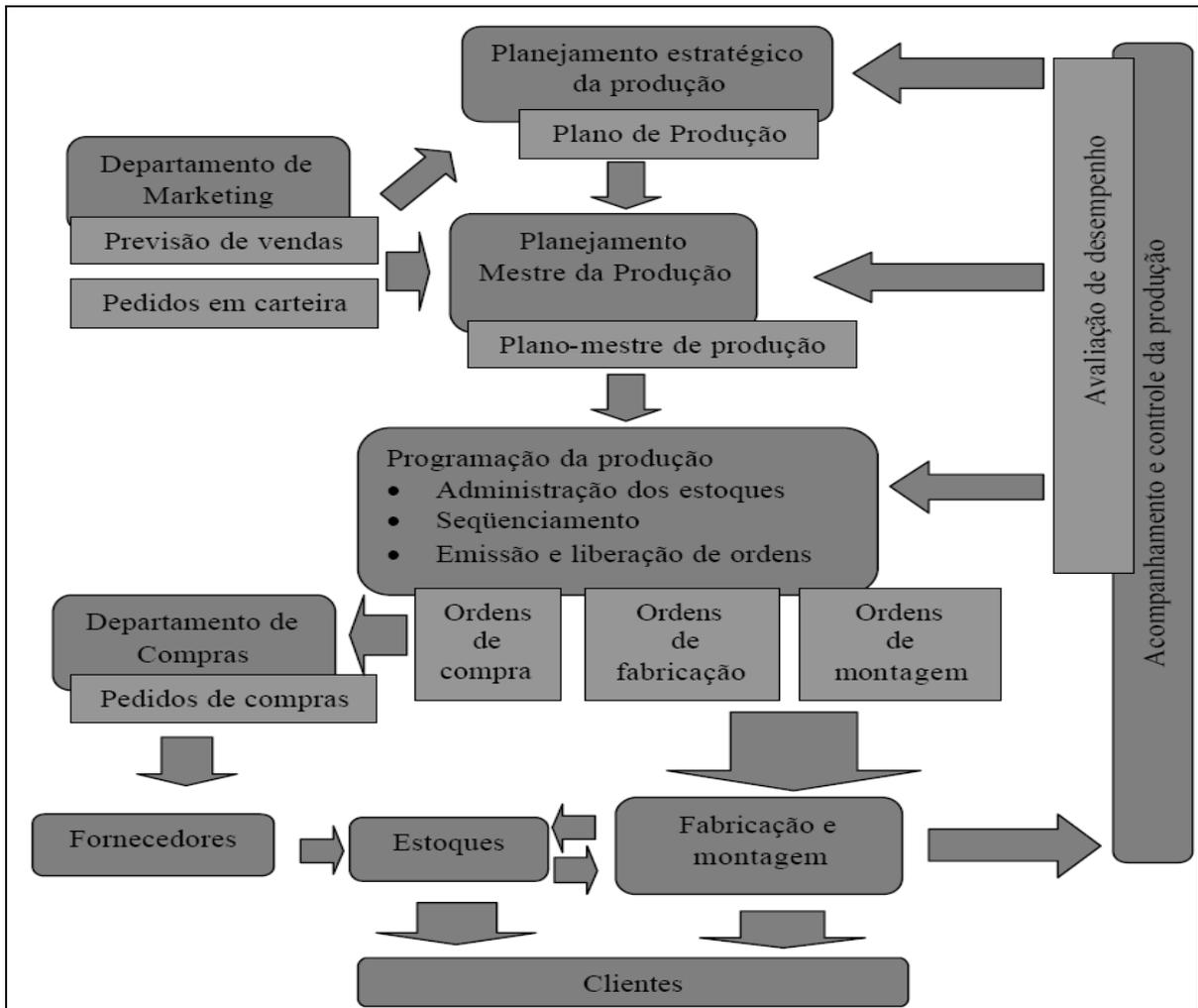
Baseado nestes conceitos, conclui-se que a finalidade do PCP é aumentar a eficiência - atuando sobre os meios de produção e aumentar a eficácia - cuidando para que os objetivos da produção sejam alcançados. Para atender a esta finalidade, o PCP tem como objetivo planejar a produção e controlar seu desempenho. Portanto, o departamento de PCP é de suma importância na tomada de decisão da empresa que objetiva planejar e controlar os recursos alocados ao processo produtivo, visando atender a demanda dos clientes.

Atualmente, dentro das organizações é imprescindível que as diferentes áreas da empresa estejam interligadas e se comuniquem com eficiência a fim de que o todo seja harmonioso. Os sistemas devem então apresentar atividades básicas para seu funcionamento, cumprindo suas funções na empresa. Por isso, é importante que as atividades interajam entre si, de forma a tornar o PCP mais próximo possível da realidade empresarial.

O departamento de PCP que possuiu um sistema bem definido obtém informações para estruturar de forma racional a capacidade produtiva, gerenciar de forma eficiente o fluxo de produção e utilizar de forma efetiva o pessoal e os equipamentos.

O setor ou departamento de Planejamento e Controle da Produção é um departamento de apoio a produção, dentro da gerência industrial. Com o departamento de apoio, o PCP é responsável pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos de forma a atender da melhor maneira possível os planos estabelecidos a nível estratégico, tático e operacional. (TUBINO, 1999, p. 23).

As atividades do PCP são exercidas em três níveis hierárquicos, os quais são: nível estratégico, tático e operacional de um sistema de produção (TUBINO, 1997, p. 24). Uma visão geral do inter-relacionamento das atividades do PCP é apresentada na figura 5.



Fonte: Tubino (1999, p. 68).

Figura 5 – Visão geral das atividades do PCP

A seguir são descritas as atividades do departamento de PCP exercidas em três níveis hierárquicos.

2.5.1 Planejamento estratégico da produção – longo prazo

Segundo Tubino (1997, p. 33), “o planejamento estratégico busca maximizar os resultados das operações e minimizar os riscos nas tomadas de decisões das empresas”. Este nível de planejamento consiste em estabelecer um Plano de Produção (PP) para um determinado período (longo prazo) segundo as estimativas de vendas e a disponibilidade de recursos financeiros e produtivos. A estimativa de vendas serve para prever os tipos e quantidades de produtos que se espera vender no horizonte do planejamento estabelecido. A capacidade de produção é o fator físico limitante do processo produtivo e pode ser

incrementada ou reduzida desde que planejada a tempo, pela adição de recursos financeiros.

No planejamento estratégico da produção, o PP gerado é pouco detalhado, normalmente trabalha com linhas de produtos, tendo como finalidade possibilitar a adequação dos recursos produtivos à demanda esperada dos mesmos. De acordo com Tubino (1999, p. 21), “planejar estrategicamente consiste em gerar condições para que a empresa possa decidir rapidamente perante oportunidades e ameaças, otimizando suas vantagens competitivas em relação ao ambiente concorrencial onde atuam, garantindo sua perpetuação no tempo”.

Entende-se por planejamento estratégico aqueles aspectos mais abrangentes relacionados à produção, tais como o estabelecimento de um PP em função dos planos de vendas desejado o que envolverá a definição prévia dos recursos produtivos necessários, tais como: mão-de-obra, materiais e máquinas. O bom planejamento estratégico procura alocar os recursos produtivos de forma a atender a demanda com uma carga adequada para os recursos da empresa.

2.5.1.1 PP

Chiavenato (1990, p. 47), descreve que o “PP representa aquilo que a empresa pretende produzir dentro de um determinado exercício ou período”. De acordo com Tubino (1997, p. 49), o PP é resultado de decisões estratégicas ligadas à produção e tem como objetivo alocar corretamente os recursos produtivos para as estratégias escolhidas. Por ser um plano de longo prazo necessita de freqüentes reformulações para a adaptação de variáveis que forem alteradas. Esse trabalha, com informações oriundas da área de vendas e produção, normalmente agrupadas por linhas de produtos. Um PP busca atender as necessidades dos clientes com um sistema produtivo eficiente, ou seja, que satisfaça os critérios estratégicos da produção a partir do equilíbrio da taxa de demanda com a de produção.

Tubino (1997, p. 53) aponta alguns passos básicos para a elaboração de um PP, os quais são:

- a) agrupar os produtos por linhas afins;
- b) estabelecer o horizonte e os períodos de tempo a serem incluídos no plano;
- c) determinar a previsão da demanda destas linhas para os períodos, no horizonte de planejamento;
- d) determinar a capacidade de produção pretendida por período, para cada alternativa disponível (turno normal, turno extra, subcontratações);

- e) definir as políticas de produção e estoques que limitarão o plano;
- f) determinar os custos de cada alternativa de produção disponível;
- g) desenvolver um PP alternativo e calcular os custos decorrentes;
- h) analisar as restrições de capacidade produtiva;
- i) eleger o plano mais viável estrategicamente.

O PP servirá de base para a elaboração do planejamento-mestre da produção no nível tático.

2.5.2 Planejamento tático da produção – médio prazo

Consiste em desenvolver o planejamento-mestre da produção, obtendo um Plano-Mestre de Produção (PMP) para a produção de produtos finais, período a período a partir do PP com base nas previsões de vendas e já confirmados.

Tubino (1999, p. 69), apresenta que onde o PP considera linhas de produtos, o PMP especifica itens finais que fazem parte dessas linhas. Ao executar o planejamento-mestre da produção e gerar um PMP inicial, o PCP deve analisá-lo quanto às necessidades de recursos produtivos com a finalidade de identificar gargalos⁴ que possam inviabilizar esse plano quando da sua execução no curto prazo. Segundo Slack et al. (1997, p. 347), “o planejamento-mestre da produção é a fase mais importante do planejamento e controle de uma empresa”.

2.5.2.1 PMP

Conforme Tubino (1999, p. 77), “o PMP tem por função desmembrar o plano estratégico de longo prazo em planos específicos de produtos acabados no sentido de direcionar as etapas de programação da produção”. Ainda segundo Tubino (1997, p. 89), o PMP diferencia-se do PP sob dois aspectos: o nível de agregação dos produtos e a unidade de tempo. Onde o PP tratava de linhas de produtos, o PMP é voltado para a operacionalização da produção, tratando-se de produtos individualmente. Da mesma forma, onde o PP empregava meses, trimestres e anos, o PMP empregará uma unidade de tempo mais curta, normalmente

⁴ Equipamentos cuja disponibilidade é totalmente ocupado pela produção.

semanas, ou no máximo meses para produtos com ciclos produtivos longos.

Plano-Mestre é um plano operacional, parte de um plano mais amplo e abrangente, que é o plano de vendas e operações, antigamente chamado simplesmente plano agregado de produção. Assim como qualquer outro, o plano-mestre de produção deve ser interligado com vendas, marketing, engenharia, finanças e manufatura. (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2001, p. 208).

Na elaboração do planejamento-mestre da produção, estão envolvidas todas as áreas que tenham contato direto com a manufatura, tanto no sentido de fornecer subsídios para a tomada de decisões, como no sentido de usar as informações do PMP. Finalizando o PMP, esse dará suporte para a programação da produção no nível operacional de curto prazo.

2.5.3 Planejamento operacional da produção – curto prazo

No nível operacional são preparados os programas de curto prazo de produção que consiste em programar, acompanhar e controlar a produção da melhor maneira possível, de forma a otimizar a utilização dos recursos.

Conforme Tubino (1997, p. 104) dentro da hierarquia em que estão distribuídas as funções do PCP, a programação da produção é a primeira dentro do nível operacional de curto prazo, fazendo com que as atividades produtivas sejam disparadas.

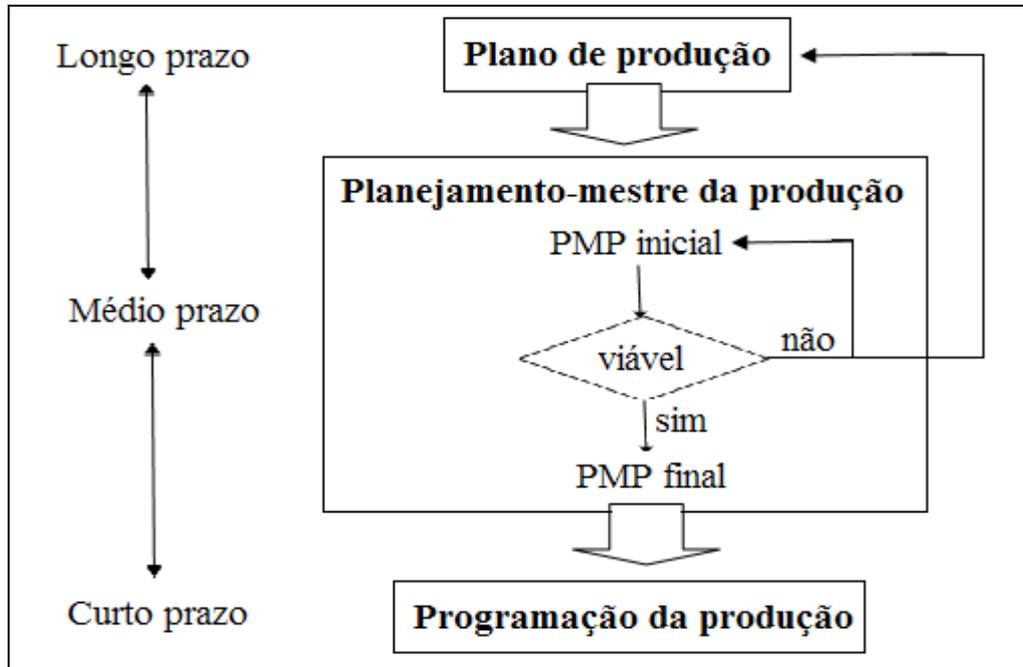
2.5.3.1 Programação da produção

Com base no PMP e nos registros de controle de estoque, a programação da produção estabelece em curto prazo quanto e quando comprar, fabricar ou montar cada item necessário para a fabricação dos produtos acabados propostos no plano (TUBINO, 1997, p. 26). Segundo Chiavenato (1990, p. 59), “programação da produção é determinar quando deverão ser realizadas as tarefas e operações de produção e quanto deverá ser feito”.

Na realidade programar a produção é estabelecer uma agenda de compromissos para as diversas seções envolvidas no processo produtivo da empresa visando estabelecer um fluxo de informações para todos os órgãos envolvidos no sentido de comandar, coordenar e interagir o processo produtivo da empresa. Assim a programação passa a interferir entre o planejamento, execução e controle da produção. Em função da disponibilidade dos recursos produtivos, a

programação da produção encarrega-se de fazer o seqüenciamento das ordens emitidas, de forma a otimizar a utilização dos recursos. Se o PP providenciou os recursos necessários e o PMP equacionou os gargalos, não deverão ocorrer problemas na execução do programa de produção seqüenciado (TUBINO, 1999, p. 69).

Na figura 6, pode ser visto a hierarquização dos planos apresentados anteriormente.



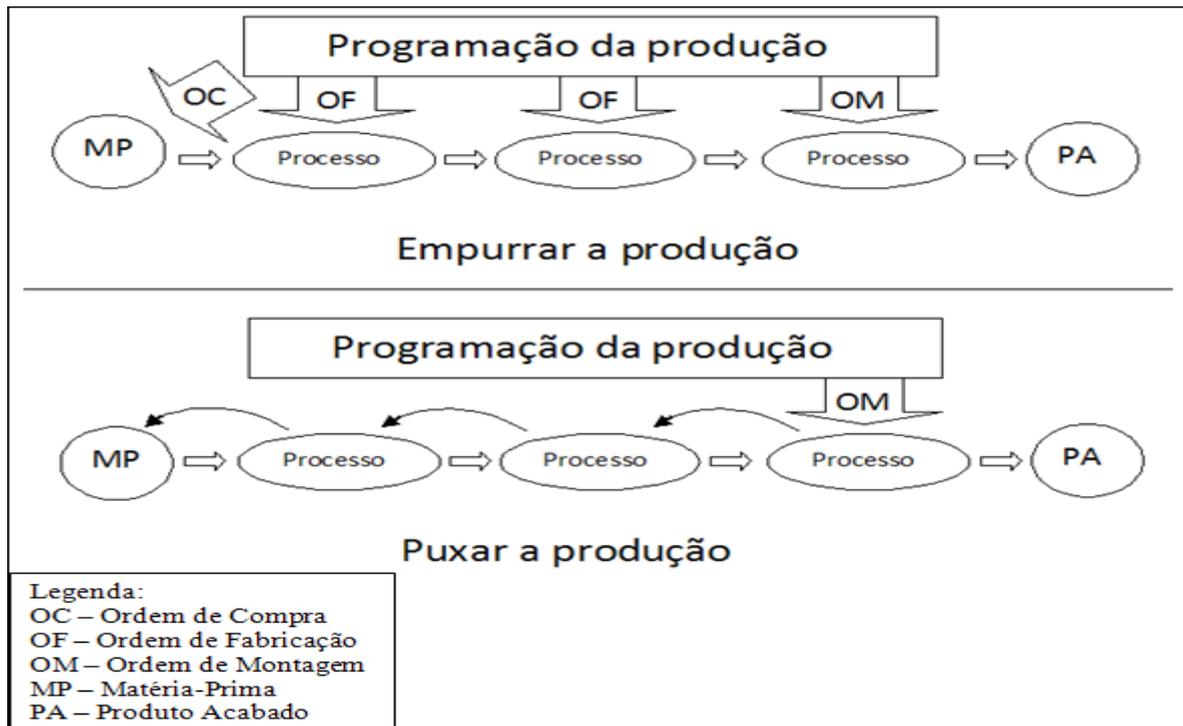
Fonte: Tubino (1997, p. 89).

Figura 6 – Hierarquia dos planos

Segundo Tubino (1997, p. 104-105), existem dois conceitos muito importantes na programação da produção para as atividades de curto prazo do PCP, os quais são:

- a) empurrar a produção: significa elaborar periodicamente, para atender ao PMP, um programa de produção completo e transmiti-lo aos setores responsáveis através da emissão de ordens de compra, fabricação e montagem. É um sistema centralizado em que as decisões do planejamento e controle são enviadas para os centros de trabalho que devem executar suas tarefas e mandar suas peças para a estação de trabalho seguinte. Funcionam como um sistema de *Material Requirements Planning* (MRP). Como consequência, pode ocorrer tempo ocioso, estoque e fila;
- b) puxar a produção: significa não produzir até que o cliente (interno ou externo) de seu processo solicite a produção de determinado item. À medida que o cliente de um processo necessita de itens ele recorre aos estoques do fornecedor. Esses sistemas geram menos estoques, portanto utilizam a técnica *Just-in-Time* (JIT), operacionalizada pelo sistema de programação *Kanban*.

A figura 7, ilustra o conceito de empurrar e puxar a produção.

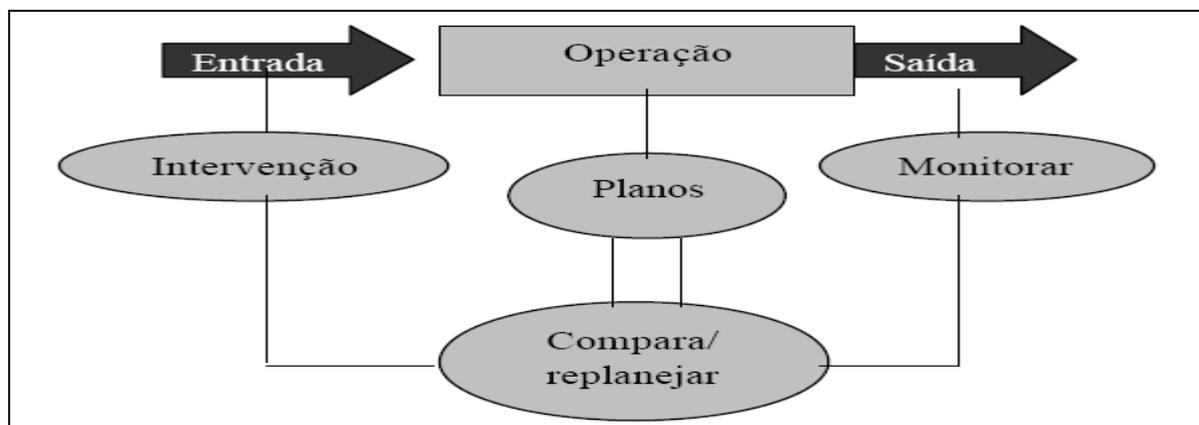


Fonte: Tubino (1997, p. 105).

Figura 7 – Empurrar e puxar a produção

2.5.4 Acompanhamento e controle da produção

O objetivo do acompanhamento e controle da produção é verificar se tudo está sendo feito conforme o que foi planejado e organizado fazendo uma ligação com a execução das atividades operacionais de forma a identificar os erros e os desvios fornecendo subsídios para que os responsáveis pelas ações corretivas possam agir imediatamente (TUBINO, 1997, p. 184). A figura 8, mostra de forma simplificada a atividade de controle.



Fonte: Slack, Chambers e Jonhston (2002, p. 334).

Figura 8 – Um modelo simples de controle

Para que exista o controle é necessário um acompanhamento constante em toda a linha de produção, efetuar um controle baseado em comparações e certificar-se de que todas as providências solicitadas estão sendo executadas dentro das datas e quantidades previstas. Quanto mais rápido os problemas forem identificados menores serão os desvios a corrigir, diminuindo o tempo e as despesas com ações corretivas. Rezende (1992, p. 132), afirma que “um sistema de controle eficiente ajuda apontar as falhas com maior precisão e rapidez”.

Os desvios são muito significativos, os replanejamentos devem ser evitados, sendo empregados como último recurso pelo PCP, pois sempre vale à pena exercer esforços para fazer validar os programas pré-estabelecidos, mudanças nos planos implicam em alterações em todo o fluxo produtivo, com reflexo por toda a empresa. O acompanhamento e controle da produção completam o ciclo das atividades realizadas pelo PCP e serve de suporte ao sistema produtivo, garantindo que as atividades planejadas e programadas para o período sejam cumpridas.

2.6 SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

Os Sistemas de Administração da Produção (SAP) são o centro dos processos produtivos. Eles têm o objetivo básico de planejar e controlar o processo de manufatura em todos seus níveis, incluindo materiais, equipamentos, pessoas, fornecedores e distribuidores. É através dos SAP que a organização garante que suas decisões operacionais sobre o que, quando, quanto e com o que produzir e comprar sejam adequadas as suas necessidades estratégicas, que por sua vez são ditadas por seus objetivos e seu mercado. O processo produtivo (as instalações, os equipamentos e as pessoas) e seus sistemas de administração devem estar alinhados e configurados de forma a explorar todo o seu potencial no atendimento das necessidades do mercado.

Sistemas de Administração da Produção são sistemas que provêm informações que suportam o gerenciamento eficaz do fluxo de materiais, da utilização de mão-de-obra e dos equipamentos, a coordenação das atividades internas com as atividades dos fornecedores e distribuidores e a comunicação/interface com os clientes no que se refere às suas necessidades operacionais. (CORRÊA; GIANESI, 1993, p. 42).

O ponto chave nesta definição é a necessidade gerencial de usar as informações para tomar decisões inteligentes. Os SAP não tomam decisões ou gerenciam sistemas, apenas dão suporte para que os administradores executem estas atividades de forma adequada e tomam

decisões corretas (CORRÊA; GIANESI, 1993, p. 42). Os SAP possuem um papel estratégico muito importante na nova realidade competitiva, tanto na operação como na escolha estratégica dos sistemas mais apropriados às necessidades competitivas da organização, pois envolvem decisões que afetam o desempenho do sistema de produção, em termos dos principais critérios competitivos da manufatura, os quais são: custos, qualidade, velocidade de entregas, confiabilidade de entregas e flexibilidade.

Tubino (1999, p. 25), apresenta várias áreas de decisão dos SAP, na qual se encontra o PCP. Através das áreas de decisão, os SAP programam atividades, planejam necessidades atuais e futuras, capacitam seus recursos, planejam através do tempo, geram e armazenam informações, compreendem e melhoram suas atividades e geram indicadores de desempenho.

2.7 TÉCNICAS / FILOSOFIAS E FERRAMENTAS AUXILIARES DOS SAP

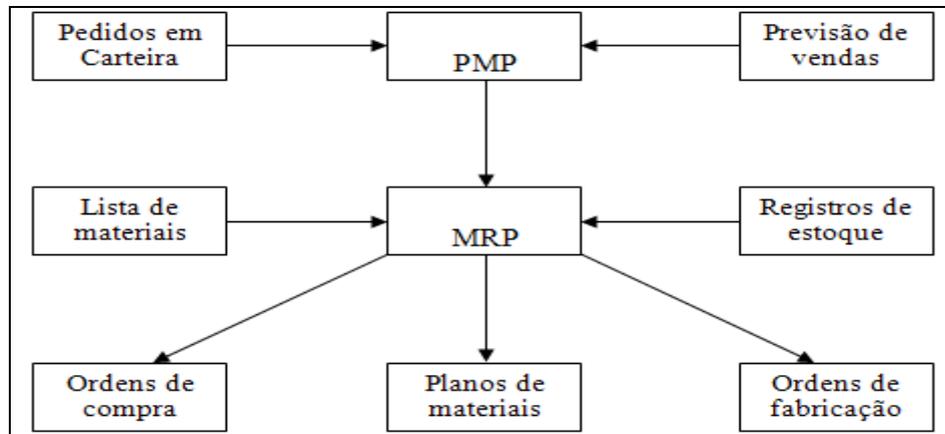
Para que os objetivos da organização sejam alcançados com eficácia, o departamento de PCP conta com algumas técnicas / filosofias que podem auxiliá-lo e direcioná-lo no desempenho de suas funções, tais como: MRP, *Manufacturing Resource Planning* (MRP II), *Optimized Production Technology* (OPT), JIT e *Kanban*.

2.7.1 MRP

Segundo Peinado e Graeml (2007, p. 417), o MRP ou planejamento das necessidades de materiais, “é uma técnica que permite determinar as necessidades dos materiais que serão utilizados na fabricação de um produto”. Para que esta técnica funcione perfeitamente, a organização precisa manter um rigoroso controle de informações dos estoques. Orienta-se pelas decisões de o quê, quanto e quando produzir e comprar. O objetivo principal do MRP é calcular quanto material de determinado tipo é necessário para produzir determinado produto e em que momento. Para fazer isso, ele utiliza os pedidos em carteira⁵, assim como uma previsão dos pedidos que a empresa acha que irá receber. O MRP verifica então todos os

⁵ Peinado e Graeml (2007, p. 418) conceituam pedidos em carteira como sendo pedidos para os quais já existe uma confirmação do cliente. Na linguagem empresarial são conhecidos como pedidos firme.

componentes necessários para completar estes pedidos, garantindo que sejam providenciados a tempo (SLACK et al. 1999, p. 327). A figura 9, apresenta as informações necessárias para processar o MRP.



Fonte: Slack et al. (1999, p. 329).

Figura 9 - Esquemático do MRP

De acordo com Corrêa e Gianesi (1993, p. 104), os objetivos dos sistemas de MRP são permitir o cumprimento dos prazos de entrega dos pedidos com a mínima formação de estoques, planejando as compras e a produção de itens para que ocorram apenas nos momentos e nas quantidades necessárias. Após cada etapa concluída a produção é empurrada, seqüencialmente, do primeiro ao último estágio produtivo, ou seja, quando o processamento é concluído em um determinado posto de trabalho, o item em produção é enviado imediatamente ao posto seguinte, independentemente de qualquer solicitação (PEINADO; GRAEML, 2007, p. 434).

Russomano (2000, p. 201), comenta que o MRP planeja as necessidades exatas de cada item, melhora o atendimento aos consumidores, minimiza o material em processamento e aumenta a eficiência da fábrica, com isso consegue melhor gestão de estoques, menores custos operacionais e maiores margens de lucros.

O PMP é a fase mais importante do planejamento e controle de uma empresa, constituindo-se na principal entrada para o MRP (SLACK et al., 1999, p. 331).

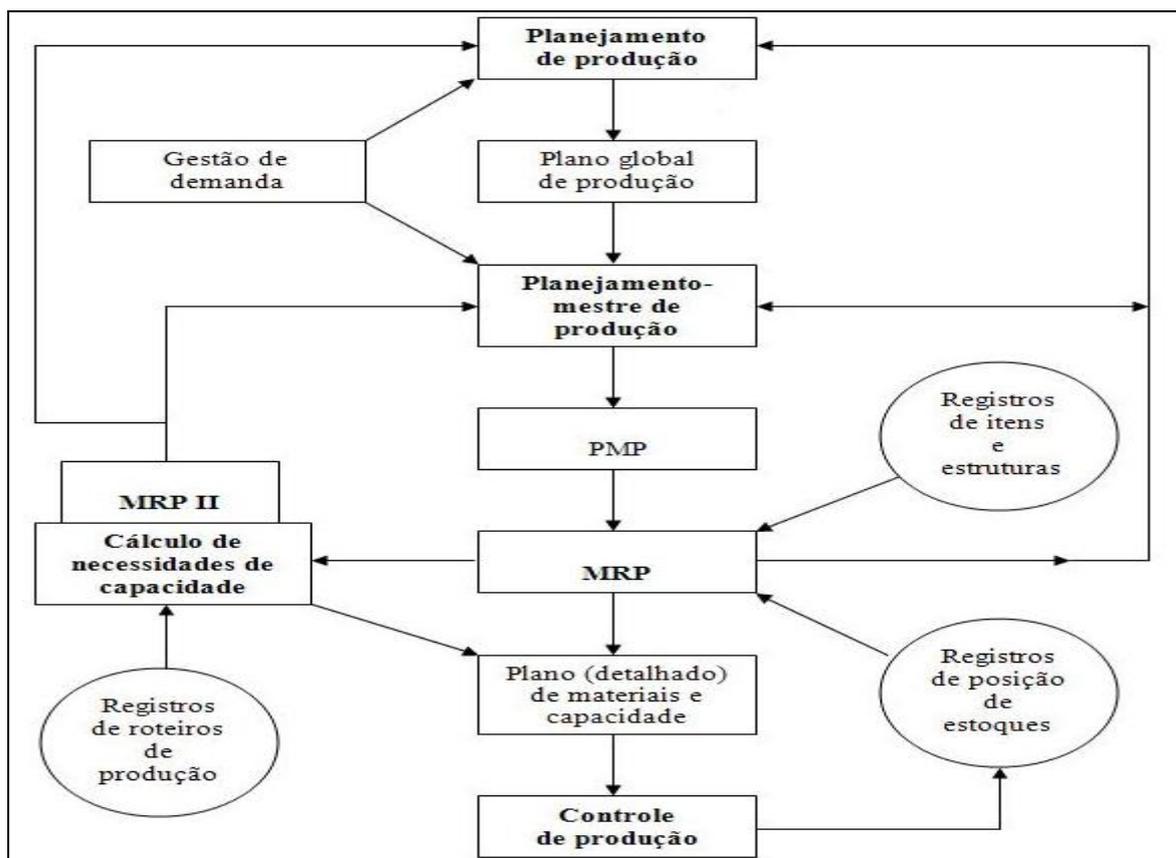
2.7.2 MRP II

MRP II ou planejamento dos recursos de manufatura é definido por Corrêa, Gianesi e Caon (1999, p. 128), “como sendo um sistema de apoio que orienta as decisões de o que,

quanto e quando produzir e comprar, além de englobar decisões referentes à como produzir e com que recursos produzir”. Já Corrêa e Giansesi (1993, p. 116), comentam que o MRP II é um sistema hierárquico de administração da produção, em que os planos de longo prazo de produção são sucessivamente detalhados até se chegar ao nível do planejamento de componentes e máquinas específicas.

O MRP II tem como objetivo auxiliar o PCP a realizar todas as suas atividades, abrangendo toda a manufatura (PIRES, 1995, p. 143). Com o aumento da capacidade de processamento dos computadores, ampliaram-se ainda mais a abrangência dos recursos envolvidos, passando-se do MRP II para *Enterprise Resource Planning* (ERP) ou planejamento dos recursos empresariais. O ERP além do gerenciamento de materiais e recursos da capacidade de produção engloba todas as atividades de uma organização, ou seja, atividades mercadológicas, contábeis, de recursos humanos, logísticas e financeiras (PEINADO; GRAEML, 2007, p. 422).

A figura 10, ilustra um esquema geral do sistema MRP II.



Fonte: adaptado de Corrêa e Giansesi (1993, p. 117).

Figura 10 – Principais módulos de um sistema MRP II

Entende-se que o MRP II é uma extensão do MRP que era essencialmente voltado para o planejamento e controle da produção e estoques, entretanto os conceitos têm sido estendidos a outras áreas da empresa como marketing, finanças e engenharia monitorando todos os

recursos da organização.

2.7.3 OPT

OPT ou tecnologia da produção otimizada é uma técnica que auxilia a programação de sistemas produtivos ao ritmo ditado pelos recursos mais fortemente carregados, ou seja, os gargalos⁶. Se a taxa de atividade em qualquer parte do sistema exceder aquela do gargalo, alguns itens estarão sendo produzidos sem que possam ser utilizados. Se a taxa de trabalho cai abaixo do ritmo no gargalo, todo o sistema é subutilizado (SLACK et al. 1999, p. 349).

A abordagem tradicional dos outros sistemas era de balancear a capacidade e então tentar estabelecer um fluxo de materiais suave e contínuo. O OPT advoga contra o balanceamento de capacidade e a favor de um balanceamento do fluxo de produção na fábrica. Dá ênfase ao fluxo de materiais e não na capacidade dos recursos. Isto só pode ser feito identificando-se os gargalos no sistema, que são os recursos que vão limitar o fluxo do sistema como um todo (CORRÊA; GIANESI, 1993, p. 146).

Russomano (2000, p. 81), conclui que “OPT é um sistema de controle da produção baseado em procedimentos de carga finita concentrado nos chamados recursos-gargalo”. A abordagem OPT advoga que o objetivo básico das empresas é ganhar dinheiro, sendo que a manufatura deve contribuir com este objetivo através de três elementos básicos: fluxo de materiais, estoques e despesas operacionais (CORRÊA; GIANESI, 1993, P. 143).

Os defensores do OPT argumentam que se uma empresa atingir simultaneamente os objetivos de aumentar o fluxo, reduzir o estoque e reduzir a despesa operacional estará também melhorando seu desempenho nos objetivos de aumentar o lucro líquido, o retorno sobre o investimento e o fluxo de caixa.

2.7.4 JIT

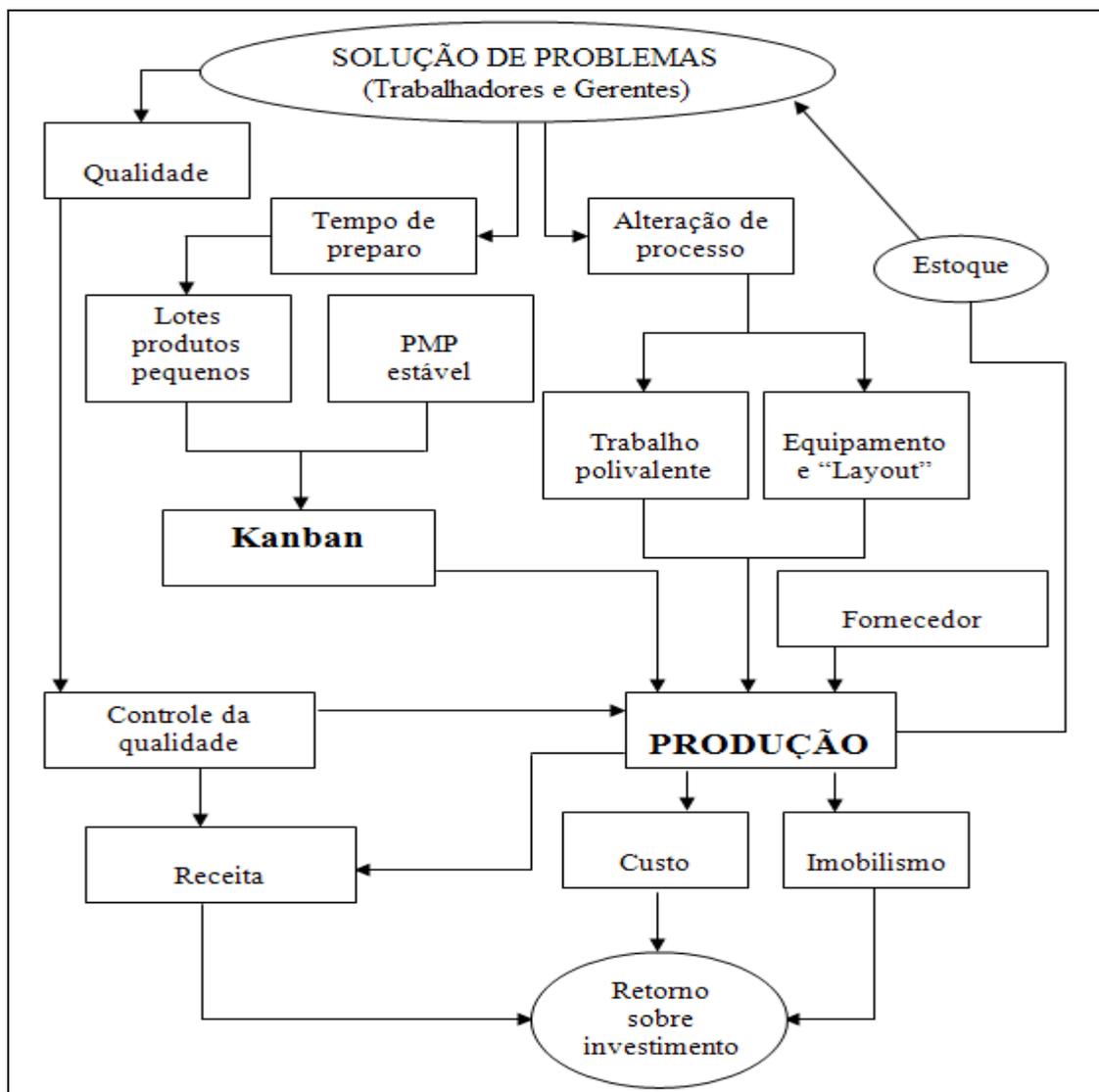
JIT significa produzir bens e serviços com qualidade e eficiência exatamente no

⁶ Equipamentos ou etapas da manufatura onde a demanda imposta é maior ou igual a sua capacidade de processamento.

momento em que são necessários, não antes para que não se transformem em estoques e não depois para que seus clientes não tenham que esperar (SLACK et al. 1999, p. 355).

O Just in Time (JIT) é uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na qualidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. O JIT é dependente do balanço entre a flexibilidade do fornecedor e a flexibilidade do usuário. Ele é alcançado através da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários e trabalho em equipe. Uma filosofia-chave do JIT é a simplificação. (SLACK et al. 1999, p. 355).

Pode-se dizer então que o JIT visa atender a demanda instantaneamente com qualidade perfeita, onde seu objetivo é produzir o produto necessário na quantidade necessária e no momento necessário, eliminando desperdício e atividades que não agregam valor ao produto, isto é, possui uma forte ligação com o fator tempo. O JIT seria uma filosofia voltada para a otimização da produção. A figura 11, apresenta os aspectos mais importantes da filosofia JIT.



Fonte: adaptado de Russomano (2000, p. 65).

Figura 11 – Sistema de produção JIT

Além do esforço de eliminação de desperdícios, a filosofia JIT tem a característica de não aceitação da situação vigente ou mesmo padrões arbitrários de desempenho. As metas funcionam como padrões, com base nos quais é exercida a atividade de controle que procura minimizar os afastamentos que ocorrem em relação a estes padrões. O controle mantém o processo estável e mantém os resultados dentro das tolerâncias aceitáveis (CORRÊA; GIANESI, 1993, p. 69).

O *Kanban* é um dos elementos que diferenciam o planejamento e controle da produção JIT dos sistemas convencionais, caracterizado por no curto prazo puxar a produção. Na sua forma de agir, simplifica em muito as atividades de curto prazo desempenhadas pelo departamento de PCP, delegando-as aos próprios funcionários do chão de fábrica. Uma vez dimensionado, o sistema *Kanban* está embutido em sua sistemática de funcionamento, as atividades de administração de estoques, seqüenciamento, emissão, liberação e acompanhamento e controle das ordens referentes a um programa de produção (TUBINO, 1999, p. 85-88).

Para Erdmann (1998, p. 78), “a chave para o sucesso da manufatura será a capacidade de responder as mudanças do mercado. Portanto, a estratégia de manufatura deve ser flexível, oportunizando que o JIT ofereça”. Desta forma, a conseqüente diminuição dos custos de produção e aumento da produtividade faz com que as organizações que adotam a filosofia JIT obtêm maior vantagem competitiva em relação àquelas organizações convencionais.

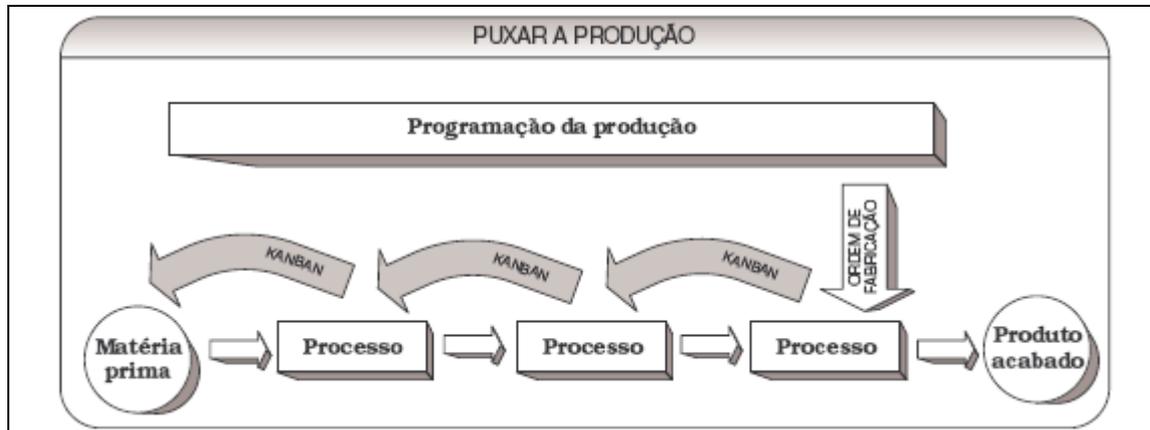
2.7.5 *Kanban*

O sistema *Kanban* foi desenvolvido com o objetivo de tornar simples e rápidas as atividades de programação, controle e acompanhamento de sistemas de produção em lotes. Foi projetado para ser usado dentro do contexto da filosofia JIT e busca movimentar e fornecer os itens dentro da produção apenas nas quantidades e no momento necessário (TUBINO, 1997, p. 194).

Kanban é uma técnica de gestão de materiais e de produção no momento exato (“Just-in-Time”), que é controlado através do movimento do cartão (Kanban). O sistema Kanban é um método de “puxar” as necessidades de produtos acabados e, portanto é oposto aos sistemas tradicionais. É um sistema simples de auto-controle a nível de fábrica, independente de gestões paralelas e controles computacionais. (MOURA, 1989, p. 25).

Resumindo, o sistema *Kanban* é um método manual de administração de materiais e

controle da produção tendo como objetivo mostrar visualmente a programação e o controle da produção que incorpora a filosofia JIT em seu funcionamento caracterizando-se por puxar a produção dentro do processo produtivo. Na figura 12, pode ser visto o funcionamento do sistema *Kanban*.



Fonte: Peinado e Graeml (2007, p. 454).

Figura 12 – Sistema *Kanban*

No sistema *Kanban* deve sempre haver um equilíbrio entre o processo anterior e o processo posterior. Em outras palavras, o processo anterior não pode produzir mais peças que o processo posterior tenha capacidade de consumir. Da mesma forma, o processo posterior não deve adquirir mais peças do processo anterior que o necessário para sua produção. Seu funcionamento é baseado no uso de sinalizações para ativar a produção e movimentação dos itens pela fábrica. Essas sinalizações são feitas com base nos cartões e painéis *Kanban* que permitem o controle visual da manufatura a qualquer momento.

Moura (1989, p. 28), apresenta algumas funções do sistema *Kanban*, as quais são:

- a) aciona o processo de fabricação apenas quando necessário;
- b) não permite a produção para estoque com previsões futuras;
- c) paralisa a linha quando surgem problemas não solucionados;
- d) permite o controle visual do andamento do processo;
- e) é acionado pelo próprio operador;
- f) uma ferramenta para garantir a distribuição programada das ordens de serviço;
- g) uma ferramenta para evitar o excesso ou a falta de produção / entrega de produtos;
- h) uma ferramenta para controlar o inventário;
- i) uma ferramenta para descobrir e amplificar as fraquezas dos processos;
- j) produção de produtos com base em lotes pequenos;
- k) entrega de produtos de acordo com o consumo;
- l) identificação de produtos.

Além da simplicidade, o *Kanban* proporciona uma série de outras vantagens sobre as formas mais tradicionais de controlar a produção. Embora não contribua, necessariamente, para a redução dos níveis de estoques, ele gera um ambiente de produção dentro do qual é possível implantar melhorias neste sentido. Por tornar todo o processo produtivo mais claro, também possibilita uma melhor compreensão das falhas e problemas existentes e do comportamento do mercado, uma vez que cada posto de trabalho ou sub-processo só realiza o seu esforço produtivo quando solicitado pelo setor subsequente (PEINADO; GRAEML, 2007, p. 449).

2.8 FUNCIONAMENTO DO MÉTODO *KANBAN* NA EMPRESA

O modelo de painel *Kanban* utilizado no PCP da empresa referenciada neste trabalho pode ser visto na figura 13. Esse modelo foi desenvolvido especificamente para o setor de união secadora, ou seja, cada área do setor produtivo possui o seu modelo de painel contendo diferentes características.

| QUADRO DE ÁREA DA UNIÃO SECADORA | | | | | | | | | | | ● Prioridade | ● Normal | ● Problema |
|----------------------------------|--------|---------------------------------|--------------------------|--------|--------|------------------|-----|-----|----------|-----|--------------|----------|------------|
| Máquina | MESA 1 | MESA 2 | MESA 3 | MESA 4 | MESA 5 | RETORNO AO VERDE | | | | | | | |
| | | | | | | Dia | DOM | SEG | TER | QUA | QUI | SEX | SAB |
| Situação | | | | | | Máquina | DOM | SEG | TER | QUA | QUI | SEX | SAB |
| Peça na Máquina | | Peça Nº5 ● Problema | | | | MESA 1 | | | | | | | |
| Próxima peça p/ Máquina | | Peça Nº4 ● Problema ● Normal | | | | MESA 2 | | | Peça Nº5 | | | | |
| Peças desfiando e preparando | | | Peça Nº3 ● Prioridade | | | MESA 3 | | | | | | | |
| Peças no setor | | | Peça Nº2 | | | MESA 4 | | | | | | | |
| Peças no Corte | | | Peça Nº1 | | | MESA 5 | | | | | | | |

Fonte: Albany International Tecidos Técnicos (2006).

Figura 13 – Painel *Kanban*

A filosofia e o modo de trabalho são os mesmos para qualquer modelo de painel. Sua operacionalização é através do uso de cartões fixados no painel que representam um produto em fluxo ou em produção. Um modelo de cartão utilizado pode ser visualizado na figura 14.

| Cartão Problema | | | |
|-------------------------------|-------------|---------------|--------------------------|
| Máquina: _____ N° Peça: _____ | | | |
| Estilo: _____ | | | |
| Problema: _____ | | | |
| Ação: _____ | | | |
| Resp. Liberação: _____ | | | |
| Início: | ___/___/___ | Hora: ___:___ | Status |
| Fim Prev.: | ___/___/___ | Hora: ___:___ | <input type="checkbox"/> |
| Fim Real: | ___/___/___ | Hora: ___:___ | <input type="checkbox"/> |

| Cartão Pedido | | | |
|----------------|---------------|-------------|--|
| Número | | | |
| Cliente | | | |
| Estilo | | Medidas (m) | |
| Data Entrada | | Data Saída | |
| Data Prometida | | | |
| Etapa | Peça no setor | Prazo Final | |
| Situação | | | |

Fonte: Albany International Tecidos Técnicos (2006).

Figura 14 – Modelo de cartão problema e cartão pedido

Observa-se que no canto superior direito do painel existe uma legenda, onde os cartões que possuem a tarja de cor azul significam a prioridade de manufatura, os cartões com tarja de cor verde significam que o processo esteve parado por algum motivo, na qual já foi solucionado e o cartão com tarja de cor vermelha identifica um processo que está parado por algum motivo. Para melhor entendimento, foi anexado no painel *Kanban* alguns cartões de produtos fictícios (peça nº x), a fim de explicar com mais detalhes a operacionalização do método.

A seguir é descrito a representação de cada cartão anexado no painel, os quais são:

- a) peça nº 1: está no setor de corte aguardando ser solicitada pelo setor de união secadora. Estas peças representam o conceito de puxar a produção, ou seja, são liberadas para processo apenas quando solicitadas;
- b) peça nº 2: foi solicitada ao setor de corte e programada pelo setor de união secadora no painel *Kanban*, neste momento está aguardando ser manufaturada;
- c) peça nº 3: está sendo manufaturada, especificamente no processo de preparação. Nota-se que este cartão apresenta uma tarja de cor azul simbolizando que este produto tem urgência no seu faturamento e tem prioridade no processo de manufatura;
- d) peça nº 4: está aguardando o final de processo da peça nº 5 para entrar em máquina, neste caso a máquina 2. Nota-se também que este cartão possui duas tarjas, onde a de cor vermelha informa que a peça apresentou algum tipo de problema durante seu processo de manufatura, sendo anexado um cartão problema referente a este produto na área do painel retorno ao verde e a tarja de cor verde informa que o problema ocorrido anteriormente já foi solucionado, com isso é anexado ao cartão uma tarja de cor verde. Vale ressaltar que o cartão problema anexado na área do painel retorno ao verde é removido do painel sempre que o problema for resolvido;
- e) peça nº 5: está em processo de manufatura na máquina 2. Este cartão está com uma tarja de cor vermelha informando que o processo se encontra parado por algum desvio no processo. Observa-se que existe um cartão problema na área do painel retorno ao verde, quinta-feira, onde é descrito o problema ocorrido e a ação para resolvê-lo. Assim que for resolvido, este cartão sai do painel retorno ao verde e se insere uma tarja de cor verde no cartão correspondente a peça que estava com problema, liberando-a para seguir o processo.

Ao final do processo de manufatura de cada peça, o cartão correspondente a este produto é retirado do painel e o produto segue para a área subsequente, onde já deverá ter um cartão no *Kanban*, método de puxar a produção, desta área sinalizando sua programação.

Em entrevista, o responsável pelo departamento de PCP da referida empresa disse: “esta programação e controle são feitos manualmente e é baseado no uso de painéis e cartões que sinalizam problemas, necessidade e prioridade na fabricação de determinado produto”. Disse ainda que: “no final de cada mês, as informações contidas nesses cartões são digitalizadas em planilhas elaboradas no *excel*, onde são calculadas as horas gastas para a manufatura de cada produto, total de horas por motivo de parada na produção e total de horas

trabalhadas no mês para fins de inventário mensal. Isso gera grandes transtornos, perde-se muito tempo, encontram-se erros na digitalização das informações, extravio de cartões com informações, comprometendo o nosso trabalho. Como vamos estipular um prazo de entrega do produto baseando-se em informações inseguras?”.

Desta forma essas informações servem de suporte ao departamento de PCP para elaborar prazos de entrega, baseando-se no total de horas consumidas no processo de manufatura de produtos anteriores. Ajudam também o departamento de manutenção a identificar quais máquinas e tipos de problemas que ocorrem com mais frequência. Todos os dias pela manhã os gerentes e supervisores de produção fazem o *tour*⁷ pela empresa passando por todos os setores produtivos analisando o andamento do processo de manufatura caracterizados nos painéis *Kanban*.

2.9 TRABALHOS CORRELATOS

Na seqüência são apresentados alguns trabalhos desenvolvidos na Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB) que possuem alguma relação com o trabalho aqui proposto, tais como: sistema de PCP, sistema de auxílio à programação da produção e sistema para controle de ordens de produção.

2.9.1 Sistema de PCP

Cristorolini (1996), desenvolveu um sistema para atender as necessidades de planejamento, programação e controle da produção de beneficiamentos de uma indústria têxtil. Este sistema está agregado a um Sistema Gerenciador Têxtil (SGT), que controla os processos produtivos desde a fiação até o faturamento, de onde utiliza informações e processos como recursos fundamentais para seu funcionamento.

O objetivo do sistema é gerar ordens de produção a partir dos pedidos de

⁷ É uma caminhada que os supervisores, gerentes de produção, diretores e departamento de vendas fazem na produção passando por todos os setores produtivos da empresa que tem como objetivo analisar os painéis *Kanban* e acompanhar o planejamento e controle da produção.

beneficiamento cadastrado no SGT, fazendo a alocação automática das máquinas e peças de acordo com as suas características, informando a hora inicial e a hora final de cada processo. Gera também a projeção de gastos de material para fabricação das peças, permite realizar consultas como pedidos acabados, pedidos em manufatura e em que fase de processo os mesmos se encontram, fornecendo as datas previstas para a sua entrega. Possibilita a monitoração das máquinas, sendo possível saber o que está produzindo, de que pedido, e se estiver parada, qual o motivo. Por fim, gera relatórios necessários para o PCP. Não foi constatado o uso de métodos ou sistemas de auxílio nas atividades do departamento de PCP no desenvolvimento deste sistema.

2.9.2 Sistema de auxílio à programação da produção

O trabalho desenvolvido por Volkmann (1998), visa administrar de maneira mais eficiente o fluxo produtivo e os recursos gargalos da produção, sugerindo melhores alternativas de planejamento. Seu objetivo é auxiliar a programação da produção otimizando a utilização da capacidade produtiva da indústria têxtil. O sistema aplica técnicas de MRP II, OPT e *Program Evaluation and Preview Technique, Critical Path Method* (PERT-CPM).

Segundo Volkmann (1998, p. 51-52), a técnica MRP II determina a seqüência de processamento estimando um tempo de produção dos produtos, e o PERT-CPM é responsável por calcular a data das atividades dos recursos máquinas / homens e identificar se o produto vai passar por algum recurso gargalo. A técnica OPT sugere que o planejamento inicie pelos produtos que passam por recursos com gargalos, levando em consideração, primeiramente, a data de entrega do produto e depois a disponibilidade de produção. A técnica PERT-CPM serve de apoio para as técnicas MRP II e OPT, para obter informações de caminho crítico, ociosidade de recursos e atraso de atividades.

2.9.3 Sistema para controle de ordens de produção

Fernandes (2000), desenvolveu um sistema para controle de ordens de produção para uma empresa do setor metalúrgico com acesso via intranet. Este controle é necessário para o

cálculo da mão-de-obra empregada em cada processo executado. Para entender melhor o sistema desenvolvido, faz-se necessário apresentar a forma como este controle vinha sendo feito. Para cada projeto solicitado, é emitida uma ordem de produção designada aos funcionários da produção. Cada funcionário mantém uma ficha de controle individual, onde deverá ser marcado o tempo gasto para efetivar cada tarefa. As informações contidas em tais fichas são digitadas numa planilha eletrônica, onde se obtém o total de horas por projeto.

O sistema desenvolvido teve como objetivo automatizar o processo de cálculo das horas gastas, nas ordens de produção, eliminando problemas como a falta de legibilidade das anotações pelos funcionários, o tempo gasto na digitação dos dados e possíveis erros nos cálculos. Seu funcionamento é via *browser* através da intranet, com um leitor de código de barras, onde a identificação do funcionário é feita através de seu crachá e o número da ordem pela ficha de produção emitida por um sistema já implantado. Não foi constatado o uso de sistemas de auxílio nas funções do PCP.

2.9.4 Planejamento e controle da produção

Sasse (2005), apresentou uma monografia que descreve algumas técnicas que auxiliam o departamento de PCP a desenvolver suas atividades, entre elas o método *Kanban*. Este método tem como objetivo tornar simples e rápidas as atividades de programação, controle e acompanhamento de sistemas de produção em lotes. Foi projetado para ser usado dentro do contexto mais amplo da filosofia JIT, que busca movimentar e fornecer os itens dentro da produção nas quantidades e no momento necessário. Dentro da programação da produção, o sistema *Kanban* caracteriza-se por puxar os lotes produtivos enquanto que os métodos tradicionais de programação da produção empurram um conjunto de ordens para serem feitas no período. No sistema *Kanban* de puxar a produção não se faz nada até que o cliente (interno ou externo) de seu processo solicite a produção de determinado item.

3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

Esse capítulo está dividido em quatro seções. A primeira apresenta os requisitos funcionais e não funcionais do sistema a ser desenvolvido. A segunda seção apresenta a especificação do sistema através de diagramas que o representam logicamente. A terceira seção aborda alguns aspectos da implementação, tais como: técnicas e ferramentas utilizadas e operacionalidade do sistema. A quarta seção apresenta os resultados e discussões do trabalho.

3.1 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

Após entrevistas com alguns colaboradores do departamento de PCP da referida empresa, o levantamento de informações elucidou os principais requisitos do sistema a serem desenvolvidos. Os Requisitos Funcionais (RF) do sistema são os seguintes:

- a) permitir o cadastro de usuário, técnico, máquina, produto, cliente, pedido e problema;
- b) permitir inserir e movimentar os cartões referente a pedidos no painel *Kanban*;
- c) permitir que um cartão pedido seja editado;
- d) permitir registrar problema nos pedidos, exceto na etapa no corte;
- e) permitir envio de *e-mail* automaticamente;
- f) permitir controle de produto em estoque;
- g) permitir controle de senhas;
- h) armazenar as informações contidas nos cartões;
- i) calcular e gerar relatório do total de horas trabalhadas e paradas no mês;
- j) gerar relatórios dos problemas mais comuns de parada na manufatura;
- k) permitir que sejam feitas estatísticas e consultas sobre a produção.

Os Requisitos Não-Funcionais (RNF) do sistema são:

- a) ser implementado utilizando o ambiente de desenvolvimento Delphi 7;
- b) utilizar o banco de dados MySQL *Server* 5.0;
- c) estar interligado em uma rede de computadores usando a tecnologia de protocolo TCP/IP;
- d) ser compatível com o sistema operacional Windows 98, 2000 e XP.

3.2 ESPECIFICAÇÃO

Nesta seção do trabalho são apresentados os diagramas utilizados para a especificação do sistema, os quais são: diagrama de casos de uso, diagrama de atividades, diagrama de classes e o diagrama entidade relacionamento do banco de dados.

O sistema foi especificado baseando-se no paradigma de Orientação a Objetos (OO), usando a *Unified Modeling Language* (UML). A ferramenta *Enterprise Architect* (EA) 6.1 foi usada para a elaboração dos diagramas de casos de uso, atividades e classes. Para a modelagem do banco de dados, foi utilizada a ferramenta *DBDesigner 4*.

3.2.1 Diagrama de casos de uso

O diagrama de casos de uso indica as funcionalidades do sistema de acordo com as permissões de cada usuário cadastrado. Os casos de uso estão distribuídos em três áreas e representam as funcionalidades que cada usuário tem acesso, de acordo com seu tipo de perfil, os quais são:

- a) *Kanban* - consulta;
- b) *Kanban* - normal;
- c) *Kanban* - treinador de processos.

Na figura 15, pode ser observado o primeiro diagrama de casos de uso, referente ao usuário com perfil do tipo *Consulta*. Este tipo de usuário tem permissão para realizar somente consultas e emitir relatórios.

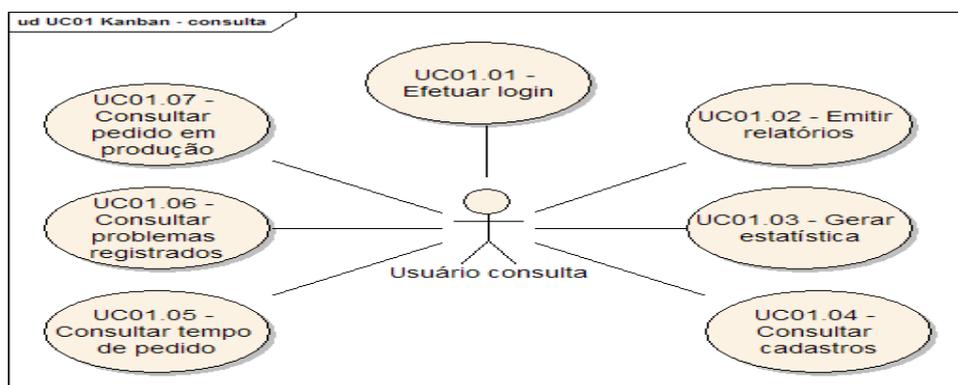


Figura 15 – Diagrama de casos de uso (*Kanban* - consulta)

O primeiro caso de uso deste pacote denominado *Efetuar login*, permite que um

usuário tenha acesso ao sistema. No quadro 1, é apresentado a descrição deste caso de uso.

| | |
|---|--|
| UC01.01 – Efetuar login: este caso de uso permite que um usuário tenha acesso ao sistema. | |
| Pré-condição | O usuário deve estar previamente cadastrado no sistema. |
| Cenário principal | 1. O sistema apresenta tela solicitando o usuário e a senha. 2. O usuário preenche os dados e confirma. 3. O sistema valida o usuário e a senha fornecidos. 4. O sistema apresenta a tela principal do sistema. |
| Exceções | No passo 3, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso não for possível validar o usuário e/ou senha fornecidos. Volta ao passo 2. |
| Pós-condição | Um usuário obtém acesso ao sistema. |

Quadro 1 – Caso de uso UC01.01

O segundo caso de uso deste pacote denominado Emitir relatórios, permite que um usuário emita relatórios. No quadro 2, é apresentado a descrição deste caso de uso.

| | |
|--|--|
| UC01.02 – Emitir relatórios: este caso de uso permite que um usuário emita relatórios referente ao processo produtivo. | |
| Pré-condições | O usuário deve estar logado no sistema. Deve existir registros no sistema de horas trabalhadas e paradas, pedidos finalizados e registro de problemas. |
| Cenário principal | 1. A partir do menu “Relatórios”, o usuário tem as opções de emissão de relatórios. 2. O usuário seleciona a opção de relatório que deseja emitir. 3. O sistema apresenta ao usuário uma tela para que seja informado o período. 4. O usuário informa o período do relatório que deseja emitir, de acordo com a opção selecionada no passo 2. 5. O usuário pressiona o botão Visualizar. 6. O sistema apresenta a tela de relatório referente a Horas trabalhadas, Horas paradas, Metros unidos, Problemas ou Tempo por pedido. |
| Cenário alternativo | No passo 3, o usuário encontra a opção de botão Imprimir, que imprime o relatório sem a necessidade de visualizar o relatório. No passo 3, caso o usuário desejar emitir relatório separado por máquina, o usuário deve marcar a opção “Por máquina” e selecionar a máquina desejada. |
| Exceção | No passo 2, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso não exista dados registrados para emitir relatórios. |
| Pós-condição | Um relatório selecionado nos passos 2 e 4, é emitido com sucesso. |

Quadro 2 – Caso de uso UC01.02

O terceiro caso de uso deste pacote denominado Gerar estatísticas, permite que um usuário faça estatísticas do processo produtivo. No quadro 3, é apresentado a descrição deste caso de uso.

| | |
|--|---|
| UC01.03 – Gerar estatísticas: este caso de uso permite que um usuário faça estatísticas do processo produtivo. | |
| Pré-condições | O usuário deve estar logado no sistema. Deve existir registros no sistema de horas trabalhadas e paradas, pedidos finalizados e registro de problemas. |
| Cenário principal | 1. A partir do menu “Estatísticas”, o sistema apresenta a tela Estatísticas. 2. O usuário marca as opções e o período de estatísticas que deseja visualizar e pressiona o botão Atualizar. 3. O sistema apresenta ao usuário um gráfico referente a Horas trabalhadas, Horas paradas, Metros unidos, Problemas ou Peças produzidas. |
| Exceção | No passo 2, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso não exista dados registrados para gerar estatística. |
| Pós-condição | Um gráfico de estatística é gerado com sucesso. |

Quadro 3 – Caso de uso UC01.03

O quarto caso de uso deste pacote denominado Consultar cadastros, permite que um usuário realize consultas. No quadro 4, é apresentado a descrição deste caso de uso.

| | |
|---|--|
| UC01.04 – Consultar cadastros: este caso de uso permite que um usuário faça consultas de cadastros. | |
| Pré-condição | O usuário deve estar logado no sistema. |
| Cenário principal | 1. A partir do menu “Cadastros”, o usuário tem acesso aos cadastros. 2. O usuário seleciona o cadastro que deseja consultar. 3. O sistema apresenta a tela de cadastro referente a opção selecionada no passo 2. |
| Cenário alternativo | No passo 3, o usuário tem a opção de visualizar o cadastro no modo Lista ou no modo Detalhe. |
| Pós-condição | Um cadastro selecionado no passo 2, é consultado pelo usuário. |

Quadro 4 – Caso de uso UC01.04

O quinto caso de uso deste pacote denominado Consultar tempo de pedido, permite que um usuário consulte o tempo que um determinado pedido ficou em produção. No quadro 5, é apresentado a descrição deste caso de uso.

| | |
|--|---|
| UC01.05 – Consultar tempo de pedido: permite que um usuário consulte o tempo que um determinado pedido ficou em produção, trazendo como resultado o tempo total em produção, o tempo real de processo e o tempo parado com problema. | |
| Pré-condições | O usuário deve estar logado no sistema. O pedido a ser consultado deve estar com o processo de manufatura finalizado. |
| Cenário principal | 1. A partir do menu “Relatórios”, o usuário seleciona a opção Tempo por Pedido. 2. O sistema apresenta a tela Tempo por Pedido. 3. O usuário informa o número do pedido que deseja consultar e pressiona o botão Consultar. 4. O sistema apresenta ao usuário o pedido consultado com o total de horas em produção, total de horas trabalhadas e total de horas paradas. |
| Exceção | No passo 3, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso não encontre o número do pedido informado. |
| Pós-condição | Uma consulta é realizada com sucesso. |

Quadro 5 – Caso de uso UC01.05

O sexto caso de uso deste pacote denominado Consultar problemas registrados, permite que um usuário consulte um registro de problemas. No quadro 6, é apresentado a descrição deste caso de uso.

| | |
|---|---|
| UC01.06 – Consultar problemas registrados: este caso de uso permite que um usuário consulte os problemas registrados durante o processo de manufatura de um determinado pedido. | |
| Pré-condições | O usuário deve estar logado no sistema. O pedido a ser consultado deve ter algum tipo de problema registrado. |
| Cenário principal | 1. A partir do menu “Kanban”, o sistema apresenta a tela referente ao Kanban. 2. O usuário verifica os pedidos que possuem ou já estiveram parados por algum problema registrado. Com o botão direito do mouse sobre o pedido, o usuário seleciona a opção “Problema->Consultar”. 3. O sistema apresenta a tela Problemas. 4. O usuário visualiza o/os problema/as registrado/os neste pedido. |
| Cenário alternativo | No passo 2, na tela Kanban, existe a Relação de Problemas, onde um problema registrado e não finalizado fica visível. O usuário pode visualizar um problema registrado dando um duplo clique sobre o pedido correspondente. |
| Exceção | No passo 2, o sistema não habilita a opção Consultar caso o pedido não possuir problemas registrados. |
| Pós-condição | Um problema registrado é visualizado pelo usuário. |

Quadro 6 – Caso de uso UC01.06

O sétimo caso de uso deste pacote denominado Consultar pedido em produção, permite que um usuário consulte a situação de um pedido durante o processo de manufatura. No quadro 7, é apresentado a descrição deste caso de uso.

| | |
|---|---|
| UC01.07 – Consultar pedido em produção: este caso de uso permite que um usuário consulte a situação de um pedido no processo de manufatura. | |
| Pré-condições | O usuário deve estar logado no sistema. O pedido a ser consultado deve estar sendo manufaturado. |
| Cenário principal | 1. A partir do menu “Kanban”, o sistema apresenta a tela referente ao Kanban. 2. O usuário verifica em que etapa do processo o pedido está e com um duplo clique sobre o pedido. 3. O sistema apresenta a tela com informações do pedido, data de início de processo e data prevista para término. 4. O usuário verifica a situação do pedido. |
| Pós-condição | Uma consulta é visualizada pelo usuário. |

Quadro 7 – Caso de uso UC01.07

Na figura 16, pode ser visto o segundo diagrama de casos de uso, referente ao usuário com perfil do tipo Normal. Este usuário tem acesso a todas as funcionalidades do sistema, inclusive no gerenciamento do *Kanban*.

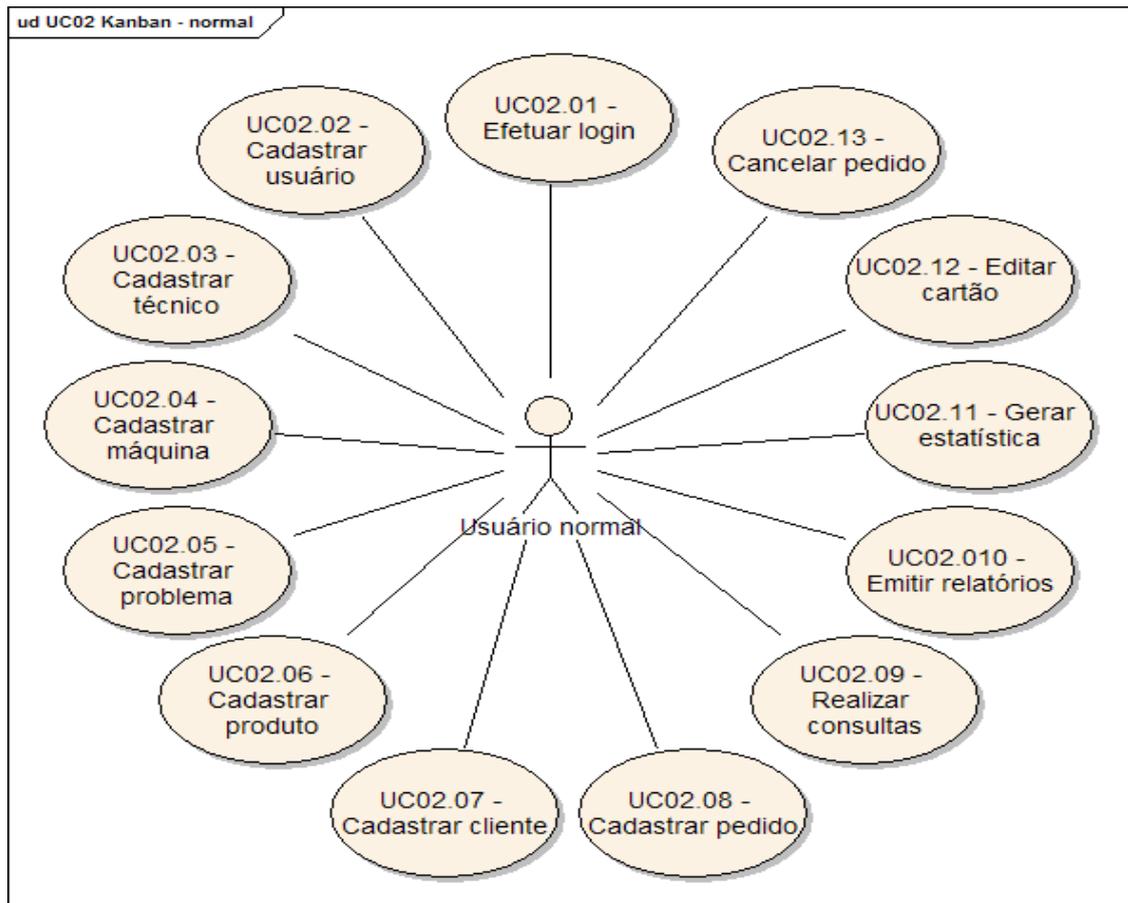


Figura 16 – Diagrama de casos de uso (*Kanban* - normal)

O caso de uso UC02.01, denominado *Efetuar login*, permite que um usuário possa ter acesso ao sistema. Este caso de uso possui comportamento igual ao UC01.01.

O segundo caso de uso deste pacote denominado *Cadastrar usuário*, permite que um usuário efetue, exclua ou edite um cadastro de usuário. No quadro 8, é apresentada a descrição deste caso de uso.

| | |
|---|---|
| UC02.02 – Cadastrar usuário: este caso de uso permite que um usuário efetue, exclua e edite um cadastro de usuário. | |
| Pré-condição | O usuário deve estar logado no sistema. |
| Cenário principal | <ol style="list-style-type: none"> 1. A partir do menu “Cadastros->Usuário”, o usuário tem acesso ao cadastro de usuários. 2. O sistema apresenta a tela Cadastro de Usuários. 3. O usuário pressiona o botão Novo. 4. O sistema apresenta a tela para preenchimento dos campos. 5. O usuário preenche os campos com as informações necessárias e pressiona o botão Salvar. 6. O sistema valida e grava as informações. |
| Cenário alternativo | <p>No passo 2, caso o usuário desejar excluir um cadastro de usuário.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1. O usuário seleciona o cadastro e pressiona o botão Excluir. 1.2. O sistema apresenta mensagem de confirmação. 1.3. O usuário pressiona o botão Sim. 1.4. O sistema verifica se o cadastro pode ser excluído. 1.5. O sistema exclui o cadastro e grava a alteração. <p>No passo 3, caso o usuário desejar editar um cadastro de usuário.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1. O usuário seleciona o cadastro e pressiona o botão Editar. 2.2. O usuário altera a/as informação/ções necessárias e pressiona o botão Salvar. 2.3. O sistema valida e grava as informações. |
| Exceção | <p>Nos passos 6 e 2.3, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso exista problemas com as informações digitadas ou editadas.</p> <p>No passo 1.4, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso o cadastro não possa ser excluído.</p> |
| Pós-condição | Um cadastro, exclusão ou edição de usuário é realizado com sucesso. |

Quadro 8 – Caso de uso UC02.02

O terceiro caso de uso deste pacote denominado *Cadastrar técnico*, permite que um usuário efetue, exclua ou edite um cadastro de técnico. No quadro 9, é apresentado a descrição deste caso de uso.

| | |
|--|---|
| UC02.03 – Cadastrar técnico: este caso de uso permite que um usuário efetue, exclua e edite um cadastro de técnico. Este cadastro é necessário para que possa ser enviado um e-mail ao responsável técnico por finalizar um problema registrado. | |
| Pré-condição | O usuário deve estar logado no sistema. |
| Cenário principal | <ol style="list-style-type: none"> 1. A partir do menu “Cadastros->Técnico”, o usuário tem acesso ao cadastro de técnicos. 2. O sistema apresenta a tela Cadastro de Técnicos. 3. O usuário pressiona o botão Novo. 4. O sistema apresenta a tela para preenchimento dos campos. 5. O usuário preenche os campos com as informações necessárias e pressiona o botão Salvar. 6. O sistema valida e grava as informações. |
| Cenário alternativo | <p>No passo 2, caso o usuário desejar excluir um cadastro de técnico.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1. O usuário seleciona o cadastro e pressiona o botão Excluir. 1.2. O sistema apresenta mensagem de confirmação. 1.3. O usuário pressiona o botão Sim. 1.4. O sistema verifica se o cadastro pode ser excluído. 1.5. O sistema exclui o cadastro e grava a alteração. <p>No passo 3, caso o usuário desejar editar um cadastro de técnico.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1. O usuário seleciona o cadastro e pressiona o botão Editar. 2.2. O usuário altera a/as informação/ções necessárias e pressiona o botão Salvar. 2.3. O sistema valida e grava as informações. |
| Exceção | <p>Nos passos 6 e 2.3, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso exista problemas com as informações digitadas ou editadas.</p> <p>No passo 1.4, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso o cadastro não possa ser excluído.</p> |
| Pós-condição | Um cadastro, exclusão ou edição de técnico é realizado com sucesso. |

Quadro 9 – Caso de uso UC02.03

O quarto caso de uso deste pacote denominado *Cadastrar máquina*, permite que um usuário efetue, exclua ou edite um cadastro de máquina. No quadro 10, é apresentado a descrição deste caso de uso.

| | |
|---|---|
| UC02.04 – Cadastrar máquina: este caso de uso permite que um usuário efetue, exclua e edite um cadastro de máquina. | |
| Pré-condições | <p>O usuário deve estar logado no sistema.</p> <p>O número de máquinas deve ser menor que sete (7).</p> |
| Cenário principal | <ol style="list-style-type: none"> 1. A partir do menu “Cadastros->Máquina”, o usuário tem acesso ao cadastro de máquinas. 2. O sistema apresenta a tela Cadastro de Máquinas. 3. O usuário pressiona o botão Novo. 4. O sistema apresenta a tela para preenchimento dos campos. 5. O usuário preenche os campos com as informações necessárias e pressiona o botão Salvar. 6. O sistema valida e grava as informações. |
| Cenário alternativo | <p>No passo 2, caso o usuário desejar excluir um cadastro da máquina.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1. O usuário seleciona o cadastro e pressiona o botão Excluir. 1.2. O sistema apresenta mensagem de confirmação. 1.3. O usuário pressiona o botão Sim. 1.4. O sistema verifica se o cadastro pode ser excluído. 1.5. O sistema exclui o cadastro e grava a alteração. <p>No passo 3, caso o usuário desejar editar um cadastro de máquina.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1. O usuário seleciona o cadastro e pressiona o botão Editar. 2.2. O usuário altera a/as informação/ções necessárias e pressiona o botão Salvar. 2.3. O sistema valida e grava as informações. |
| Exceção | <p>Nos passos 6 e 2.3, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso exista problemas com as informações digitadas ou editadas.</p> <p>No passo 1.4, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso o cadastro não possa ser excluído.</p> |
| Pós-condição | Um cadastro, exclusão ou edição de máquina é realizado com sucesso. |

Quadro 10 – Caso de uso UC02.04

O quinto caso de uso deste pacote denominado *Cadastrar problema*, permite que um usuário efetue, exclua ou edite um cadastro de problemas. No quadro 11, é apresentado a descrição deste caso de uso.

| UC02.05 – Cadastrar problema: este caso de uso permite que um usuário efetue, exclua e edite um cadastro de problema. | |
|---|---|
| Pré-condição | O usuário deve estar logado no sistema. |
| Cenário principal | <ol style="list-style-type: none"> 1. A partir do menu “Cadastros->Problema”, o usuário tem acesso ao cadastro de problemas. 2. O sistema apresenta a tela Cadastro de Problemas. 3. O usuário pressiona o botão Novo. 4. O sistema apresenta a tela para preenchimento dos campos. 5. O usuário preenche os campos com as informações necessárias e pressiona o botão Salvar. 6. O sistema valida e grava as informações. |
| Cenário alternativo | <p>No passo 2, caso o usuário desejar excluir um cadastro de problema.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1. O usuário seleciona o cadastro e pressiona o botão Excluir. 1.2. O sistema apresenta mensagem de confirmação. 1.3. O usuário pressiona o botão Sim. 1.4. O sistema verifica se o cadastro pode ser excluído. 1.5. O sistema exclui o cadastro e grava a alteração. <p>No passo 3, caso o usuário desejar editar um cadastro de problema.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1. O usuário seleciona o cadastro e pressiona o botão Editar. 2.2. O usuário altera a/as informação/ções necessárias e pressiona o botão Salvar. 2.3. O sistema valida e grava as informações. |
| Exceção | <p>Nos passos 6 e 2.3, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso exista problemas com as informações digitadas ou editadas.</p> <p>No passo 1.4, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso o cadastro não possa ser excluído.</p> |
| Pós-condição | Um cadastro, exclusão ou edição de problema é realizado com sucesso. |

Quadro 11 – Caso de uso UC02.05

O sexto caso de uso deste pacote denominado `Cadastrar produto`, permite que um usuário efetue, exclua ou edite um cadastro de produto. No quadro 12, é apresentado a descrição deste caso de uso.

| UC02.06 – Cadastrar produto: este caso de uso permite que um usuário efetue, exclua e edite um cadastro de produto. | |
|---|---|
| Pré-condição | O usuário deve estar logado no sistema. |
| Cenário principal | <ol style="list-style-type: none"> 1. A partir do menu “Cadastros->Produto”, o usuário tem acesso ao cadastro de produtos. 2. O sistema apresenta a tela Cadastro de Produtos. 3. O usuário pressiona o botão Novo. 4. O sistema apresenta os campos para preenchimento. 5. O usuário preenche os campos com as informações necessárias e pressiona o botão Salvar. 6. O sistema valida e grava as informações. |
| Cenário alternativo | <p>No passo 6, após cadastrar um produto, o usuário poderá cadastrar as dimensões deste novo produto</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1. O usuário seleciona o produto e clica no botão Medidas. 1.2. O sistema apresenta a tela Cadastro de Produtos referente ao produto selecionado. 1.3. O usuário preenche os campos com as informações necessárias e pressiona o botão Salvar. 1.4. O sistema valida e grava as informações. <p>No passo 2, caso o usuário desejar excluir um cadastro de produto.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1. O usuário seleciona o cadastro a ser excluído. 2.2. O sistema apresenta mensagem de confirmação. 2.3. O usuário pressiona o botão Sim. 2.4. O sistema verifica se o cadastro pode ser excluído. 2.5. O sistema exclui o cadastro e grava a alteração. <p>No passo 3, caso o usuário desejar editar um cadastro de produto.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3.1. O usuário seleciona o cadastro e pressiona o botão Editar. 3.2. O usuário altera a/as informação/ções necessárias e pressiona o botão Salvar. 3.3. O sistema valida e grava as informações. |
| Exceção | <p>Nos passos 6, 1.4 e 3.3, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso exista problemas com as informações digitadas ou editadas.</p> <p>No passo 1.4, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso o cadastro não possa ser excluído.</p> |
| Pós-condição | Um cadastro, exclusão ou edição de produto é realizado com sucesso. |

Quadro 12 – Caso de uso UC02.06

O sétimo caso de uso deste pacote denominado `Cadastrar cliente`, permite que um usuário efetue, exclua ou edite um cadastro de cliente. No quadro 13, é apresentado a descrição deste caso de uso.

| UC02.07 – Cadastrar cliente: este caso de uso permite que um usuário efetue, exclua e edite um cadastro de cliente. | |
|---|--|
| Pré-condição | O usuário deve estar logado no sistema. |
| Cenário principal | <ol style="list-style-type: none"> 1. A partir do menu “Cadastros->Cliente”, o usuário tem acesso ao cadastro de clientes. 2. O sistema apresenta a tela Cadastro de Clientes. 3. O usuário pressiona o botão Novo. 4. O sistema apresenta os campos para preenchimento. 5. O usuário preenche os campos com as informações necessárias e pressiona o botão Salvar. 6. O sistema valida e grava as informações. |
| Cenário alternativo | <p>No passo 2, caso o usuário desejar excluir um cadastro cliente.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1. O usuário seleciona o cadastro a ser excluído. 1.2. O sistema apresenta mensagem de confirmação. 1.3. O usuário pressiona o botão Sim. 1.4. O sistema verifica se o cadastro pode ser excluído. 1.5. O sistema exclui o cadastro e grava a alteração. <p>No passo 3, caso o usuário desejar editar um cadastro de cliente.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1. O usuário seleciona o cadastro e pressiona o botão Editar. 2.2. O usuário alterar a/as informação/ções necessárias e pressiona o botão Salvar. 2.3. O sistema valida e grava as informações. |
| Exceção | <p>Nos passos 6 e 2.3, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso exista problemas com as informações digitadas ou editadas.</p> <p>No passo 1.4, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso o cadastro não possa ser excluído.</p> |
| Pós-condição | Um cadastro, exclusão ou edição de cliente é realizado com sucesso. |

Quadro 13 – Caso de uso UC02.07

O oitavo caso de uso deste pacote denominado *Cadastrar pedido*, permite que um usuário efetue, exclua ou edite um cadastro de pedido. No quadro 14, é apresentado a descrição deste caso de uso.

| UC02.08 – Cadastrar pedido: este caso de uso permite que um usuário efetue, exclua e edite um cadastro de pedido. | |
|---|---|
| Pré-condições | <p>O usuário deve estar logado no sistema.</p> <p>Deve ter um cliente cadastrado no sistema.</p> <p>Deve ter um produto cadastrado no sistema.</p> |
| Cenário principal | <ol style="list-style-type: none"> 1. A partir do menu “Cadastros->Pedido”, o usuário tem acesso ao cadastro de pedidos. 2. O sistema apresenta a tela Cadastro de Pedidos. 3. O usuário pressiona o botão Novo. 4. O sistema apresenta os campos para preenchimento. 5. O usuário preenche os campos com as informações necessárias e pressiona o botão Salvar. 6. O sistema valida e grava as informações. |
| Cenário alternativo | <p>No passo 2, caso o usuário desejar excluir um cadastro de pedido.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1. O usuário seleciona o cadastro a ser excluído. 1.2. O sistema apresenta mensagem de confirmação. 1.3. O usuário pressiona o botão Sim. 1.4. O sistema verifica se o cadastro pode ser excluído. 1.5. O sistema exclui o cadastro e grava a alteração. <p>No passo 3, caso o usuário desejar editar um cadastro de pedido.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1. O usuário seleciona o cadastro e pressiona o botão Editar. 2.2 O sistema verifica se o cadastro selecionado no passo 2.1 está em manufatura. 2.3. O usuário altera o campo Data prometida e/ou Prioridade e pressiona o botão Salvar. 2.4. O sistema valida e grava as informações. |
| Exceção | <p>Nos passos 6 e 2.4, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso exista problemas com as informações digitadas ou editadas.</p> <p>No passo 1.4, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso o cadastro não possa ser excluído.</p> <p>No passo 2.2, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso o cadastro não possa ser editado.</p> |
| Pós-condição | Um cadastro, exclusão ou edição de pedido é realizado com sucesso. |

Quadro 14 – Caso de uso UC02.08

O caso de uso UC02.09, denominado *Realizar consultas*, permite que um usuário realize consultas relacionadas ao processo de manufatura dos pedidos e consulta de cadastros. Este caso de uso possui comportamento semelhante aos casos de uso UC01.04, UC01.05, UC01.06 e UC01.07.

O caso de uso UC02.10, denominado *Emitir relatórios*, permite que um usuário emita relatórios referente ao processo produtivo. Este caso de uso possui comportamento igual

ao UC01.02.

O caso de uso UC02.11, denominado *Gerar estatística*, permite que um usuário gere estatísticas do processo produtivo. Este caso de uso possui comportamento igual ao UC01.03.

O décimo segundo caso de uso deste pacote denominado *Editar cartão*, permite que um usuário abra e edite um cartão pedido. No quadro 15, é apresentada a descrição deste caso de uso.

| UC02.12 – Editar cartão: este caso de uso permite que um usuário abra e edite um cartão pedido no Kanban. | |
|---|---|
| Pré-condição | O usuário deve estar logado no sistema. |
| Cenário principal | 1. A partir do menu “Kanban”, o sistema apresenta a tela referente ao Kanban. 2. O usuário encontra o cartão pedido que deseja editar. Com o botão direito do mouse sobre o pedido, o usuário seleciona a opção Editar cartão. 3. O sistema apresenta a tela Cartão. 4. O usuário altera o campo Data prometida e/ou Prioridade e pressiona o botão Salvar. 5. O sistema valida e grava as informações. |
| Cenário alternativo | No passo 2, o usuário tem a opção de dar um duplo clique sobre o pedido que deseja alterar. 1.1. O sistema apresenta a tela Cartão. 1.2. O usuário edita o campo Data prometida e/ou Prioridade e pressiona o botão Salvar. 1.3. O sistema valida e grava as informações. |
| Exceção | Nos passos 5 e 1.3, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso exista problemas com as informações editadas. |
| Pós-condição | Um cartão pedido foi editado com sucesso. |

Quadro 15 – Caso de uso UC02.12

O décimo terceiro caso de uso deste pacote denominado *Cancelar pedido*, permite que um usuário cancele um registro de pedido. No quadro 16, é apresentada a descrição deste caso de uso.

| UC02.13 – Cancelar pedido: este caso de uso permite que um usuário cancele um pedido, retornando para cadastro de produto (estoque). | |
|--|--|
| Pré-condições | O usuário deve estar logado no sistema. Deve ter um cartão pedido em manufatura no Kanban. |
| Cenário principal | 1. A partir do menu “Kanban”, o sistema apresenta a tela referente ao Kanban. 2. O usuário encontra o cartão pedido que deseja cancelar. Com o botão direito do mouse, o usuário seleciona a opção Cancelar Pedido. 3. O sistema apresenta uma mensagem de confirmação. 4. O usuário pressiona o botão Sim. 5. O sistema cancela o pedido, valida e grava a alteração. |
| Exceção | No passo 2, caso a etapa for No corte, a ação Cancelar Pedido não é permitida. |
| Pós-condição | Um pedido é cancelado e transformado em estoque com sucesso. |

Quadro 16 – Caso de uso UC02.13

Por fim, na figura 17, pode ser visto o terceiro diagrama de casos de uso, referente ao gerenciamento do *kanban*. O ator *Treinador de Processos* é um usuário do tipo *Normal* responsável por gerenciar os pedidos no *Kanban*.

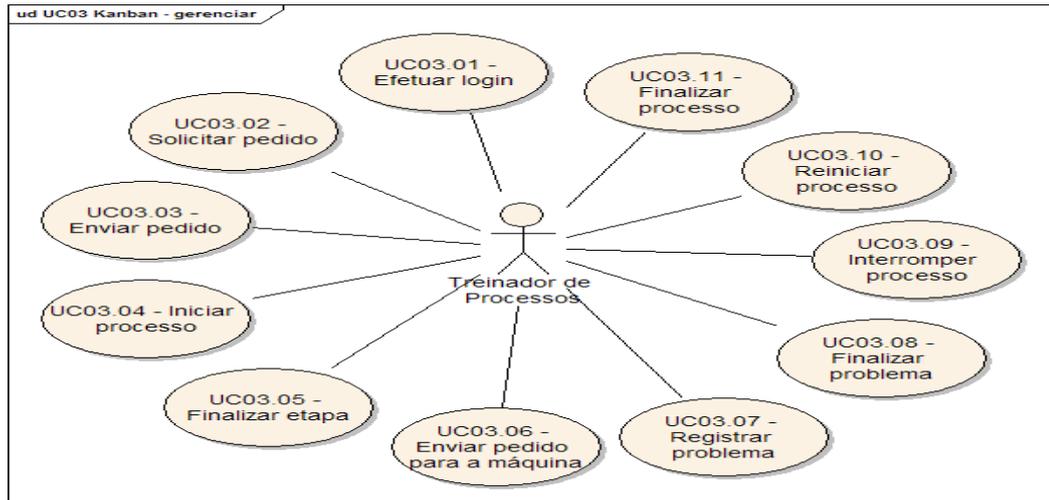


Figura 17 – Diagrama de casos de uso (*Kanban* – treinador de processos)

O caso de uso UC03.01, denominado *Efetuar login*, permite que um usuário possa ter acesso ao sistema. Este caso de uso possui comportamento igual ao UC01.01 e UC02.01.

O segundo caso de uso deste pacote denominado *Solicitar pedido*, permite que um usuário solicite um pedido. No quadro 17, é apresentada a descrição deste caso de uso.

| UC03.02 – Solicitar pedido: este caso de uso permite que um usuário solicite um pedido e disponibilize para a manufatura. | |
|---|--|
| Pré-condições | O usuário deve estar logado no sistema e seu tipo de perfil deve ser igual à Normal. Deve existir pedido cadastrado. A etapa no Kanban deve ser No Corte. A quantidade de pedidos na etapa No Corte deve ser menor que sete (7). |
| Cenário principal | 1. A partir do menu “Kanban”, o sistema apresenta a tela referente ao Kanban. 2. Com o botão direito do mouse posicionado na etapa No Corte e fora de um cartão pedido, o usuário seleciona a opção Solicitar pedido. 3. O sistema apresenta a tela Registro de pedidos. 4. O usuário seleciona o/os pedido/os que deseja puxar para a produção e pressiona o botão Confirmar. 5. O sistema valida e grava as operações. |
| Exceção | No passo 4, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso existir pedidos com maior prioridade que os selecionado pelo usuário. Nos passos 2 e 4, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso já existir sete (7) pedidos na etapa No Corte. |
| Pós-condição | Um pedido foi enviado com sucesso para a produção na etapa No Corte. |

Quadro 17 – Caso de uso UC03.02

O terceiro caso de uso deste pacote denominado *Enviar pedido*, permite que um usuário envie um pedido para o setor solicitante. No quadro 18, é apresentada a descrição deste caso de uso.

| UC03.03 – Enviar pedido: este caso de uso permite que um usuário envie um pedido para a etapa “No Setor” disponibilizando-o para o processo de união. | |
|---|--|
| Pré-condições | O usuário deve estar logado no sistema e seu tipo de perfil deve ser igual à Normal. A etapa no Kanban deve ser No Corte e deve existir pedido nesta etapa. A quantidade de pedidos na etapa No Setor deve ser menor que sete (7). |
| Cenário principal | 1. A partir do menu “Kanban”, o sistema apresenta a tela referente ao Kanban. 2. Com o botão direito do mouse sobre o pedido que deseja enviar, o usuário seleciona a opção Enviar para união. 3. O sistema envia o pedido para a etapa No setor, valida e grava as operações. |
| Exceção | No passo 2, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso existir pedidos com maior prioridade que o selecionado pelo usuário. No passo 2, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso já existir sete (7) pedidos na etapa No Setor. |
| Pós-condição | Um pedido foi enviado com sucesso para a produção na etapa No Setor. |

Quadro 18 – Caso de uso UC03.03

O quarto caso de uso deste pacote denominado *Iniciar processo*, permite que um

usuário inicie um processo. No quadro 19, é apresentado a descrição deste caso de uso.

| UC03.04 – Iniciar processo: este caso de uso permite que um usuário inicie um processo de manufatura enviando o pedido para a etapa “Preparação”. | |
|---|---|
| Pré-condições | O usuário deve estar logado no sistema e seu tipo de perfil deve ser igual à Normal. A etapa no Kanban deve ser No Setor e deve existir pedido nesta etapa. A quantidade de pedidos na etapa Preparação deve ser menor que sete (7). O pedido selecionado não pode estar com o processo de manufatura parado por problema registrado ou interrompido por algum motivo. |
| Cenário principal | 1. A partir do menu “Kanban”, o sistema apresenta a tela referente ao Kanban. 2. Com o botão direito do mouse sobre o pedido que deseja iniciar processo, o usuário seleciona a opção Iniciar processo. 3. O sistema envia o pedido para a etapa Preparação, valida e grava as operações. |
| Exceção | No passo 2, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso existir pedidos com maior prioridade que o selecionado pelo usuário. No passo 2, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso já existir sete (7) pedidos na etapa Preparação. |
| Pós-condição | Um pedido foi enviado e iniciado a produção com sucesso na etapa Preparação. |

Quadro 19 – Caso de uso UC03.04

O quinto caso de uso deste pacote denominado Finalizar etapa, permite que um usuário finalize uma etapa. No quadro 20, é apresentado a descrição deste caso de uso.

| UC03.05 – Finalizar etapa: este caso de uso permite que um usuário finalize uma etapa do processo de manufatura enviando o pedido para a etapa “Próxima”. | |
|---|--|
| Pré-condições | O usuário deve estar logado no sistema e seu tipo de perfil deve ser igual à Normal. A etapa no Kanban deve ser Preparação e deve existir pedido nesta etapa. A quantidade de pedidos na etapa Próxima deve ser menor que sete (7). O pedido selecionado não pode estar com o processo de manufatura parado por problema registrado ou interrompido por algum motivo. |
| Cenário principal | 1. A partir do menu “Kanban”, o sistema apresenta a tela referente ao Kanban. 2. Com o botão direito do mouse sobre o pedido que deseja finalizar etapa, o usuário seleciona a opção Finalizar etapa. 3. O sistema finaliza a etapa, envia o pedido para a etapa Próxima, valida e grava as operações. |
| Exceção | No passo 2, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso existir pedidos com maior prioridade que o selecionado pelo usuário e caso existir máquina disponível na etapa Na Máquina. No passo 2, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso já existir sete (7) pedidos na etapa Próxima. |
| Pós-condição | Um pedido foi finalizado etapa e enviado com sucesso para a etapa seguinte. |

Quadro 20 – Caso de uso UC03.05

O sexto caso de uso deste pacote denominado Enviar pedido para a máquina, permite que um usuário envie um pedido para uma máquina. No quadro 21, é apresentado a descrição deste caso de uso.

| UC03.06 – Enviar pedido para a máquina: este caso de uso permite que um usuário envie um pedido para a máquina. | |
|---|--|
| Pré-condições | O usuário deve estar logado no sistema e seu tipo de perfil deve ser igual à Normal. A etapa no Kanban deve ser Próxima ou Preparação e deve existir pedido nestas etapas. A máquina a receber o pedido deve estar livre. O pedido selecionado não pode estar com o processo de manufatura parado por problema registrado ou interrompido por algum motivo. |
| Cenário principal | 1. A partir do menu “Kanban”, o sistema apresenta a tela referente ao Kanban. 2. Com o botão direito do mouse sobre o pedido que deseja enviar para a máquina, o usuário seleciona a opção Enviar para máquina. 3. O sistema envia o pedido para a etapa Na máquina, valida e grava as operações. |
| Exceção | No passo 2, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso existir pedidos com maior prioridade que o selecionado pelo usuário e caso não existir máquina disponível na etapa Na Máquina. |
| Pós-condição | Um pedido foi enviado para a máquina com sucesso. |

Quadro 21 – Caso de uso UC03.06

O sétimo caso de uso deste pacote denominado Registrar problema, permite que um usuário registre um problema. No quadro 22, é apresentado a descrição deste caso de uso.

| | |
|---|--|
| UC03.07 – Registrar problema: este caso de uso permite que um usuário registre um problema ocorrido durante o processo de manufatura. | |
| Pré-condições | O usuário deve estar logado no sistema e seu tipo de perfil deve ser igual à Normal. A etapa no Kanban não pode ser No Corte. Dever ter um pedido em processo de manufatura. Deve ter um tipo de problema cadastrado. |
| Cenário principal | 1. A partir do menu “Kanban”, o sistema apresenta a tela referente ao Kanban. 2. O usuário encontra o pedido a ser registrado um problema. Com o botão direito do mouse sobre o pedido, o usuário seleciona a opção “Problema->Registrar”. 3. O sistema apresenta a tela Problemas. 4. O usuário preenche os campos com as informações necessárias e pressiona o botão Salvar. 5. O sistema insere uma etiqueta de problema no cartão pedido, valida e grava as operações. |
| Exceção | No passo 4, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso existir problemas com as informações digitadas. |
| Pós-condição | Um problema no processo de manufatura foi registrado com sucesso. |

Quadro 22 – Caso de uso UC03.07

O oitavo caso de uso deste pacote denominado *Finalizar problema*, permite que um usuário finalize um problema registrado. No quadro 23, é apresentada a descrição deste caso de uso.

| | |
|--|--|
| UC03.08 – Finalizar problema: este caso de uso permite que um usuário finalize um problema registrado que se encontra com situação Aberto. | |
| Pré-condições | O usuário deve estar logado no sistema e seu tipo de perfil deve ser igual à Normal. Dever ter um pedido em processo de manufatura com um problema registrado e com situação Aberto. |
| Cenário principal | 1. A partir do menu “Kanban”, o sistema apresenta a tela referente ao Kanban. 2. O usuário encontra o pedido que deseja finalizar um problema. Com o botão direito do mouse sobre o pedido, o usuário seleciona a opção “Problema->Finalizar”. 3. O sistema apresenta a tela Problemas. 4. O usuário muda o campo situação para Finalizado e pressiona o botão Salvar. 5. O sistema muda a etiqueta do cartão pedido, valida e grava as operações. |
| Cenário alternativo | No passo 2, na tela Kanban, existe a Relação de Problemas, onde um problema registrado e não finalizado fica visível. O usuário pode abrir a tela Problemas dando um duplo clique sobre o pedido correspondente. |
| Exceção | No passo 2, o sistema não habilita a opção Finalizar problema, caso o pedido selecionado não possua problemas registrado em situação aberto. |
| Pós-condição | Um registro de problema aberto foi finalizado com sucesso. |

Quadro 23 – Caso de uso UC03.08

O nono caso de uso deste pacote denominado *Interromper processo*, permite que um usuário interrompa o processo de manufatura. No quadro 24, é apresentada a descrição deste caso de uso.

| | |
|--|--|
| UC03.09 – Interromper processo: este caso de uso permite que um usuário interrompa o processo de manufatura sempre que um processo for ficar parado. | |
| Pré-condições | O usuário deve estar logado no sistema e seu tipo de perfil deve ser igual à normal. A etapa no Kanban não pode ser No Corte. Dever ter um pedido em processo de manufatura. |
| Cenário principal | 1. A partir do menu “Kanban”, o sistema apresenta a tela referente ao Kanban. 2. O usuário encontra o pedido que deseja parar o processo. Com o botão direito do mouse sobre o pedido, o usuário seleciona a opção “Processo->Interromper”. 3. O sistema interrompe o processo, insere uma etiqueta correspondente a ação no cartão pedido, valida e grava as operações. |
| Exceção | No passo 2, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso o pedido selecionado já estiver com processo interrompido. |
| Pós-condição | Um processo de manufatura de um pedido foi interrompido com sucesso. |

Quadro 24 – Caso de uso UC03.09

O décimo caso de uso deste pacote denominado *Reiniciar processo*, permite que um usuário reinicie um processo de manufatura interrompido. No quadro 25, é apresentada a descrição deste caso de uso.

| UC03.10 – Reiniciar processo: este caso de uso permite que um usuário reinicie um processo de manufatura interrompido. | |
|--|--|
| Pré-condições | O usuário deve estar logado no sistema e seu tipo de perfil deve ser igual à normal. A etapa no Kanban não pode ser No Corte. Dever ter um pedido em processo de manufatura. Deve ter um pedido com o processo interrompido. |
| Cenário principal | 1. A partir do menu “Kanban”, o sistema apresenta a tela referente ao Kanban. 2. O usuário encontra o pedido que deseja reiniciar o processo. Com o botão direito do mouse sobre o pedido, o usuário seleciona a opção “Processo->Reiniciar”. 3. O sistema reinicia o processo, retira a etiqueta do cartão pedido, valida e grava as operações. |
| Exceção | No passo 2, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso o pedido selecionado não estiver com o processo interrompido. |
| Pós-condição | Um processo de manufatura de um pedido foi reiniciado com sucesso. |

Quadro 25 – Caso de uso UC03.10

O décimo primeiro caso de uso deste pacote denominado *Finalizar processo*, permite que um usuário finalize o processo de manufatura de um pedido. No quadro 26, é apresentado a descrição deste caso de uso.

| UC03.11 – Finalizar processo: este caso de uso permite que um usuário finalize o processo de manufatura de um pedido. | |
|---|---|
| Pré-condições | O usuário deve estar logado no sistema e seu tipo de perfil deve ser igual à normal. A etapa no Kanban deve ser Na Máquina e deve ter um pedido em processo de manufatura nesta etapa. O pedido selecionado não pode estar com o processo de manufatura parado por problema registrado ou interrompido por algum motivo. |
| Cenário principal | 1. A partir do menu “Kanban”, o sistema apresenta a tela referente ao Kanban. 2. O usuário encontra o pedido que deseja finalizar processo. Com o botão direito do mouse sobre o pedido, o usuário seleciona a opção Finalizar processo. 3. O sistema finaliza o processo, gera a data final do pedido, retira o cartão do Kanban, valida e grava as operações. |
| Exceção | No passo 2, o sistema apresenta uma mensagem apropriada, caso o pedido selecionado não possa ser finalizado. |
| Pós-condição | Um processo de manufatura de um pedido foi finalizado com sucesso. |

Quadro 26 – Caso de uso UC03.11

3.2.2 Diagrama de atividades

O diagrama de atividades representa o fluxo necessário para a realização de uma atividade. Para representar tal fluxo, foram selecionadas algumas funcionalidades do sistema, mais especificamente as funções relacionadas ao seqüenciamento e gerenciamento do *Kanban*. A figura 18, mostra o diagrama de atividades que contempla o ciclo de vida de um pedido dentro do *Kanban*.

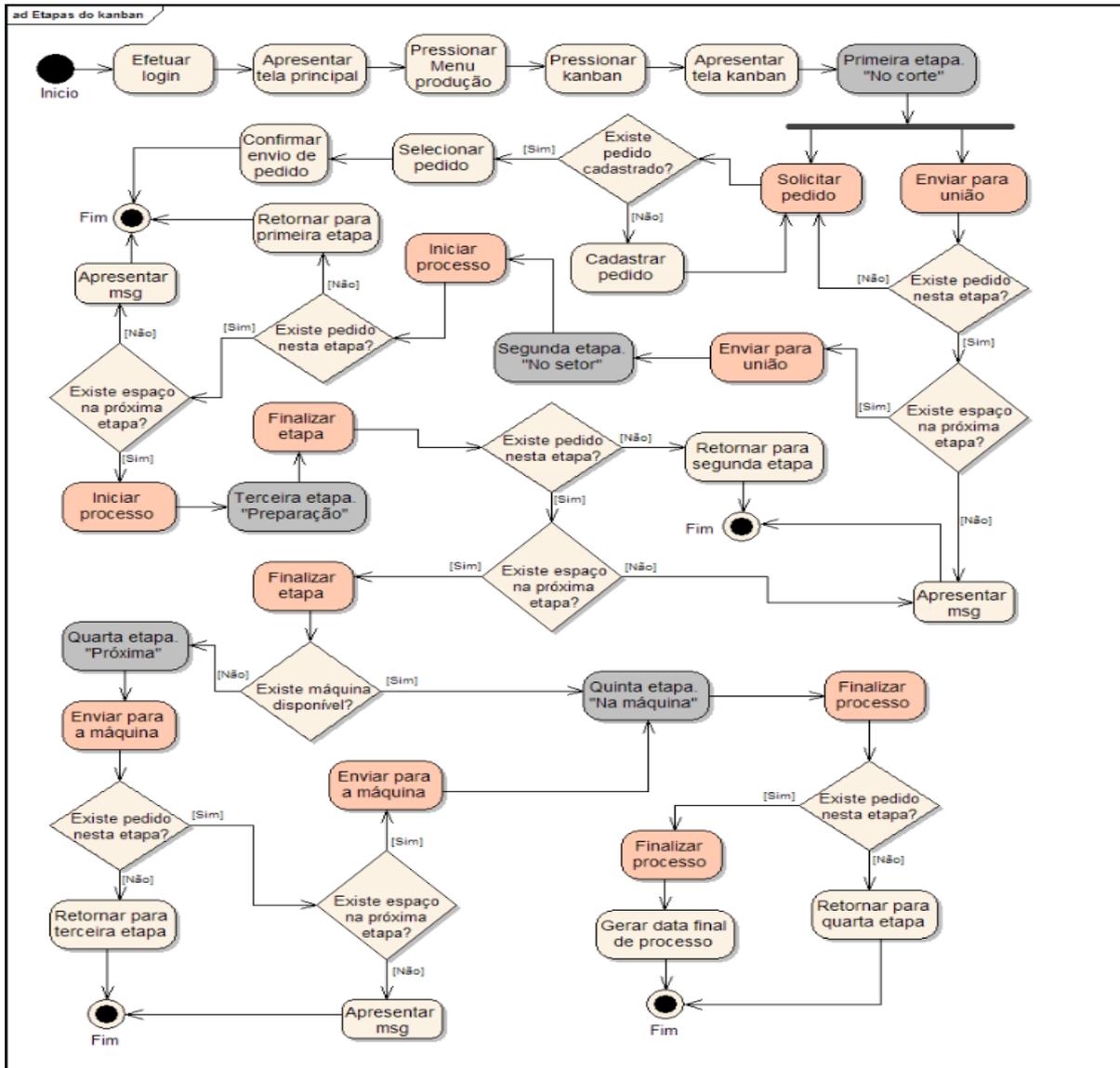


Figura 18 – Diagrama de atividades (seqüência de um pedido no Kanban)

O ciclo inicia com a solicitação de um pedido ao setor anterior, representado como primeira etapa. Esta etapa simboliza o conceito de puxar a produção, ou seja, o pedido é produzido somente quando solicitado. Quando liberado, este pedido passa para a segunda etapa onde fica aguardando o início de processo de manufatura passando então para a terceira etapa. As horas de processo de manufatura de um pedido iniciam a partir desta etapa e finalizam somente na quinta etapa quando o usuário finalizar o processo, podendo haver interrupção de processo e paradas por problema registrado não finalizado. A quarta etapa é obrigatória somente no caso de não existir máquina disponível ao finalizar a terceira etapa. Caso não existir máquina disponível, o pedido entra nesta etapa e fica aguardando a finalização de algum processo em máquina.

A figura 19, apresenta o diagrama de atividades referente ao gerenciamento do Kanban.

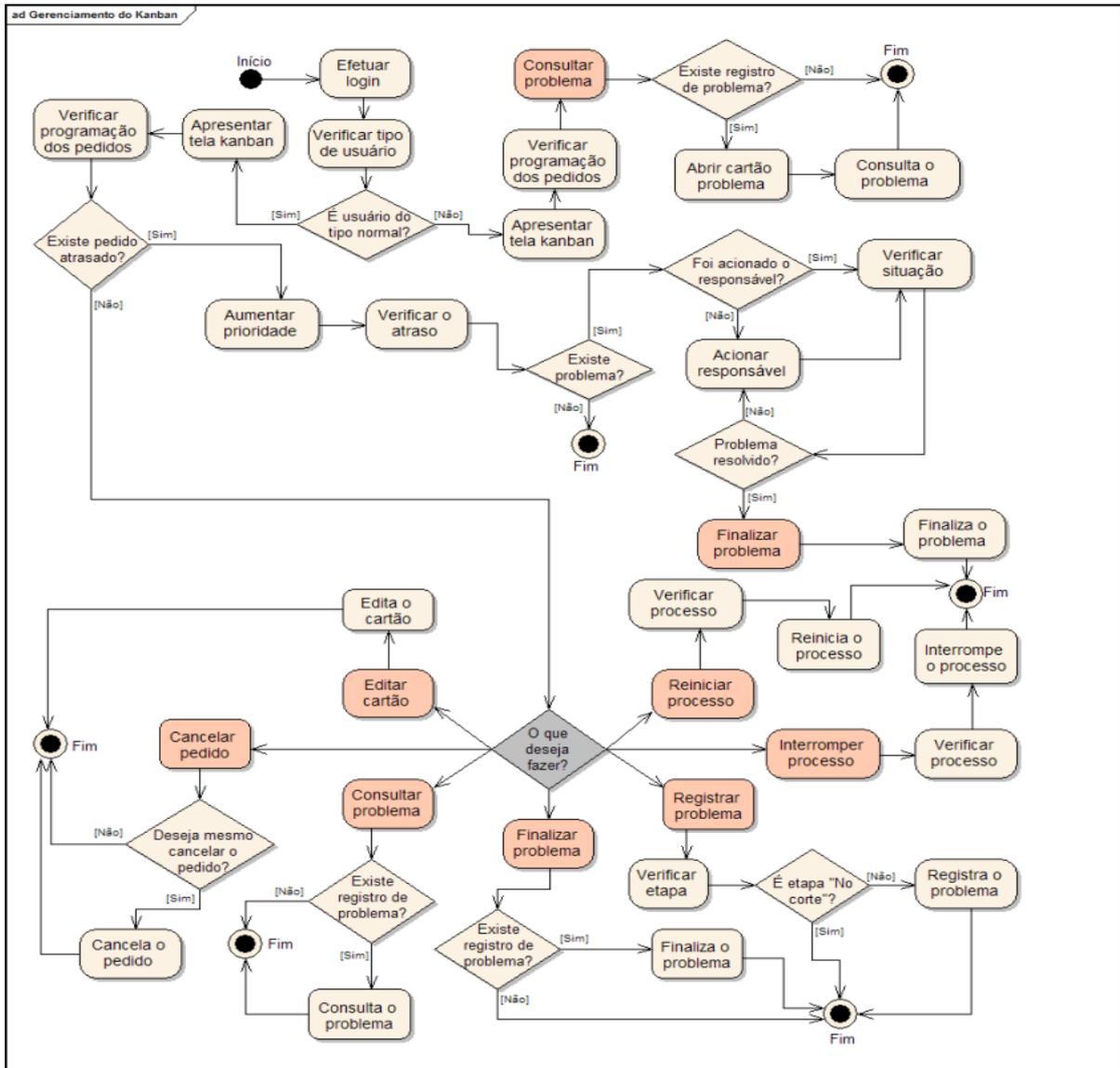


Figura 19 – Diagrama de atividades (gerenciamento do Kanban)

Este diagrama representa um controle do processo produtivo, onde um usuário verifica a atual situação do setor, a começar por verificar se existe pedido com a data de entrega atrasada, se caso existir, verifica o motivo do atraso tomando uma ação necessária. O fluxo mostra também as ações que um usuário pode executar de acordo com a necessidade. O diagrama apresenta também as ações que podem ser realizadas sobre um pedido no painel *Kanban*.

3.2.3 Diagrama de classes

A figura 20, ilustra o diagrama de classes do sistema *Kanban*.

A classe TParada é uma extensão da classe TCartao responsável pelo controle de interrupção no processo de manufatura de um cartão pedido.

A classe TFCadastro é responsável pela base dos cadastros (Cliente, Produto, Máquina, Problema, Usuário, Técnico e Pedido). Controla a inserção, edição e exclusão de registros.

3.2.4 Diagrama de entidade relacionamento

A figura 21, mostra o diagrama de entidade relacionamento da base de dados. Esse diagrama foi elaborado a partir do estudo dos requisitos do sistema.

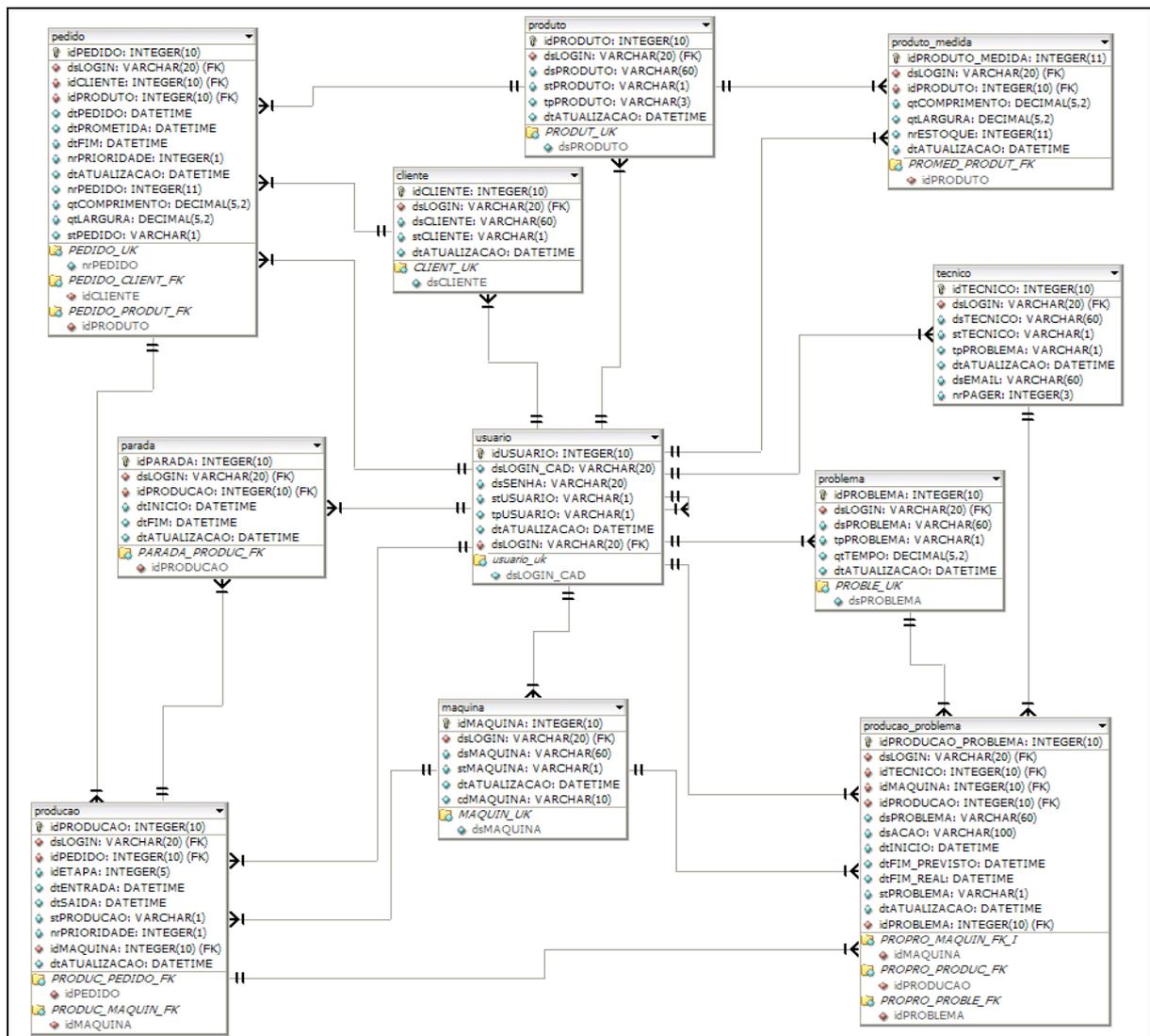


Figura 21 – Diagrama de entidade relacionamento

A descrição das tabelas e de cada campo pode ser encontrada no dicionário de dados

que é apresentada no apêndice A deste trabalho.

3.3 IMPLEMENTAÇÃO

Nesta seção são apresentadas as técnicas e ferramentas utilizadas e a operacionalidade do sistema desenvolvido.

3.3.1 Técnicas e ferramentas utilizadas

Para um melhor desempenho do trabalho desenvolvido, foi utilizada a técnica de OO, que oferece uma melhor estruturação do código fonte para a implementação proposta. O ambiente de programação utilizado para o desenvolvimento foi a ferramenta Delphi 7, por permitir a rápida criação de telas gráficas para interface com o usuário, e por disponibilizar um método de criação de gráficos e relatórios de forma rápida e precisa. O banco de dados utilizado foi o *MySQL Server 5.0* por ser um banco de grande credibilidade no mercado e ser gratuito. Para conexão com o banco de dados foi utilizada a ferramenta DBExpress, que provê acesso ao banco de dados através das *Dynamic Link Library (DLL) dbxopenmysql50* e *libmysql*. Por fim, o sistema foi desenvolvido para rodar em uma rede *Local Area Network (LAN)* utilizando o protocolo TCP/IP.

Para ilustrar o código fonte, foram selecionadas duas etapas importantes do painel *Kanban*, que pode ser visualizado na seção 3.3.2 e 3.3.3.

3.3.2 Trecho de código carregar etapa

O quadro 27, ilustra o método responsável por criar uma etapa e seus cartões no painel *Kanban*. O método tem a função de instanciar todos os objetos e associar os eventos relativos a cada cartão nas etapas. Nas etapas um (1), dois (2) e três (3) o método cria somente os cartões, já nas etapas quatro (4) e cinco (5), o método cria os cartões e a máquina.

```

procedure TFKanban.CarregarEtapa(idEtapa: Integer);
var item : TCartao;
    LPos, TPos, i : Integer;
    Parente : TScrollBar;
    Maquina : TMaquina;
    MaqCab : TPanel;

procedure NovoCartao(Parente:TScrollBar; tp:Integer);
begin
    Kanban_dm.ProducaoMovto_cd.First;
    LPos := 0;
    if (tp = 0) then
        LPos := 1;
        TPos := 0;
        while not Kanban_dm.ProducaoMovto_cd.EOF do
            begin
                Item := TCartao.Create(Parente);
                Item.Configurar;
                Item.Parent := Parente;
                Item.PopupMenu := FKanban.Cartao_pm;
                Item.OnClick := FKanban.Item_spClick;
                Kanban_dm.ProducaoMovto_cd.Next;
                LPos := LPos + 70;
                Item.Etapa := TEtapa(Etapas.Objects[idEtapa]);
                TETapa(Etapas.Objects[idEtapa]).Cartoes.AddObject (IntToStr(Item.Tag),
Item);

                if (Parente is TMaquina)then
                    begin
                        Item.Align := alClient;
                        TMaquina(Parente).Cartao := Item;
                    end;
            end;
        end;
    begin
        Parente := TEtapa(Etapas.Objects[idEtapa]).ScrollBar;
        Parente.Hide;
        Maquina_sb.Hide;
        for i := Parente.ControlCount - 1 downto 0 do
            begin
                if (Parente.Controls[i] is TMaquina) then
                    begin
                        Parente.Controls[i].Free;
                        TETapa(Etapas.Objects[idEtapa]).Maquinas.Delete(0);
                    end
                else if (Parente.Controls[i] is TCartao) then
                    begin
                        Parente.Controls[i].Free;
                        TETapa(Etapas.Objects[idEtapa]).Cartoes.Delete(0);
                    end;
            end;
        end;
        Kanban_dm.ProducaoMovto_cd.Close;
        Kanban_dm.ProducaoMovto_q.ParamByName('idETAPA').asInteger := idETAPA;
        Kanban_dm.ProducaoMovto_cd.Open;
        Kanban_dm.ProducaoMovto_cd.Filter := '';
        Kanban_dm.ProducaoMovto_cd.Filtered := False;
        if (idEtapa in [4,5]) then
            begin
                Kanban_dm.Maquina_AUX_cd.First;
                while not Kanban_dm.Maquina_AUX_cd.EOF do
                    begin
                        Kanban_dm.ProducaoMovto_cd.Filter := 'idMAQUINA=' +
Kanban_dm.Maquina_AUX_cd.FieldName('idMAQUINA').asString;
                        Kanban_dm.ProducaoMovto_cd.Filtered := True;
                        if (TETapa(Etapas.Objects[idEtapa]).Maquinas.Count < 7) then
                            begin
                                Maquina := TMaquina.Create(Parente);
                                Maquina.Parent := Parente;
                                Maquina.Align := alLeft;
                                Maquina.Width := 75;
                                Maquina.AutoScroll := False;
                                Maquina.Etapa := TEtapa(Etapas.Objects[idEtapa]);
                                Maquina.idMaquina :=

```

```

Kanban_dm.Maquina_AUX_cd.FieldByName('idMAQUINA').asInteger;
    Maquina.Name      := 'Maq' + IntToStr(idEtapa) +
IntToStr(Maquina.idMaquina);
    Maquina.Left      := 1000;
    TEtapa(Etapas.Objects[idEtapa]).Maquinas.
AddObject(Maquina.Name, Maquina);
    if (Maquina_sb.ControlCount < 7) and
(Maquina_sb.ControlCount < Kanban_dm.Maquina_AUX_cd.RecordCount) then
    begin
        MaqCab        := TPanel.Create(Parente);
        MaqCab.Parent  := Maquina_sb;
        MaqCab.Align   := alLeft;
        MaqCab.Width   := 75;
        MaqCab.Caption :=
Kanban_dm.Maquina_AUX_cd.FieldByName('cdMAQUINA').asString;
        MaqCab.Tag     :=
Kanban_dm.Maquina_AUX_cd.FieldByName('idMAQUINA').asInteger;
        MaqCab.Left    := 500;
    end;
    NovoCartao(Maquina, 0);
    end;
    Kanban_dm.Maquina_AUX_cd.Next;
    end;
end
else
    NovoCartao(Parente, 1);
    Maquina_sb.Show;
    Maquina_sb.AutoScroll := False;
    Maquina_sb.AutoScroll := True;
    Parente.Show;
    Parente.AutoScroll := False;
    Parente.AutoScroll := True;
end;

```

Quadro 27 – Trecho de código CarregarEtapa

3.3.3 Trecho de código finalizar etapa

O quadro 28, ilustra o método responsável por atualizar o cartão e recarregar as duas etapas envolvidas na transição de um cartão pedido no painel *Kanban*. Este método é acionado quando existir uma mudança de estado do objeto cartão. Verifica em qual etapa está o cartão e realiza a transição do mesmo para a próxima etapa, caso for a etapa cinco (5), o método apenas finaliza o pedido. Em uma transição, o método registra a data de saída da etapa corrente e gera um novo registro para a etapa seguinte. Cada cartão possui cinco (5) registros, exceto quando se cancela um pedido.

```

procedure TFKanban.Finalizaretapa_miClick(Sender: TObject);
var Maquina : TScrollBox;
    Etapa, Proxima, Anterior : TEtapa;

    function ObterProximoCartao: TScrollBox;
    var i : Integer;
    begin
        Result := TScrollBox(ProximaPeca_sb.FindComponent('Maq4' +
Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idMAQUINA').asString));
        i := 0;
        while (not Assigned(TMaquina(Result).Cartao)) and (i <= 7) do

```

```

begin
    Result := TMaquina(Anterior.Maquinas.Objects[i]);
    inc(i);
end;
end;
begin
    Kanban_dm.Producao_cd.Close;
    Kanban_dm.Producao_q.ParamByName('idPRODUCAO').asInteger := CartaoAtual.Tag;
    Kanban_dm.Producao_cd.Open;
    Etapa := TEtapa(Etapas.Objects[CartaoAtual.Etapa.idEtapa]);
    if (CartaoAtual.Etapa.idEtapa < 5) then
        Proxima := TEtapa(Etapas.Objects[CartaoAtual.Etapa.idEtapa + 1]);
        if (CartaoAtual.Etapa.idEtapa > 1) then
            Anterior := TEtapa(Etapas.Objects[CartaoAtual.Etapa.idEtapa - 1]);
            if not Kanban_dm.Producao_cd.IsEmpty then
                case TMenuItem(Sender).Tag of
                0: begin
                    if (CartaoAtual.Etapa.idEtapa < 5) and (Proxima.Cartoes.Count > 6) then
                        begin
                            ShowMessage('Não é possível processar esta operação no momento!');
                            exit
                        end;
                    if (CartaoAtual.Etapa.idEtapa < 4) and (CartaoAtual.TabOrder > 0) and
(MessageDlg('Existe peça com maior prioridade.'#10 + '                Deseja continuar?',
mtConfirmation, [mbYes, mbNo], 0) = mrNo) then
                        exit;
                    Kanban_dm.Producao_cd.Edit;
                    Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('dtSAIDA').asDateTime := now;
                    if (CartaoAtual.Etapa.idEtapa in [3,4]) then
                        begin
                            Kanban_dm.ProducaoMaquina_cd.Close;
                            Kanban_dm.ProducaoMaquina_q.ParamByName('idEtapa').asInteger := 0;
                            Kanban_dm.ProducaoMaquina_cd.Open;
                            if (Kanban_dm.ProducaoMaquina_cd.IsEmpty) or
(Kanban_dm.ProducaoMaquina_cd.FieldByName('idMAQUINA').isNull) then
                                begin
                                    Kanban_dm.ProducaoMaquina_cd.Close;
                                    Kanban_dm.ProducaoMaquina_q.ParamByName('idEtapa').asInteger :=
CartaoAtual.Etapa.idEtapa + 1;
                                    Kanban_dm.ProducaoMaquina_cd.Open;
                                end;
                                if (Kanban_dm.ProducaoMaquina_cd.FieldByName('idMAQUINA').isNull)
then
                                    begin
                                        ShowMessage('Não existe máquina disponível!');
                                        Kanban_dm.ProducaoMaquina_cd.Cancel;
                                        exit
                                    end;
                                end;
                                Kanban_dm.Producao_cd.Post;

                                if (CartaoAtual.Etapa.idEtapa < 5) then
                                    begin
                                        Kanban_dm.Producao_cd.Append;
                                        CartaoAtual.Tag
                                        Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idPRODUCAO').asInteger;
                                        Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idPEDIDO').asInteger
                                        Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idPEDIDO').OldValue;
                                        Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idETAPA').asInteger
                                        Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idETAPA').OldValue + 1;
                                        Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('dtENTRADA').asDateTime
                                        Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('nrPRIORIDADE').asInteger
                                        Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('nrPRIORIDADE').OldValue;
                                        if (CartaoAtual.Etapa.idEtapa = 3) then
                                            begin
                                                if (MessageDlg('Confirma envio da peça para máquina "' +
Kanban_dm.ProducaoMaquina_cd.FieldByName('idMAQUINA').asString + '"?', mtConfirmation,
[mbYes, mbNo], 0) = mrYes) then
                                                    begin
                                                        Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idMAQUINA').asInteger:=
Kanban dm.ProducaoMaquina cd.FieldByName('idMAQUINA').asInteger;

```

```

        if (Kanban_dm.ProducaoMaquina_q.ParamByName
('idEtapa').asInteger = 0) then
            begin
                Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idETAPA').asInteger
:= 5;
                Proxima := TEtapa(Etapas.Objects[Proxima.idEtapa + 1]);
            end;
        end
    else
        begin
            Kanban_dm.Producao_cd.Cancel;
            Kanban_dm.Producao_cd.Edit;
            Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('dtSAIDA').Clear;
            Kanban_dm.Producao_cd.Post;
            Abort;
        end;
    end
    else if (CartaoAtual.Etapa.idEtapa = 4) and
(PecaMaquina_sb.FindComponent('Maq5' +
FloatToStr(Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idMAQUINA').OldValue)) <> nil) and
(TScrollBox(PecaMaquina_sb.FindComponent('Maq5' +
FloatToStr(Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idMAQUINA').OldValue))).ControlCount >
0) then
        begin
            if (MessageDlg('Confirma envio da peça para máquina "' +
Kanban_dm.ProducaoMaquina_cd.FieldByName('idMAQUINA').asString + '"?', mtConfirmation,
[mbYes, mbNo], 0) = mrYes) then
                Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idMAQUINA').asInteger:=
Kanban_dm.ProducaoMaquina_cd.FieldByName('idMAQUINA').asInteger
            else
                begin
                    Kanban_dm.Producao_cd.Cancel;
                    Kanban_dm.Producao_cd.Edit;
                    Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('dtSAIDA').Clear;
                    Kanban_dm.Producao_cd.Post;
                    abort;
                end;
            end
            else if (Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idMAQUINA').OldValue <>
null) then
                Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idMAQUINA').asInteger:=
Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idMAQUINA').OldValue;

                CartaoAtual.idMaquina :=
Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idMAQUINA').asInteger;
                Kanban_dm.Producao_cd.Post;
                Etapa.Cartoes.Delete(Etapa.Cartoes.IndexOf(Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idPRODUC
AO').asString));
                if ((Etapa.idEtapa + 1) in [4,5]) then
                    CartaoAtual.Parent :=
TMaquina(Proxima.Maquinas.Objects[Proxima.Maquinas.IndexOf('Maq'+IntToStr(Proxima.idEt
apa)+IntToStr(CartaoAtual.idMaquina))])
                else
                    CartaoAtual.Parent := Proxima.ScrollBox;
                    CartaoAtual.Etapa := Proxima;
                    CartaoAtual.TabOrder := 7;
                    CartaoAtual.Left := 300;
                    CartaoAtual.Hint := 'X';
                    Proxima.Cartoes.AddObject(IntToStr(CartaoAtual.Tag), CartaoAtual);
                end
            else
                begin
                    if (not Kanban_dm.Pedido_cd.Active) then
                        Kanban_dm.Pedido_cd.Open;
                    if Kanban_dm.Pedido_cd.Locate('idPEDIDO',
Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idPEDIDO').asInteger, []) then
                        begin
                            Kanban_dm.Pedido_cd.Edit;
                            Kanban_dm.Pedido_cd.FieldByName('dtFIM').asDateTime := now;
                            Kanban_dm.Pedido_cd.FieldByName('stPEDIDO').asString := 'F';
                            Kanban_dm.Pedido_cd.Post;
                        end;
                    end;
                end;
            end;
        end;
    end;

```

```

Etapa.Cartoes.Delete(Etapa.Cartoes.IndexOf(Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idPRODUC
AO').asString));
    TMaquina(CartaoAtual.Parent).Cartao := nil;
end;
    if (Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idETAPA').asInteger in [3,4,5])
and
    (Anterior.Cartoes.Count > 0) and
(MessageDlg('Deseja iniciar peça da etapa "'+Anterior.dsEtapa+'"',
mtConfirmation, [mbYes, mbNo], 0) = mrYes) then
begin
    Maquina := PecaCorte_sb;
    case Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idETAPA').asInteger of
        5: Maquina := ObterProximoCartao;
        4: Maquina := DesfiandoPreparando_sb;
        3: Maquina := PecaSetor_sb;
    end;
    if (Maquina.ControlCount > 0) then
        begin
            CartaoAtual := TCartao(Maquina.Controls[0]);
            Finalizaretapa_miClick(Sender);
            exit;
        end;
    end;
    if (CartaoAtual.Hint <> 'X') and
(CartaoAtual.Etapa.idEtapa < 5) then
begin

Etapa.Cartoes.Delete(Etapa.Cartoes.IndexOf(Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idPRODUC
AO').asString));
        CartaoAtual.Parent := Proxima.ScrollBox;
        CartaoAtual.TabOrder := 7;
        Proxima.Cartoes.AddObject(IntToStr(CartaoAtual.Tag), CartaoAtual);
    end;
end;
1: begin
    Kanban_dm.Cartao_cd.Close;
    Kanban_dm.Cartao_q.Params[0].AsInteger :=
Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idPRODUCAO').asInteger;
    Kanban_dm.Cartao_cd.Open;
    FCartao := TFCartao.Create(self);
    FCartao.ShowModal;
    FCartao.Free;
end;
2:
MostrarProblema(Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idPRODUCAO').asInteger,
                Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idETAPA').asInteger,
                Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idMAQUINA').asInteger,
                Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idPEDIDO').asInteger,
                True, False); //Registrar Problema
3:
MostrarProblema(Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idPRODUCAO').asInteger,
                Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idETAPA').asInteger,
                Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idMAQUINA').asInteger,
                Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idPEDIDO').asInteger,
                False, True); //Consultar Problema
4: begin
    Kanban_dm.Producao_Problema_cd.Close;
    Kanban_dm.Producao_Problema_q.ParamByName('idPRODUCAO').AsInteger :=
Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idPRODUCAO').asInteger;
    Kanban_dm.Producao_Problema_q.ParamByName('idPEDIDO').AsInteger :=
Kanban_dm.Producao_cd.FieldByName('idPEDIDO').asInteger;
    Kanban_dm.Producao_Problema_cd.Open;
    Kanban_dm.Producao_Problema_cd.Edit;
    Kanban_dm.Producao_Problema_cd.FieldByName('stPROBLEMA').asString := 'F';
    Kanban_dm.Producao_Problema_cd.Post;
    CartaoAtual.AtualizarProblema;
    Kanban_dm.RelacaoProblema_cd.Close;
    Kanban_dm.RelacaoProblema_cd.Open;
end;
end;
end;

```

Quadro 28 – Trecho de código FinalizarEtapa

3.3.4 Operacionalidade da implementação

Nesta seção são apresentadas as funcionalidades do sistema desenvolvido. Foi implementado um programa chamado `KanbanXicote.exe` que tem como objetivo enviar *e-mail* automaticamente para um técnico ou responsável pela produção. Para isso, o arquivo executável rodará como um serviço do *windows* e tem como finalidade monitorar alguns processos do *Kanban*, os quais são: pedidos em atraso, registro de problemas e problemas com o prazo de resolução esgotado. Com relação ao registro de problema, o sistema irá enviar mensagem para o técnico responsável por finalizar o problema e quanto aos pedidos atrasados a mensagem é enviada para os responsáveis pela produção que terão seus endereços de correio eletrônico previamente cadastrado no arquivo `KanbanXicote.ini`. A figura 22, apresenta as opções de menu do sistema.

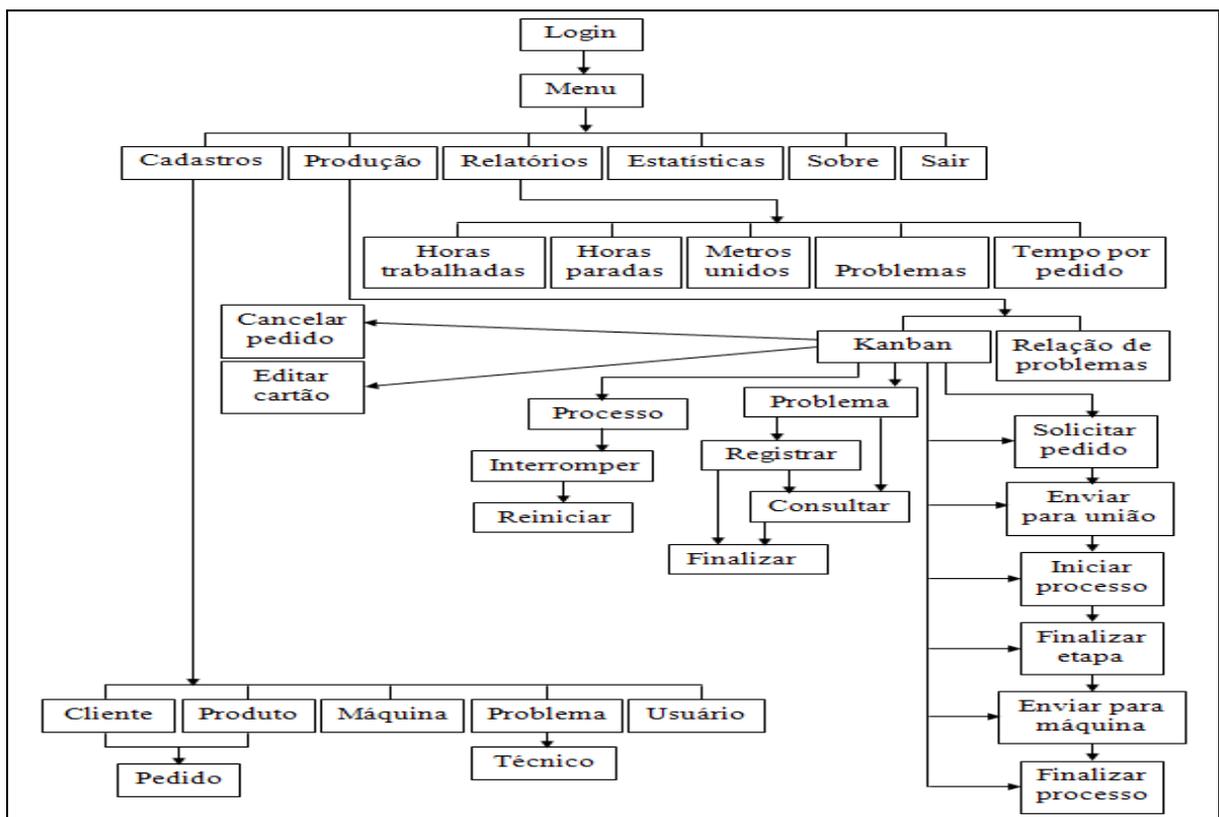


Figura 22 – Opções de menu

As telas de cadastros possuem alguns campos em comum que são preenchidos de forma sistemática, tais como Código, Usuário e Atualização e possui outros campos que devem ser informados pelo usuário, os quais são Tipo e Situação que assumem valores *default*. No apêndice B, é descrito como estes campos são preenchidos, que valores podem assumir e o significado dos campos informado pelo usuário.

As telas de cadastros podem ser visualizadas em modo *Lista* onde contem todos os registros da tabela ou em modo *Detalhe* onde é apresentado toda a descrição de um único registro. Ao selecionar a opção *Novo*, o sistema apresenta ao usuário a tela em modo *Detalhe*.

3.3.4.1 Tela configuração de rede

Ao inicializar, antes de fazer o *login*, o sistema tenta se conectar a uma rede de computadores a procura do servidor, caso não o encontre, o sistema apresenta a tela ilustrada pela figura 23.

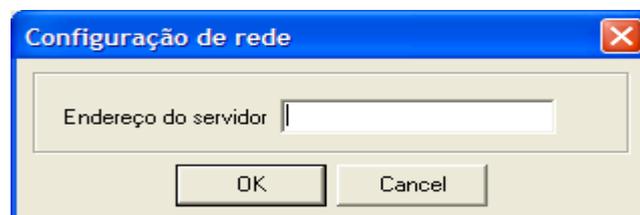


Figura 23 – Configuração de rede

Nesta tela o usuário deverá informar o endereço do servidor digitando o seu número de IP ou o nome da máquina na rede. Caso o servidor for local, pode-se digitar *localhost* ou 127.0.0.1. O sistema continua a apresentar a tela representada pela figura 23 caso o sistema não encontre o endereço do servidor informado.

3.3.4.2 Tela de *login*

A figura 24, ilustra a tela de *login*, que é apresentada sempre que um usuário for acessar o sistema e após ter encontrado o servidor. Inicialmente, o usuário deve estabelecer o *login*, acessando as funcionalidades do sistema conforme o tipo de perfil cadastrado.

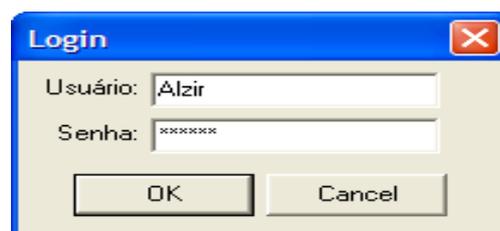


Figura 24 – Tela de *login*

Os campos *Usuário* e *Senha* foram tratados como *case sensitive*, ou seja, diferenciam letras maiúsculas de minúsculas, neste caso o sistema apresenta a mensagem representada pela figura 25.



Figura 25 – Mensagem usuário e/ou senha incorretos

A senha de cada usuário cadastrado terá validade de cento e oitenta (180) dias a partir de seu cadastramento. Cinco (5) dias antes do vencimento, o sistema começa a apresentar uma mensagem, conforme mostra a figura 26.

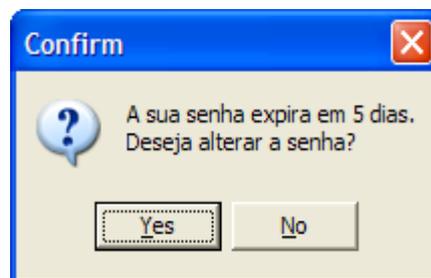


Figura 26 – Mensagem alterar senha

O usuário poderá alterar a senha neste momento ou optar em alterar a senha na próxima vez que for acessar o sistema, caso escolha esta opção e enquanto não for alterada, a mensagem será exibida sempre que for acessar o sistema até o momento em que a senha for alterada ou expirada, neste último caso, a situação do usuário passa para inativo, sendo que o usuário não terá mais acesso ao sistema. No caso de um usuário inativo tentar acessar o sistema é apresentado a mensagem ilustrada pela figura 27.

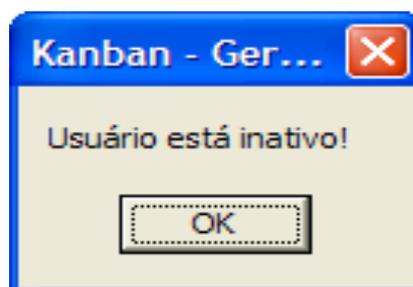


Figura 27 – Mensagem usuário inativo

3.3.4.3 Tela principal

Após o usuário efetuar o acesso ao sistema, a tela principal é apresentada como mostra a figura 28.



Figura 28 – Tela principal do sistema

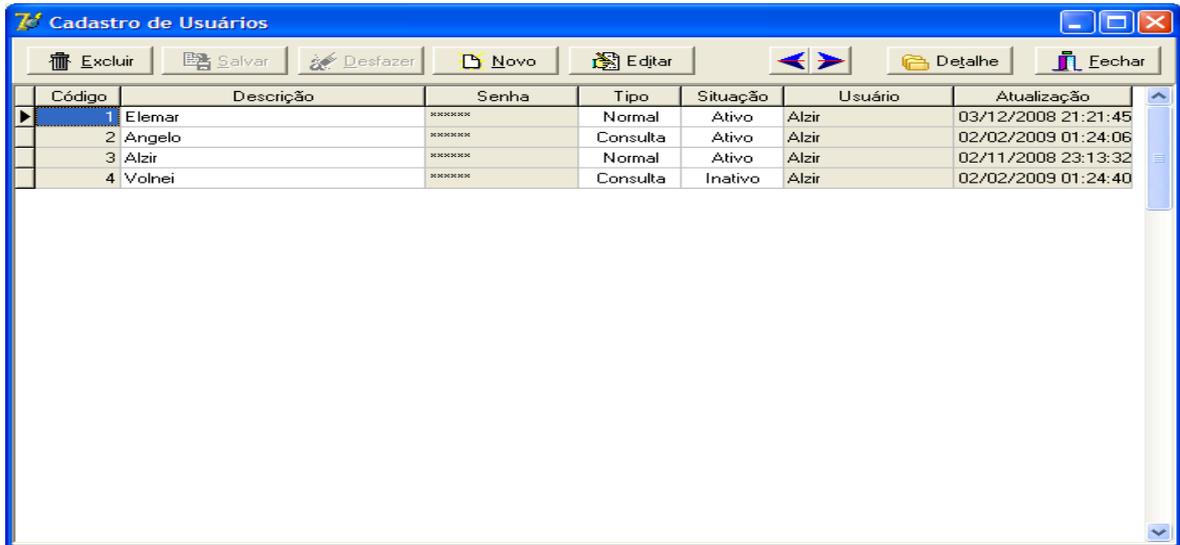
O usuário poderá acessar as funcionalidades do sistema através do menu, disposto da seguinte forma:

- a) menu cadastros: composto por cadastros de usuário, técnico, produto, cliente, máquina, problema e pedido;
- b) menu produção: através desta opção, o usuário terá acesso ao painel *Kanban* onde é realizado toda a programação e controle da produção e à uma relação de problemas, que armazena todos os problemas registrados durante a produção de manufatura;
- c) menu relatórios: opção para extrair relatórios e realizar consultas referente ao processo produtivo;
- d) menu estatísticas: visualização dos resultados do setor produtivo através de gráficos;
- e) sobre: descreve o nome do sistema, a versão do mesmo e o nome do autor;
- f) sair: fecha a tela principal do sistema.

3.3.4.4 Tela cadastro de usuários

A partir do menu cadastros, o usuário tem acesso a tela cadastro de usuários apresentada na figura 29. Neste cadastro o usuário deverá informar um *username* no campo Descrição e uma senha no campo Senha que dará direito ao usuário correspondente acessar as funcionalidades do sistema de acordo com o tipo cadastrado. A senha deverá ter no mínimo

quatro (4) e no máximo seis (6) caracteres.



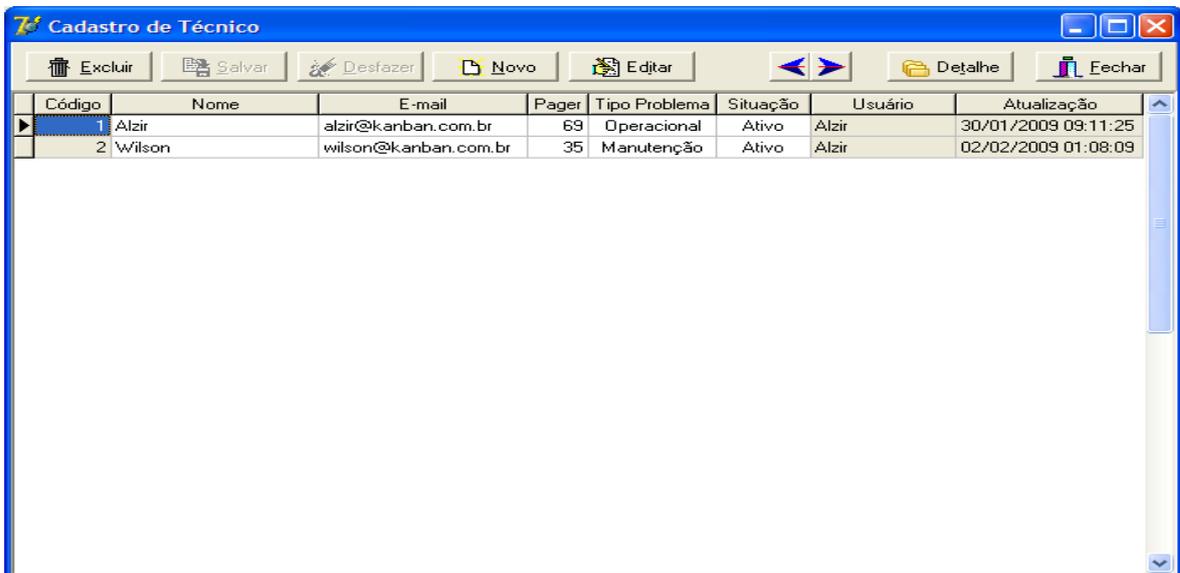
| Código | Descrição | Senha | Tipo | Situação | Usuário | Atualização |
|--------|-----------|-------|----------|----------|---------|---------------------|
| 1 | Elemar | ***** | Normal | Ativo | Alzir | 03/12/2008 21:21:45 |
| 2 | Angelo | ***** | Consulta | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:24:06 |
| 3 | Alzir | ***** | Normal | Ativo | Alzir | 02/11/2008 23:13:32 |
| 4 | Volnei | ***** | Consulta | Inativo | Alzir | 02/02/2009 01:24:40 |

Figura 29 – Tela cadastro de usuários

3.3.4.5 Tela cadastro de técnicos

A partir do menu cadastros, o usuário tem acesso a tela cadastro de técnicos representada pela figura 30. Nesta tela o usuário deve digitar o nome do técnico no campo Nome, o *e-mail* no campo E-mail e o número do *pager* no campo Pager, além de informar o tipo de problema que está associado.

Este cadastro é necessário para que possa ser enviado um *e-mail* ao responsável por finalizar um problema registrado.

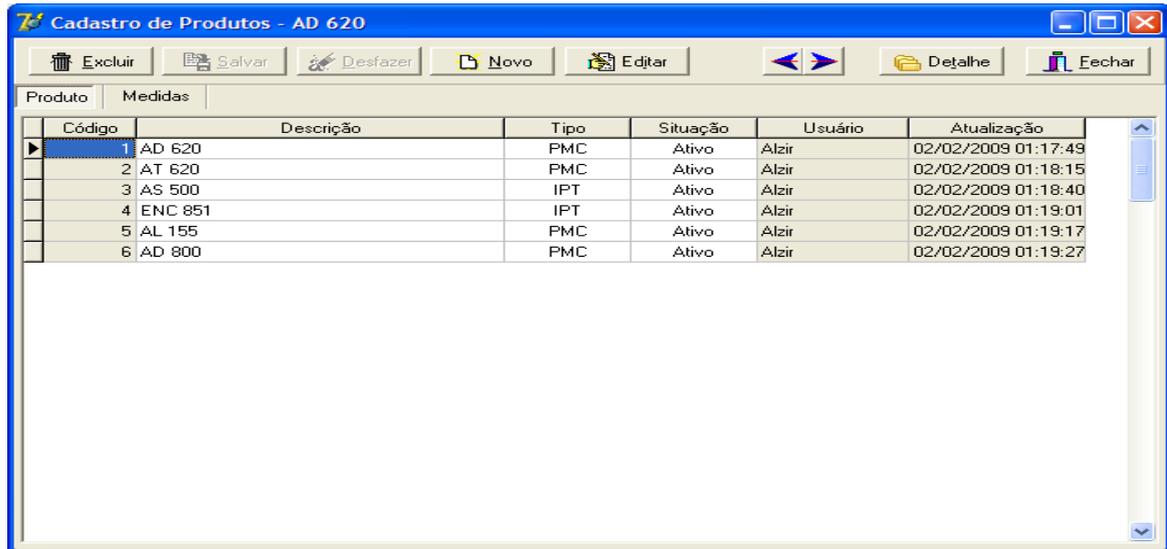


| Código | Nome | E-mail | Pager | Tipo Problema | Situação | Usuário | Atualização |
|--------|--------|----------------------|-------|---------------|----------|---------|---------------------|
| 1 | Alzir | alzir@kanban.com.br | 69 | Operacional | Ativo | Alzir | 30/01/2009 09:11:25 |
| 2 | Wilson | wilson@kanban.com.br | 35 | Manutenção | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:08:09 |

Figura 30 – Tela cadastro de técnicos

3.3.4.6 Tela cadastro de produtos

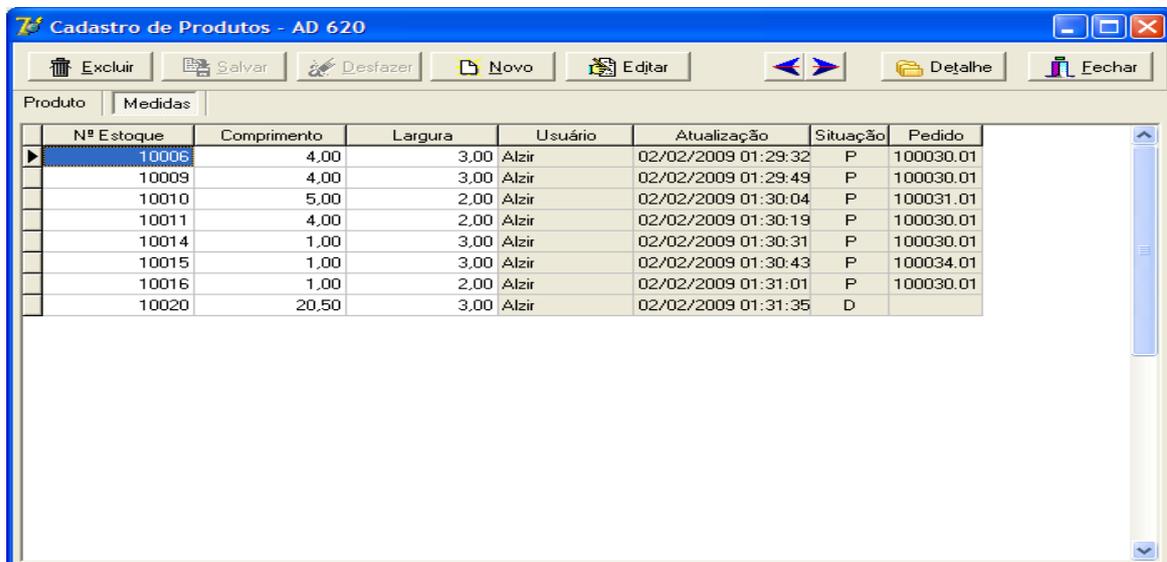
Quando selecionada a opção cadastro de produtos a partir do menu cadastros é apresentada ao usuário a tela conforme visualizado na figura 31. O cadastro de produtos se faz necessário para poder informar a descrição do produto e as medidas em um cadastro de pedido, sendo possível manter um controle simples de estoque do produto.



| Código | Descrição | Tipo | Situação | Usuário | Atualização |
|-----------|-----------|------|----------|---------|---------------------|
| 1 AD 620 | | PMC | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:17:49 |
| 2 AT 620 | | PMC | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:18:15 |
| 3 AS 500 | | IPT | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:18:40 |
| 4 ENC 851 | | IPT | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:19:01 |
| 5 AL 155 | | PMC | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:19:17 |
| 6 AD 800 | | PMC | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:19:27 |

Figura 31 – Tela cadastro de produtos

Neste cadastro, o usuário irá informar somente o nome do produto no campo Descrição. Ao cadastrar um produto, o usuário deve informar as dimensões de um ou mais item de estoque referente a este produto. Para isto, depois de feito o cadastro, o usuário deve selecionar o produto e pressionar o botão Medidas no menu. A figura 32, ilustra a tela referente aos itens de estoque do produto com descrição AD 620.



| Nº Estoque | Comprimento | Largura | Usuário | Atualização | Situação | Pedido |
|------------|-------------|---------|---------|---------------------|----------|-----------|
| 10006 | 4,00 | 3,00 | Alzir | 02/02/2009 01:29:32 | P | 100030.01 |
| 10009 | 4,00 | 3,00 | Alzir | 02/02/2009 01:29:49 | P | 100030.01 |
| 10010 | 5,00 | 2,00 | Alzir | 02/02/2009 01:30:04 | P | 100031.01 |
| 10011 | 4,00 | 2,00 | Alzir | 02/02/2009 01:30:19 | P | 100030.01 |
| 10014 | 1,00 | 3,00 | Alzir | 02/02/2009 01:30:31 | P | 100030.01 |
| 10015 | 1,00 | 3,00 | Alzir | 02/02/2009 01:30:43 | P | 100034.01 |
| 10016 | 1,00 | 2,00 | Alzir | 02/02/2009 01:31:01 | P | 100030.01 |
| 10020 | 20,50 | 3,00 | Alzir | 02/02/2009 01:31:35 | D | |

Figura 32 – Tela itens de estoque

No campo *Pedido* existe o número do pedido a que este item de estoque está vinculado. O *status* do campo *Situação* pode ser visto no apêndice B deste trabalho. Ao pressionar o botão *Novo* é apresentado ao usuário a tela representada pela figura 33.

Figura 33 – Tela cadastro de produtos (dimensões)

Neste cadastro o usuário informa as dimensões do produto que permanecerá como item de estoque.

3.3.4.7 Tela cadastro de clientes

A partir do menu cadastros, o usuário tem acesso a tela cadastro de clientes representada pela figura 34. Nesta tela o usuário cadastra os clientes informando apenas o nome do cliente no campo *Descrição*.

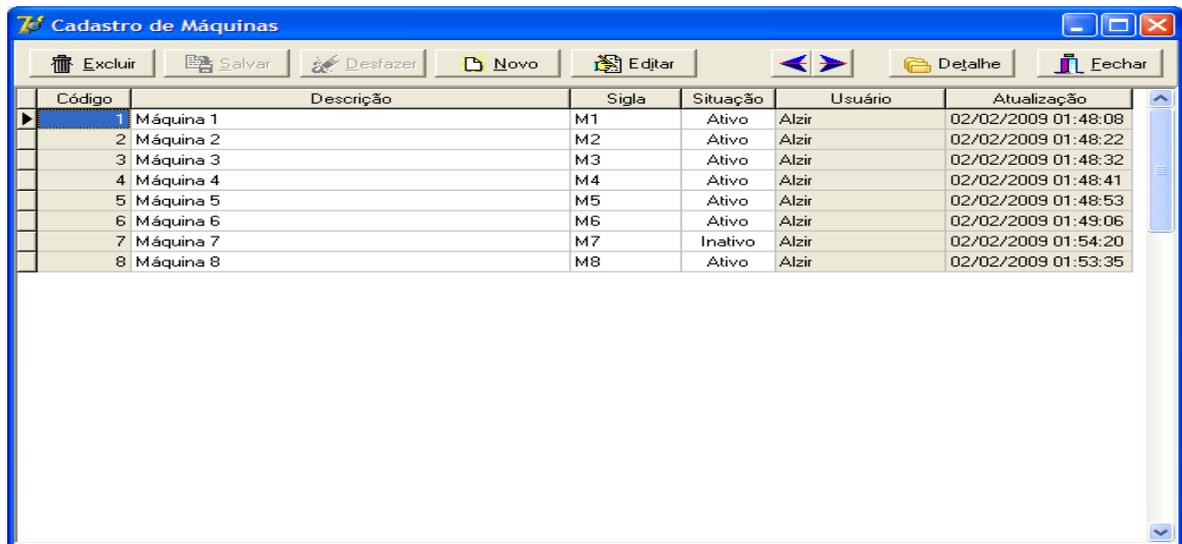
| Código | Descrição | Situação | Usuário | Atualização |
|--------|-----------|----------|---------|---------------------|
| 1 | IPLA | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:42:51 |
| 2 | SFB | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:43:51 |
| 3 | KTB | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:44:58 |
| 4 | VCP | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:44:08 |
| 5 | MDP | Inativo | Alzir | 02/02/2009 01:45:07 |

Figura 34 – Tela cadastro de clientes

Assim como o produto, o cliente também é informado em um cadastro de pedido.

3.3.4.8 Tela cadastro de máquinas

A partir do menu cadastros, o usuário tem acesso a tela cadastro de máquinas que pode ser visualizada na figura 35 e se faz necessário quando da aquisição de novas máquinas pela organização.



| Código | Descrição | Sigla | Situação | Usuário | Atualização |
|--------|-----------|-------|----------|---------|---------------------|
| 1 | Máquina 1 | M1 | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:48:08 |
| 2 | Máquina 2 | M2 | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:48:22 |
| 3 | Máquina 3 | M3 | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:48:32 |
| 4 | Máquina 4 | M4 | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:48:41 |
| 5 | Máquina 5 | M5 | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:48:53 |
| 6 | Máquina 6 | M6 | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:49:06 |
| 7 | Máquina 7 | M7 | Inativo | Alzir | 02/02/2009 01:54:20 |
| 8 | Máquina 8 | M8 | Ativo | Alzir | 02/02/2009 01:53:35 |

Figura 35 – Tela cadastro de máquinas

Ao cadastrar uma nova máquina, esta já se incorpora no *Kanban*, estando disponível para receber pedidos. O número máximo de máquinas que o *Kanban* suporta é de sete (7) máquinas, caso o quadro de máquinas estiver completo e um usuário tentar cadastrar ou ativar uma máquina inativa o sistema apresenta a mensagem ilustrada pela figura 36.

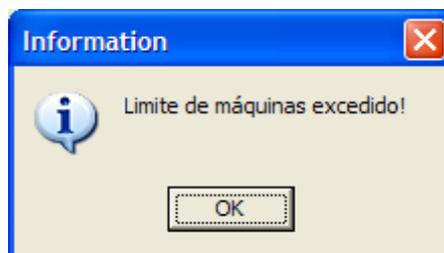


Figura 36 – Mensagem limite de máquinas

3.3.4.9 Tela cadastro de problemas

O cadastro de problemas se faz necessário para que se tenha um histórico dos

problemas que mais ocorrem na produção, seja ele por problema operacional, de produto ou de manutenção dos recursos físicos. Esse histórico vai servir de base para gerar relatórios de forma a identificar os pontos fracos da área produtiva. A partir do menu cadastros, o usuário tem acesso a tela cadastro de problemas ilustrada pela figura 37.

| Código | Descrição | Tipo | Tempo | Usuário | Atualização |
|--------|--------------------|-------------|-------|---------|---------------------|
| 1 | Falta de material | Operacional | 2,3 | Alzir | 29/01/2009 12:25:54 |
| 2 | Máquina emperrou | Manutenção | 1 | Alzir | 19/11/2008 00:56:31 |
| 3 | Outros | Produto | 2 | Alzir | 19/11/2008 00:55:48 |
| 4 | Falta de energia | Operacional | 0,45 | Alzir | 31/01/2009 14:47:11 |
| 5 | Emenda com defeito | Operacional | | Alzir | 02/02/2009 02:06:15 |

Figura 37 – Tela cadastro de problemas

O campo `Tempo` não é informado no cadastro, pois este tempo é preenchido de forma sistemática, ou seja, é feito a média do tempo que está sendo gasto para finalizar um registro de problema. Esta média é o tempo que fica registrado no cadastro.

3.3.4.10 Tela cadastro de pedidos

A partir do menu cadastros, o usuário tem acesso a tela cadastro de pedidos que pode ser visualizada na figura 38.

| Código | Nº Pedido | Cliente | Produto | Comp. | Larg. | Prior. | Data Prometida | Data Pedido | Situação |
|--------|-----------|---------|---------|-------|-------|--------|----------------|-------------|----------|
| 1 | 100000.01 | KTB | AD 620 | 3,00 | 1,00 | 1 | 17/11/2008 | 16/11/2008 | 1 |
| 2 | 100001.01 | KTB | AT 620 | 3,00 | 2,00 | 2 | 18/11/2008 | 16/11/2008 | 1 |
| 3 | 100002.01 | KTB | AS 500 | 3,00 | 3,00 | 3 | 20/11/2008 | 16/11/2008 | 1 |
| 4 | 100003.01 | SFB | AD 620 | 3,00 | 1,00 | 1 | 17/11/2008 | 16/11/2008 | 1 |
| 5 | 100004.01 | SFB | AT 620 | 2,50 | 2,00 | 2 | 18/11/2008 | 16/11/2008 | 1 |
| 6 | 100005.01 | SFB | AS 500 | 3,00 | 3,00 | 3 | 31/01/2009 | 16/11/2008 | |
| 7 | 100006.01 | KTB | AT 620 | 3,00 | 3,00 | 1 | 18/11/2008 | 17/11/2008 | |
| 8 | 100007.01 | KTB | AS 500 | 3,00 | 3,00 | 1 | 18/11/2008 | 17/11/2008 | |
| 10 | 100008.01 | KTB | AT 620 | 2,00 | 1,00 | 3 | 19/11/2008 | 18/11/2008 | 1 |
| 11 | 100009.01 | SFB | AD 620 | 2,50 | 2,00 | 3 | 20/11/2008 | 18/11/2008 | 2 |
| 12 | 100010.01 | IPLA | AT 620 | 10,50 | 2,80 | 3 | 05/12/2008 | 03/12/2008 | 1 |
| 13 | 100011.01 | VCP | AD 620 | 2,00 | 3,00 | 1 | 18/12/2008 | 17/12/2008 | 1 |
| 16 | 100012.01 | VCP | AD 620 | 2,50 | 2,00 | 1 | 19/12/2008 | 19/12/2008 | 0 |
| 17 | 100013.01 | VCP | AD 620 | 1,00 | 2,00 | 1 | 13/01/2009 | 12/01/2009 | 2 |
| 18 | 100014.01 | KTB | AT 620 | 1,00 | 3,00 | 1 | 13/01/2009 | 12/01/2009 | 1 |
| 19 | 100015.01 | SFB | AT 620 | 2,00 | 2,00 | 1 | 13/01/2009 | 12/01/2009 | |
| 20 | 100016.01 | VCP | AD 620 | 2,00 | 2,00 | 1 | 16/01/2009 | 16/01/2009 | 0 |
| 21 | 100017.01 | SFB | AD 620 | 10,00 | 4,00 | 1 | 29/01/2009 | 22/01/2009 | 2 |

Situação
 Aberto
 Produzindo
 Finalizado
 Todos

Figura 38 – Tela cadastro de pedido

O cadastro de pedido pode ser visualizado separadamente através de pedidos em Aberto (que estão no registro de pedidos), Produzindo (que estão em produção), Finalizado (que já foram manufaturados) ou por *default* todos os pedidos cadastrados. Ao selecionar a opção Novo, o sistema apresenta a tela em modo Detalhe como mostra a figura 39.

A imagem mostra uma janela de software intitulada "Cadastro de Pedidos". No topo, há uma barra de menu com ícones e rótulos para "Excluir", "Salvar", "Desfazer", "Novo", "Editar", "Lista" e "Fechar". Abaixo, o formulário de entrada contém os seguintes campos:

- Número: 100005.01
- Cliente: SFB
- Produto: AS 500
- Comprimento: 3,00
- Largura: 3,00
- Prioridade: 3
- Data prometida: 31/01/2009
- Data pedido: 16/11/2008
- Data de saída: (campo vazio)

Figura 39 – Tela cadastro de pedido (modo detalhe)

Neste cadastro o usuário deverá preencher todos os campos da tabela, exceto os campos Data pedido e Data de saída que são valores sistemáticos. Ao informar as dimensões do pedido, o sistema verifica se existe estoque disponível conforme mostra a figura 32. Existindo estoque, o sistema subtrai a dimensão existente pela dimensão informada no pedido deixando a sobra em estoque, caso existir, alterando o status do campo Situação. Ao cadastrar um pedido, este fica em um registro de pedidos aguardando ser solicitado pela produção.

3.3.4.11 Tela painel *Kanban*

A partir do menu produção, o usuário tem acesso ao painel *Kanban*, ilustrado pela figura 40.

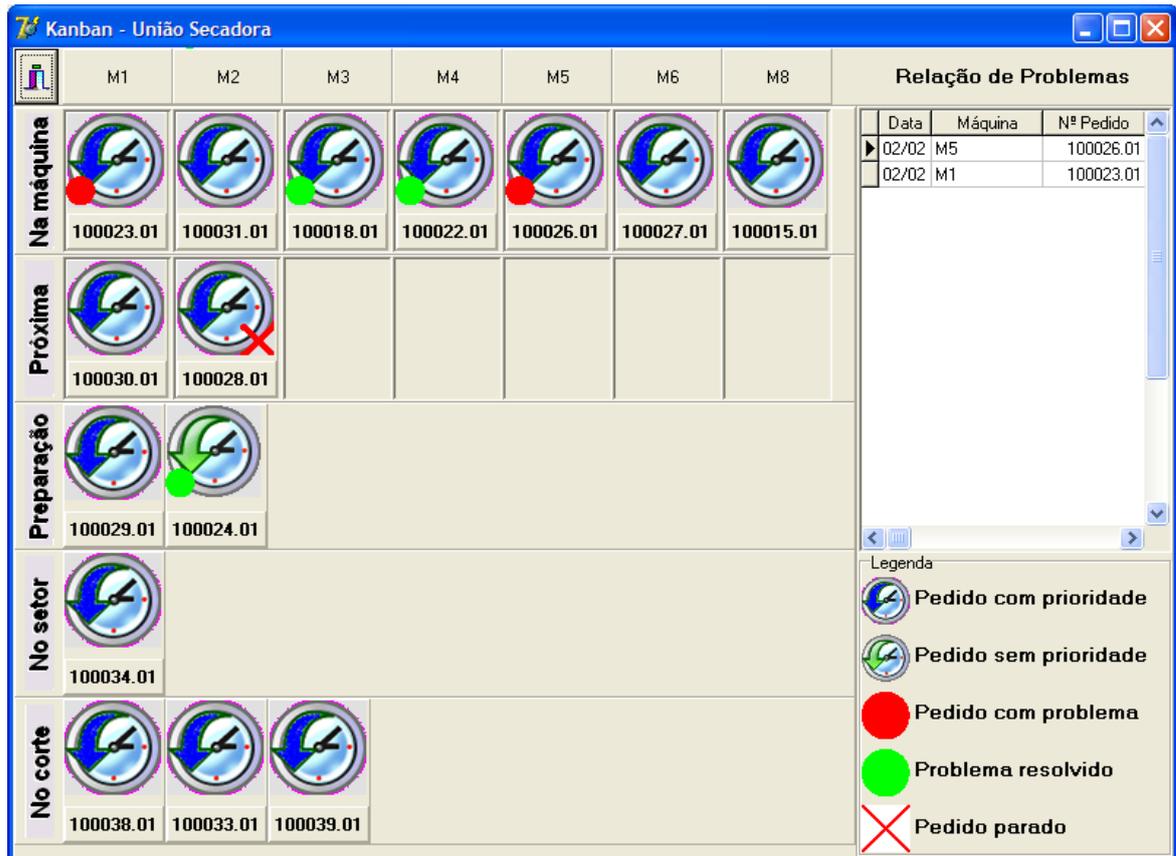


Figura 40 – Tela painel *Kanban*

O setor tem como meta finalizar o processo de manufatura de um pedido pelo menos dois (2) dias antes do prazo da data prometida para que o pedido possa seguir o fluxo de produção nos setores subsequentes sem comprometer a data de entrega final do pedido. O número de um cartão pedido passa a “pisca” sempre que ocorrer um atraso na data de saída do pedido. Passando esta margem, o sistema envia mensagem de tempo em tempo ao responsável pela produção alertando a respeito do prazo de entrega atrasado. O sistema também envia *e-mail* para o técnico responsável ao registrar um problema e em caso do tempo de resolução do problema for maior que o estipulado.

O controle do *Kanban* é feito de forma a atender o prazo de entrega do pedido e é realizado de acordo com as ações que podem ser executadas, ou seja, alterar a data de entrega do pedido aumentando ou diminuindo a prioridade, registrar e finalizar um problema e manipular o fluxo dos pedidos no *Kanban* entre as etapas do processo produtivo, ou seja, controlar o processo de forma a deixar a produção parada o menor tempo possível.

O *Kanban* é composto por cinco (5) etapas, onde cada etapa apresenta a situação do pedido no momento. A representatividade dos pedidos e o objetivo de cada etapa são descritas a seguir:

- a) no corte: esta etapa não faz parte do processo de manufatura de um pedido, no

entanto se faz necessário para se ter um controle da quantidade de pedidos que o setor irá receber. Esta etapa refere-se ao setor anterior a este e para representá-lo, os pedidos cadastrados ficam em um registro de pedidos como se fosse o *Kanban* do setor anterior, neste caso o corte, a espera de uma solicitação do setor subsequente. Ao fazer esta solicitação, o usuário informa o pedido que deseja puxar para a produção, trazendo neste momento o cartão pedido para esta etapa, forçando o setor anterior a produzir e liberar o pedido. Após o processo de manufatura desta etapa for concluído, o usuário envia o cartão deste pedido para o setor solicitante, neste caso a união;

- b) *no setor*: esta etapa refere-se ao setor propriamente dito, é nela que estão todos os pedidos liberados pelo setor anterior, deixando disponível para produção. Nesta etapa o usuário passa o cartão de um pedido para a etapa seguinte sinalizando o início de um processo de manufatura;
- c) *preparação*: esta é a primeira etapa do processo produtivo de um pedido. Ao iniciar esta etapa, começa a contagem de horas do processo de manufatura deste pedido. Finalizada esta etapa, o usuário envia o cartão deste pedido para a próxima etapa, permitindo que o pedido pule a etapa *Próxima*, caso a etapa *Na máquina* estiver máquina disponível;
- d) *próxima*: nesta etapa os pedidos ficam aguardando a finalização de algum processo de manufatura na etapa seguinte para entrarem em produção;
- e) *na máquina*: esta é o último estágio do processo produtivo de um pedido. Assim que esta etapa estiver concluída, o usuário finaliza o processo e o sistema gera a data final do processo de manufatura.

A ordem que os cartões pedidos ficam dispostos em cada etapa depende primeiramente da prioridade. Pedidos com prioridade um (1) estão à frente dos demais, ou seja, ficam mais à esquerda do painel *Kanban*, seguidos pela data prometida com prioridade dois (2) e três (3) respectivamente. O limite máximo que o *Kanban* suporta por etapa é de sete (7) pedidos, exceto nas etapas *Preparação* e *Na máquina*, onde o limitante depende do número de máquinas no painel.

O quadro 29, apresenta os tipos de cartões que podem existir no *Kanban* e seu significado perante o usuário.

| | |
|---|--|
|  | Simboliza um pedido com prioridade um (1) e tem urgência no processo de manufatura. |
|  | Simboliza um pedido com prioridade dois (2) ou três (3) em processo de manufatura. |
|  | Simboliza um pedido que está com o processo de manufatura parado por algum tipo de problema registrado e não finalizado. |
|  | Simboliza um pedido que esteve com o processo de manufatura parado por algum tipo de problema registrado, porém o problema já foi solucionado. |
|  | Simboliza um pedido que está com o processo de manufatura interrompido por algum motivo, que não é por registro de problema. |

Quadro 29 – Tipos de cartões

Não é permitido trocar um cartão pedido de etapa no processo de manufatura quando o mesmo possuir algum registro de problema não finalizado ou estiver com o processo interrompido. Clicando com o botão direito do *mouse* sobre o cartão que representa um pedido, o usuário terá as ações que deseja realizar. No quadro 30, são apresentadas as ações, a descrição de cada ação e a etapa que cada ação é permitida.

| Ação | Descrição | Etapa |
|----------------------|---|---|
| Solicitar pedido | Puxa os pedidos desejados para a etapa corrente. Para esta ação o usuário deve clicar com o botão direito do mouse fora de um cartão pedido e selecionar em um registro de pedidos o pedido que deseja puxar para a produção. | No corte |
| Enviar para união | Envia um pedido da etapa No corte para a etapa No setor. Esta transferência informa que o pedido solicitado anteriormente foi produzido e já está disponível para a etapa seguinte. | No corte |
| Iniciar processo | Envia um pedido da etapa No setor para a etapa Preparação, onde se inicia o processo de manufatura deste pedido. A partir desta etapa se inicia o cálculo das horas de processo. | No setor |
| Finalizar etapa | Envia um pedido da etapa Preparação para a etapa Próxima após finalizar o processo de preparação. Esta ação pode enviar o pedido direto para a etapa Na máquina caso estiver máquina disponível e se o usuário permitir. | Preparação |
| Enviar para máquina | Envia um pedido da etapa Próxima para a etapa Na Máquina. Esta ação permite que um pedido seja alocado em máquina, não necessariamente na máquina correspondente da etapa Próxima. | Próxima |
| Finalizar processo | Esta ação finaliza o processo de manufatura de um pedido gerando a data fim do processo. | Na máquina |
| Editar cartão | Usado para se editar um cartão pedido. A edição é permitida somente nos campos Data prometida e Prioridade, na qual é usada para se tomar uma ação com relação ao prazo de entrega do pedido. | No setor Preparação Próxima Na máquina |
| Cancelar pedido | Utilizada para cancelar um pedido. Neste caso o pedido volta para o cadastro de produto, tornando-se um item de estoque. | No setor Preparação Próxima Na máquina |
| Interromper processo | Utilizada quando há a necessidade de se parar um processo por algum período, isso evita que um tempo parado entre na contagem de horas trabalhadas. | Preparação Próxima Na máquina |
| Reiniciar processo | Utilizada para dar reinício a um processo interrompido. | Preparação Próxima Na máquina |
| Registrar problema | Utilizada para se registrar um desvio de processo na manufatura de um pedido. | No setor Preparação Próxima Na máquina |
| Consultar problema | Utilizada para consultar os problemas registrados durante o processo de manufatura. | No setor Preparação Próxima Na máquina |
| Finalizar problema | Utilizada para fechar um registro de problema após ser resolvido. | No setor Preparação Próxima Na máquina |

Quadro 30 – Ações permitidas no *Kanban*

O usuário (ator - Treinador de processos) é o responsável por programar e controlar a produção no painel *Kanban* de forma a atender a data de entrega do pedido.

A programação é realizada no ato da solicitação e liberação de um pedido, onde estarão dispostos no painel de acordo com a sua prioridade. A solicitação de um pedido é feito na etapa *No corte* através de um registro de pedidos. Ao fazer esta solicitação estamos “puxando” um pedido do setor anterior, ou seja, estamos solicitando a liberação de um pedido que está programado no *Kanban* do setor anterior, assim como o setor subsequente a este, também pode fazer a solicitação de um pedido, o que ilustra o método de puxar a produção. Os pedidos em produção neste *Kanban* significam que já foram solicitados pelo setor subsequente e devem estar sinalizados no painel solicitante.

Ao solicitar um pedido é apresentado ao usuário a tela registro de pedidos, conforme

mostra a figura 41.



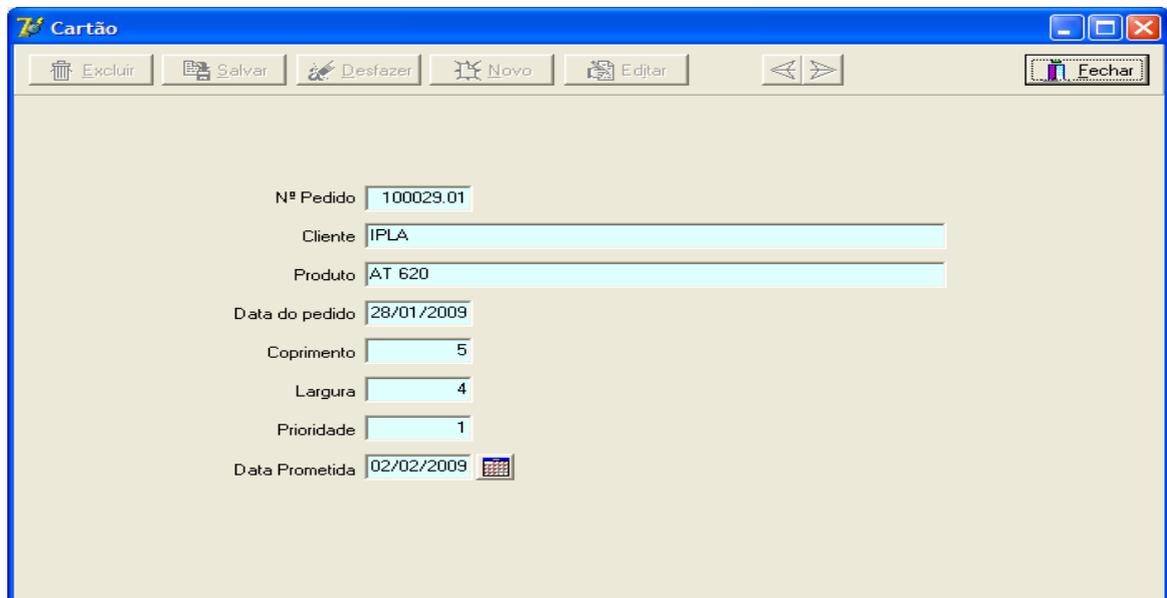
The screenshot shows a window titled 'Registro de pedidos' with a table containing the following data:

| Pedido | Cliente | Produto | Comprimento | Largura | Prior. | Prometida | Data pedido |
|-----------|---------|---------|-------------|---------|--------|------------|-------------|
| 100035.01 | KTB | AD 620 | 1,00 | 2,00 | 1 | 05/02/2009 | 01/02/2009 |
| 100036.01 | SFB | AT 620 | 2,00 | 2,00 | 1 | 05/02/2009 | 01/02/2009 |
| 100037.01 | IPLA | AT 620 | 1,00 | 2,00 | 1 | 05/02/2009 | 01/02/2009 |
| 100040.01 | VCP | AD 620 | 10,00 | 3,00 | 1 | 26/02/2009 | 02/02/2009 |

Figura 41 – Registro de pedidos

Nesta tela o usuário seleciona os pedidos que deseja puxar para a produção e pressiona o botão Confirmar. Após confirmar, os pedidos selecionados são enviados para a produção e aparecem no *Kanban* na etapa No corte.

Ao solicitar uma edição de cartão é apresentado ao usuário a tela cartão, ilustrada pela figura 42.



The screenshot shows a window titled 'Cartão' with a toolbar containing buttons: Excluir, Salvar, Desfazer, Novo, Editar, and Fechar. The main area contains the following fields:

- Nº Pedido: 100029.01
- Cliente: IPLA
- Produto: AT 620
- Data do pedido: 28/01/2009
- Comprimento: 5
- Largura: 4
- Prioridade: 1
- Data Prometida: 02/02/2009

Figura 42 – Tela editar cartão

Nesta tela é permitido que o usuário altere apenas a prioridade e a data prometida do pedido. Esta funcionalidade se faz necessário em caso de alteração de prazo solicitado pelo cliente.

Em caso de desvios durante o processo de manufatura de um pedido, o usuário seleciona a opção registrar problema. A figura 43, apresenta a tela problemas.

The screenshot shows the 'Problemas' application window with the following form fields:

- Máquina: Máquina 6
- Problema: Falta de energia
- Descrição: Falta de energia
- Ação: (empty)
- Responsável: (empty)
- Data início: 02/02/2009 11:42
- Fim previsto: 02/02/2009 12:13
- Fim real: (empty)
- Situação: Aberto

Figura 43 – Tela problemas

Em caso de problema na etapa Próxima e Na máquina o sistema já informa a máquina no campo Máquina. O usuário seleciona o problema em uma lista de problemas cadastrados, faz uma descrição em caso do problema ser do tipo outros, informa a ação a ser tomada e indica o responsável para realizar a ação. O campo Fim previsto é preenchido de forma sistemática após informar o tipo de problema, baseado na média do tempo gasto para resolver tal problema. Esta média fica calculando permanentemente, mantendo o cadastro de problemas atualizado. Para finalizar um registro de problema aberto, o usuário altera o status do campo Situação para Finalizado e pressiona o botão Salvar.

Em caso de consulta de um problema registrado, o usuário tem duas opções, conforme segue:

- clicar com o botão direito do *mouse* sobre o cartão do pedido que deseja visualizar, onde neste caso, o sistema apresenta todos os problemas registrados durante o processo de manufatura, independente da etapa, conforme mostra a figura 44;

The screenshot shows the 'Problemas' application window displaying a table of problem records for 'Máquina 1'.

| Máquina | Problema | Ação | Responsável | Data Início | Fim Previsto |
|-----------|--------------------|-------------|-------------|------------------|------------------|
| Máquina 1 | Emenda com defeito | Acionar DT | Alzir | 02/02/2009 10:32 | 02/02/2009 10:32 |
| | Falta de material | Reabastecer | Alzir | 30/01/2009 17:08 | 30/01/2009 19:08 |

Figura 44 – Tela problemas (todos os registros de um pedido)

- b) no canto superior direito do painel *Kanban*, figura 40, encontra-se a relação de problemas que estão com situação aberto, ou seja, problemas que não foram finalizados. Com um duplo clique sobre o problema, pode-se visualizar o problema registrado referente a um pedido. Esta tela é representada pela figura 45.

The screenshot shows a window titled "Problemas" with a toolbar containing buttons for "Excluir", "Salvar", "Desfazer", "Novo", "Editar", "Detalhe", and "Fechar". The main area contains the following fields:

- Máquina: Máquina 5
- Problema: Falta de energia
- Descrição: Falta de energia
- Ação: Acionar manutenção elétrica
- Responsável: Wilson
- Data início: 02/02/2009 10:31
- Fim previsto: 02/02/2009 10:58
- Fim real: (empty)
- Situação: Aberto

Figura 45 – Tela problemas (último registro do pedido)

3.3.4.12 Tela relação de problemas

A partir do menu produção, o usuário encontra a tela relação de problemas ilustrada pela figura 46.

The screenshot shows a window titled "Relação de problemas" with a checkbox for "Somente problemas em aberto" and a "Fechar" button. The table below contains the following data:

| Nº Pedido | Máquina | Problema | Etapa | Ação | Responsável | Data início | Fim previsto | Fim real |
|-----------|---------|--------------------|-------|-----------------------------|-------------|-------------|--------------|----------|
| 100026.01 | M5 | Falta de energia | 5 | Acionar manutenção elétrica | Wilson | 02/02 | 02/02/2009 | |
| 100023.01 | M1 | Emenda com defeito | 5 | Acionar DT | Alzir | 02/02 | 02/02/2009 | |
| 100027.01 | M6 | Falta de energia | 5 | | | 02/02 | 02/02/2009 | |
| 100027.01 | M6 | Falta de energia | 5 | | | 02/02 | 02/02/2009 | |

Figura 46 – Tela relação de problemas

Esta tela apresenta os problemas registrados durante o processo de manufatura e pode ser visualizada de forma a apresentar somente os problemas registrados que ainda não foram finalizados, figura 46 ou pode-se visualizar todos os problemas registrados. Esta relação de problemas foi criada para auxiliar o departamento de PCP na verificação do processo produtivo, destacando o motivo, causas e etapas do processo de manufatura que os problemas são registrados com mais frequência.

3.3.4.13 Tela relatórios

A partir do menu relatórios, o usuário tem acesso as opção de relatórios, conforme mostra a figura 47. O formato dos relatórios é padrão para qualquer opção. O usuário pode emitir relatórios separados por mês e ano, além de ter a opção de informar a máquina desejada para emitir o relatório. O usuário tem a possibilidade também de imprimir o relatório sem a necessidade de visualizar.

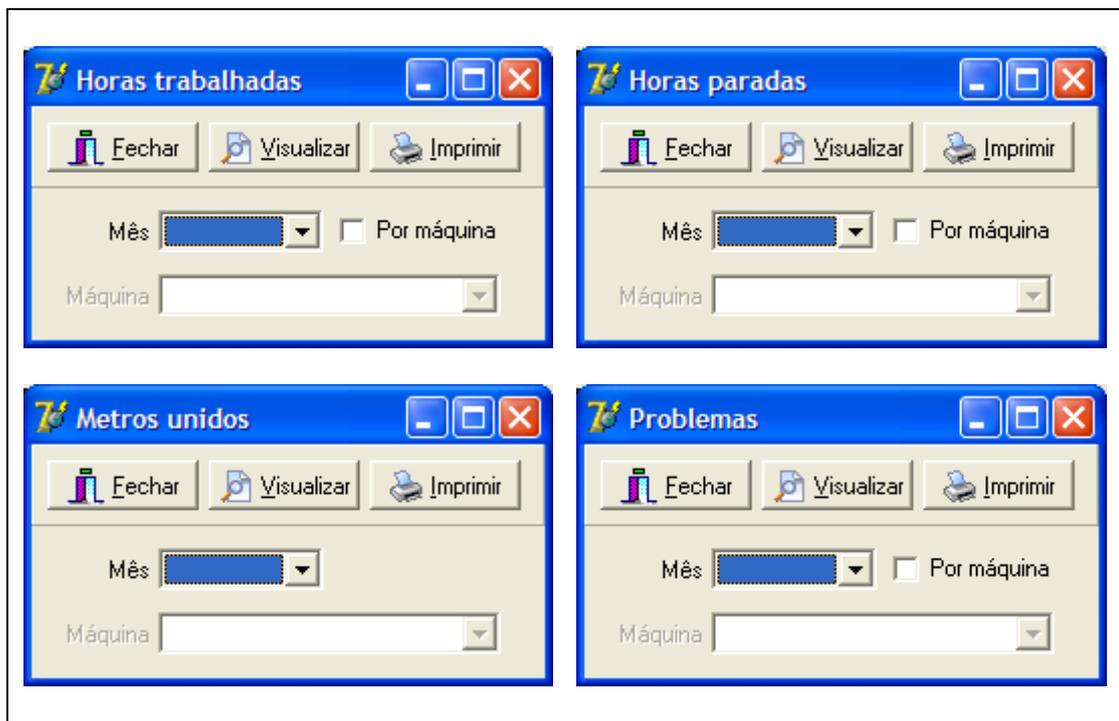


Figura 47 – Opções de relatórios

Um modelo de relatório de horas trabalhadas no mês de fevereiro de 2009 pode ser visualizado na figura 48. O cálculo das horas é baseado na data final do pedido, ou seja, a maior data (final) menos a menor data (inicio) gera um valor de horas, neste intervalo é verificado as horas paradas por problemas e horas de processo interrompido, gerando assim o total de horas líquida trabalhadas. A produção de um (1) dia é a somatória das horas líquidas

de todos os pedidos que possuírem a data de saída num mesmo dia. Os relatórios de horas por *default* são separados por tipo de produto com a opção de selecionar a máquina desejada, de metros unidos por *default* são separados por máquina e o relatório de problemas é emitido de forma a apresentar o problema separado por tipo e o montante de horas perdidas.

| KANBAN - Sistema de Informação da Produção | | | | | |
|--|--|---------------|--------------------|--|---------------|
| Horas trabalhadas | | | | | |
| 02/2009 | | | | | |
| PMC | | | IPT | | |
| Dia | | Horas | Dia | | Horas |
| 1 | | 33:36 | 1 | | 5:56 |
| 2 | | 9:27 | 2 | | 0:00 |
| 3 | | 66:14 | 3 | | 11:02 |
| 4 | | 33:36 | 4 | | 5:56 |
| 5 | | 0:00 | 5 | | 0:00 |
| 6 | | 77:17 | 6 | | 0:00 |
| 7 | | 39:31 | 7 | | 0:00 |
| 8 | | 0:00 | 8 | | 0:00 |
| 9 | | 77:17 | 9 | | 0:00 |
| 10 | | 33:36 | 10 | | 5:56 |
| 11 | | 0:00 | 11 | | 0:00 |
| 12 | | 44:09 | 12 | | 11:02 |
| 13 | | 22:24 | 13 | | 5:56 |
| 14 | | 0:00 | 14 | | 0:00 |
| 15 | | 44:09 | 15 | | 0:00 |
| 16 | | 22:24 | 16 | | 0:00 |
| 17 | | 0:00 | 17 | | 0:00 |
| 18 | | 11:02 | 18 | | 22:04 |
| 19 | | 17:07 | 19 | | 0:00 |
| 20 | | 0:00 | 20 | | 0:00 |
| 21 | | 22:04 | 21 | | 0:00 |
| 22 | | 11:12 | 22 | | 0:00 |
| 23 | | 0:00 | 23 | | 0:00 |
| 24 | | 11:02 | 24 | | 0:00 |
| 25 | | 0:00 | 25 | | 5:56 |
| 26 | | 0:00 | 26 | | 0:00 |
| 27 | | 0:00 | 27 | | 0:00 |
| 28 | | 0:00 | 28 | | 0:00 |
| Total | | 573:34 | Total | | 72:29 |
| | | | Total geral | | 645:24 |
| 02/03/2009 10:42:15 | | | 1 | | Alzir |

Figura 48 – Modelo de relatório

Ainda a partir do menu relatórios, o usuário tem a opção de consultar o tempo de processo de manufatura de um determinado pedido, conforme mostra a figura 49. Nesta consulta o usuário informa o número do pedido que deseja consultar. O sistema executa e gera como saída o tempo total que o pedido ficou em produção, o tempo que o pedido ficou parado

por algum motivo e o tempo real de processo.

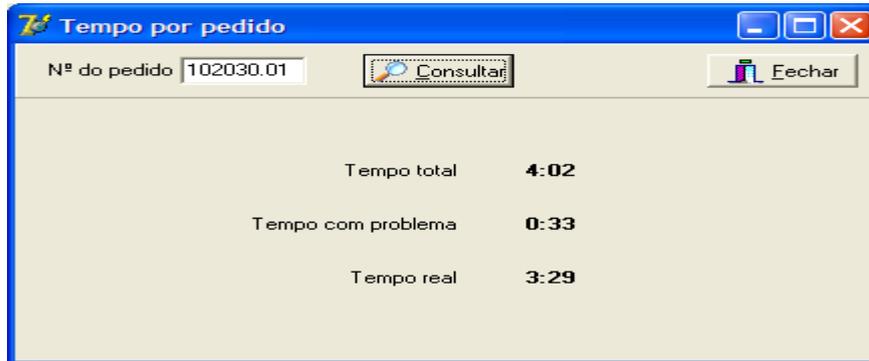


Figura 49 – Tela consulta de tempo por pedido

3.3.4.14 Tela estatística

Nesta opção o usuário poderá visualizar de forma gráfica os relatórios retirados anteriormente, além de poder verificar a porcentagem de tempo perdido por problemas de parada na manufatura, recorde de produção sendo feito um comparativo mês a mês e quantidade de peças produzidas por mês. A figura 50, apresenta um modelo de estatística comparando metros unidos *versus* peças produzidas no mês de fevereiro de 2009. O usuário informa o tipo de estatística que deseja gerar selecionando as informações dispostas no menu, onde deve informar também o período desejado.

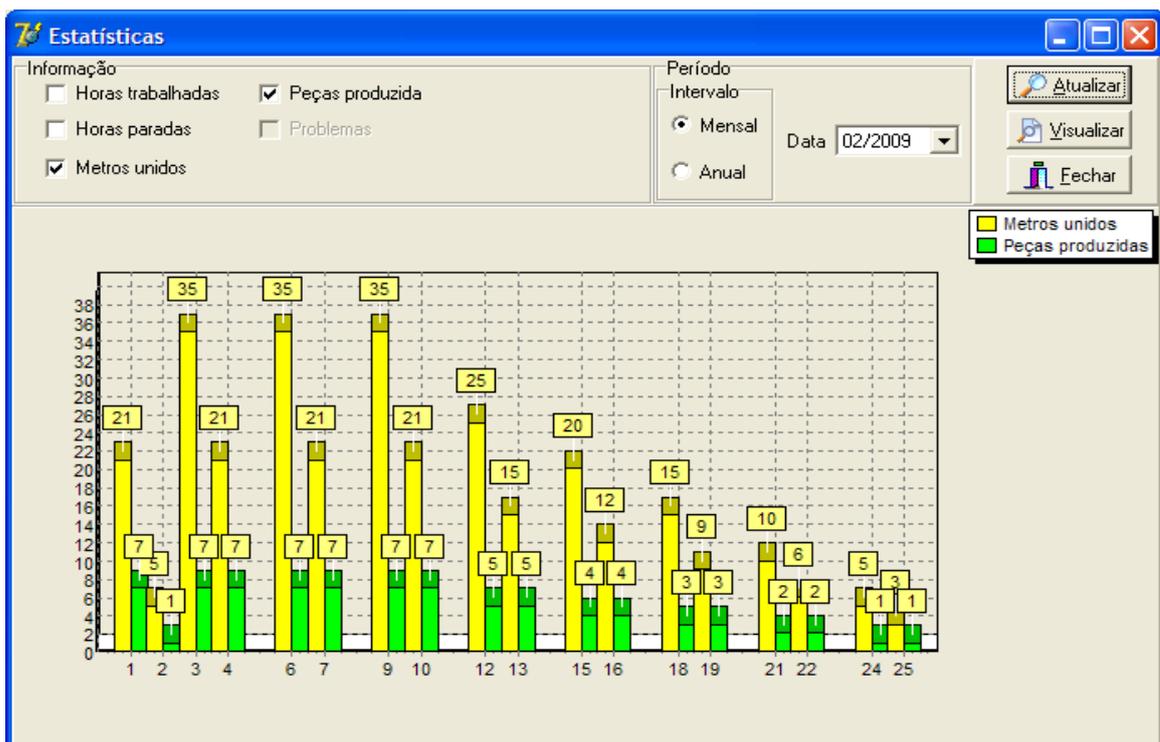


Figura 50 – Estatística de produção

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para que os resultados da implementação do sistema fossem mais evidentes, foram utilizadas informações reais extraídas dos cartões no painel *Kanban* da empresa em questão. As informações contidas nesses cartões foram suficientes para mostrar que o sistema desenvolvido atende as expectativas se tornando uma boa ferramenta de apoio as tomadas de decisões e as principais atividades desempenhadas pelo departamento de PCP.

Os resultados mais importantes obtidos na execução deste trabalho em relação ao método atual foram:

- a) substituiu o método convencional por um sistema computacional;
- b) atende as principais funções do método *Kanban* descrito na seção 2.7.5;
- c) atende o conceito de puxar a produção;
- d) atende ao planejamento operacional da produção em curto prazo;
- e) torna as informações referente ao processo produtivo mais confiáveis;
- f) facilidade em realizar uma busca por informações;
- g) geração de relatórios mensal, separados por tipo de produto e máquina;
- h) geração de relatórios de problemas separados por tipo, na qual pode ser verificado onde ocorrem problemas com mais frequência, podendo tomar ações sobre estes;
- i) estatísticas e consultas em relação ao processo produtivo que servem de suporte nas decisões do departamento de PCP;
- j) permite um simples controle de produtos em estoque;
- k) o sistema em rede permite que os supervisores e gerentes de produção visualizem o andamento da produção em suas salas;
- l) consulta de forma rápida ao processo produtivo de determinado pedido;
- m) tem-se um controle mais eficiente do processo produtivo.

Outro importante aspecto no desenvolvimento deste trabalho foi a elaboração de gráficos e relatórios concisos, que facilitam para o usuário o planejamento e organização das decisões. As funções do método *Kanban* apresentados na seção 2.7.5, foram importantes na implementação, pois foi um auxílio no desenvolvimento do sistema, tornando-o uma ferramenta de fácil entendimento por parte de usuário e útil dentro das necessidades do departamento de PCP.

O quadro 31, apresenta uma comparação do sistema desenvolvido com os trabalhos correlatos, baseado na fundamentação teórica e nas principais necessidades do departamento

de PCP.

| Trabalho | Técnicas de auxílio | PCP | | Automatiza cálculos | Armazena informações | Gera relatórios | Rede |
|----------------------|---------------------|-------------|----------|---------------------|----------------------|-----------------|------|
| | | Programação | Controle | | | | |
| Sistema desenvolvido | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Cristorolini (1996) | Não | Sim | Sim | Não | Sim | Sim | Não |
| Volkman (1998) | Sim | Não | Sim | Sim | Não | Não | Não |
| Fernandes (2000) | Não | Não | Sim | Sim | Sim | Não | Sim |
| Sasse (2005) | Sim | Sim | Sim | Não | Não | Não | Não |

Quadro 31 – Relação entre trabalhos correlatos

Pode-se verificar que o sistema desenvolvido neste trabalho atende a todas as colunas da tabela, que são fatores e informações primordiais para que o departamento de PCP execute suas atividades com eficiência e eficácia. Basicamente, os sistemas apresentados possuem as mesmas características, porém com funcionalidades diversificadas como mostra o quadro 31.

O sistema desenvolvido por Cristoroline (1996), pode ser considerado completo em termos de programação e controle da produção, porém não implementa cálculos que dão suporte as tomadas de decisões do departamento de PCP. Já o sistema de Volkman (1998), implementa técnicas / filosofias de auxílio nas atividades de PCP, no entanto está mais voltado para o controle produtivo que visa administrar de forma eficiente o fluxo e os recursos gargalo da produção. O sistema desenvolvido por Fernandes (2000), também é voltado ao controle da produção com a característica de calcular o valor da mão-de-obra empregada nos processos produtivos em cada ordem de produção. Outro ponto importante desse sistema é o uso da rede *intranet* com leitor de código de barras. Resumindo, pode-se considerar o trabalho desenvolvido um sistema de grande utilidade ao departamento de PCP da referida empresa, uma vez que atende a todos os requisitos levantados durante a visita e resolve os principais problemas em relação a consultas e inventário mensal.

A monografia apresentada por Sasse (2005), considera que o método *Kanban* é uma excelente técnica de apoio ao departamento de PCP, onde a tomada de decisão deve ser cada vez mais rápida. Ferramentas como esta, ajudam e dão suporte as empresas, garantindo respostas rápidas, versáteis e flexíveis com o objetivo de atender as necessidades dos clientes internos e externos.

4 CONCLUSÕES

Os conceitos antes apresentados foram de ampla utilização durante o desenvolvimento deste trabalho. Verificou-se que o departamento de PCP tem influência direta na competitividade de uma empresa, sendo parte fundamental em seu conjunto. A automatização de seus processos tem grande importância, pois visam aumentar sua produtividade e sua eficiência. Constatou-se que o método *Kanban* utilizado pelo departamento de PCP da referida empresa para programar e controlar a produção funciona, porém possui várias deficiências que podem influenciar nos resultados da empresa.

Após o término deste trabalho conclui-se que o método *Kanban* automatizado pode melhorar as atividades desempenhadas pelo departamento de PCP, pois o sistema implementa exatamente tudo o que o departamento necessita para realizar suas atividades com eficiência e eficácia, tornando-se um diferencial competitivo no mercado mantendo o cliente sempre satisfeito.

Os objetivos específicos foram alcançados de forma a substituir um processo manual por um sistema computacional. Com o *Kanban* automatizado, as horas de processo de manufatura são contabilizadas de acordo com as ações realizadas no sistema, ou seja, ao disparar a ação `Iniciar processo` o sistema inicia a contagem do tempo de processo de um pedido e somente finaliza ao disparar a ação `Finalizar processo`, sendo que neste intervalo podem ocorrer ações como `Interromper processo` e `Registrar problema`. Neste último caso, o tempo é contabilizado como horas paradas e são descontadas do tempo real de processo de manufatura. Ao final de cada mês, obtém-se o relatório mensal que corresponde a horas trabalhadas e paradas que podem ser também visualizadas em forma de gráficos.

O tempo de processo por pedido serve de apoio ao departamento de PCP, que através desta busca pode consultar pedidos manufaturados anteriormente, obtendo como base para informar o prazo de entrega de novos pedidos. O fato de estas informações serem geradas pelo sistema e estarem armazenadas em banco de dados tornam as informações mais confiáveis eliminando o uso de papéis e planilhas elaboradas no *excel*. A funcionalidade do sistema que armazena a relação de problemas serve de apoio aos departamentos técnicos e de manutenção, pois fica evidenciado que tipo de problema ocorre com mais frequência e em que etapa do processo, além de detectar o problema e a máquina que causa mais parada na manufatura e conseqüentemente necessita de mais manutenção.

O fato de o sistema estar acessível à uma rede de computadores torna o sistema mais

eficaz, podendo ser tomadas ações e decisões rápidas em relação a qualquer desvio no processo de manufatura que podem afetar o planejamento da produção, além de facilitar o acompanhamento da produção pelos gerentes de produção que podem verificar o andamento da produção de suas salas e não precisam mais se deslocar para o chão de fábrica para realizar o *tour*.

Considera-se então que o objetivo principal do trabalho que foi desenvolver um sistema de informações da produção que automatize o método *Kanban* voltado para a programação e controle da produção de um setor produtivo foi alcançado.

As ferramentas utilizadas para especificação e implementação do sistema foram de grande utilidade, principalmente no que diz respeito à elaboração de gráficos, formulação de telas e criação do banco de dados. O banco de dados *MySQL Server* apesar de ser gratuito se mostrou bastante seguro e rápido.

Foram encontradas algumas limitações no desenvolvimento deste sistema, as quais são: o número de máquinas cadastradas no painel *Kanban* é de no máximo sete (7); o sistema permite no máximo sete (7) pedidos por etapa, sendo que nas etapas *Próxima* e *Na máquina* o número de pedidos depende do número de máquinas em operação; o número de operadores trabalhando em um pedido não é levado em consideração para no cálculo de horas; as horas referente a um processo iniciado no mês corrente e finalizado no mês seguinte são contabilizadas para o mês em que foi registrado a ação *Finalizar processo* de manufatura de um pedido; o estoque é controlado com base apenas no fator *Comprimento* do produto.

Por fim, a implantação deste sistema terá uma contribuição significativa no processo de PCP, possibilitando a todos que tenham acesso ao sistema fazer consultas sobre a situação de determinado produto em produção ou em fluxo⁸ a partir de qualquer computador conectado ao sistema.

4.1 EXTENSÕES

A sugestão para trabalhos futuros é a informatização do painel *Kanban* nos demais setores produtivos da empresa referenciada, fazendo com que esses sistemas se tornem subsistemas de produção de um grande sistema de PCP. Isto permitirá que o departamento

⁸ Produto que já está programado, porém, ainda não entrou em produção devido sua prioridade.

crie um diferencial a mais na gestão da empresa dentro da organização. Outra sugestão para uma próxima versão do sistema é desenvolver voltado para o ambiente com acesso via *internet*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBANY INTERNATIONAL TECIDOS TÉCNICOS. **Painel kanban da área união secadora**. Indaial, 2006. Elaborado pela empresa para Planejamento e Controle da Produção.
- BURBIDGE, J. L. **Planejamento e controle da produção**. Tradução Luiz Henrique da Silva Cruz. São Paulo: Atlas, 1981.
- CRISTOROLINI, E. **Sistema de planejamento e controle da produção para a área de beneficiamento de uma indústria têxtil**. 1996. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.
- CHIAVENATO, I. **Iniciação ao planejamento e controle da produção**. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.
- _____. **Iniciação à administração da produção**. São Paulo: Makron Books, 1991.
- _____. **Introdução à teoria geral da administração**. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. São Paulo: Atlas, 1993.
- _____. **Just in Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP conceitos, uso e implantação**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- _____. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP conceitos, uso e implantação**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção**. Tradução Eduardo D' Agord Schann et al. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- ERDMANN, R. H. **Organização de sistemas de produção**. Florianópolis: Insular, 1998.
- _____. **Administração da produção: planejamento, programação e controle**. Florianópolis: Papa Livro, 2000.
- FERNANDES, R. K. **Protótipo de um aplicativo para controle de ordens de produção com acesso via intranet**. 2000. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

HARDING, H. A. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1981.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração: da revolução urbana à revolução digital**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MOURA, R. A. **Kanban: a simplicidade do controle da produção**. São Paulo: Imam, 1989.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

PIRES, S. R. I. **Gestão estratégica da produção**. São Paulo: Unimep, 1995.

REZENDE, M. L. A. **PCP básico na indústria têxtil**. Rio de Janeiro: Senai/CETIQT, 1992.

RIBEIRO, P. D. **Kanban: resultados de uma implantação bem sucedida**. 4. ed. Rio de Janeiro: COP, 1989.

ROBBINS, S. P. **Administração: mudanças e perspectivas**. Tradução Cid Knipel Moreira. São Paulo: Saraiva, 2000.

RUSSOMANO, V. H. **PCP: planejamento e controle da produção**. 6. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

SASSE, D. **Planejamento e controle da produção**. 2005. 74 f. Monografia (Curso de Pós-Graduação em nível de Especialização em Gestão de Produção e Operações) - Instituto Nacional de Pós-Graduação (INPG), Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

_____. **Administração da produção**. Edição compacta. São Paulo: Atlas, 1999.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

_____. **Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

VOLKMANN, E. A. **Protótipo para auxiliar a programação de produção para indústrias têxteis**. 1998. 115 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

APÊNDICE A – Dicionário de dados

O dicionário de dados foi criado para oferecer uma maior documentação sobre a estrutura do banco de dados do sistema. Os tipos de dados de cada campo foram padronizados na seguinte forma:

- a) integer: caracteriza um valor numérico do tipo inteiro, onde seu tamanho é definido pelo valor entre parênteses;
- a) decimal: valores com casas decimais que recebe dois parâmetros, o primeiro indica o tamanho do valor numérico e o segundo que indica o tamanho das casas decimais;
- b) varchar: lista de caracteres, onde seu tamanho é definido pelo valor entre parênteses;
- c) datetime: caracteriza um campo do tipo data e hora.

O dicionário de dados utiliza o seguinte padrão: nome da tabela, descrição do campo, nome do campo, tipo do campo, se faz parte da chave primária, se é obrigatório e se faz parte da chave estrangeira. No quadro 32, pode ser visualizado o dicionário de dados do sistema.

| Usuário | | | | | |
|--------------------|---------------|-------------|-----|-----------------|-----|
| Descrição do campo | Campo | Tipo | PK | Obrigatoriedade | FK |
| idUSUARIO | Código | INTEGER(10) | sim | sistemático | não |
| dsLOGIN | Descrição | VARCHAR(20) | não | sim | não |
| dsSENHA | Senha | VARCHAR(20) | não | sim | não |
| stUSUARIO | Situação | VARCHAR(1) | não | <i>default</i> | não |
| tpUSUARIO | Tipo | VARCHAR(1) | não | <i>default</i> | não |
| dsLOGIN | Usuário | VARCHAR(20) | não | sistemático | sim |
| dtATUALIZACAO | Atualização | DATETIME | não | sistemático | não |
| Técnico | | | | | |
| Descrição do campo | Campo | Tipo | PK | Obrigatoriedade | FK |
| idTÉCNICO | Código | INTEGER(10) | sim | sistemático | não |
| dsTÉCNICO | Nome | VARCHAR(60) | não | sim | não |
| stTÉCNICO | Situação | VARCHAR(1) | não | <i>default</i> | não |
| tpPROBLEMA | Tipo Problema | VARCHAR(1) | não | sim | não |
| dtATUALIZACAO | Atualização | DATETIME | não | sistemático | não |
| dsLOGIN | Usuário | VARCHAR(20) | não | sistemático | sim |
| dsEMAIL | E-mail | VARCHAR(60) | não | sim | não |
| nrPAGER | Pager | INTEGER(3) | não | não | não |
| Maquina | | | | | |
| Descrição do campo | Campo | Tipo | PK | Obrigatoriedade | FK |
| idMAQUINA | Código | INTEGER(10) | sim | sistemático | não |
| dsMAQUINA | Descrição | VARCHAR(60) | não | sim | não |
| stMAQUINA | Situação | VARCHAR(1) | não | <i>default</i> | não |
| dsLOGIN | Usuário | VARCHAR(20) | não | sistemático | sim |
| dtATUALIZACAO | Atualização | DATETIME | não | sistemático | não |
| cdMAQUINA | Sigla | VARCHAR(10) | não | sim | não |
| Problema | | | | | |

| Descrição do campo | Campo | Tipo | PK | Obrigatoriedade | FK |
|---------------------|----------------|--------------|-----|-----------------|-----|
| idPROBLEMA | Código | INTEGER(10) | sim | sistemático | não |
| dsPROBLEMA | Descrição | VARCHAR(60) | não | sim | não |
| qtTEMPO | Tempo | DECIMAL(5,2) | não | não | não |
| tpPROBLEMA | Tipo | VARCHAR(1) | não | default | não |
| dsLOGIN | Usuário | VARCHAR(20) | não | sistemático | sim |
| dtATUALIZACAO | Atualização | DATETIME | não | sistemático | não |
| Produto | | | | | |
| Descrição do campo | Campo | Tipo | PK | Obrigatoriedade | FK |
| idPRODUTO | Código | INTEGER(10) | sim | sistemático | não |
| dsPRODUTO | Descrição | VARCHAR(60) | não | sim | não |
| stPRODUTO | Situação | VARCHAR(1) | não | default | não |
| tpPRODUTO | Tipo | VARCHAR(3) | não | default | não |
| dsLOGIN | Usuário | VARCHAR(20) | não | sistemático | sim |
| dtATUALIZACAO | Atualização | DATETIME | não | sistemático | não |
| Cliente | | | | | |
| Descrição do campo | Campo | Tipo | PK | Obrigatoriedade | FK |
| IdCLIENTE | Código | INTEGER(10) | sim | sistemático | não |
| dsCLIENTE | Descrição | VARCHAR(60) | não | sim | não |
| stCLIENTE | Situação | VARCHAR(1) | não | default | não |
| dsLOGIN | Usuário | VARCHAR(20) | não | sistemático | sim |
| dtATUALIZACAO | Atualização | DATETIME | não | sistemático | não |
| Pedido | | | | | |
| Descrição do campo | Campo | Tipo | PK | Obrigatoriedade | FK |
| idPEDIDO | Código | INTEGER(10) | sim | sistemático | não |
| idCLIENTE | Cliente | INTEGER(10) | não | sim | sim |
| idPRODUTO | Produto | INTEGER(10) | não | sim | sim |
| dtPEDIDO | Data Pedido | DATETIME | não | sistemático | não |
| dtPROMETIDA | Data Prometida | DATETIME | não | sim | não |
| dtFIM | Data Final | DATETIME | não | não | não |
| nrPRIORIDADE | Prioridade | INTEGER(1) | não | sim | não |
| dsLOGIN | Usuário | VARCHAR(20) | não | sistemático | sim |
| dtATUALIZACAO | Atualização | DATETIME | não | sistemático | não |
| nrPEDIDO | Nº Pedido | INTEGER(11) | não | sim | não |
| qtCOMPRIMENTO | Comprimento | DECIMA(5,2) | não | sim | não |
| qtLARGURA | Largura | DECIMAL(5,2) | não | sim | não |
| Produção | | | | | |
| Descrição do campo | Campo | Tipo | PK | Obrigatoriedade | FK |
| idPRODUCAO | Código | INTEGER(10) | sim | sistemático | não |
| idPEDIDO | Pedido | INTEGER(10) | não | sistemático | sim |
| idETAPA | Etapa | INTEGER(5) | não | sistemático | não |
| dtENTRADA | Data entrada | DATETIME | não | sistemático | não |
| dtSAIDA | Data saída | DATETIME | não | sistemático | não |
| stPRODUCAO | Situação | VARCHAR(1) | não | sistemático | não |
| nrPRIORIDADE | Prioridade | INTEGER(1) | não | sistemático | não |
| idMAQUINA | Máquina | INTEGER(10) | não | sistemático | sim |
| dsLOGIN | Usuário | VARCHAR(20) | não | sistemático | sim |
| dtATUALIZACAO | Atualização | DATETIME | não | sistemático | não |
| producao_problema | | | | | |
| Descrição do campo | Campo | Tipo | PK | Obrigatoriedade | FK |
| idPRODUCAO_PROBLEMA | Código | INTEGER(10) | sim | sistemático | não |
| idPROBLEMA | Problema | INTEGER(10) | não | sim | sim |
| idMAQUINA | Máquina | INTEGER(10) | não | não | sim |
| idPRODUCAO | Código | INTEGER(10) | não | sistemático | sim |
| dsPROBLEMA | Descrição | VARCHAR(60) | não | sim | não |
| dsACAO | Ação | VARCHAR(100) | não | não | não |
| nmRESPONSÁVEL | Responsável | VARCHAR(60) | não | não | não |

| dtINICIO | Data início | DATETIME | não | sistemático | não |
|--------------------|--------------|--------------|-----|-----------------|-----|
| dtFIM_PREVISTO | Fim previsto | DATETIME | não | não | não |
| dtFIM_REAL | Fim real | DATETIME | não | não | não |
| stPROBLEMA | Situação | VARCHAR(1) | não | sistemático | não |
| dsLOGIN | Usuário | VARCHAR(20) | não | sistemático | sim |
| dtATUALIZACAO | Atualização | DATETIME | não | sistemático | não |
| produto_medida | | | | | |
| Descrição do campo | Campo | Tipo | PK | Obrigatoriedade | FK |
| idPRODUTO_MEDIDA | Código | INTEGER(11) | sim | sistemático | não |
| idPRODUTO | Produto | INTEGER(10) | não | sistemático | sim |
| qtCOMPRIMENTO | Comprimento | DECIMAL(5,2) | não | sim | não |
| qtLARGURA | Largura | DECIMAL(5,2) | não | sim | não |
| nrESTOQUE | Nº estoque | INTEGER(11) | não | sim | não |
| dsLOGIN | Usuário | VARCHAR(20) | não | sim | sim |
| dtATUALIZACAO | Atualização | DATETIME | não | sim | não |

Quadro 32 – Dicionário de dados do sistema

APÊNDICE B – Campo de telas de cadastro

O objetivo deste apêndice é mostrar os campos das telas de cadastro que são comuns em todos os cadastros do sistema. Como são características semelhantes, permite que se escreva este apêndice, apresentando-se apenas uma vez no trabalho.

As telas de cadastro possuem alguns campos que assumem valores *default*, ou seja, valores que são mais comumente usados. Possui campos como *Usuário* e *Atualização* que o sistema trata de forma automática como pode ser visto no quadro 33.

| Tela | Situação | | Usuário | Atualização | Tipo | | | Código |
|-----------------------|----------------|------------|---|------------------------------------|----------------|------------|---------|---------------------------------------|
| | Ativo | Inativo | | | Tipo Problema | | | |
| Cadastro de usuários | Ativo | Inativo | <i>Username</i> do usuário que fez o cadastro | Data e hora do sistema operacional | Normal | Consulta | | Número sequencial gerado pelo sistema |
| | <i>default</i> | | | | <i>default</i> | | | |
| Cadastro de técnicos | Ativo | Inativo | <i>Username</i> do usuário que fez o cadastro | Data e hora do sistema operacional | Tipo Problema | | | Número sequencial gerado pelo sistema |
| | <i>default</i> | | | | Operacional | Manutenção | Produto | |
| Cadastro de máquinas | Ativo | Inativo | <i>Username</i> do usuário que fez o cadastro | Data e hora do sistema operacional | | | | Número sequencial gerado pelo sistema |
| | <i>default</i> | | | | | | | |
| Cadastro de produtos | Ativo | Inativo | <i>Username</i> do usuário que fez o cadastro | Data e hora do sistema operacional | PMC | IPT | | Número sequencial gerado pelo sistema |
| | <i>default</i> | | | | | | | |
| | Medidas | | | | <i>default</i> | | | |
| Produzindo | Disponível | Finalizado | | | | | | |
| Cadastro de clientes | Ativo | Inativo | <i>Username</i> do usuário que fez o cadastro | Data e hora do sistema operacional | | | | Número sequencial gerado pelo sistema |
| | <i>default</i> | | | | | | | |
| Cadastro de pedidos | | | <i>Username</i> do usuário que fez o cadastro | Data e hora do sistema operacional | | | | Número sequencial gerado pelo sistema |
| Cadastro de problemas | | | <i>Username</i> do usuário que fez o cadastro | Data e hora do sistema operacional | | | | Número sequencial gerado pelo sistema |

Quadro 33 – Valores *default* e sistemático

O campo *Situação* é o mesmo para todos os cadastros e assume por *default* o valor

ativo, exceto no cadastro de pedido que não possui este campo. O campo *Usuário* é ocupado pela pessoa que realizou o cadastro e o campo *Atualização* corresponde à data e hora do sistema operacional, que são preenchidos de forma sistemática. O campo *Tipo* tem no cadastro de usuário e produto assumindo por *default* valores normal e PMC respectivamente. O quadro 34 apresenta o significado dos valores do campo *Situação* e *Tipo*.

| Tela | | Cadastro de usuário | Cadastro de máquina | Cadastro de produto | Cadastro de cliente | Cadastro de problema | Cadastro de técnico |
|----------|-------------|--|---|--|---------------------|---|--|
| Campo | | | | | | | |
| Situação | Ativo | Usuário com permissão de acesso ao sistema | Máquina disponível para produção | Item de produto disponível para pedido | Cliente existente | | |
| | Inativo | Usuário sem permissão de acesso ao sistema | Máquina fora de uso “Não aparece no <i>Kanban</i> ” | Item de produto fora de linha | Cliente inexistente | | |
| | Produzindo | | | Medida | Pedido em produção | | |
| | Disponível | | | | Estoque disponível | | |
| | Finalizado | | | | Pedido finalizado | | |
| Tipo | Normal | Tem permissão para acessar todas as funcionalidades do sistema | | | | | |
| | Consulta | Tem permissão apenas para realizar consultas e emitir relatórios | | | | | |
| | PMC | | | Linha de produto | | | |
| | IPT | | | Linha de produto | | | |
| | Produto | | | | | Problema relacionado ao produto | Responsável por problema de produto |
| | Operacional | | | | | Problema relacionado as pessoas | Responsável por problema operacional |
| | Manutenção | | | | | Problema relacionado aos recursos físicos | Responsável por problema de manutenção |

Quadro 34 – Significado dos valores do campo *Situação* e *Tipo*

As telas de cadastro podem ser visualizadas pelo usuário através do modo *Lista*, onde são listados todos os itens da tabela ou no modo *Detalhe*, onde é listado somente o item selecionado. Em um cadastro, ao selecionar a opção *Novo*, o sistema apresenta a tela no modo *detalhe*.