

**ESCOLA POLITÉCNICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

TRABALHO DE FORMATURA



ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA MRP II

Fabio Takeji Iwasa NUSP: 757961

Roberto Tadashi Inoshita NUSP: 1787827

Orientador: Prof. João Paulo Marcicano

São Paulo, 04 de Julho de 2001

ÍNDICE

1. Introdução	4
2. Sistemas de Administração da Produção	5
2.1 – Introdução	5
2.2 – Definições	5
2.3 – Os SAPs em relação aos critérios competitivos da manufatura	6
– Custos	6
– Qualidade	6
– Velocidade de Entrega	7
– Confiabilidade de entrega	7
– Flexibilidade	8
3. Introdução aos conceitos de MRP II	9
3.1 – Introdução	9
3.2 – Objetivos do MRP II	9
3.3 – Noções básicas	9
3.4 – Evolução Histórica	10
4. Conceitos Básicos do MRP II	13
5. Módulos do Sistema de MRP II	15
5.1 – Estrutura do Produto (EP)	16
5.2 – Lead Times	18
5.3 – Os Horizontes de Planejamento	19
5.4 – Previsões de venda	19
5.5 – Plano Mestre de Produção	21
5.6 – Capacidade de produção	23
5.7 – Lotes de produção e de compra	25
5.7.1 – Lot For Lot	25
5.7.2 – Fixed Order Quantity	25
6. Desenvolvimento do sistema de MRP II	26
6.1. Tabelas	26
6.2. Relacionamentos	38
6.3.1. Tela Principal	40
6.3.2. Ordem de Serviço	41
6.3.3. Ordem de Venda	42
6.3.4. Produtos	43
6.3.5. Lista de produtos	44
6.3.6. Rotas de produção	45
6.3.7. Cadastro de Clientes	47
6.3.8. Células de Trabalho	47
6.3.9. Equipamentos	48

6.3.10. Fornecedores	49
6.3.11. Funcionários	49
6.3.12. Grupo de Trabalho	50
6.3.13. Operação	51
6.3.14. Materiais	52
6.3.15. Relatório de Materiais	53
7. Estudo de Caso	54
8. Conclusão	65
9. Bibliografia	66

1. Introdução

Este trabalho destina-se ao estudo de um sistema MRP II (Manufacturing Resource Planning), que tem se firmado como um dos principais modelos de sistema de administração da produção no mundo inteiro.

Sua popularização vem do fato de ser um sistema passível de ser implementado através de sistemas computacionais, possibilitando uma integração em tempo real de todas as fases da produção industrial.

Por trás desta valorização dos processos de produção estão três fatores: a crescente competitividade que o mercado demanda sobre as empresas, o potencial competitivo que representa as novas tecnologias de processo e de gestão da manufatura e o melhor entendimento do papel estratégico da manufatura.

Nos últimos 30 anos, o panorama do mercado internacional tem mudado constantemente, com o surgimento de novos competidores e o desenvolvimento de novas tecnologias de processo, que representam um grande potencial competitivo mas demandam alterações substanciais na forma de gerenciar sistemas produtivos.

Estaremos definindo alguns sistemas de administração da produção e sua importância nos negócios de uma empresa, discutiremos os objetivos e os princípios básicos e a evolução histórica dos sistemas de MRP II. Será estudado o fundamento teórico por trás do sistema, para que tenhamos base para o desenvolvimento de uma segunda etapa.

Num segundo momento discutiremos a implementação de tais sistemas, definindo os módulos mais importantes que constituem o sistema, sendo enfim desenvolvidos tais módulos como parte final do trabalho.

2. Sistemas de Administração da Produção

2.1 – Introdução

Neste capítulo serão definidos os sistemas de administração da produção, suas funções dentro de uma empresa, e seu papel estratégico em relação aos cinco principais critérios competitivos na manufatura: custos, qualidade, velocidade de entrega, confiabilidade da entrega e flexibilidade.

2.2 – Definições

O sistema de administração da produção (SAP) provêem informações sobre o fluxo de materiais, a utilização da mão-de-obra e equipamentos, a coordenação das atividades internas, com atividades de fornecedores e distribuidores e a comunicação com o cliente.

O SAP deve suportar as seguintes atividades gerenciais:

- Planejar a necessidade de capacidade de produção para que haja disponibilidade para atender o mercado.
- Planejar a compra de materiais, de modo que eles cheguem no momento e na quantidade certas de forma que não comprometam o processo de produção.
- Planejar os níveis de estoque de matérias-primas, semi-acabados e produtos finais nos pontos corretos, de forma que as incertezas do processo não afetem o nível de serviço aos clientes.
- Programar as atividades de produção, de forma que a mão-de-obra e os equipamentos estejam trabalhando de forma correta em coisas prioritárias, evitando dispersão de esforços.
- Ser capaz de saber da situação corrente de pessoas, equipamentos, materiais e outros recursos produtivos da fábrica de forma a comunicar-se de maneira adequada com clientes e fornecedores.

- Ser capaz de reagir eficazmente a mudanças, reprogramando atividades no caso de algum imprevisto.
- Prover informações a outras funções a respeito de implicações físicas e financeiras das atividades, permitindo que todas as funções possam ser integradas de forma coerente.
- Ser capaz de planejar prazos com precisão ao clientes, e principalmente, cumpri-los.

2.3 – Os SAPs em relação aos critérios competitivos da manufatura

– Custos

Manter os custos baixos tem grande influência estratégica. Permitem manter os preços dos produtos mais baixos e lucros maiores, se o mercado permitir que a empresa não repasse ao preço os custos de produção, possibilitando uma vantagem competitiva futura.

Os SAPs afetam diretamente os custos, pois estes dependem diretamente de como os recursos estruturais são empregados na produção.

Eles permitem uma utilização equilibrada dos recursos produtivos ao longo do tempo e entre recursos, evitando custos desnecessários com demissões, contratações, horas extras e ociosidade. Além disso, permitem uma programação inteligente, minimizando a troca excessiva de produtos nos equipamentos, o que acarreta em custos para preparação de maquinário.

É Responsabilidade dos SAPs também permitir a coordenação entre o suprimento de itens e seu consumo, permitindo à indústria a operar com riscos controlados de falta e mantendo níveis mínimos de estoque de segurança.

– Qualidade

O papel dos SAPs quanta a qualidade tem se tornado mais ativos. Além das estatísticas sobre itens defeituosos durante cada etapa do processo de fabricação, os sistemas também podem indicar também que entre uma etapa e

outra, se os níveis de estoque estiverem baixos, é que há falha na qualidade de produção em tal fase, sendo possível alocar recursos para que estas falhas sejam corrigidas, além de tornar a produção imune a estas falhas no futuro.

- Velocidade de Entrega

O fluxo de informação e de materiais de forma ágil permitem que o sistema de produção seja enxuto e os prazos de entrega sejam curtos. Esta agilidade acarreta algumas vantagens em relação ao mercado.,

A redução dos tempos de entrega permitem que a empresa comande os preços de um determinado produto, podendo até comandar preços mais altos, além de assegurar a lealdade e confiabilidade do cliente em relação aos seus produtos.

O cliente pode postergar as decisões de compra devido a prazos mais curtos na entrega, podendo decidir com maior grau de certeza o produto a adquirir.

Um prazo menor na entrega também reduz a quantidade de atividade especulativa, permite melhores previsões, menos necessidade de ações corretivas no futuro, menos custos administrativos com controle de material, armazenagem e movimentação, e uma maior velocidade ajuda a baixar os estoques. Material esperando para ser processado significa capital parado, não agregando valor ao produto, além de mascarar problemas que são revelados com um estoque maior.

- Confiabilidade de entrega

Com a tendência das empresas de manter estoques menores, elas passam a necessitar de entregas mais frequentes e confiáveis de seus fornecedores. Há também vantagens internas na confiabilidade de entrega. Com um serviço mais confiável, o tempo dos recursos remediando problemas

internos na produção também é minimizado, propiciando uma maior estabilidade.

O SAP permite que se faça um planejamento futuro, prevenindo eventuais surpresas que acarretem atrasos na produção e conseqüentemente na entrega.

O controle da ocupação dos recursos evita a superutilização dos mesmos.

O monitoramento da produção permite a rápida identificação de problemas.

- Flexibilidade

É a capacidade do sistema de produção a responder a mudanças inesperadas de forma eficiente. Estas mudanças tanto podem ser na demanda por produtos quanto no fornecimento de insumos, como no processo produtivo.

São possíveis cinco níveis de flexibilidade (Corrêa, 1992):

- Flexibilidade de novos produtos, ou alteração de produtos já existentes.
- Flexibilidade de "mix", o subconjunto da linha de produtos.
- Flexibilidade de volumes produzidos.
- Flexibilidade de entrega.
- Flexibilidade de robustez.

3. Introdução aos conceitos de MRP II

3.1 – Introdução

Este capítulo objetiva introduzir os conceitos básicos do MRP II (Manufacturing Resource Planning, ou planejamento dos recursos de manufatura), um Sistema de Administração de Produção de grande porte que tem sido amplamente implementado pelas indústria nos últimos 30 anos.

3.2 – Objetivos do MRP II

Os objetivos de um sistema como o de um MRP II é permitir o cumprimento de prazos de entrega de pedidos dos clientes com mínima formação de estoque, com o planejamento de compras de matéria prima e produção para que estes ocorram somente quando necessário, e em quantidades suficientes.

O sistema de MRP II são adequados às empresas que buscam principalmente o cumprimento de prazos e a redução do estoque.

3.3 – Noções básicas

O princípio básico do MRP II é o cálculo de necessidades, viabilizados pelo uso de computadores , das quantidades e do momento em que se necessitam dos recursos da manufatura para que se cumpram os programas de entrega da produção com a mínima formação de estoques.

A quantidade de recursos depende diretamente das necessidades do produto final. O sistema funciona da seguinte forma:

- Primeiro , parte-se das necessidades de entrega do produto final, em relação ao prazo e a quantidades
- Calcula-se as datas em que cada etapa do processo deve começar e acabar.

- Determinam-se os recursos necessários para realizar cada tarefa no tempo necessário.

3.4 – Evolução Histórica

A técnica de cálculo de necessidades era inviável até a década de 60, pois até então não havia como armazenar e processar os dados advindos do sistema produtivo de uma fábrica, pois o volume de informação era muito grande para os recursos da época. Com o barateamento e o aumento de processamento dos computadores, o cálculo de necessidades passou a ser uma alternativa viável para serem utilizadas numa aplicação prática. Surgiram assim, no EUA, os primeiros sistemas computacionais para gestão de materiais com conceitos de gestão de necessidades. Os primeiros programas foram desenvolvidas a partir de um “processador de lista de materiais” que convertia um plano de produção de um produto final, uma demanda independente, em um plano de compras ou produção de componentes, de demanda dependente. Surgiu assim o conceito de MRP (Material Requirement Planning, ou cálculo de necessidades de material).

Item de demanda independente são itens cuja demanda não dependem da demanda de nenhum outro produto, como por exemplo, um produto final, que depende apenas da demanda do consumidor.

Item de demanda dependente é o item cuja demanda depende de um outro produto, como um componente de um produto final. O item é chamado de item filho, e o produto final, de item pai. Sua demanda não precisa ser prevista, mas calculada com base na demanda do produto final.

Um produto pode se estruturar com um item pai e vários itens filho, que por sua vez podem possuir itens netos. Cada item tem um tempo de ressurgimento, chamado de lead time, que se refere ao tempo decorrido desde o pedido de compra de um material até seu recebimento.

De acordo com Scott (1994), o MRP deveria ser um conjunto de procedimentos através dos quais os componentes e os materiais de um sistema de manufatura pudessem:

- ser planejados para serem manufaturados ou comprados e expedidos;
- satisfazer a demanda (conhecida ou prevista);
- ser calculado corretamente para eliminar as faltas e não permitir o acúmulo de estoques desnecessários.

E cujos objetivo fossem obter:

- a parte certa;
- no lugar certo;
- no tempo certo e
- na menor quantidade necessária para satisfazer às necessidades.

Com a popularização das técnicas de MRP, utilizou-se a mesma lógica aplicada a outras necessidades de produção, além de materiais.

A evolução ao MRP II se deu , segundo Wight (1984), ao analisar o MRP, que:

- a) ignorava a questão da capacidade;
- b) era uma ferramenta voltada ao gerenciamento da produção e à gestão dos estoques, não considerando outras funções da empresa e
- c) não permitia a re-entrada de informações do chão de fábrica.

Esta nova técnica levava em conta não apenas o tempo em que tal material deveria estar disponível, mas o tempo de fabricação de cada componente filho. Leva-se em conta não apenas o material a ser consumido, mas os recursos a serem alocados.

Parte-se da idéia de que tal produto final deve estar pronto em determinado instante. A partir deste dados, calcula-se o instante em que cada componente do produto principal deve estar pronta para que não haja impacto nesta data. Assim, alocam-se os recursos para que estes prazos sejam atingidos.

Em termos práticos, na evolução do MRP para o MRP II foi apenas acrescentado um módulo para o cálculo de necessidades, chamado de Capacity Requirement Planning, ou planejamento de necessidade de capacidade produtiva. O MRP necessitava apenas de informações sobre os dados cadastrais de ressuprimento do item, estrutura e posição do estoque. No MRP

II é necessário informações adicionais sobre os recursos produtivos da fábrica, roteiros de produção, e consumo de recursos na produção unitária de cada item.

4. Conceitos Básicos do MRP II

O MRP original significava Material Requirements Planning e era basicamente uma técnica de controle de inventário, ou seja, não era capaz de interagir com outras áreas.

Para sanear este problema foi criado o MRP II, que já passa a ser conhecido como um Manufacturing Resource Planning, ou seja, já é capaz de controlar o ciclo da produção como um todo, incluindo aspectos financeiros relacionados a produção e previsões de compras e vendas.

Os principais objetivos de um sistema de MRP II é proporcionar o cumprimento de prazos (scheduling da produção) e a redução do estoque como um todo, de modo a aumentar a produtividade. Isto pode ser feito através dos seguintes fatores:

- Redução de inventário: para isso o MRP II parte do princípio de produzir o que é necessário no momento exato. Segundo Oliver Wight é possível reduzir o inventário em até 33%, isto melhorando a qualidade do serviço ao cliente, pois produzindo os produtos no momento exato pode-se cumprir o que foi combinado com o cliente.
- Redução do custo de compras: a partir do momento que o schedule da produção é correto os compradores da empresa podem negociar compras de quantidades maiores, mas com a entrega planejada, possibilitando desta forma melhores condições de negociação com os fornecedores. Um número a ser levado em conta é que 5% de redução nestes custos equivalem a um aumento de 15% de produtividade.
- Redução dos custos de transporte: elimina-se a necessidade de utilizar-se transportes mais rápidos e caros para compensar um atrasos na produção. Um exemplo disso seria o caso da BMW que teve que enviar, por via aérea, motores ao Brasil gerando um dos recalls mais caros.

- Redução na quantidade de horas extras: seguindo-se o schedule gerado pelo MRP II pode-se cumprir a agenda de produção, evitando ao máximo os imprevistos. Isso combinado com um Capacity Planning correto possibilita que se atinja um ponto ótimo de produção, diminuindo sensivelmente a quantidade de horas extra, aumentando a qualidade de vida das pessoas da empresa.

5. Módulos do Sistema de MRP II

Neste capítulo serão descritos os elementos integrantes do sistema MRP II. Estaremos descrevendo os principais módulos do sistemas, para termos um embasamento teórico no desenvolvimento futuro de um software, dos quais os módulos farão parte.

Descreveremos com mais detalhes os seguintes módulos:

- A Estrutura do produto;
- Os Lead Times;
- O Horizontes de planejamento;
- As Previsões de venda;
- O Plano Mestre de Produção;
- A Capacidade de Produção;
- Os Lotes de Produção e Compra;

Quanto à sua funcionalidade, os sistema MRP/ MRP II são aplicáveis em quase todos ambientes de manufatura (Scott, 1994; Corrêa et al., 1997). Podem ser aplicados em ambiente de fabricação para estoque, montagem sob encomenda e fabricação sob encomenda. Somente no ambiente de engenharia sob encomenda é que o modelo não pode ser aplicado, pois requer técnicas diferentes de gestão de projeto e manufatura (Laugeni, 2000).

A seguir estaremos descrevendo com mais detalhes os módulos mais importantes do sistema MRP II.

5.1 – Estrutura do Produto (EP)

A estrutura do produto representa uma visão explodida da estrutura física do produto a ser manufaturado.

Ela pode ser representada por uma “Árvore de Materiais”, no qual são descritos os componentes e materiais em termos de relação “pai-filho”.

Os itens montados ou fabricados sempre apresentarão filhos em um nível inferior da árvore, ao contrário dos componentes comprados. Esta divisão é necessária, segundo Laugeni (2000), para que materiais idênticos sejam agrupados e calculados uma só vez.

Um exemplo de árvore de materiais é representado a seguir, na figura 5.1 (Corrêa et al., 1997):

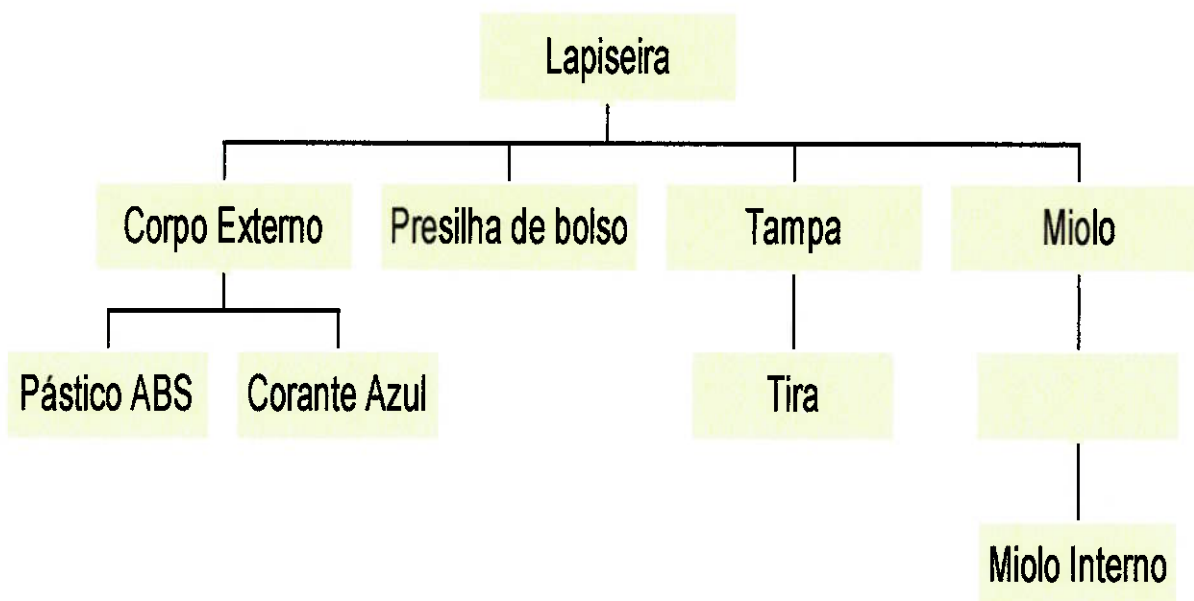


Figura 5.1 Estrutura de produto de uma lapiseira (Correa et al 1997)

A árvore de materiais pode representar um documento de engenharia, representando um avista explodida do produto acabado. Ela deve conter os seguintes requisitos para que seja eficiente no planejamento de necessidades (Sacomano, 1990):

- Deve representar corretamente o método de obtenção de cada item e deve conter a relação completa de seus componentes;

-
- Cada item da árvore, seja produto acabado, sub-montagens, componentes, partes, materiais e matéria prima, deve ser uma codificação rigorosa e padronizada que o distingua dos demais itens.

Os Eps devem atender os seguintes objetivos (Laugeni, 2000 e Orlick, 1975) :

- permitir que o MPS (Master Planning Schedule, plano mestre de produção) seja baseado no menor número possível de itens;
- permitir o planejamento das prioridades das sub-montagens;
- permitir a emissão de ordem de cada item;
- permitir a programação de montagem dos itens.
- permitir previsão de opcionais;
- planejamento de prioridades;
- elaboração do Programa de Montagem Final;
- permitir o custeio do produto e
- armazenagem e manutenção dos arquivos no computador.

5.2 – Lead Times

Entende-se por Lead Times o tempo que decorre entre a liberação de uma ordem de compra ou de produção e o instante em que o material está disponível para ser utilizado. Somado a isto, têm-se o tempo em que a peça é produzida.

Segundo Correa et al.(1997), o LT deve determinar as necessidades de materiais, sendo composto por:

- tempo de emissão física da ordem,
- tempo de tramitação da ordem até o chão de fábrica,
- tempo de transporte de materiais durante o tempo em que a ordem está aberta,
- tempo de fila aguardando processamento nos setores produtivos,
- tempo de preparação dos equipamentos ou setores para processamento,
- tempo de processamento propriamente ditos e
- tempos gastos com possíveis inspeções de qualidade.

Ainda podem existir LT de compras, que são compostos de:

- tempo de emissão física da ordem,
- tempo de transformação da ordem de compra em pedido,
- tempo de envio até o fornecedor,
- tempo de entrega do fornecedor,
- tempo de transporte de materiais,
- tempo de recebimento e liberação e
- tempo gasto com possíveis inspeções de recebimento e armazenagem.

Um aspecto que podemos considerar, segundo Orliky (1975) é que os LTs utilizados podem ser fixos, pois sua acurácia não é fundamental para o MRP, já que são utilizados para se determinar datas de emissão de ordens, sendo estas menos importantes que as datas de término, que determinam a

prioridade das ordens, e os LTs somente devem ser considerados variáveis nos casos em que o tempo de operação seja significativo.

No presente trabalho iremos nos focar somente nos LTs relacionados à manufatura e montagem de produtos, não levando em conta questões relativas a compra.

5.3 – Os Horizontes de Planejamento

O horizonte de planejamento representa o número de períodos futuros no qual são elaborados os planos, visando calcular as necessidades dos materiais. Usualmente cobre um período de tempo, suficientemente longo, para conter múltiplas necessidades para produtos acabados.

Para Scott (1994), é o período de tempo daqui para o futuro, além do qual não são gerados os planos de materiais e que deve ser maior que o LT acumulado e maior que o período firme do Plano Mestre de Produção.

O que devemos levar em conta é que o horizonte de planejamento é uma necessidade importante para o sistema MRP II.

5.4 – Previsões de venda

O sistema de previsão de vendas é “conjunto de procedimentos de coleta, tratamento e análise de informações que visa gerar uma estimativa das vendas futuras, medidas em unidades de produtos, ou famílias de produtos em cada unidade de tempo”(Correa et al. 1997).

Os métodos de previsão de vendas podem ser classificados em :

- subjetivos,
- objetivos,
- causais e
- não causais.

As técnicas subjetivas são baseadas na experiência e intuição de um ou mais indivíduos ao passo que as técnicas objetivas são baseadas em procedimentos sistemáticos e apresentam resultados que podem ser reproduzidos independentemente da figura do pesquisador.

As técnicas causais geram previsão a partir das variáveis que influem no fenômeno a ser previsto e que as variáveis de causa podem ser medidas e projetadas de melhor maneira que a demanda.

As técnicas não causais utilizam valores passados de uma variável para prever seus valores futuros, considerando que as causas dos eventos, que existiram no passado, continuarão a determinar eventos futuros.

As técnicas de previsão podem ser associadas a horizontes temporais e a áreas de decisões da empresa, como na tabela 5.1 a seguir:

Aplicação	Horizonte		
	Curto Prazo (0 a 3 meses)	Médio Prazo (3 meses a 2 anos)	Longo Prazo (acima de 2 anos)
Quantidade Prevista	* Individual (produto ou serviço)	* Vendas totais (grupo ou famílias)	* Vendas totais
Área de decisão	* Gestão de estoques	* Planejamento da produção * Planejamento de recursos * Distribuição	* Localização de plantas * Planejamento da produção
Técnicas de previsão	* Séries temporais * Modelos causais * Modelos subjetivos	* Modelos causais * Modelos subjetivos	* Modelos causais * Modelos subjetivos

Tabela 5.1 – Aplicação das previsões (Adaptado de Laugeni, 2000)

Por envolverem algoritmos mais complexos e por estarem mais relacionados a questões administrativas da manufatura, numa Segunda fase não estaremos desenvolvendo este módulos, nos concentrando mais nos módulos relacionados diretamente à manufatura.

5.5 – Plano Mestre de Produção

O plano mestre de produção, também conhecido por *Master Production Schedule (MPS)* é uma plano operacional, subordinado ao plano agregado de produção.

Segundo Wight (1984), o plano mestre de produção é uma declaração do que a empresa espera manufaturar. É um programa antecipado de produção dos itens a cargo do programados mestre. O programador mestre mantém este programa, que por sua vez transforma em números que guia o MRP.

Não se trata de um plano de vendas, pois não considera o objetivo de nivelamento da produção. Não é um plano de venda e operações porque não é elaborado em função de família de produtos.

Não devem ser considerados itens que não possam ser manufaturados devido a falta de capacidade, de materiais, de questões de engenharia, etc. Ele deve ser realista e é uma declaração do que irá ser produzido.

Como objetivos a longo prazo, temos que o MPS traria:

- minimização da produção em horas-extras,
- redução dos investimentos em inventário,
- maximização das economias na compra, comprando quantidades certas no tempo certo.
- maximização dos lucros e minimização dos custos,
- otimização dos serviços ao consumidor.

Para Scott (1994), o MPS é um conjunto de ordens planejadas para satisfazer a demanda, sendo baseado nos recursos com que a empresa conta hoje e no futuro.

A curto prazo, o MPS deve servir para o cálculo das necessidades, a produção de componentes, o planejamento de prioridades, o planejamento dos níveis de estoque e o planejamento das necessidades de capacidades.

O MPS é, segundo Sacomano (1990), uma informação fundamental para a operação de todas as instalações produtivas de uma empresa durante um

determinado período, além de especificar a quantidade de produtos a serem manufaturas dentro dos limites de capacidade da fábrica.

Portanto, o MPS é um plano que:

- é a base no planejamento da utilização de mão de obra e equipamentos,
- é a base do planejamento de materiais e capital,
- detalha quanto, quando, os itens finais devem ser produzidos.,
- coordena os esforços conjuntos de marketing e produção e
- direciona toda a operação em termos do que é montado, manufaturado e comprado.

O MPS deve possibilitar, segundo Laugeni (2000), que:

- sejam colocados itens finais (produtos acabados),
- sejam colocados os componentes e subconjuntos .

Para determinação da quantidade dos itens finais, há a necessidade das informações relativas a demanda independente, aos pedidos em carteira e ao disponível em estoque. A partir destes dados é determinada a quantidade do item no MPS, a quantidade disponível para promessa. As quantidade do item final no MPS são utilizadas na determinação das necessidades de materiais no MRP e nas análises de capacidade.

5.6 – Capacidade de produção

A capacidade de produção é, segundo Pires (1995), a quantidade de trabalho que pode ser desenvolvida em um centro de trabalho, freqüentemente expressa em horas, ou uma medida da habilidade da planta para produzir.

Para o estudo que estamos elaborando, consideraremos apenas a capacidade a médio prazo, que resulta diretamente do plano mestre de produção. Ele tem por objetivo determinar as necessidades dos recursos chaves, ou críticos.

A determinação das capacidades de produção possibilitam ao planejador verificar se existe algum tipo de restrição ao plano mestre de produção, antes que seja processado o MRP, economizando-se trabalho.

Ela associa-se ao plano mestre de produção, MPS, e verifica se é possível atendê-lo da forma em que foi formulado. A viabilidade do MPS é testada.

Caso o MPS não seja viável, ele deverá ser ajustado. Ao contrário do plano de necessidade de recursos, os planos de capacidade são planos de capacidade finita porque devem operar com certas restrições.

Os recursos críticos acima citados incluem pessoal, equipamentos, materiais, espaço e recursos financeiros. Dentre estes recursos, consideram-se críticos aquele que (Correa et al. 1997):

- seja um gargalo;
- seja de difícil subcontratação;
- tenha sensibilidade ao mix de produtos;
- necessite de ferramenta especial de produção;
- apresente dificuldade para redução de sua carga;
- tenha um longo tempo de set-up e
- tenha um elevado custo para ser mantido ocioso.

A partir disto, a capacidade deve ser calculada em função dos centros de trabalho, ou seja, um instrumento de produção que consiste em uma ou

mais pessoa e máquinas, que são consideradas uma unidade para fins de planejamento da produção.

Para cada centro de produção, deve-se calcular os tempos de processo, que deve ser feito da seguinte maneira:

- a) selecionar a família de produtos na qual está sendo criado um perfil de recurso;
- b) explodir a família utilizando a estrutura do produto;
- c) verificar os roteiros detalhados para detectar se há algum recurso crítico envolvido.
- d) Para cada recurso crítico, determinar o tempo de processo.

Para o cálculo dos tempos de processo,0 procedemos da seguinte forma:

- escolhemos uma parte representativa e utilizamos como aproximação para um produto no MPS, ou
- utilizamos a média aritmética para o recurso, considerando o tempo de todos os itens da família que passam pelo recurso crítico, ou;
- calculamos uma média ponderada dos tempos dos produtos que passam pelo recurso crítico, ou;
- colocamos o tempo estimado em função de informações coletadas no chão de fábrica ou nos registros da empresa.

Para calcularmos o tempo do processo, temos a fórmula (Laugeni, 2000):

$$\text{TP} = (\text{Tempo por unidade} \times \text{Quantidade na EP}) + (\text{Tempo de set-up} / \text{Quantidade do lote})$$

5.7 – Lotes de produção e de compra

Neste módulo, determinamos os principais métodos para determinação dos lotes de reposição, seja de fabricação/montagem, quanto de compras.

Neste módulo, determinamos a quantidade de material necessário em cada período da produção, objetivando-se minimizar o custo do estoque, a partir de uma previsão da demanda.

Temos os seguintes tipos de lotes mais utilizados em sistemas MRP/MRP II:

5.7.1 – Lot For Lot

Consiste na determinação das quantidades necessárias em cada período e as necessidades líquidas são estas quantidades. O objetivo deste método é o de minimizar o custo de estoque, num produto com EP de muitos níveis.

5.7.2 – Fixed Order Quantity

Determina-se a quantidade necessária para um determinado número de períodos. O objetivo do método é que a quantidade do lote deve ser suficiente para cobrir os custos de set-up do equipamento, considerando que abaixo deste nível, a produção não é econômica. Costuma levar a um aumento no nível de estoque.

6. Desenvolvimento do sistema de MRP II

Realizamos o desenvolvimento do software com a utilização do programa Microsoft Access ®, pois o mesmo é um aplicativo de utilização bastante simples e acompanha o pacote do Microsoft Office ®.

A idéia inicialmente era utilizarmos o Microsoft SQL Server ® e utilizarmos um segundo programa para a interface com o usuário, sendo que este segundo programa poderia ser um aplicativo desenvolvido em Visual Basic ou mesmo o próprio Access. No entanto devido a problemas de licenciamento acabamos optando pela utilização do Access.

Desta forma seguem-se as tabelas de dados criadas, os relacionamentos entre as tabelas e os formulários.

6.1. Tabelas

CalendarDefs

Estrutura:

CalendarDefsID: Autonumeração (Chave Primária)

CalendarName: Texto

Descrição: Definição de calendários de produção.

ControlCodes

Estrutura:

ControldID: Autonumeração (Chave Primária)

Code: Texto

Description: Texto

Descrição: Códigos de controle.

Currency

Estrutura:

CurrencyID: Autonumeração (Chave Primária)

Currency: Texto

Factor: Número

Descrição: Definição da moeda da transação.

Customers

Estrutura:

CustomerID: Autonumeração (Chave Primária)

Nome: Texto

InventarioTipo: Texto

ContatoNome: Texto

Titulo: Texto

Endereço: Texto

Cidade: Texto

CEP: Texto

Estado: Texto

Pais: Texto

Telefone: Texto

Fax: Texto

Email: Texto

Descricao: Texto

Descrição: Informações sobre o cliente.

Demands

Estrutura:

DemandID: Autonumeração (Chave Primária)

SchedulingPlanID: Número

ProductID: Texto

PeriodID: Número

Quantity: Número

Descrição: Informações sobre a demanda.

Employees

Estrutura:

EmployeeID: Autonumeração (Chave Primária)

FirstName: Texto

LastName: Texto

Title: Texto

Extention: Texto

WorkPhone: Texto

Email: Texto

Descrição: Informação sobre os funcionários.

Equipments

Estrutura:

EquipmentID: Autonumeração (Chave Primária)

EquipmentGroup: Texto

Department: Texto

Department: Texto

Description: Texto

CalendarDefID: Número

PercentOvertime: Número

SetupEfficiency: Número

RunTimeEfficiency: Número

Descrição: Informações sobre os equipamentos de produção.

FailureCategory

Estrutura:

ID: Autonumeração (Chave Primária)

FailureCategory: Texto

Descrição: Categorização das falhas de produção.

Inventory Transactions

Estrutura:

TransactionID: Autonumeração (Chave Primária)

TransactionDate: Data/Hora

ProductID: Texto

PurchaseOrderID: Texto

TransactionDescription: Texto

TransferFromID : Número

CustomerID: Número

UnitPrice: Moeda

UnitsOrdered: Número

UnitsReceived: Número
UnitsSold: Número
UnitsShipped: Número
DateRequired: Data/hora
DatePromised: Data/Hora
SerialNumber: Texto
SalesOrderID: Texto
ModelNumber: Texto
Control: Texto
ShippedDate: Data/Hora
ShippingMethodID: Numero
ShippingTracking: Texto
SalesTracking: Texto
Ordered: Data/Hora
Delivered: Data/Hora
Currency: Texto
InvoiceNumber: Texto
InvoiceDate: Data/Hora
Descrição: Informações sobre o inventário de transações realizadas.

Labours

Estrutura:
LabourID: Autonumeração (Chave Primária)
LabourGroup: Texto
Department: Texto
Description: Texto
CalendaDefID: Número
PercentTimeUnavailable: Número
PercentOvertime: Número
SetupEfficiency: Número
RunTimeEfficiency: Número
Descrição: Descrição dos grupos de trabalho em um projeto.

Lista Prod

Estrutura:

ListID: Autonueração (Chave Primária)

Descrição: Lista todos os subcomponentes de um produto.

Manufactured

Estrutura:

ManufacturedID: Autnumeração (Chave Primária)

Manufactured: Texto

Descrição: Informação se um produto já foi ou não manufaturado.

Materiais

Estrutura:

MatID: Autnumeração (Chave Primária)

Nome: Texto

Quantidade: Número

ProdID: Número

Time: Número

Descrição: Informação sobre a disponibilidade e demanda de materiais de um dado produto.

MPSCode

Estrutura:

MPSCodeID: Número (Chave Primária)

CodeName: Texto

Description: Texto

Descrição: Códigos a serem usados na definição do MPS.

My Company Information

Estrutura:

SetupID: Autnumeração (Chave Primária)

CompanyName: Texto

Address: Texto

City: Texto

State: Texto

PostalCode: Texto

Country: Texto

PhoneNumber: Texto

FaxNumber: Texto

Email: Texto

BaseCurrency: Moeda

Descrição: Descrição da fábrica.

Operations

Estrutura:

OperationsID: Autonumeração (Chave Primária)

ProductID: Número

OperationName: Texto

Description: Texto

EquipmentID: Número

EquipmentSetupTime: Número

EquipmentRunTime: Número

Descrição; Descreve as operações de produção.

Products

Estrutura:

ProductID: Texto (Chave Primária)

ProductName: Texto

ProductDescription: Texto

SerialNumber: Texto

UnitPrice: Moeda

LeadTime: Texto

Manufacturer: Texto

Margin: Número

Weight(Kg): Número

Width(m): Número

Length(m): Número

Height(m): Número

Drawing: Objeto OLE(Figura)

Componente: Numero

Ordem:Numero

Descrição: Descrição do produto produzido.

Purchase Order

Estrutura:

PurchaseOrderID: Texto (Chave Primária)

POAutoID: Autonumeração

PurchaseOrderDescription: Texto

SupplierID: Número

EmployeeID: Número

OrderDate: Data/Hora

ShippingMethodID: Número

AccountNumber: Texto

StatusID: Número

Originator: Número

CustomerID: Número

CustomerShipToID: Número

Descrição: Informação sobre os itens negociados.

Routings

Estrutura:

RoutingID: Autonumeração(Chave Primária)

ProductID: Texto

FromOperationID: Número

PercentageFollowing: Número

Descrição: Indica a posição do produto na linha de produção, o status de manufatura.

Sales Order

Estrutura:

SalesOrderID: Texto (Chave Primária)

SOAutoID: Autonumeração

SalesOrderDescription; Texto

TransferFromID: Número

CustomerID: Número

EndCutomerID: Número

EmployeeID: Número

OrderDate: Data/Hora

ShippingMethodID: Número

SalesOrderType: Texto

FreightCost: Moeda

DutyCost: Moeda

CustomerPONumber: Texto

DeliveryDate: Data/Hora

Product_Name: texto

DeliveredDate: Data/Hora

SalesTrackingNumber: Texto

Incomplete: Número

StatusID: Número

ReleaseDate: Data/Hora

DueDate: Data/Hora

Descrição; Identifica o status de uma ordem de compra.

Scheduling Plans

Estrutura:

SchedulingPlanID: Autonumeração (Chave Primária)

SchedulingPlanID: Texto

TimeSelectionType: Sim/não

StartingDate: Data/Hora

DemandPeriodUnit: Número

DemandPeriodUnitSize: Número

DemandPeriodCount: Número

OperationTimeUnit: Número

Descrição: Descreve o planejamento dos processos em termos de tempo.

Shipping Methods

Estrutura:

ShippingMethodID: Autonumeração (Chave Primária)

ShippingMethod: Texto

Descrição: Descreve o modo de entrega do produto.

SN

Estrutura:

SN: Número (Chave Primária)

SNFmt: Texto

SNPrefix: Texto

Descrição: Número de série do produto.

Suppliers

Estrutura:

SupplierID: Autonumeração (Chave Primária)

SupplierName: Texto

ContactName: Texto

ContactTitle: Texto

Address: Texto

City: Texto

PostalCode: Texto

State: Texto

Country: Texto

PhoneNumber: Texto

FaxNumber: Texto

Descrição: Identifica os fornecedores da fábrica.

Time Definition

Estrutura:

TimeSelectionType: Sim/Não (Chave Primária)

StartingDate: Data/Hora

DemandPeriodUnit: Número

DemandPeriodUnitSize: Número

DemandPeriodCount: Número

OperationTimeUnit: Número

Descrição: Define os períodos de produção.

UnitsOfMeasure

Estrutura:

UofMID: Autonumeração (Chave Primária)

UnitOfMeasure: Texto

Descrição: Define Unidades de medidas.

Workstations

Estrutura:

WorkstaionID: Autonumeração (Chave Primária)

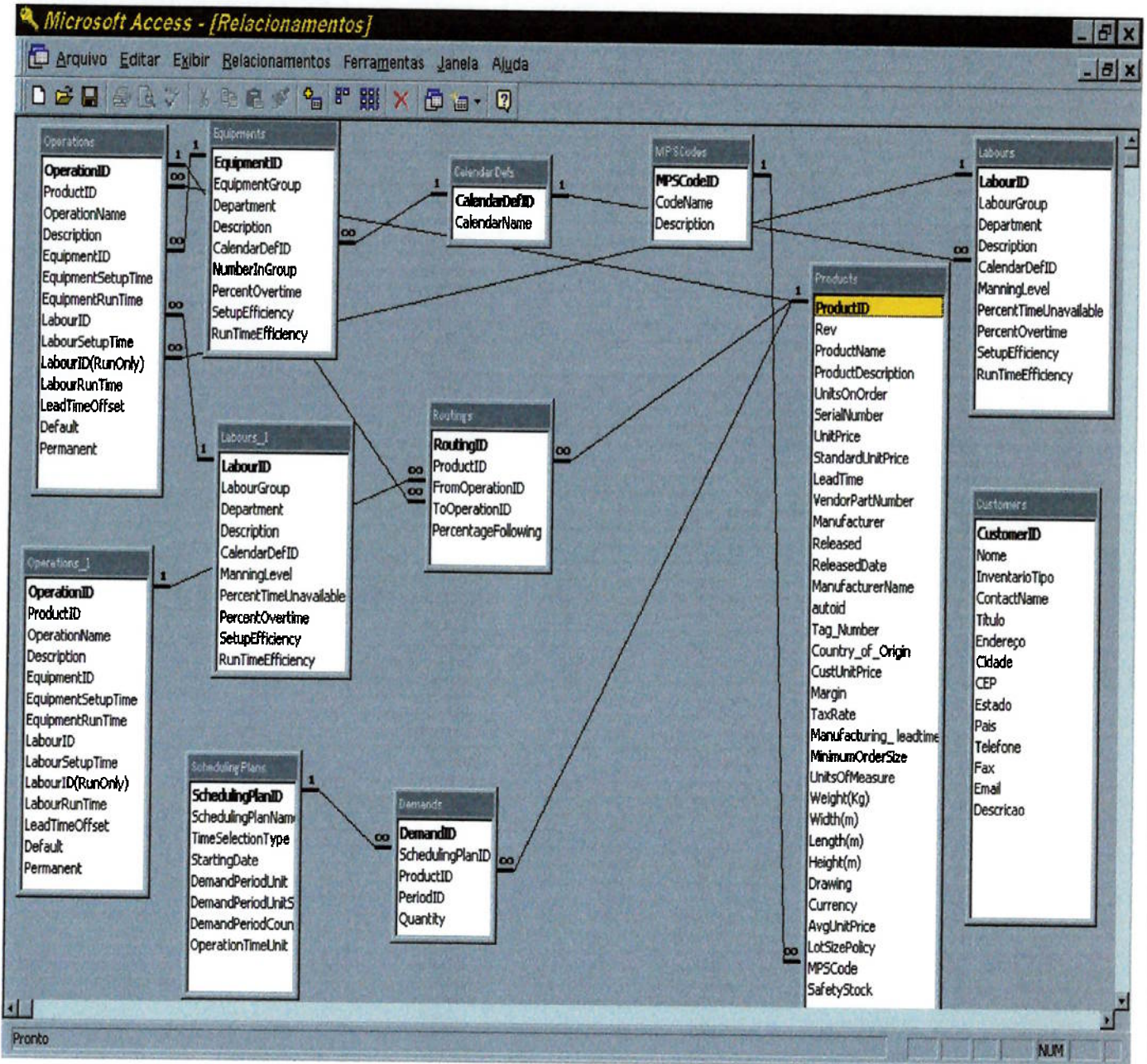
WorkstationName: Texto

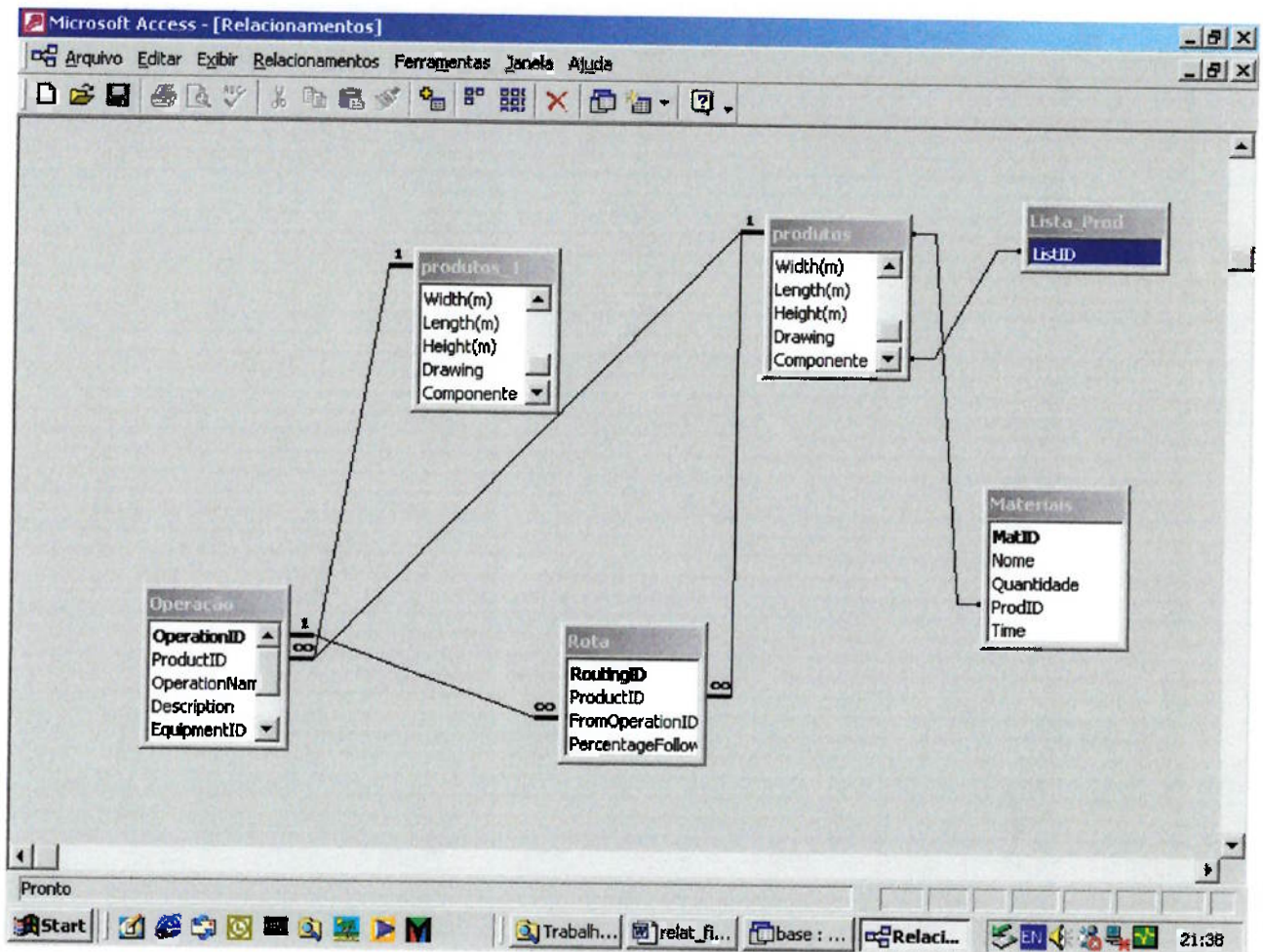
NormalLeadTime(Hours): Número

StdHourRate: Moeda

Descrição: Define as ferramentas a serem utilizadas na manufatura.

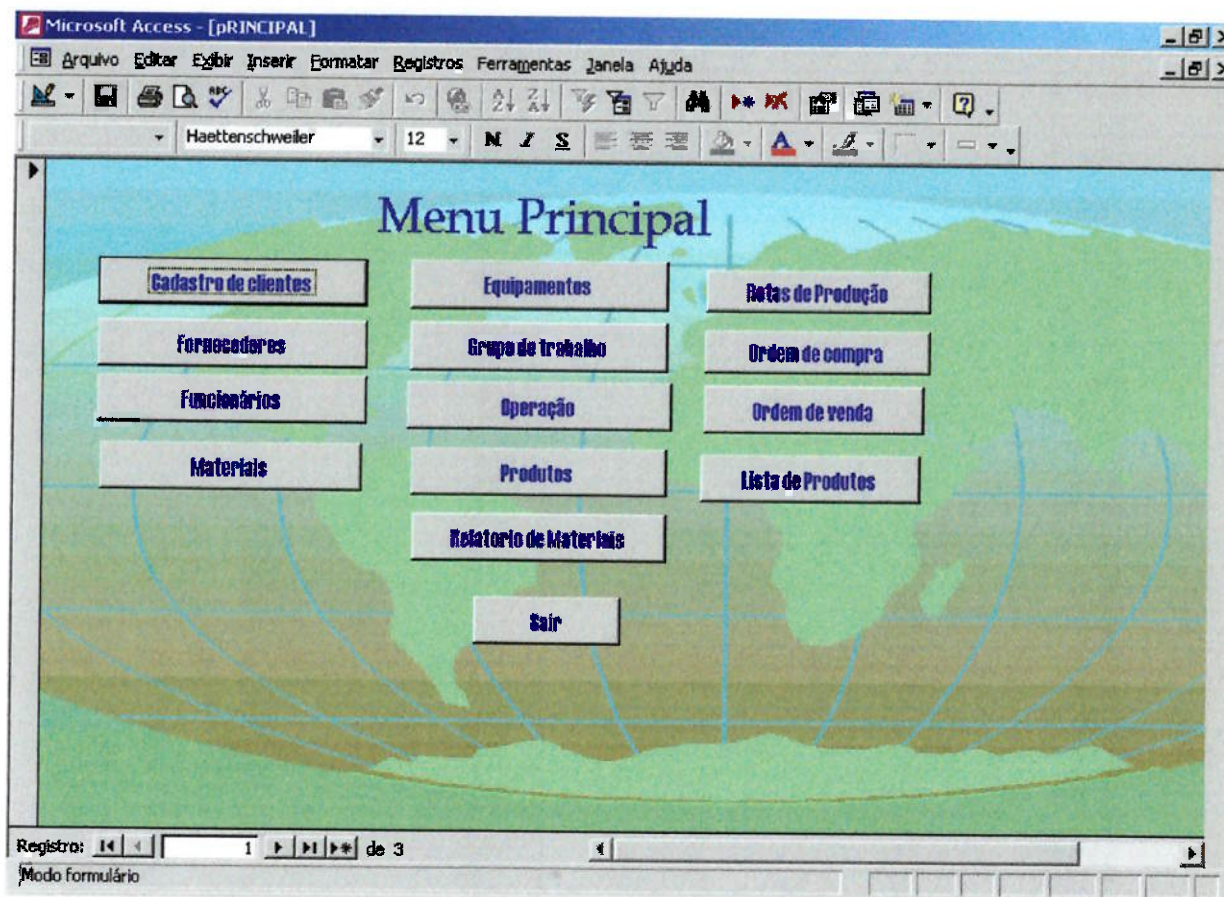
6.2. Relacionamentos





6.3. Formulários

6.3.1. Tela Principal



Este formulário possui os botões com os atalhos para as tabelas operacionais em si. Sua função é centralizar as operações em um único ambiente.

6.3.2. Ordem de Serviço

The screenshot shows a software window titled "Ordem de serviço" with a standard Windows-style title bar. The form contains the following fields:

- Número da Ordem de serviço: 213
- Modo de Entrega: (empty)
- Descrição: 2313
- ID do fornecedor: (empty)
- ID do funcionário: 29
- Data: (empty)
- No. da Conta: (empty)
- Origem: (empty)
- Status: (empty)

At the bottom of the window, there is a record navigation bar showing "Record: 1 of 2". A small icon with a plus sign is visible in the center of the form area.

O formulário de ordem de serviço possui as informações sobre os pedidos de matéria prima e outros materiais para a produção. Depois de analisar a demanda, há a entrada de pedidos. Na *descrição*, são colocadas as informações sobre o material sendo encomendado. No *ID do Fornecedor*, identificamos o fornecedor, relacionado na tabela de fornecedores. No *ID do Funcionário*, identificamos o funcionário responsável pelo pedido. Seu ID está relacionado na tabela de funcionários. A *Data* é o dia em que o pedido foi feito. O campo *Origem* estabelece se o pedido foi importado, e de onde. O *Modo de entrega* descreve a maneira nem que o produto será transportado do fornecedor à fábrica. O *Status*, presente na tabela status, descreve o andamento da entrega, se está pendente ou não.

6.3.3. Ordem de Venda

The screenshot shows a window titled "Ordem de venda" with a grid of input fields. The fields are arranged in two columns. The first column contains: "ID da ordem de venda" (301206), "Descrição", "ID do cliente" (22), "ID do funcionário" (27), "Data da venda" (11 3:36:44 PM), "Método de entrega" (2), "Tipo de ordem de venda" (1), "Frete", and "Impostos". The second column contains: "Data de entrega", "Nome do produto", "Tracking Number" (0), "Incompleto", "Status" (1), and "Data de lançamento". A small icon with a plus sign is located in the center of the form. At the bottom, a record navigation bar shows "Record: 1 of 1".

A ordem de venda tem por objetivo armazenar informações sobre os produtos vendidos pela corporação. O *ID de venda* é o identificador único da transação de venda em todo o sistema. A *Descrição* possui as informações sobre o produto que está sendo vendido, assim como o *Nome do produto*. O *ID do cliente* identifica o cliente com seu ID presente na tabela de clientes. No *ID do Funcionário*, identificamos o funcionário responsável pelo pedido. Seu ID está relacionado na tabela de funcionários. Neste formulário ainda podemos colocar informações sobre a data da venda, o método de entrega desta encomenda, os custos de frete e de impostos adicionais, a data de entrega prevista do produto, o status da ordem que tem a mesma função que no formulário anterior, e a data de lançamento, que é a data em que foi efetuado o faturamento do pagamento.

Há ainda o campo de *tracking Number* que identifica onde e como está a encomenda.

6.3.4. Produtos

The screenshot shows a Microsoft Access form titled 'Microsoft Access - [produtos1]'. The form is in 'Modo formulário' (Form View) and displays the following data for a product named 'Capo':

ID do Produto	Nome do Produto	Componente	Ordem
	Capo	1	2

Below the table, there are several input fields:

- Descrição do Produto:** A large text area for product description.
- Serial Number:** A text field.
- Preço Unitário:** A text field containing 'R\$ 300,00'.
- Lead Time:** A text field containing '0'.
- Custo Unitário:** A text field containing 'R\$ 200,00'.
- Margem:** A text field.
- Peso (Kg):** A text field containing '100'.
- Largura (m):** A text field containing '1'.
- Comprimento (m):** A text field containing '1'.
- Altura (m):** A text field containing '1'.
- Desenho:** A large image area containing a yellow rectangular placeholder.

At the bottom of the form, there is a navigation bar showing 'Registro: 1 de 3' and 'Modo formulário'.

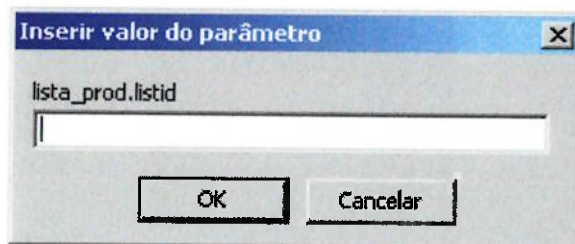
O formulário de produtos possui as descrições de todos os produtos existentes produzidos na fábrica. Encontram-se as informações relativas ao nome do produto, sua descrição, o número de série, o preço unitário do produto, o preço de custo, o lead time para se produzir uma peça ou um lote deste produto, e o part number, que é a identificação única do modelo do produto. Há informações sobre a margem recomendada em que se deve cobrar neste produto em cima do preço de custo, o lead time associado apenas ao tempo de manufatura, o tamanho mínimo de vendas para que se possa programar os lotes de produção.

A seguir, temos a possibilidade de incluir informações específicas sobre o projeto de engenharia do produto. Podemos incluir dados sobre a unidade de medida utilizada pra sua produção, o peso, as dimensões, as datas de lançamento do produto, a moeda utilizada para se basear o preço do produto, o preço em si, o tamanho do lote, o código relacionado ao Master Production Schedule, o estoque de segurança, calculado a partir dos dados da demanda, e finalmente um espaço para se colocar uma figura ou ilustração do produto.

O campo componentes refere-se ao ID do produto ou conjunto de produtos ao qual a peça pertence e o campo ordem refere-se ao nível da árvore de produtos em que a peça se encaixa. Assim podemos gerar um relatório com a lista de componentes de um produto, como veremos a seguir.

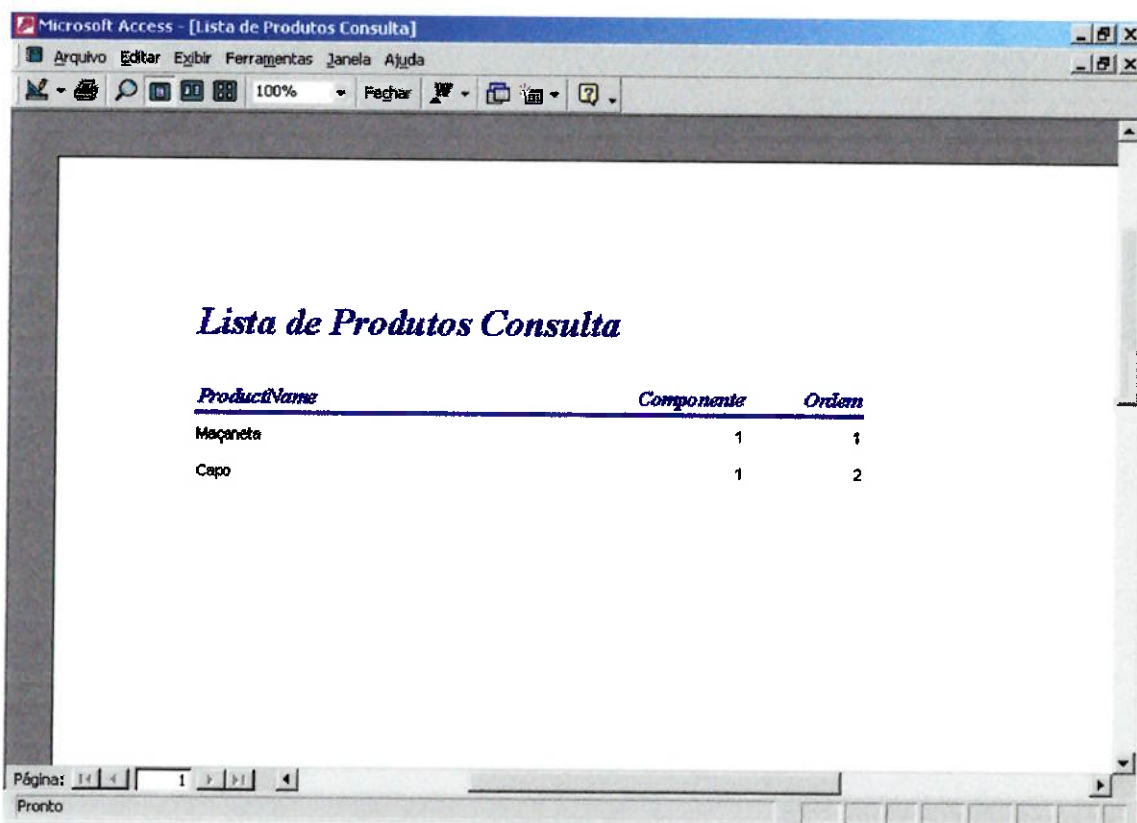
6.3.5. Lista de produtos

Ao clicarmos o botão referente à lista de produtos, uma tela de entrada aparece:



A dialog box titled "Inserir valor do parâmetro" with a close button (X) in the top right corner. Inside the dialog, the text "lista_prod.listid" is displayed above a text input field. Below the input field are two buttons: "OK" and "Cancelar".

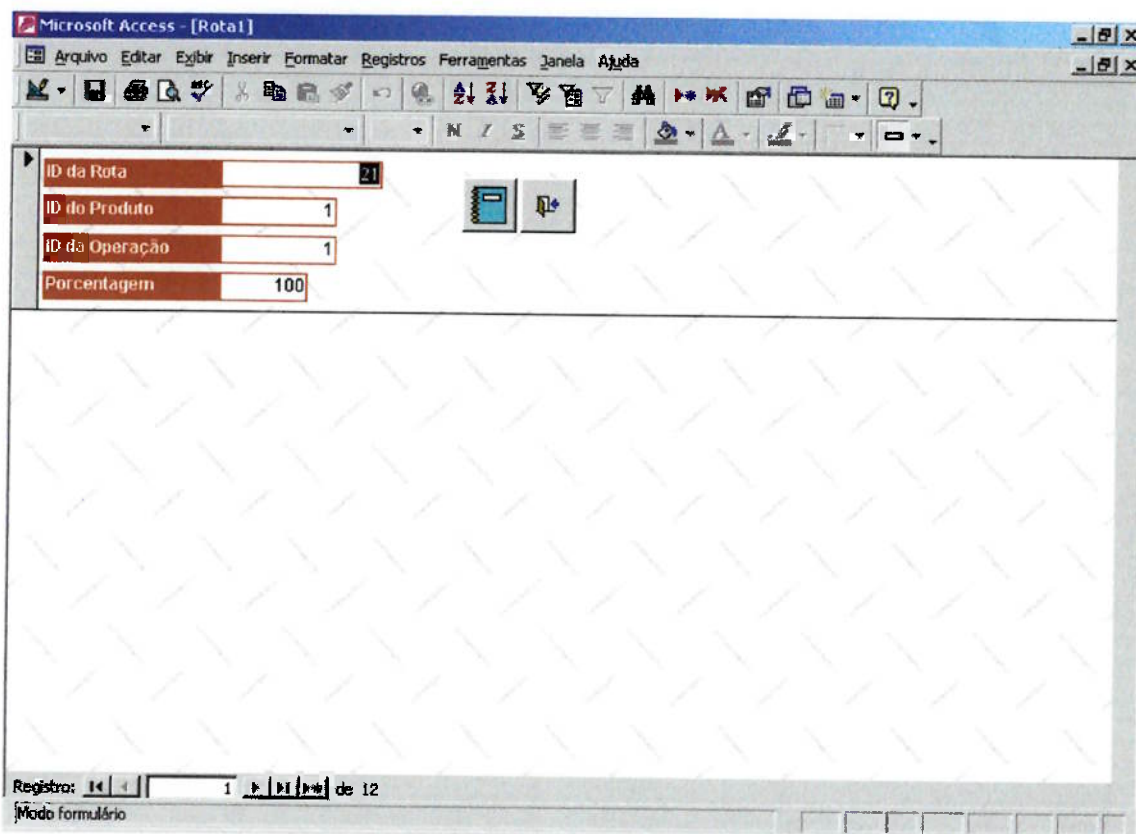
Nela, devemos colocar o ID do produto que queremos visualizar, e como resultado temos um relatório com a lista de componentes de um produto.



A screenshot of the Microsoft Access application window. The title bar reads "Microsoft Access - [Lista de Produtos Consulta]". The menu bar includes "Arquivo", "Editar", "Exibir", "Ferramentas", "Janela", and "Ajuda". The toolbar shows various icons for navigation and editing. The main content area displays a report titled "Lista de Produtos Consulta" in a stylized font. Below the title is a table with three columns: "Produção", "Componente", and "Ordem". The table contains two rows of data: "Maçaneta" with 1 component and order 1, and "Capo" with 1 component and order 2. The status bar at the bottom shows "Página: 1" and "Pronto".

<i>Produção</i>	<i>Componente</i>	<i>Ordem</i>
Maçaneta	1	1
Capo	1	2

6.3.6. Rotas de produção



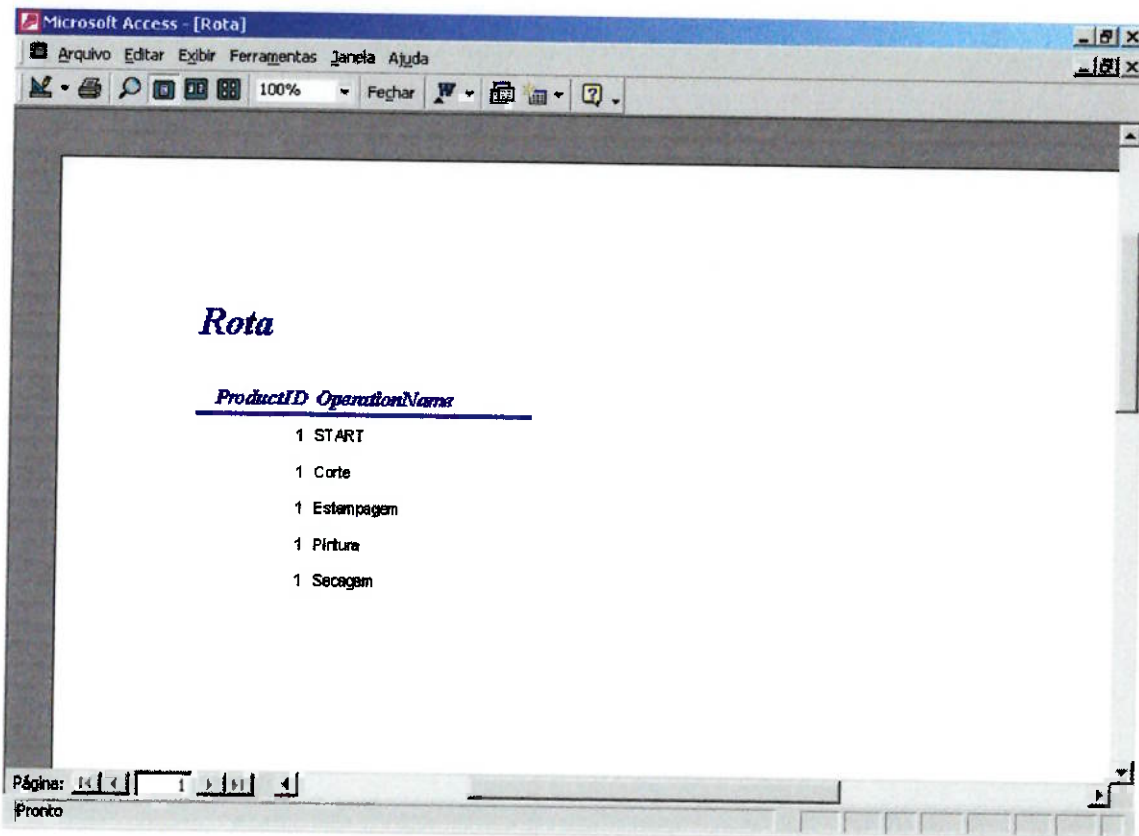
The screenshot shows the Microsoft Access interface for a database named 'Rota1'. The menu bar includes 'Arquivo', 'Editar', 'Exibir', 'Inserir', 'Formatar', 'Registros', 'Ferramentas', 'Janela', and 'Ajuda'. The toolbar contains various icons for file operations, editing, and navigation. The main window displays a form with the following fields:

ID da Rota	
ID do Produto	1
ID da Operação	1
Porcentagem	100

At the bottom of the form, there is a status bar that reads 'Registro: 1 de 12' and 'Modo formulário'.

As rotas são as informações referentes às rotas de manufatura de um produto, envolvendo cada etapa de sua manufatura. Possui informações sobre as operações de saída e a operação em que o produto está entrando, assim como a porcentagem do andamento da operação. Sua função é armazenar o seqüenciamento dos processos de produção do produto.

Ao clicarmos o botão à esquerda, podemos visualizar o relatório de operações de um determinado produto.



6.3.7. Cadastro de Clientes

The screenshot shows a window titled 'Customers' with a form for entering client information. The form fields are as follows:

Nome	Nome do Contato			Procura
Título				
Endereço				
Cidade	CEP	Estado	País	
Telefone	Fax	Email		
Descrição				

Records: 1 of 18

O formulário de cadastro de clientes possui as informações referentes a todos os clientes da fábrica. A identificação do cliente é feita pelo nome da empresa, do nome do contato e o endereço.

A centralização destes dados é importante para identificar todo o histórico de transações com o cliente, além de poder ser usado pelo departamento de marketing para se manter o relacionamento.

6.3.8. Células de Trabalho

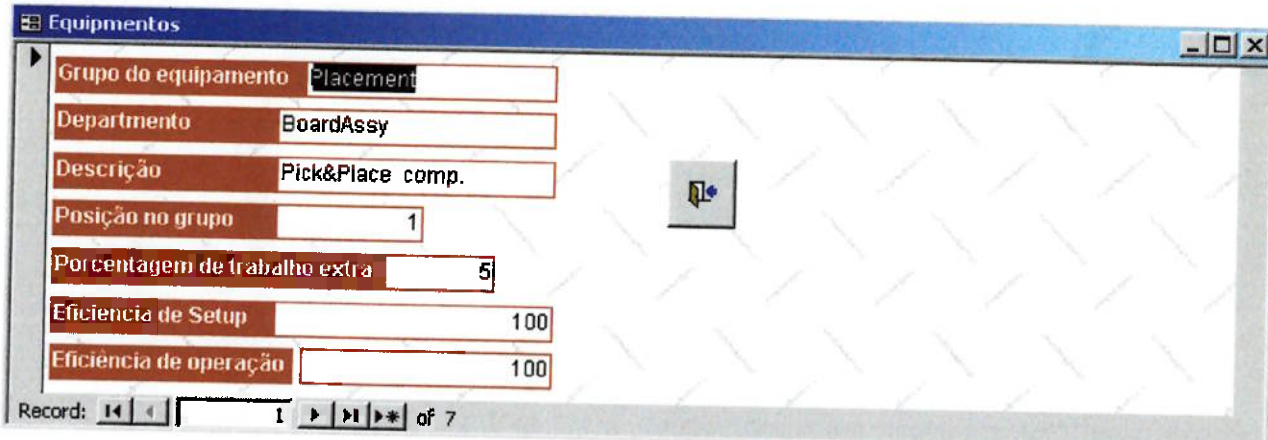
The screenshot shows a window titled 'Células de trabalho' with a form for entering work cell information. The form fields are as follows:

Nome da estação de trabalho	Cut-off Machining
Normal Lead Time(horas)	2
Custo de horas	\$30.00

Records: 1 of 8

As células de trabalho possuem informações referentes aos grupos de ferramentas que compõe uma célula de trabalho. Possui os campos com o nome da célula de trabalho, o lead time em horas do grupo, e o custo por hora d operação.

6.3.9. Equipamentos



The screenshot shows a software window titled "Equipamentos" with a data entry form. The form contains the following fields and values:

Field	Value
Grupo do equipamento	Placement
Departamento	BoardAssy
Descrição	Pick&Place comp.
Posição no grupo	1
Porcentagem de trabalho extra	5
Eficiência de Setup	100
Eficiência de operação	100

At the bottom of the window, there is a record navigation bar showing "Record: 1 of 7".

Neste formulário, encontram-se as informações relacionadas aos equipamentos da linha de produção. Eles são divididos em grupos de máquinas, que possuem funções específicas para uma tarefa. Dentro de um grupo de equipamentos, temos as informações relacionadas à posição da máquina neste grupo, a porcentagem de trabalho extra que ela é capaz de executar sem que haja sobrecarga sobre seus componentes, a eficiência de setup que seria relacionado ao tempo perdido para o setup da máquina, assim como a eficiência de operação, relacionada à eficácia da máquina em efetuar uma operação. Máquina podem ter uma eficiência de operação menor devido à fadiga dos componentes ou condições específicas de operação, e este dado deve ser levado em conta na produção para que se tenha a dimensão exata do que e quanto a máquina pode produzir.

6.3.10. Fornecedores

Nome do Fornecedor: TESTE
Contato: tadashi
Função: owner
Endereço: nowhere
Cidade: sao paulo
CEP: 05632-122
Estado: Sao Paulo
País: BR
Telefone:
FAX:

Pesquisa: TESTE

Record: 1 of 4

Neste formulário encontram-se as informações referentes aos dados dos fornecedores de matéria prima ou de componentes. As informações são o nome do fornecedor, o nome do contato na empresa, a função do contato, o endereço da empresa, assim como a cidade, o estado, o país, o telefone de contato e o fax.

6.3.11. Funcionários

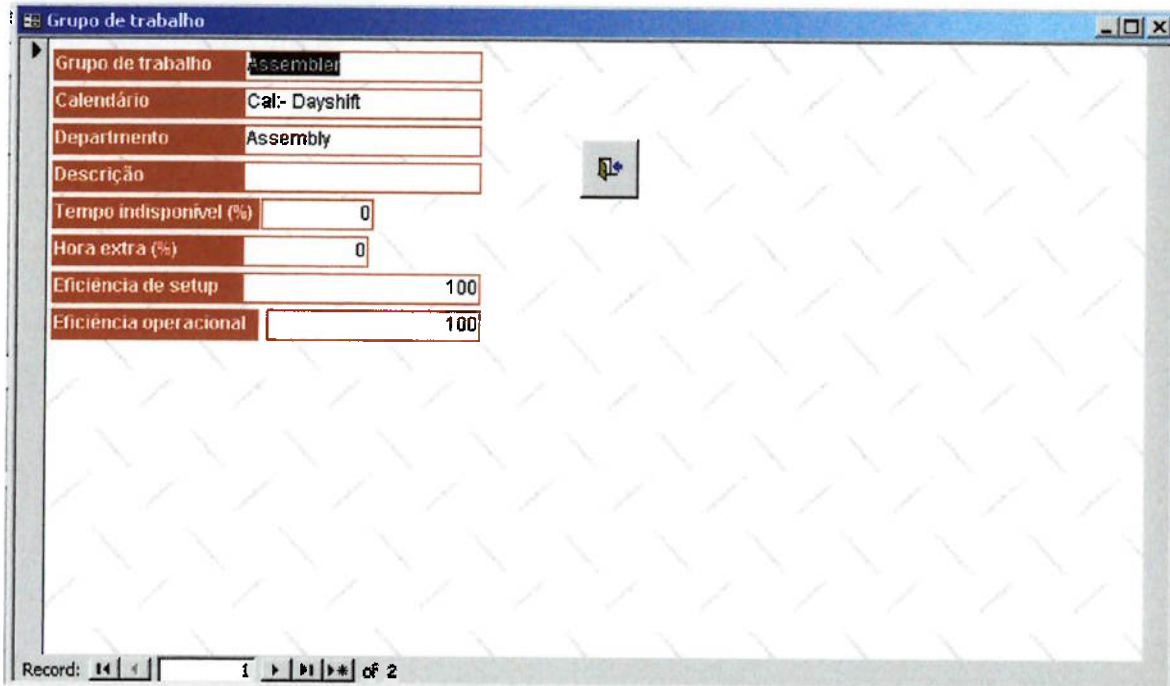
Nome: teste
Sobrenome: teste
Função:
Ramal:
Telefone:
Email:

Procura: teste

Record: 3 of 4

Neste formulário estão as informações referentes a todos os funcionários da empresa. Possui os seguintes dados: nome do funcionário, sobrenome, função que ele exerce, ramal, telefone e email.

6.3.12. Grupo de Trabalho



The screenshot shows a software window titled "Grupo de trabalho". The form contains the following fields:

Grupo de trabalho	Assembly
Calendário	Cal- Dayshift
Departamento	Assembly
Descrição	
Tempo indisponível (%)	0
Hora extra (%)	0
Eficiência de setup	100
Eficiência operacional	100

At the bottom of the window, there is a status bar that reads "Record: 1 of 2".

Neste formulário encontram informações referentes aos grupos de trabalho que serão alocados para a produção. Armazena dados relacionados ao nome do grupo de trabalho, o calendário de turnos que este grupo irá seguir, o departamento a qual este grupo pertence, a descrição deste grupo, O tempo previsto em percentagem de indisponibilidade deste grupo, em função de falhas operacionais, a percentagem de horas extras previstas para que este grupo atinja a meta de produção desejada, a eficiência de setup que seria relacionada ao tempo perdido para o setup das máquinas e do grupo, assim como a eficiência de operação, relacionada à eficácia do conjunto homem máquina em efetuar uma operação.

6.3.13. Operação

The screenshot shows a Microsoft Access window titled 'Operação1'. The form contains the following fields and data:

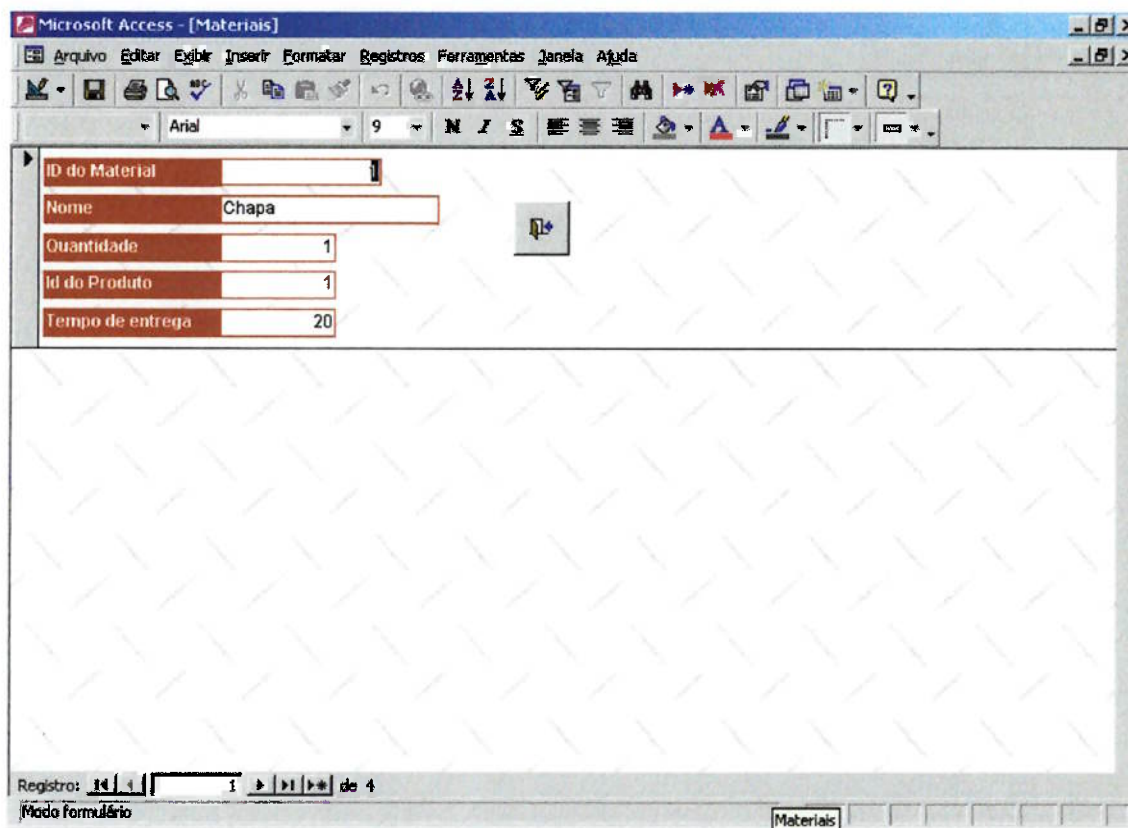
ID da operação	6	Pesquisa	Pintura
ID do Produto			
Nome da Operação		Descrição	
Pintura		Pintura das Chapas	
Tempo de setup	5	Tempo de operação	20

At the bottom of the form, there is a status bar showing 'Registro: 6 de 10' and 'Modo formulário'.

Este formulário possui as informações relacionadas à operação produtiva em si, definindo os processos de fabricação que um determinado produto possui. Nela são armazenadas todas as operações que a fábrica realiza. O plano de produção de um produto é definido pela tabela de rotas de produção, que agrupa e seqüencia os dados existentes neste formulário em uma determinada ordem para a produção de um produto.

As informações armazenadas são as seguintes: o nome da operação, sua descrição, o tempo de setup e o tempo de operação do equipamento para efetuar uma operação, o tempo de setup e o tempo de operação do grupo de trabalho e um offset do lead time caso seja necessário.

6.3.14. Materiais



The image shows a screenshot of the Microsoft Access application window titled 'Microsoft Access - [Materiais]'. The window displays a form with the following fields and values:

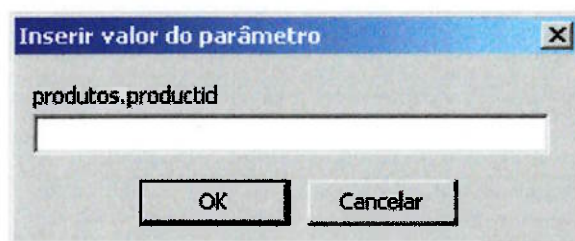
Field Name	Value
ID do Material	
Nome	Chapa
Quantidade	1
Id do Produto	1
Tempo de entrega	20

The form is displayed in 'Modo formulário' (Form View) at the bottom left. The status bar at the bottom right shows 'Materiais' and 'Registro: 1 de 4'.

Neste formulário colocamos as informações relativas à demanda de materiais para produção de um produto. Os principais campos referem-se à quantidade de material, o ID do produto a qual esta quantidade de dado material se destina, e o tempo de entrega, que pode ser o tempo de entrega do fornecedor ou o tempo de fabricação caso seja um produto semi-acabado.

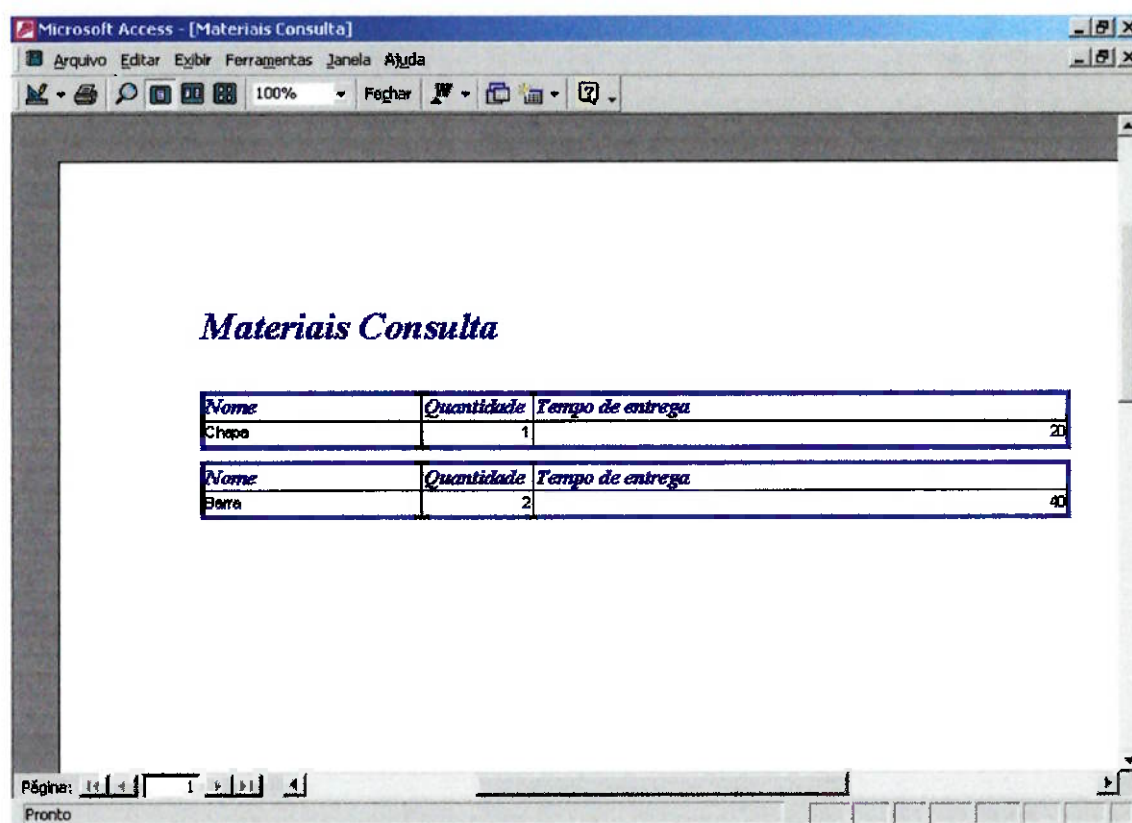
6.3.15. Relatório de Materiais

Ao clicarmos o botão Relatório de Materiais, uma tela se abrirá para darmos entrada ao ID do produto cuja lista de materiais desejamos visualizar.



A dialog box titled "Inserir valor do parâmetro" with a close button (X) in the top right corner. It contains a text input field with the text "produtos.productid" and two buttons at the bottom: "OK" and "Cancelar".

Ao entrarmos este dado, um relatório é gerado.



A screenshot of the Microsoft Access application window titled "Microsoft Access - [Materiais Consulta]". The window shows a report titled "Materiais Consulta" with two tables. The first table has columns "Nome", "Quantidade", and "Tempo de entrega", with rows for "Chape" (1, 20) and "Barra" (2, 40). The second table is identical but with "Barra" (2, 40). The status bar at the bottom shows "Página: 1" and "Pronto".

<i>Nome</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Tempo de entrega</i>
Chape	1	20

<i>Nome</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Tempo de entrega</i>
Barra	2	40

7. Estudo de Caso

Neste trabalho, elaboramos um estudo de caso hipotético de uma indústria de materiais de escritório. Como exemplo, estudaremos um produto produzido por esta indústria, no caso, uma lapiseira.

Segue a planilha de produto:

The screenshot shows a Microsoft Access form titled 'Microsoft Access - [produtos1]'. The form is in 'Modo Formulário' (Form View) and displays the following data for a product named 'Lapiseira' (ID: 4):

ID do Produto	Nome do Produto	Componente	Ordem
4	Lapiseira	4	1

Below the main table, there are several sections:

- Descrição do Produto:** Lapiseira e seus subcomponentes.
- Serial Number:** lapis123
- Preço Unitário:** R\$ 10,00
- Lead Time:** 13
- Custo Unitário:** R\$ 5,00
- Margem:** 100
- Peso (Kg):** 0,01
- Largura (m):** 0
- Comprimento (m):** 0
- Altura (m):** 0,2
- Desenho:** A small image of a blue pencil is displayed.

The status bar at the bottom indicates 'Registro: 4 de 8' and 'Modo Formulário'.

O produto possui a identificação 4, que é seu productid e identifica-o em todos os processos.

Os campos componente e Ordem identificam o ID do produto do qual este subproduto faz parte e a ordem na hierarquia de produto respectivamente. No caso da Lapiseira, ele é o primeiro item da hierarquia de produto.

Como vimos em exemplos anteriores, o produto é formado por subprodutos, e seu lead time de produção depende da disponibilidade dos itens subsequentes.

No caso da lapiseira, os subprodutos estão listados a seguir:

Microsoft Access - [produtos1]

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Registros Ferramentas Janela Ajuda

Arial 9 N Z S

ID do Produto	Nome do Produto	Componente	Ordem
5	Corpo Externo	4	2


Descrição do Produto
Corpo externo da lapiseira

Serial Number	Preço Unitário	Lead Time
cp001	R\$ 12,00	1

Custo Unitário	Margem	Peso (Kg)
R\$ 1,00		0,0098

Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)
0	0	0,28

Desenho



Registro: 5 de 8
Modo formulário

O corpo da lapiseira (ID 5) é um componente da lapiseira (ID 4). A ordem na hierarquia é 2, pois o produto pai (lapiseira) depende dele.

Analogamente, temos os seguintes sub-componentes:

- Presilha de bolso:

Microsoft Access - [produtos1]

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Registros Ferramentas Janela Ajuda

Arial 9 N Z S

ID do Produto	Nome do Produto	Componente	Ordem
6	Presilha de Bolso	4	2


Descrição do Produto
Presilha metálica da lapiseira

Serial Number	Preço Unitário	Lead Time
prod3	R\$ 1,00	1

Custo Unitário	Margem	Peso (Kg)
R\$ 1,00		0,002

Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)
0	0	0,05

Desenho



Registro: 6 de 8
Modo formulário

- Tapa

Microsoft Access - [produtos1]

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Registros Ferramentas Janela Ajuda

Arial 9

ID do Produto	Nome do Produto	Componente	Ordem
	Tampa	4	2


Descrição do Produto
Tampa da Lapiseira

Serial Number	Preço Unitário	Lead Time
tb	R\$ 1,00	1

Custo Unitário	Margem	Peso (Kg)
R\$ 1,00		1

Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)
0	0	0,04

Desenho



Registro: 7 de 8
Modo formulário

- um sub componente da tampa da lapiseira é a tira plástica, que aparece na hierarquia com ordem 3.

Microsoft Access - [produtos1]

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Registros Ferramentas Janela Ajuda

Arial 9

ID do Produto	Nome do Produto	Componente	Ordem
	Tira de plástico	4	3


Descrição do Produto

Serial Number	Preço Unitário	Lead Time
ttt	R\$ 1,00	1

Custo Unitário	Margem	Peso (Kg)
R\$ 1,00		1

Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)
0	0	0,03

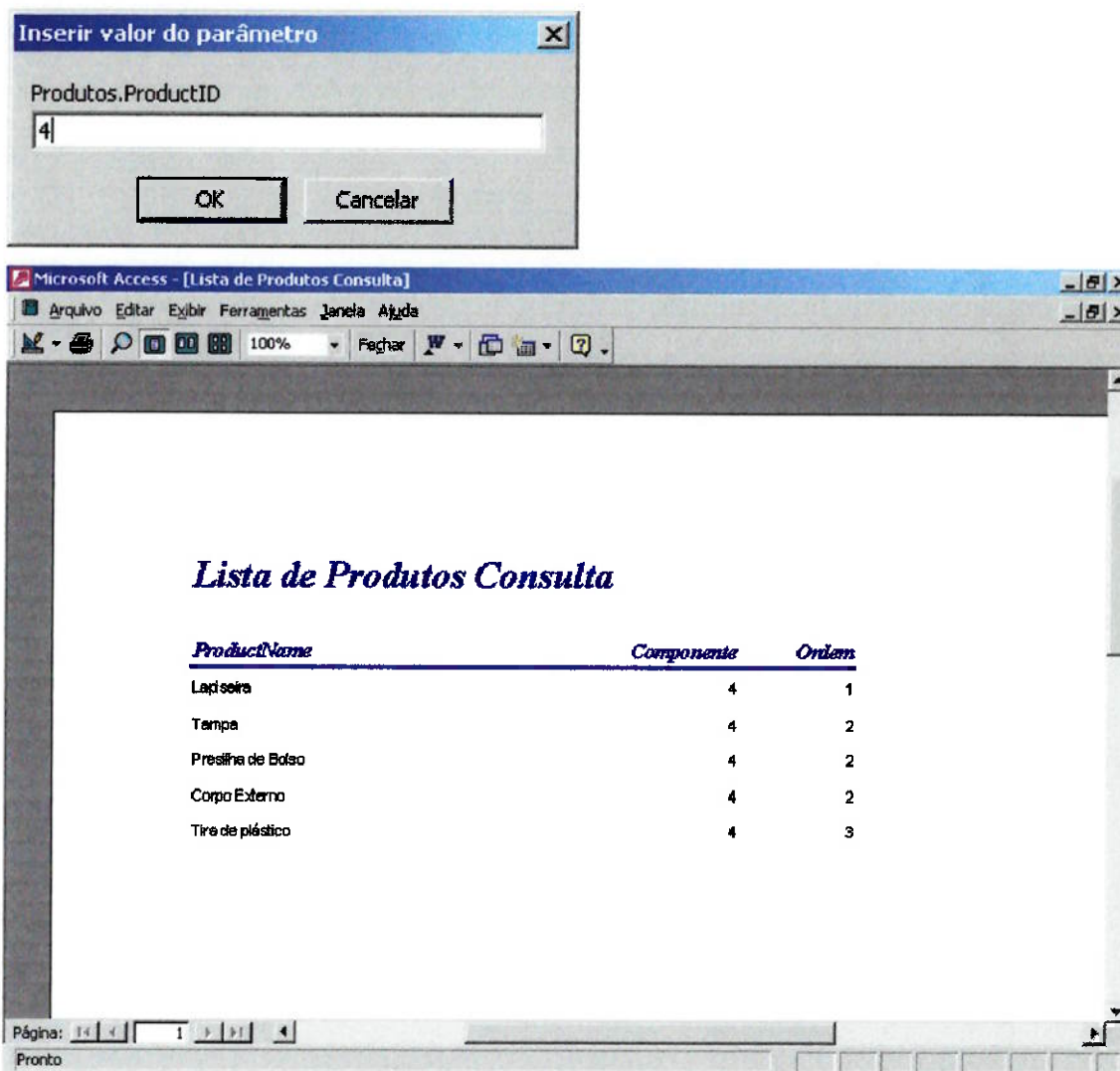
Desenho



Registro: 8 de 8
Modo formulário

Para visualizarmos a estrutura do produto sendo produzido, clicamos no botão lista de produtos.

Devemos digitar o ID do produto que queremos visualizar:



Assim temos a estrutura de produto, com a lista de seus sub-componentes e a ordem na hierarquia de produto, definindo as dependências de um produto em relação a outro.

Na planilha de materiais, podemos verificar qual e quanto material é necessário para se produzir um produto, além de termos uma idéia do tempo necessário para seu suprimento.

Microsoft Access - [Materiais]

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Registros Ferramentas Janela Ajuda

Arial 9 N I S

ID do Material

Nome Chapa

Quantidade 1

Id do Produto 1

Tempo de entrega 20

Registro: 1 de 6

Modo Formulário

A partir desta planilha, podemos obter a lista de material e de tempo de entrega deste para um determinado produto, bastando digitar o seu ID após clicar o botão Relatório de Materiais.

Inserir valor do parâmetro

produtos.productid

4

OK Cancelar

Temo como resultado:

Materiais

<i>Nome</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Tempo de entrega</i>	
Plástico	1		1
Corante	2		2
latão	60		5

Quanto à operação de manufatura, clicamos o botão Rotas de Produção para verificar estas informações.

The screenshot shows the Microsoft Access interface for a form titled 'Rota1'. The form contains four data entry fields with the following values: 'ID da Rota' is 37, 'ID do Produto' is 4, 'ID da Operação' is 8, and 'Porcentagem' is 100. To the right of these fields is a button labeled 'Visualizar relatório'. At the bottom of the form, there is a navigation bar showing 'Registro: 17 de 18' and 'Modo formulário'.

Aqui consolidamos as operações (através do ID da operação) necessárias para se produzir um produto (ID do produto).

Ao clicarmos o ícone para visualizar relatório, devemos digitar o ID do produto que queremos visualizar a lista de operações.

The screenshot shows a small dialog box titled 'Inserir valor do parâmetro'. It has a text input field containing the number '4'. Below the field are two buttons: 'OK' and 'Cancelar'.

Temos como resultado:

Rota

ProductID OperationName

- 4 START
- 4 Moldagem
- 4 Corte
- 4 Pintura
- 4 Secagem
- 4 FINISH

Para produzi-lo, possuímos uma planilha de processos que listam as operações necessárias para sua produção:

The screenshot shows the Microsoft Access interface for a form titled 'Operação1'. The form is displayed in 'Modo Formulário' (Form View). The data entry area contains the following information:

ID da operação	4	Pesquisa	Corte
ID do Produto			
Nome da Operação	Corte	Descrição	Corte de Chapas
Tempo de setup	5	Tempo de operação	2

At the bottom of the form, the status bar indicates 'Registro: 4 de 11' and 'Modo Formulário'.

Nele se encontram informações relacionadas aos lead times de operação e de setup do equipamento necessário, e de setup da mão de obra.

