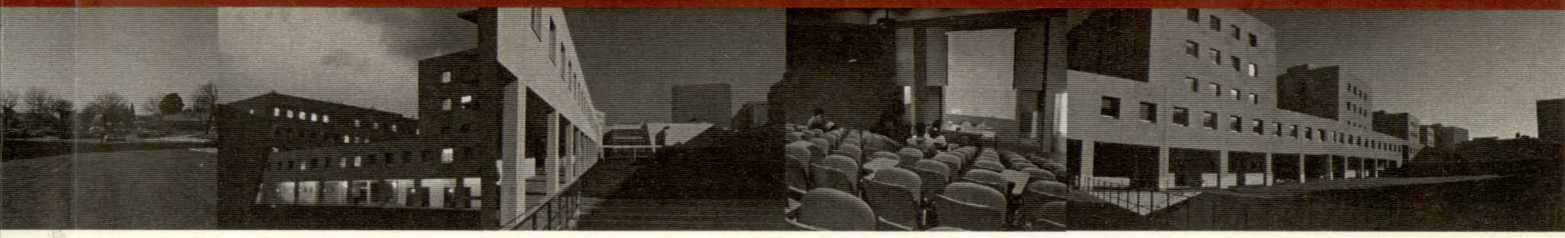
Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
FEUP



João Paulo Almeida

Sistematização de Fluxo de Produtos Desenvolvimento e Implementação de Base de Dados Planeamento em Baan

LGEI
Porto, 2003

MEGI
ALMj

Sumário

O presente relatório descreve o trabalho desenvolvido ao longo do período de estágio, da licenciatura de Gestão e Engenharia Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, realizado na empresa EFACEC DT – Transformadores de Distribuição de Energia, S.A. Nesta empresa decorria uma fase de alterações profundas da sua realidade, nomeadamente:

- Implementação em Agosto de 2002 do ERP, Baan;
- Fim de vida útil do principal sistema de movimentação de materiais da fábrica, os AGVs;
- Refocalização no *Core Business* da EFACEC DT, levando ao aumento da subcontratação de componentes;
- Novos investimentos e desinvestimentos em diferentes produtos produzidos.

Assim, foi neste contexto que surgiu a oportunidade para a realização deste estágio, tendo sido inicialmente definidos os seguintes objectivos:

- Sistematização de Fluxo de Produtos;
- Desenvolvimento e Implementação de Base de Dados;
- Planeamento em *Baan*.

O estágio iniciou-se com um período de conhecimento geral da empresa, das pessoas e dos produtos fabricados. Numa fase seguinte, o estagiário tomou contacto os procedimentos e processos de fabrico de cada um dos produtos. Esta fase teve dois grandes benefícios. O primeiro foi ter servido como ponto de partida para a concretização do primeiro objectivo do estágio, a sistematização de fluxo dos produtos, e o segundo benefício adveio do facto de o estagiário ter tomado contacto com a realidade de fabrico de ambos os tipos de transformadores.

Seguiu-se o projecto de implantação da futura fábrica de transformadores de distribuição da EFACEC. Este teve duas versões, uma vez que após estar terminada a primeira, surgiram novas orientações que obrigaram à criação de uma segunda versão. Para além do projecto de implantação para a EFACEC DT, também foram realizados os projectos de elaboração de plantas de fábricas de transformadores de distribuição para a África do Sul e para a Argélia.

A fase de planeamento da produção em Baan começou com formação nesse mesmo ERP, sendo seguida do desenvolvimento de planeamento de actividades de projectos para os transformadores PowerCast.

Também foram desenvolvidas diferentes tarefas de controlo da produção, quer ao nível do controlo semanal de cada uma das Ordens de Fabrico, quer ao nível da actualização dessa mesma produção no Baan.

Finalmente, foram criadas duas bases aplicações de dados em *Microsoft Access*, uma para controlo de materiais nos armazéns automáticos e outra para controlo da secção de fabrico de chaparia.

UNIVERSIDADE DO PORTO
Faculdade de Engenharia
BIBLIOTECA
N.º 79748
CDU 621(047.3)
Data 20 / 5 / 2004

Agradecimentos

Ao Sr. Engenheiro Pedro Moura, orientador de estágio na EFACEC DT, pela confiança depositada e oportunidades criadas dentro da empresa.

Ao Sr. Professor António Carvalho Brito, orientador académico na Faculdade de Engenharia, pela sua disponibilidade.

A todos os elementos da EFACEC DT, pelo tempo que dedicaram ao estagiário e experiência e informação partilhada.

Índice

1 Introdução 4
2 Apresentação da empresa 5
3 Fluxos e Operações Produtivas 8
3.1 Estruturas do Processo 8
3.1.1 Processos Contínuos 8
3.1.2 Processos Repetitivos 9
3.1.3 Processos Intermitentes 9
3.1.4 Matriz Produto-Processo 9
3.2 Fluxo 10
3.3 Fluxos Produtivos na EFACEC DT 11
3.3.1 Fluxos dos Transformadores de Distribuição Herméticos 12
3.3.2 Transformadores PowerCast 23
4 Implantações 27
4.1 Configurações Básicas de Implantações 28
4.1.1 Implantação por Processo 28
4.1.2 Implantação por Produto 28
4.1.3 Implantação por Grupo Tecnológico (GT) 28
4.1.4 Implantação por Ponto Fixo 29
4.2 Implantação EFACEC DT 29
4.2.1 Implantação Actual EFACEC DT 29
4.2.2 Implantações Independentes 32
4.2.3 Futura Implantação EFACEC DT 33
4.3 Outras implantações 39
4.3.1 África do Sul 39
4.3.2 Argélia 41
5 Planeamento da Produção no *Baan* 42
5.1 Apresentação de Planeamento 42
5.2 Formação em Baan 43
5.3 O módulo de Planeamento da Produção da EFACEC DT no Baan 44
5.4 Implementação do Planeamento da EFACEC DT no Baan 46
5.4.1 Planeamento de Projectos 46
5.4.2 Planeamento de Módulos 57
5.4.3 Implementação 58
6 Controlo da Produção 58
6.1 Controlo da Produção Semanal 58

6.1.1 Registo Diário da Produção 59
6.1.2 Atrasos 59
6.2 Controlo da Produção no Baan 60
6.2.1 Conclusão de Operações 60
6.2.2 Envio de Transformadores para Armazém 61
6.2.3 Conclusão de Ordens de Fabrico 61
7 Bases de Dados 62
7.1 Armazéns Automáticos 62
7.2 Corte de Chapa Magnética 63
8 Conclusões 67
9 Bibliografia 68
10 Anexos 69
10.1 Diagramas de Processos Fabris 69
10.1.1 Transformadores de Distribuição Imersos em Óleo 69
10.1.2 Transformadores de Distribuição Secos 69
Implantações 72
10.1.3 Implantação Actual EFACEC DT 72
10.1.4 Futura Implantação EFACEC DT 72
10.1.5 Implantação África do Sul 72
10.2 Apresentação de Planeamento da Produção 76
10.3 Manual de Baan para os Chefes de Equipa 90
10.3.1 Objectivo 90
10.3.2 Procedimento 90

1 Introdução

A licenciatura em Gestão e Engenharia Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto inclui no segundo semestre do quinto ano do seu plano curricular, a realização de um estágio com a duração de 6 meses. Este relatório descreve o trabalho desenvolvido ao longo do estágio, realizado na EFACEC DT, que decorreu de 5 de Março de 2003 a 5 de Setembro do mesmo ano, sob a orientação do Sr. Engenheiro Pedro Moura, Chefe do Fabrico da EFACEC DT, e do Sr. Professor António Carvalho Brito, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

O relatório começa por apresentar os principais conceitos que serviram de suporte à realização deste estágio. De seguida é descrito o desenvolvimento da implantação da EFACEC DT. Apresenta-se, depois, uma síntese do desenvolvimento do planeamento em *Baan*. Segue-se a descrição do controlo da produção realizado pelo estagiário. Por último descrvem-se as aplicações de bases de dados desenvolvidas.

2 Apresentação da empresa

A empresa EFACEC DT – Transformadores de Distribuição de Energia, S. A. pertence ao grupo EFACEC. Este é o maior grupo português no âmbito de sistemas electromecânicos, fabricação de equipamentos com soluções de telecomando e telecontrolo, desenvolvendo actividades na engenharia de sistemas, no desenvolvimento de equipamentos, na automação, electrónica e telecomunicações e no serviço pós-venda. Tem como mercados a energia, os transportes, a indústria, as telecomunicações e o ambiente. Este grupo para além de ter uma forte presença a nível nacional, nos mercados em que desenvolve as suas actividades, também possui uma forte componente internacional, pois desenvolve vários negócios com outros países europeus e do resto do mundo. Em Portugal possui três grandes implantações, a instalação de Carnaxide, o pólo industrial da Maia e o pólo industrial da Arroteia, onde a EFACEC DT possui a sua unidade de fabrico.

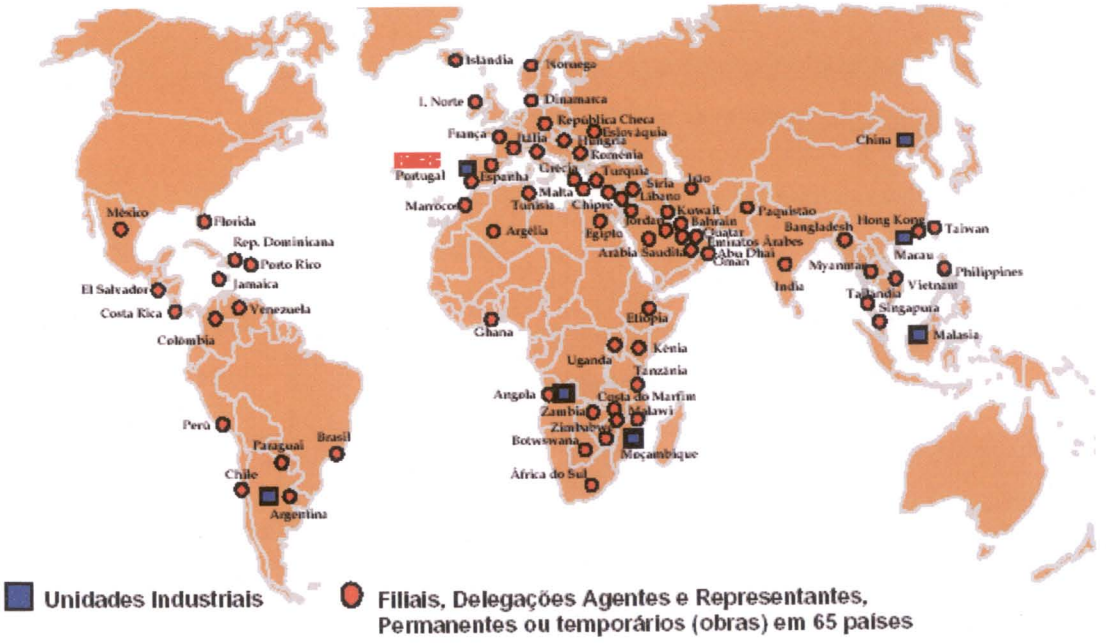


Figura 2-1 – Grupo EFACEC no Mundo

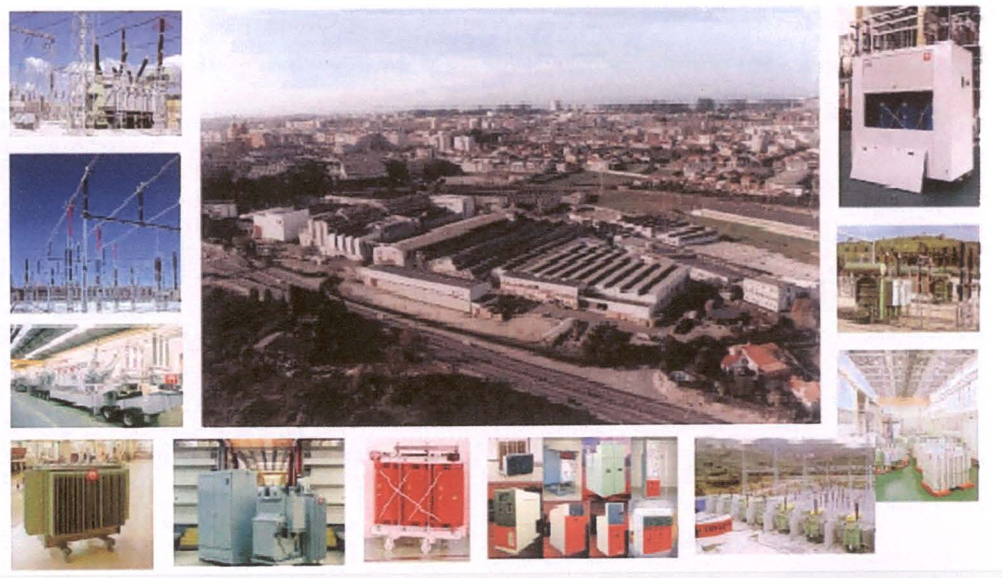


Figura 2-2 – EFACEC Energia no Pólo da Arroteia

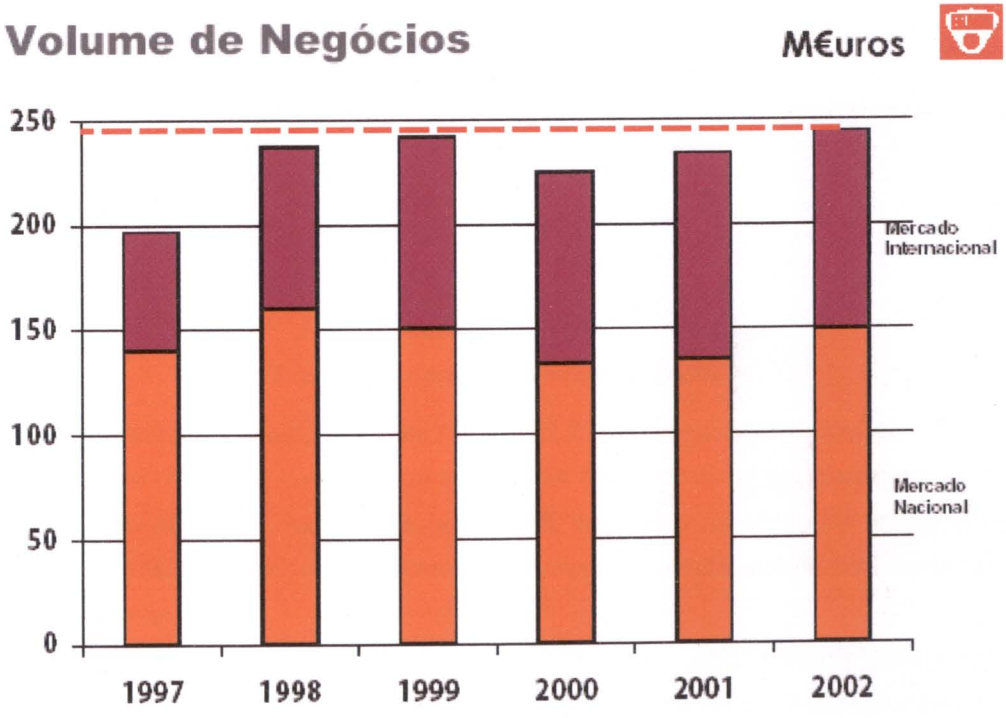


Figura 2-3 – Distribuição do volume de negócios por mercados da EFACEC

Os produtos da EFACEC DT – Transformadores de Distribuição de Energia, S.A. são como o próprio nome indica, transformadores de distribuição de energia que têm como principal objectivo possibilitar um transporte da electricidade menos oneroso. Uma vez que os transformadores de potência que se encontram junto às centrais, ao elevarem a tensão,

diminuem a corrente, permitindo que o diâmetro dos cabos de cobre (metal com um custo de mercado considerável), que servem de meio ao transporte, tenha um valor mais reduzido. No entanto, é necessária uma diminuição da tensão para a electricidade poder ser utilizada pelo consumidor final. Esta redução da tensão é conseguida através do recurso aos transformadores de distribuição, como se pode ver na figura 2.4.

Neste século, os transformadores de distribuição tornaram-se um caso de sucesso, uma vez que a maior parte de nós tem à sua volta um número razoável destes aparelhos, pois sem eles a electricidade não poderia ser eficientemente transmitida e transportada a partir das estações eléctricas, como foi anteriormente descrito.

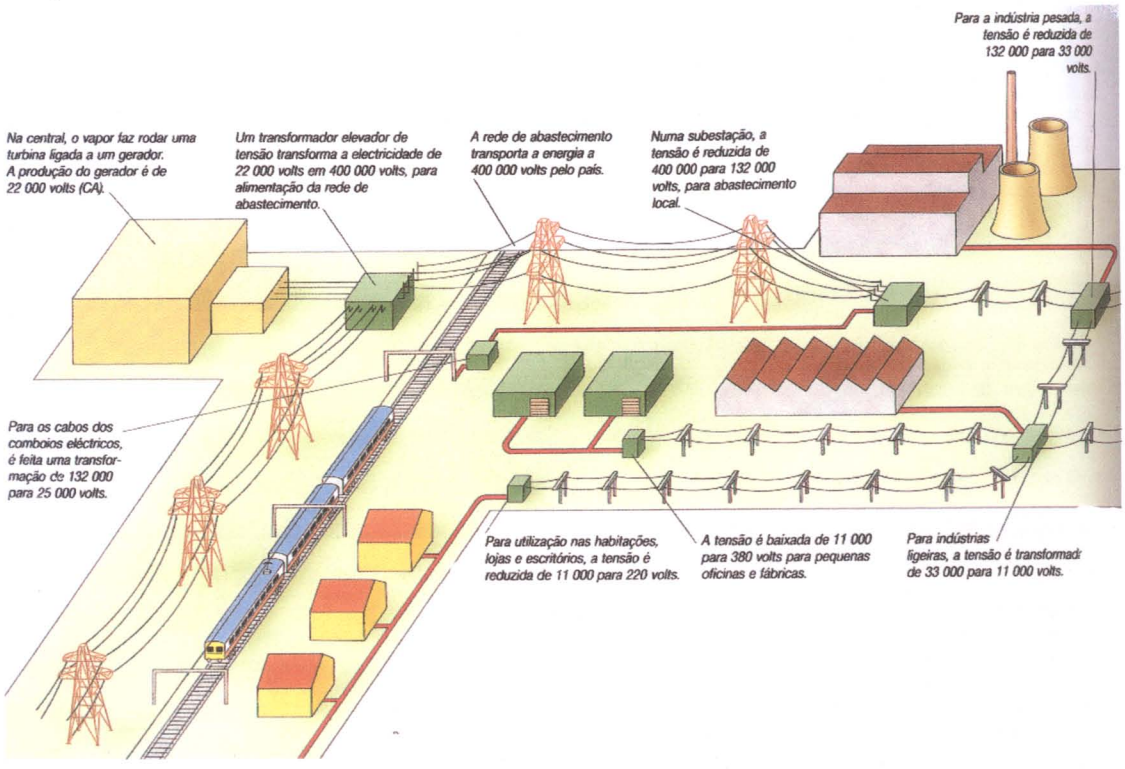


Figura 2-4 – Cadeia de distribuição eléctrica

Actualmente os transformadores de distribuição dividem-se em dois grandes grupos: imersos em óleo mineral e secos. Cada um destes tipos de transformadores, em termos de fabrico para a EFACEC DT, também se pode dividir em dois tipos diferentes, os de stock e os de cliente. No entanto, qualquer um destes transformadores é trifásico, ou seja, cada um deles possui três bobinas.

A existência de transformadores na EFACEC DT, com a designação de transformadores Stock deriva do facto de empresas eléctricas de dimensão razoável, como a EDP, fazerem acordos de fornecimento com os seus fornecedores de transformadores de distribuição. Estes acordos responsabilizam a empresa fornecedora, neste caso a EFACEC DT, a manterem determinados níveis de stocks de transformadores de distribuição, possuidores de características eléctricas previamente estabelecidas de maneira que, a empresa cliente quando o pretender, se possa deslocar às instalações das suas fornecedoras, para poder adquirir

imediatamente, transformadores nas quantidades e com as características desejadas. A produção deste tipo de transformadores é planeada de acordo com as previsões de procura que a empresa cliente disponibiliza.

O outro caso mencionado, dos stocks de clientes, acontece quando empresas clientes realizam uma encomenda à EFACEC DT, na qual especificam entre outras coisas, o prazo acordado de entrega, a quantidade e as características do ou dos transformadores. Por serem fabricados à medida dos desejos dos clientes, os transformadores de cliente possuem muitas vezes bastantes diferenças entre si, o que leva a que cada caso seja um caso. Ou seja, com alguma regularidade, o fabrico de um transformador é bastante diferente relativamente a todos os outros já produzidos.

Deve-se ainda referir, que as ordens de fabrico que tenham por base a produção de transformadores de stock, têm uma nomenclatura cujas três primeiras letras são FSK e os seis números seguintes indicam a ordem pela qual estas foram criadas. Por exemplo, FSK000100, representa a centésima ordem de fabrico de transformadores do tipo de stock. As ordens de fabrico dos transformadores de cliente, têm uma nomenclatura semelhante, mas as três primeiras letras, em vez de serem as já referidas, são FCL. Exemplo: FCL000297.

Finalmente, falta mencionar que todos os transformadores são identificados por um número. Para transformadores que pertençam a ordens de fabrico, cuja quantidade a produzir seja igual a um, o número desse transformador é igual ao número da ordem de fabrico. Por exemplo, para um transformador do tipo cliente, o seu número seria FCL000326. Para os restantes casos, em que na ordem de fabrico, o número de transformadores a realizar é superior a um, os transformadores têm o seu número de identificação igual ao número da ordem de fabrico, seguido por um ponto e os dois dígitos identificativos do número do transformador na ordem de fabrico. Logo, a identificação dos transformadores de uma ordem de fabrico de stock, com quantidade igual a oito, seria a seguinte: FSK000235.01, FSK000235.02, ..., FSK000235.08.

3 Fluxos e Operações Produtivas

3.1 Estruturas do Processo

As operações de fabricação, no sentido genérico em que transformam um determinado material entrado em produção noutro que é o material saído dessa produção, podem ser agrupados em três tipos de estrutura de processo.

3.1.1 Processos Contínuos

São aqueles que têm de funcionar 24 horas por dia para evitar paragens e arranques dispendiosos. Exemplos típicos são as indústrias de processo tais como a indústria do aço, dos plásticos, químicas, da cerveja e do petróleo

3.1.2 Processos Repetitivos

São aqueles em que os artigos são produzidos em grandes lotes de acordo com a mesma série de operações que os artigos precedentes. Exemplos típicos são a produção em massa, utilizando linhas de produção em indústrias como a dos automóveis, aparelhos eléctricos, componentes electrónicos, pronto-a-vestir e brinquedos.

3.1.3 Processos Intermitentes

São aqueles em que os artigos são fabricados em pequenos lotes ou "batches", muitas vezes de acordo com as especificações dos clientes. Exemplos típicos são as oficinas, que por sua vez são caracterizadas por encomendas individuais que seguem padrões de fluxos diferentes através da unidade fabril, necessitando de frequentes paragens e arranques. Exemplos comuns são as oficinas de manutenção, fabrico de equipamento e vestuário por medida. Também é classificada como intermitente, a produção unitária: artigos únicos ou artigos feitos um a um. Exemplos típicos de produção unitária são a fabricação de grandes turbinas, aviões e navios, e projectos importantes como acontece na construção civil.

Geralmente, nas indústrias de processo contínuo há poucas opções na escolha das operações, visto que a tecnologia usada tem normalmente mais analogias com uma única máquina grande do que com um conjunto de várias máquinas interligadas. Os processos intermitentes e alguns repetitivos podem ser, muitas vezes, desdobrados em fases de processamento discretas e, consequentemente, proporcionam à gestão mais alternativas de produção.

3.1.4 Matriz Produto-Processo

A relação entre a estrutura do processo e o volume de produção pretendido é muitas vezes representada numa matriz, tal como se pode ver na figura 3.1. A interpretação desta matriz revela que à medida que o volume de produção aumenta e a gama de produtos diminui, (dimensão horizontal) torna-se economicamente mais favorável utilizar equipamento especializado e fluxos de materiais normalizados (dimensão vertical). Uma vez que esta evolução na estrutura do processo está, frequentemente, relacionada com as fases do ciclo de vida do produto (introdução, crescimento e maturação), a matriz é designada por *matriz produto-processo.*

As indústrias indicadas na matriz são apresentadas como modelos ideais que encontraram o seu processo típico. Contudo, é certamente possível, para uma determinada indústria, escolher uma outra posição na matriz. Por exemplo, a Volvo produz automóveis sobre estrados móveis em vez de usar uma linha de montagem. Assim, na matriz, esta situação corresponderia a uma intersecção do estado II do processo, com o estado III do produto. O índice de produtividade da Volvo é mais baixo que o dos seus concorrentes, pois este fabricante deixou de privilegiar a velocidade e a eficiência da linha. Por outro lado, o

sistema da Volvo tem mais flexibilidade e um controlo da qualidade mais fácil do que as linhas de produção de automóveis clássicas.

No caso da EFACEC DT, tanto o seu produto, como o seu processo encontram-se no estado II, uma vez que a produção tem por base lotes, não permitindo que a produção flua de uma forma contínua, e de lote para lote há diferenças no que concerne às suas características, ou seja o produto não é uniforme não levando a grandes volumes de produção.

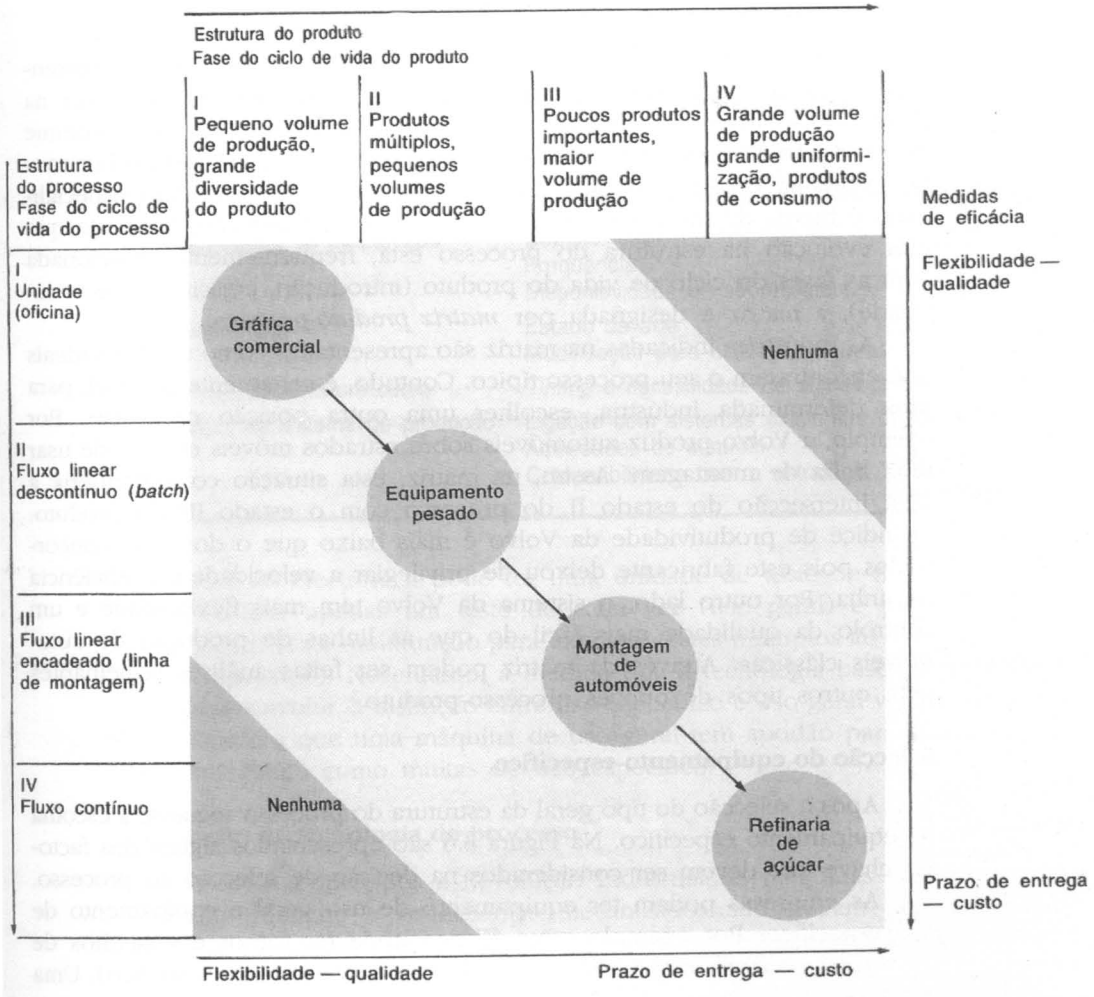


Figura 3-1 – Relacionamento entre os principais estados do ciclo de vida do produto e do processo.

3.2 Fluxo

O fluxo do processo estabelece o percurso específico que as matérias-primas, as peças e os subconjuntos seguem ao longo da fábrica. São utilizadas várias ferramentas de gestão da produção para planear o fluxo do processo; as mais comuns são desenhos de montagem, gráficos de montagem, folhas de gama e gráficos de fluxo de processo. Cada um destes gráficos é uma ferramenta útil de diagnóstico e pode ser usada para melhorar operações na fase de estado estacionário do sistema produtivo. De facto, o primeiro passo na análise de qualquer sistema de produção consiste em esquematizar os fluxos e as operações

usando uma ou mais destas técnicas. Estes são "gráficos de organização" do sistema de fabricação.

Um desenho de montagem é simplesmente uma vista explodida do produto, mostrando as peças componentes. Um gráfico de montagem utiliza a informação apresentada no desenho de montagem e define (entre outra coisas) que peças se montam em conjunto, a sua ordem de montagem, e muitas vezes, o padrão de fluxo global do material. Uma folha de operações e de gama, como o nome indica, especifica as operações e a sequência do processo para uma peça determinada. Proporciona informações, tal como o tipo de equipamento, ferramentas e operações necessárias para executar completamente uma peça.

Um gráfico de fluxo de processo como o apresentado na figura 3.2 utiliza normalmente símbolos normalizados para evidenciar o que acontece ao produto à medida que percorre as instalações. Os símbolos para os vários processos são explicados no gráfico. Como regra, quanto menos esperas, e armazenagens no processo, melhor é o fluxo.

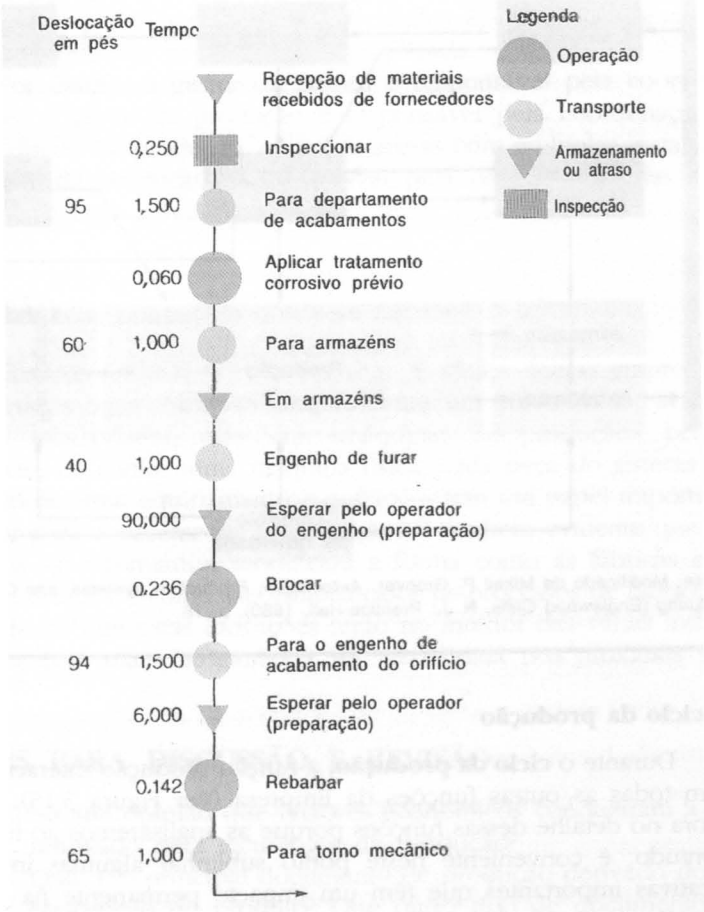


Figura 3-2 – Gráfico de sequência de montagem de uma tomada.

3.3 Fluxos Produtivos na EFACEC DT

Os fluxos produtivos descritos apenas se referem aos transformadores produzidos na EFACEC DT que seguem um fabrico mais comum, uma vez que seria totalmente inviável,

neste documento, tentar mencionar todas as possibilidades de fabrico de todos os transformadores produzidos nesta unidade fabril. Apesar de se tentar separar ao máximo a descrição do fluxo produtivo dos transformadores imersos e dos PowerCast, em alguns casos os seus fluxos são coincidentes, sendo nestas situações o leitor devidamente alertado.

Foi a partir do estudo destes fluxos produtivos que o estagiário executou o primeiro dos objectivos que lhe tinham sido propostos, "A Sistematização dos Fluxos", através de um gráfico de fluxo de processo. Para essa sistematização foram tão importantes os conhecimentos provenientes da observação directa do fabrico, como os que tiveram a sua origem em diálogos mantidos com funcionários das diferentes áreas de produção.

Os documentos onde se encontram as sistematizações dos fluxos de cada um dos dois tipos de transformadores produzidos, encontram-se em anexo, enquadrados na norma documental estabelecida para os documentos desse tipo na EFACEC DT.

A armazenagem de matérias-primas é similar para ambos os processos, não sendo por isso a sua descrição incluída em nenhum dos dois fluxos. Esta ocorre da seguinte forma: o material quando chega, é recepcionado e inspeccionado, podendo depois seguir caminhos distintos. Pode ir ou para o armazém automático de matérias-primas, ou para o armazém principal ou para armazéns dedicados que se encontram junto a determinados postos de trabalho, como acontece por exemplo, no caso do stock das serpentinas de banda de chapa magnética que se localizam em cavaletes junto à máquina que executa o seu corte transversal, possibilitando o seu rápido e eficiente abastecimento, fornecendo uma autonomia a este posto de trabalho e a todos os outros em que seja necessário o manusamento de materiais de dimensões consideráveis e de transporte difícil.

O fornecimento de matérias-primas do armazém automático aos postos de trabalho ocorre através dos AGVs, que são requisitados graças a terminais existentes nesses locais. Nos restantes casos, esse abastecimento é realizado através de outros sistemas de movimentação, como por exemplo, os empilhadores.

3.3.1 Fluxos dos Transformadores de Distribuição Herméticos

Para estes transformadores de distribuição, também designados como imersos em óleo mineral, o seu projecto e as suas condições de serviço podem variar dependendo da sua aplicação. No entanto, a sua vida útil esperada é de aproximadamente trinta anos, sem manutenção, cargas a variar dos 0 aos 200% e temperaturas até aos 70 ºC, ou mais. Durante este período podem trazer um impacto negativo ao ambiente, especialmente em relação a fugas de óleo, devido a estragos mecânicos provocados por tempestades, curto-circuitos ou acidentes relacionados com o seu transporte.

São cinco as principais partes constituintes de um transformador imerso em óleo:

- o circuito magnético;
- as bobinas;
- os terminais;

- a cuba;
- e o óleo mineral.

O circuito magnético permite o fluxo magnético. As bobinas são compostas por materiais condutores (cobre ou alumínio) e por duas partes, a baixa tensão e a alta tensão. Os terminais ligam o transformador à rede eléctrica. A cuba para além de ser uma verdadeira protecção mecânica para as partes eléctricas, também funciona como recipiente para o óleo. O óleo normalmente enche 99 a 100% do volume da cuba ficando as bobinas e o circuito magnético totalmente imersos.

O uso de óleo num transformador tem dois objectivos principais:

- Isolamento
- Arrefecimento

3.3.1.1 Executar Barras de Cobre

Através de operações de corte, furação, quinagem e estanhamento, são preparadas as diferentes barras de cobre de ligação e de neutro utilizadas na bobinagem BT e na montagem, respectivamente. Tanto os transformadores imersos, como os PowerCast, necessitam de ambos os tipos de barras de cobre. A alimentação e a armazenagem das barras de cobre a preparar é feita recorrendo ao auxílio de um armário metálico dedicado, que contém o stock barras de cobre.

Figura 3-3 - Posto de cobre onde são executadas as barras de cobre

3.3.1.2 Preparar isolantes

A preparação dos isolantes também é fundamental para os dois processos em causa, quer seja na fase de montagem, quer seja na de bobinagem BT e AT. A preparação dos isolantes pode seguir duas vias. Ou através do corte transversal ou recorrendo ao corte longitudinal.

Figura 3-4 – Máquina de corte longitudinal

Figura 3-5 - Máquina de corte transversal

3.3.1.3 Bobinar BT (Baixa Tensão) Banda

Habitualmente nesta operação, utilizam-se bandas de cobre. O seu stock encontra-se ou em cavaletes na zona onde se localizam as máquinas que executam a bobinagem, ou em estantes. As bandas que se encontram nos cavaletes são as que foram ou vão ser utilizadas num espaço temporal próximo, as que se encontram em estantes são aquelas que já foram utlizadas há algum tempo, mas por não terem sido totalmente consumidas se encontram em stock a aguardar uma nova utilização e as que, depois de terem chegado do seu fornecedor, se encontram à espera de passarem para os cavaletes para entretanto poderem ser utilizadas pela primeira vez. Para além das bandas, nesta operação também são utilizadas réguas, cujo stock se encontra em estantes junto aos postos de trabalho onde se executam estas bobinas. Também são usados os isolantes (cartão e papel diamante) preparados no posto de isolantes e as barras de ligação previamente executadas no posto de cobre. Este processo implica um auto controlo com registo, que tem como procedimento a medição das diferentes dimensões finais das bobinas realizadas.

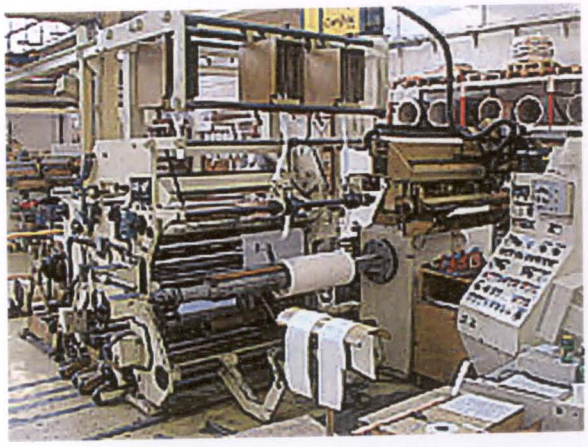


Figura 3-6 – Bobinagem BT banda

3.3.1.4 Bobinar BT Barra

Nem sempre a construção da BT é em banda, também é possível que esta possa ser formada por barra. A barra a utilizar tanto pode ser esmaltada, como isolada a papel. A esmaltada armazena-se no armazém automático e a isolada a papel no armazém principal de matérias-primas. Nesta operação também há um auto controlo com registo e também são utilizados os isolantes anteriormente preparados

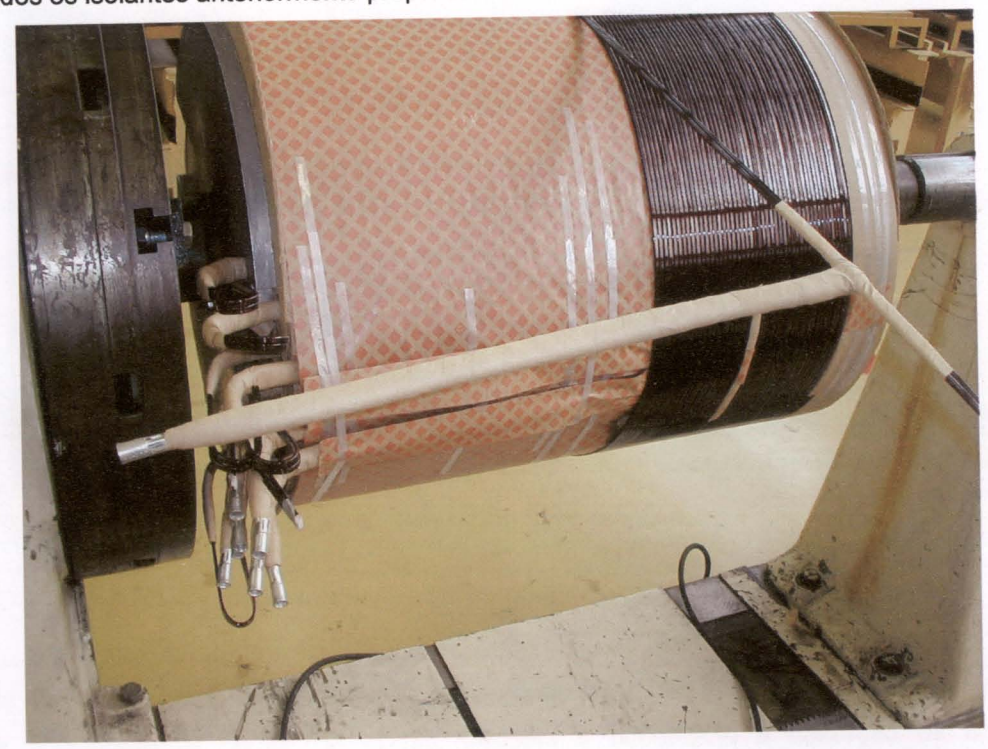


Figura 3-7- Bobinagem Barra Esmaltada

Figura 3-8 – Bobinagem barra isolada a papel

3.3.1.5 Bobinar AT (Alta Tensão) Fio

A bobinagem AT em fio tanto pode ser precedida por BT em barra, como por BT em banda. Para além do fio de cobre que se encontra no armazém automático de matérias-primas, nesta bobinagem tal como nas outras, também é necessária a utilização de isolantes antecipadamente preparados (papel diamante) no posto dos isolantes. O auto controlo realizado neste posto do trabalho também é registado.

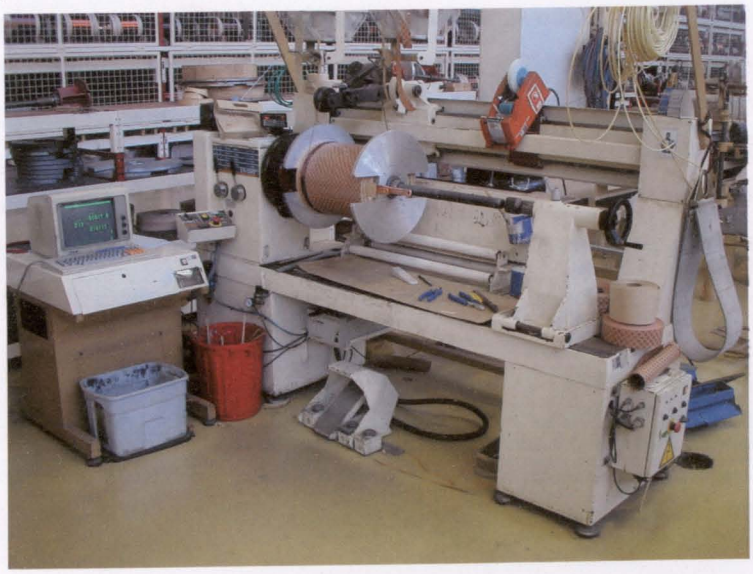


Figura 3-9 – Bobinagem AT fio

3.3.1.6 Cortar Longitudinalmente Banda de Chapa Magnética

O processo do corte longitudinal da banda de chapa magnética ocorre a partir de rolos--mãe de chapa magnética formando bandas de chapa magnética (serpentinas) de diversas larguras, para serem utilizadas na formação do circuito magnético. A definição das larguras a serem cortadas nesta máquina segue uma filosofia de fabrico para stock. Não só por existir um conjunto de larguras possíveis para cada um dos circuitos magnéticos que devem ter uma quantidade disponível que seja suficiente em relação a necessidades futuras. Como também devido a ser necessário um tempo muito elevado de preparação da máquina para cada plano de corte. E finalmente devido à necessidade de optimização do valor da sobra que é gerada em cada corte, devendo esta ter um valor o mais reduzido possível, minimizando ao máximo desperdícios de valor considerável.

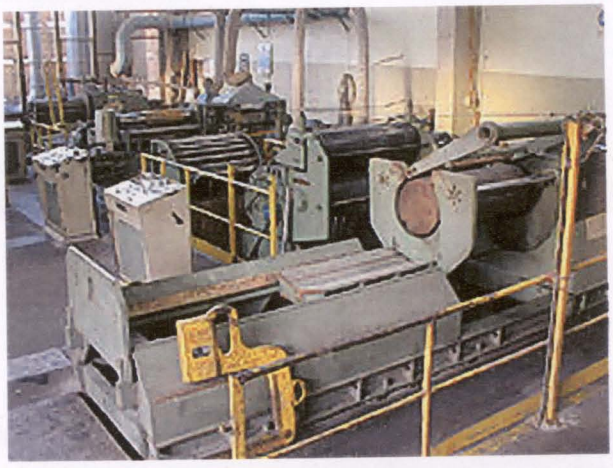


Figura 3-10 – Máquina de Corte Longitudinal de Chapa Magnética

3.3.1.7 Cortar Circuitos Magnéticos (cm's)

A operação de corte dos núcleos e das culassas dos cm's é realizada a partir de serpentinas armazenadas com as diversas larguras fazendo uso da tecnologia "step-lap". Esta tecnologia é realizada recorrendo a uma sofisticada linha de corte e empilhamento controlada por computador. Numa fase seguinte é passada cola nos cm's para unir as chapas de cada uma das diferentes camadas constituíntes do cm, de modo a facilitar a sua montagem.

Os cm's cortados tanto podem ser para o fabrico de transformadores imersos em óleo como para o fabrico de PowerCast.

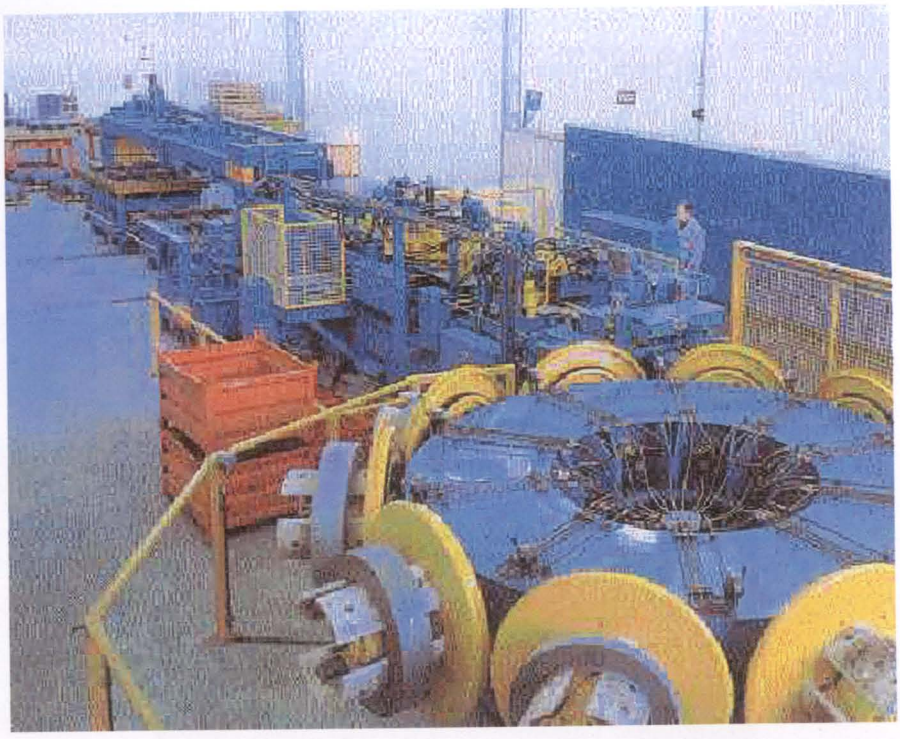


Figura 3-11 - Corte Transversal de Chapa Magnética

3.3.1.8 Montar Parte Activa

A montagem da parte activa é a primeira fase da montagem. Esta começa pela montagem dos núcleos e da culassa inferior dos cm's e pela montagem das travessas inferiores sendo o isolamento feito pelo intermédio de cartão proveniente da preparação de isolantes. Posteriormente são montadas nos núcleos, as bobinas já fabricadas provenientes da bobinagem AT. Finalmente a estrutura é fechada pela montagem da culassa e travessas superiores e tirantes. Antes da montagem da tampa, já assemblada com os acessórios respectivos, a barra de Ligação/Neutro executada no posto de cobre é montada. Recorrendo ao stock de fios existente no posto da preparação das ligações em cobre, o comutador é construído e posteriormente montado no transformador. Para finalizar a montagem da parte activa fazem-se as ligações BT e AT.

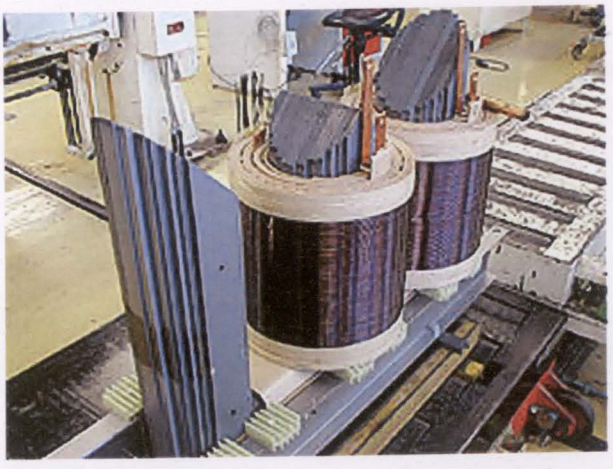


Figura 3-12 – Montagem de Fases

Figura 3-13 – Montagem de acessórios na tampa

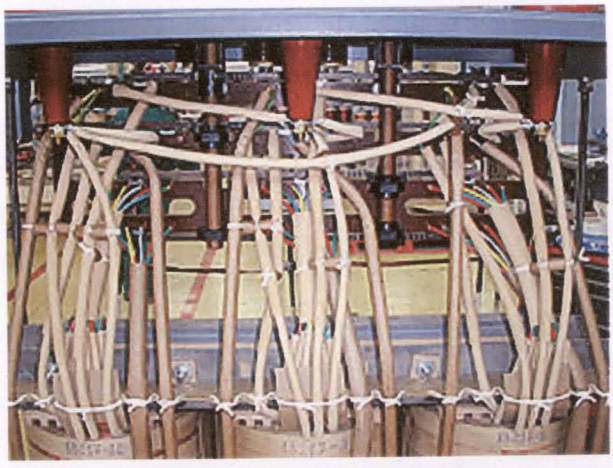


Figura 3-14 – Ligações AT e BT

3.3.1.9 Testes Eléctricos

Realização de testes eléctrico com o objectivo de verificar se a parte activa do transformador se encontra em condições de ser encubada.

3.3.1.10 Encubar Transformador

A encubagem da parte activa consiste em colocar a parte activa, previamente reapertada e com altura ajustada, no interior da cuba convenientemente vedada e limpa, podendo pasar à fase de secagem e enchimento do transformador.

Figura 3-15– Parte activa antes da encubagem

Figura 3-16 – Encubagem parte activa

3.3.1.11 Secar e Encher

Processo de secagem da parte activa, por corrente alternada a baixa frequência, e enchimento da cuba por injecção no vácuo, com óleo tratado sob vazio, na instalação "HEDRICH".

Figura 3-17 – Cubas de secagem e enchimento de transformadores

3.3.1.12 Ensaiar à Pressão

Após o processo de secagem e enchimento é efectuado o ensaio de estanqueidade, por pressurização da cuba, para verificação de fugas de líquido.

Figura 3-18 – Ensaio à pressão de transformadores

3.3.1.13 Ensaios Eléctricos

Realização de ensaios eléctricos para verificar se o transformador possui as características eléctricas desejadas pelo cliente.

Figura 3-19 – Ensaios eléctricos no laboratório dos protótipos

Figura 3-20 – Ensaios de transformadores no laboratório de linha

3.3.1.14 Acabar Transformador

Quando os transformadores passam nos ensaios eléctricos, seguem para a zona dos acabamentos, onde lhes são efectuados as intervenções finais, como retoques de pintura, electrificação do transformador e montagem de acessórios.

Figura 3-21 – Acabamentos a transformadores

3.3.1.15 Verificação Final

Quando o transformador se encontra pronto para seguir para o cliente, é verificado através da comparação com o que tinha sido projectado. Caso cumpra esses mesmos requisitos previamente definidos, é avalizada a sua expedição.

3.3.1.16 Expedição

Procedimento de armazenamento e preparação do transformador para o seu carregamento no camião e/ou embarque.

Figura 3-22 – Carregamento de transformadores num camião

Figura 3-23 – Colocação de transformadores para o transporte

3.3.2 Transformadores PowerCast

Cada vez mais é dado maior relevo à protecção do meio ambiente e à segurança das pessoas e dos seus bens. Assim, de maneira a ultrapassar os inconvenientes associados à utilização dos transformadores imersos em óleo – risco de incêndio e de danos ao meio ambiente, foi desenvolvida pela EFACEC DT, uma nova gama de transformadores trifásicos capsulados em resina, denominada Transformadores PowerCast. Estes transformadores foram concebidos de forma a não serem origem de incêndios no caso da ocorrência de um incêndio exterior, serem auto-extinguíveis e não libertarem produtos tóxicos em quantidades significativas, não permitirem que haja riscos de poluição devido à fuga do dieléctrico, poderem suportar regimes de carga especiais (elevadas sobrecargas e/ou quedas de tensão reduzidas) e necessitarem de manutenção reduzida. Os seus locais de instalação são extremamente diversos, podendo ser instalados em vias de transporte como aeroportos, estações de metropolitano, bancos, hospitais, centros comerciais e outros locais públicos, indústria, onde exista um ambiente altamente explosivo ou atmosferas agressivas e em serviços, como a distribuição de energia em centros urbanos e em regiões afastadas dos centros técnicos.

3.3.2.1 Bobinagem BT

A tecnologia utilizada nesta operação é em tudo similar à presente na bobinagem BT dos herméticos, sendo também neste caso utilizada a banda de cobre na construção da BT nos PowerCast .Também são usados outros acessórios, tais como os isolantes (neste caso o pré-preg ou o iso-preg) preparados no centro dos isolantes, barras de ligação de cobre executadas no centro de cobre, *dog-bones* (réguas) e outros. Depois de as BTs estarem construídas vão

ser submetidas a um auto controlo com registo, sendo a seguir polimerizadas numa estufa caso as suas dimensões estejam dentro dos parâmetros pretendidos.

3.3.2.2 Bobinagem AT

Na bobinagem AT, em vez de se utilizar banda de cobre ou de alumínio na construção das ATs, recorre-se a bandinha (fita), que também pode ser de cobre ou de alumínio. Outros importantes materiais utilizados neste processo são umas redes especiais previamente preparadas neste mesmo posto de trabalho e o isolante também ele executado no centro de isolantes. As ATs são formadas sobre mandris. Estes variam de transformador para transformador, pois tanto o diâmetro como a largura podem variar. Os mandris de cada vez que são utilizados neste posto de trabalho são anteriormente preparados. Nesta bobinagem, quando a operação se encontra completa, é efectuado um controlo dimensional das bobinas com registo e uns testes eléctricos simples, antes da passagem ao seu vazamento.

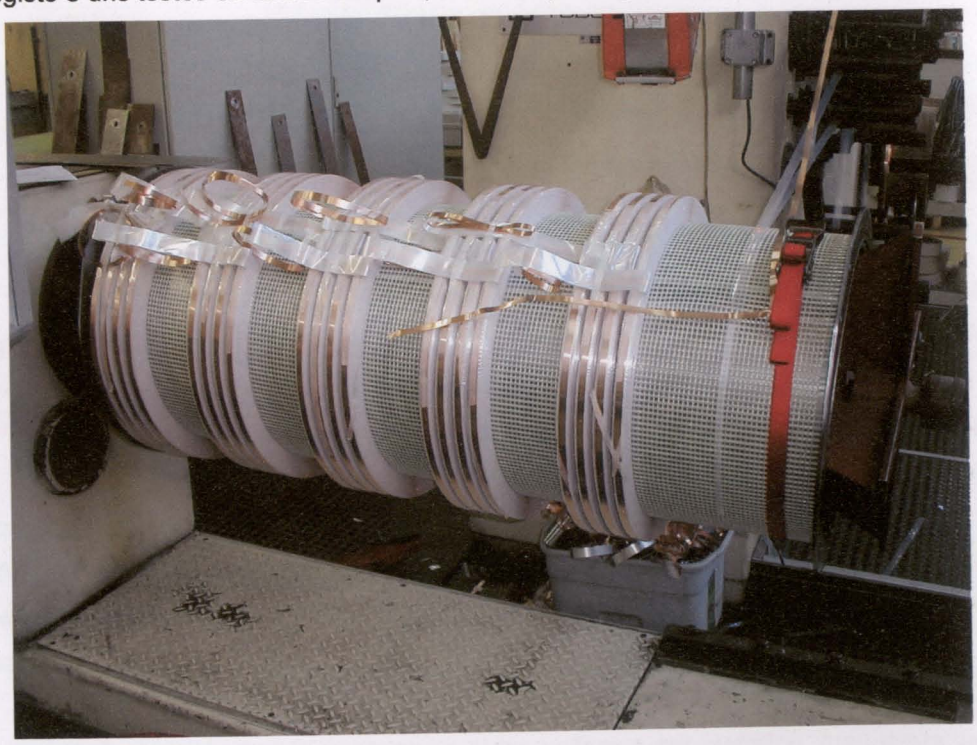


Figura 3-24 – Bobinagem AT em Fita

3.3.2.3 Capsulamento das Bobinas AT

As transformações a que as ATs se submetem neste posto de trabalho são precedidas por uma preparação dessas mesmas bobinas, como por exemplo, a colocação de casacos à sua volta. A seguir, estas são colocadas numa cuba "HEDRICH", onde são submetidas aos seguintes tratamentos: pré-aquecimento, vazio e vazamento das bobinas. Depois é necessário proceder-se à polimerização numa estufa. Quando estas já se encontram polimerizadas são lhes retirados os casacos e são rebarbadas numa cabine dedicada para o efeito, para lhes ser

dado o aspecto físico final pretendido. Ficando prontas para seguirem para a secção da montagem.

Figura 3-25 – Capsulamento das bobinas AT

3.3.2.4 Montagem

Para a montagem são necessários três semi-fabricados provenientes de três secções a montante, nomeadamente, as bobinas BT da bobinagem, as bobinas AT do centro de vazamento e os cm's já cortados e colados do centro de corte de chapa magnética.

Nesta actividade começa-se por montar, em mesas de montagem adequadas para o efeito, os núcleos e a culassa inferior. Depois de sair dessas mesas de montagem, a estrutura composta pela culassa inferior, núcleos e travessas inferiores e superiores é levada à estufa onde é aquecida. A seguir a esse aquecimento, é passada resina sobre os núcleos, que ainda se encontram a temperaturas elevadas, para lhes ser fornecida a rigidez necessária, de maneira a manter a verticalidade da estrutura.

Depois da estrutura arrefecer, pintam-se os núcleos e a culassa inferior com um primário anticorrosivo. Após a sua secagem estes voltam a ser pintados, mas desta vez com um esmalte de cor preta. Depois de nova secagem e de serem retiradas as travessas superiores executa-se nos núcleos do cm desta estrutura o ensaio das réguas recorrendo às bobinas BT. Este ensaio, que é também um controlo dimensional, tem como objectivo permitir definir a largura que o conjunto das réguas vai ter de possuir, de maneira que as bobinas BT, que ficam montadas entre o cm e as bobinas AT, não tenham qualquer contacto com o cm e fiquem solidárias com a estrutura. Depois de terem sido colocadas as réguas nos núcleos do cm, a estrutura é levada a estufar. Para permitir a sua movimentação até à estufa, são novamente colocadas as travessas superiores. Estas voltam a ser retiradas para a montagem das bobinas BT em primeiro lugar, e das AT a seguir, nos núcleos. Após esta montagem, segue-se a colocação da culassa superior, cuja parte inferior é posteriormente submetida às

mesmas pinturas que anteriormente se referiu para o resto do cm. Depois da secagem das pinturas e já com as travessas superiores montadas, fazem-se as ligações BT e AT, utilizando para tal a barra de neutro anteriormente preparada no posto de cobre.

Figura 3-26 – Transformadores em diferentes fases da sua montagem

3.3.2.5 Testes Eléctricos

Depois do transformador ficar convenientemente ligado encontra-se pronto para ser submetido aos testes eléctricos.

3.3.2.6 Acabamentos

Caso o transformador fique aprovado nos testes eléctricos é submetido aos acabamentos. Em primeiro lugar são realizados os acabamentos de pintura que consistem na pintura do resto da culassa superior com o primário e o esmalte já referidos e em retoques de pintura necessários no transformador. Após a secagem destas pinturas são realizadas as ligações finais e a montagem de acessórios constituintes do transformador no seu estado final.

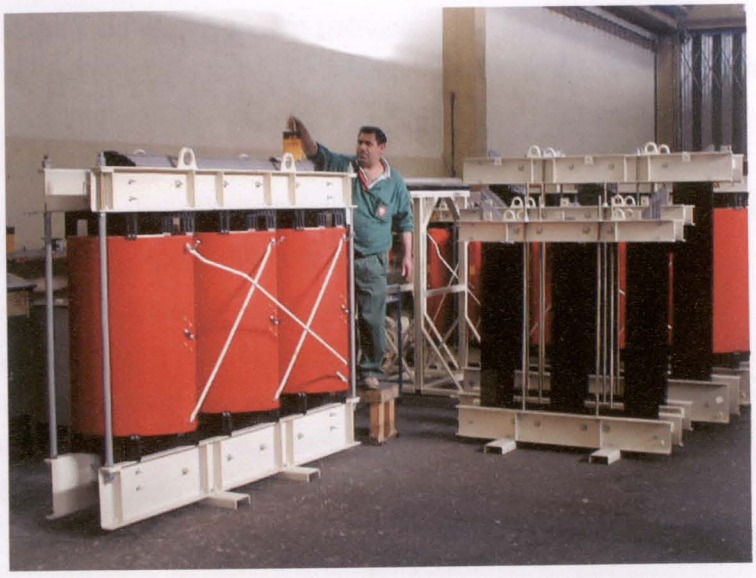


Figura 3-27 – Acabamentos a um transformador

3.3.2.7 Verificação Final

Procedimento similar ao descrito para os transformadores imersos em óleo.

3.3.2.8 Expedição

Esta operação também é similar à dos transformadores herméticos, mas é acrescida de cuidados relativos à embalagem do transformador para evitar o máximo possível o contacto com ambientes nocivos para a manutenção das suas características eléctricas.

Figura 3-28 – Expedição de transformadores PowerCast num camião

4 Implantações

A tomada de decisões sobre a implantação implica a determinação da localização de departamentos, postos de trabalho, máquinas e pontos de localização de *stocks* dentro de uma

instalação produtiva. O objectivo geral é ordenar estes elementos de forma a assegurar um fluxo regular de trabalho na fábrica. As entradas para uma decisão sobre a implantação são:

- Especificação dos objectivos do sistema em termos de *output* e flexibilidade.
- Estimativa da procura de produtos no sistema
- Necessidades de processamento em termos de número de operações e quantidade de fluxos entre departamentos e centros de trabalho.
- Disponibilidade de espaço dentro da própria instalação.

Todas estas entradas são, de facto, saídas da selecção do processo e do planeamento de capacidades, razão pela qual o estudo de implantações para a unidade fabril da EFACEC DT, tenha sido precedido do necessário conhecimento dos processos, dos fluxos, da implantação actual, bem como das suas capacidades.

4.1 Configurações Básicas de Implantações

As configurações utilizadas para posicionar os departamentos numa instalação são definidas pelo modelo geral de fluxo do trabalho e são de três tipos básicos: implantação por processo, implantação por produto e implantação por ponto fixo; e ainda um tipo híbrido, implantação por grupo tecnológico ou celular.

4.1.1 Implantação por Processo

Numa implantação deste tipo (também denominada implantação funcional), os equipamentos ou funções semelhantes são agrupados conjuntamente, como por exemplo, todos os tornos numa área e todas as prensas noutra. Uma peça que esteja a ser fabricada é movimentada de acordo com a sequência de operações estabelecida, de área para área, onde estão localizadas as máquinas apropriadas para cada operação. Este tipo de implantação é característica dos hospitais, por exemplo, onde encontramos áreas dedicadas a tipos especiais de cuidados médicos, tais como alas de maternidade ou unidades de cuidados intensivos.

4.1.2 Implantação por Produto

Também designada implantação em linha de produção, é aquela em que os equipamentos ou os processos de trabalho são distribuídos de acordo com as fases sucessivas, em que o produto é fabricado. O caminho para cada peça é, com efeito, uma linha recta. As linhas de produção para automóveis, fábricas químicas e filas de cafetaria são todas implantações por produto.

4.1.3 Implantação por Grupo Tecnológico (GT)

Esta implantação agrupa máquinas diferentes em centros de trabalho (ou células) para trabalhar em produtos que tenham necessidades de forma e processo similares. Uma implantação GT é semelhante à implantação por processo no facto de as células estarem desenhadas para efectuar um conjunto específico de processos, e é semelhante à implantação por produto pelo facto de as células serem dedicadas a uma gama limitada de produtos.

4.1.4 Implantação por Ponto Fixo

Nestas implantações, o produto em virtude do seu volume ou peso, permanece num local. O equipamento de fabrico é deslocado para o produto em vez do contrário. Estaleiros navais, locais de construção e salas de professores são exemplos desta configuração.

Muitas instalações fabris apresentam uma combinação de dois tipos de implantação, como por exemplo a EFACEC DT, cuja fábrica inteira está organizada de acordo com o fluxo geral do produto (fabrico, montagem e acabamentos), conjuntamente com a implantação por processo dentro da fabricação e a implantação por produto dentro do departamento da montagem. Da mesma forma, a implementação por grupo tecnológico, está presente num departamento, a construção soldada, que está estruturada de acordo com uma implantação orientada por produto.

4.2 Implantação EFACEC DT

O desenvolvimento da futura planta para a implantação da fábrica da EFACEC DT foi um dos trabalhos desenvolvidos pelo estagiário que implicava mudanças mais profundas na empresa em causa. Portanto o seu acompanhamento ocorreu não só por intermédio dos quadros do fabrico, como também por quadros da empresa hierarquicamente mais elevados, nomeadamente pelo director geral, o Sr. Engenheiro Ângelo Soares.

A realização deste trabalho por parte do estagiário só foi possível após um conhecimento profundo não só ao nível do processo, dos fluxos e tempos produtivos da EFACEC DT, mas também ao nível da actual implantação da fábrica e das limitações dos edifícios, como por exemplo, o seu pé direito.

Os tempos de produção foram estimados de diferentes formas, ou através do recurso a um folha de cálculo onde se encontrava o "Registo Diário da Produção", ou por observação directa por parte do estagiário, ou por sondagem a diferentes pessoas com responsabilidades diferentes na estrutura produtiva fossem eles os próprios operários, chefes de equipa ou engenheiros responsáveis pela produção.

4.2.1 Implantação Actual EFACEC DT

Para possibilitar uma melhor compreensão do trabalho desenvolvido pelo estagiário em relação à implantação da EFACEC DT, encontra-se em anexo um esquema da implantação da fábrica da EFACEC DT. Esta é completada por uma legenda explicativa de cada uma das suas áreas de produção, que se a seguir se apresenta.

Legenda:

1) Máquina de bobinar BT em banda com possibilidade de realizar bobinagens duplas com larguras até 800mm, sendo por isso mais utilizada na produção de transformadores do tipo imerso em óleo.

2) Cavaletes para suporte de bandas de cobre utilizadas ou a utilizar na bobinagem BT.
3) Esta máquina de bobinar BT em banda, em circunstâncias normais é afecta ao fabrico de PowerCast, uma vez que apesar de apenas permitir bobinagens duplas possibilita a realização de bobinas com uma largura até 1200mm.
4) Estantes de armazenagem do stock das bandas de cobre a serem utilizadas na bobinagem BT.
5) Máquina de bobinar BT em banda, que permite bobinagens duplas e larguras até 1200mm.
6) Local de inspecção de matérias-primas.
7) Armazém automático de algumas matérias-primas apenas respeitantes à produção de transformadores imersos em óleo, fundamentalmente daquelas que possuem um valor mais elevado, como por exemplo bobinas de fio de cobre.
8) Armazém principal, onde são armazenadas todas as outras matérias-primas não presentes no armazém automático, abastecendo ambas as linhas de fabrico .
9) Armário de armazenagem das barras de cobre a serem executadas no posto de cobre.
10) Posto de cobre onde se executam as barras de cobre.
11) Zona de expedição de todos os transformadores produzidos na EFACEC DT.
12) Gabinetes do pessoal da manutenção DT.
13) Local onde se realizam os acabamentos finais aos transformadores imersos em óleo.
14) Máquinas de bobinar AT para os PowerCast.
15) Mesa de corte das redes a serem usadas na bobinagem AT.
16) Cabine onde é executada a rebarbagem das bobinas AT previamente vazadas.
17) Cuba "HEDRICH" onde é realizado o capsulamento das bobinas AT anteriormente mencionadas.
18) Laboratório de rotina.
19) Laboratório de protótipos.

A EFACEC DT dispõe de dois laboratórios equipados, destinando-se um aos ensaios individuais dos transformadores produzidos e outro a ensaios especiais e de protótipos. O laboratório de rotina, onde são efectuados os ensaios individuais, dispõe de meios de movimentação automáticos, designadamente um sistema de tapete de rolos. No laboratório dos protótipos, para além de se realizarem os ensaios anteriormente mencionados, também se realizam os ensaios de recepção, na presença do cliente. Os transformadores imersos quando não precisam de fazer ensaios especiais, recorrem ao laboratório de rotina, só recorrendo ao dos protótipos quando lhes são exigidos testes que não lhes é possível realizar no laboratório de linha. Os transformadores PowerCast, como foi referido, realizam os seus ensaios eléctricos obrigatoriamente no laboratório dos protótipos.

20) Doca que pode servir de local de expedição de transformadores ou de entrada de matérias-primas.

21) Zona de reparações a transformadores que no cliente revelaram anomalias no desempenho da sua função.

22) Máquina de corte longitudinal de banda de chapa magnética, originando serpentinas de chapa magnética, com diferentes larguras.

23) Zona dos acabamentos finais dos PowerCast.

24) Estufas onde se realiza a polimerização das bobinas AT e das BT, a serem usadas na montagem dos PowerCast.

25) Cavaletes que servem de suporte ao stock das diferentes larguras das serpentinas de chapa magnética antes de serem cortadas, ou seja, antes de darem origem aos cm's.

26) Local de montagem dos PowerCast.

27) Estufa para utilização na montagem dos PowerCast.

28) Máquina de corte transversal das serpentinas de chapa magnética originando os cm´s.

29) Duas mesas de montagem de cm´s dos PowerCast e dos imersos em óleo cujas dimensões não permitam a sua montagem nas mesas dedicadas para tal efeito presentes nas células de montagem.

30) Local de realização dos ensaios de estanqueidade aos transformadores imersos em óleo.

31) Cubas "HEDRICH" de secagem e enchimento desses transformadores.

32) Encubagem da parte activa dos mesmos transformadores.

33) Local onde são colocadas as cubas que aguardam a sua utilização na encubagem do transformador.

34) Local de preparação das ligações em cobre a serem realizadas durante a montagem da parte activa dos transformadores imersos em óleo.

35) Local de armazenamento de componentes a serem usados nessa mesma montagem.

36) Armazenamento das cubas, travessas e tampas dos transformadores a serem montados e encubados.

37) Células de montagem da parte activa dos transformadores imersos em óleo.

38) Máquinas de bobinar AT em fio.

39) Centro de corte longitudinal de isolantes.

40) Centro de corte transversal de isolantes.

41) Estas duas máquinas de bobinar AT em fio permitem poupanças no uso de isolantes relativamente às outras máquinas que realizam esta mesma operação devido à tecnologia usada.

42) Armazém automático de semi-fabricados dos transformadores imersos, nomeadamente cm´s provenientes da secção do corte de chapa magnética e bobinas BT e AT com origem na secção da bobinagem.

43) Máquinas de bobinar BT em barra para bobinas de diâmetros não muito elevados.

44) Nestas máquinas são realizadas bobinagens em barra, tanto AT como BT. No caso de nestas apenas ser construída a BT, a AT é posteriormente realizada em fio de cobre numa outra máquina. Na eventualidade de nestas máquinas apenas se realizar a bobinagem AT, esta deve ter sido precedida por uma bobinagem BT em banda. Finalmente, ambas as partes constituintes de uma bobina, a BT e a AT podem ser realizadas nesta máquina.

4.2.2 Implantações Independentes

O estudo de uma nova implantação para a EFACEC DT começou com o projecto de implantações independentes para cada uma das duas linhas de fabrico, de modo a ser possível tomar conhecimento de todas as vicissitudes presentes na definição de implantações produtivas para cada um destes produtos.

Em primeiro lugar, foi desenvolvido o estudo das implantações para a produção de PowerCast. Para tal, o estagiário concebeu uma nova fábrica, totalmente dedicada a este fabrico, num armazém novo que seria concebido especialmente para o efeito. Assim, esta nova "fábrica" foi desenhada com todas as máquinas, corredores, pontes rolantes, etc, necessárias para a produção de quinze transformadores por semana, em vez dos dez que no momento era a capacidade produtiva deste tipo de transformadores.

Para além disso, também foi realizada uma listagem dos recursos necessários para o aumento dessa capacidade produtiva, não só ao nível dos recursos materiais, mas também dos recursos humanos.

Seguindo a mesma linha de orientação foi desenhada de raiz, uma planta para uma nova fabrica de transformadores herméticos, mas com diminuição da capacidade produtiva de setenta transformadores por semana para cinquenta. Também neste caso foi necessário repensar os recursos necessários, como por exemplo, máquinas, pontes, etc.

Convém referir que tanto para o fabrico dos Powercast, como para o fabrico dos imersos em óleo, foi necessário um estudo das capacidades, de cada uma das secções que compõem as suas linhas produtivas, quer em termos de máquinas, quer em termos de operários, de maneira a equilibrar toda uma linha de produção destes transformadores.

Para secções como a bobinagem, que estão estritamente dependentes da cadência produtiva das máquinas que a constituem, interessava determinar o número de turnos. Este cálculo foi realizado da seguinte forma: em primeiro lugar, determinou-se o tempo previsto de bobinagem para um transformador. A seguir, multiplicou-se este valor pelo número de transformadores que constituem a capacidade diária desejada. O cálculo do número de turnos necessários conclui-se dividindo o valor resultante pelo número de horas de um turno. Por

exemplo, considerando que para a bobinagem AT de um transformador PowerCast são necessárias 8 horas de trabalho na máquina e sendo necessário produzir 3 transformadores por dia de trabalho (considerando que cada semana tem 5 dias úteis de trabalho e que a capacidade semanal pretendida é de 15 transformadores). Então, são necessárias 24 horas de trabalho por dia nas 2 máquinas de bobinar AT em fita. Dividindo este valor por 8 (número de horas de trabalho por dia de um operário), obtém-se o número de turnos necessários para a bobinagem AT dos Powercast, que seria igual a 3.

Para secções como a montagem da parte activa nos transformadores imersos, em que não há dependência de máquinas, mas sim de mão-de-obra disponível, o número de operários necessários foi obtido da seguinte forma: multiplicou-se o número de horas de mão-de-obra necessárias para a montagem de um transformador, pelo número de transformadores que constituem a produção diária desejada. Finalmente, dividiu-se o valor final pelo número de horas de trabalho diárias de um operário. Passando a explicar com dados concretos: considerando que a montagem de um transformador imerso demora 7 horas e sendo necessária a montagem de 10 transformadores por dia (pois, para se produzirem 50 transformadores por semana, este é o número de transformadores a montar por cada um dos cinco dias que constituem uma semana de trabalho). Então o número de horas de mão-de-obra necessárias por dia é igual a 70. Dividindo este valor por 8 (estas são as horas de trabalho diárias de um operário), logo o número de operários necessários é de aproximadamente 9.

4.2.3 Futura Implantação EFACEC DT

Passada a fase de desenvolvimento de implantações independentes, que para além de permitir ao estagiário desenvolver os seus conhecimentos, sobre o que era realmente necessário para cada um dos processos, também lhe permitiu aumentar a sensibilidade para determinados aspectos relacionados com a construção de plantas fabris do tipo das que lhe tinham sido propostas, nomeadamente, a necessidade de diminuir ao máximo o caminho percorrido pelo em curso-de-fabrico; a conciliação desses mesmos caminhos com a possibilidade da implementação das pontes rolantes necessárias ao correcto funcionamento da unidade fabril; a largura necessária dos corredores, atendendo ao tipo de sistemas de movimentação utilizados nesses mesmos corredores; a cautela necessária na definição da localização da instalação de certas estruturas na periferia de certas secções produtivas, como as cubas "HEDRICH" de secagem e enchimento, pois envolvem sempre óleo e serrim derramados à sua volta;...

4.2.3.1 Primeira Versão da Implantação

Para o projecto daquilo que viria a ser a primeira versão da futura implantação da fábrica da EFACEC DT, foram listados alguns condicionalismos previamente. Em primeiro lugar, a necessidade de reservar as naves mais altas do edifício, onde se encontram actualmente as cubas "HEDRICH" de secagem e enchimento e onde é realizada a montagem e os acabamentos dos PowerCast, com o objectivo de virem a ser utilizadas no fabrico dos

transformadores do tipo TX, o novo investimento a ser realizado pela EFACEC DT. Estes transformadores também são imersos em óleo, mas devido às suas características eléctricas, possuem uma potência e dimensões bastante superiores à dos imersos *standard* e o processo difere em alguns aspectos, precisando o seu fabrico de uma altura útil da nave, superior à necessária para o fabrico dos imersos de potência inferior, razão fundamental do condicionalismo previamente referido.

Para além da necessidade de altura que certas operações acarretam, havia outros factores a considerar, nomeadamente a existência de pilares que suportam a estrutura da nave, e que por essa mesma razão a sua existência teve de ser levada em consideração, não tendo sido aconselhável qualquer alteração relacionada com a sua localização e/ou existência; qualquer mudança na disposição dos armazéns automáticos seria sempre uma operação bastante dispendiosa, devendo ser evitada; a capacidade produtiva dos transformadores do tipo imerso e PowerCast deveria ser de cinquenta e quinze transformadores por semana, respectivamente.

Obedecendo aos condicionalismos descritos anteriormente e após um processo iterativo na definição da implantação final, obteve-se um esquema que foi submetido para uma análise final.

4.2.3.2 Versão Final

Passado algum tempo da primeira versão para a futura fábrica da EFACEC DT se encontrar sobre análise, surgiram novas orientações por parte da direcção da empresa para esta mesma implantação, que juntamente com as já mencionadas foram levadas em consideração, dando origem à versão final que se encontra em anexo.

As novas orientações foram as seguintes:

- Uma versão em que a capacidade produtiva dos transformadores imersos fosse de cinquenta transformadores por semana, a dos PowerCast fosse de vinte e que a linha de produção dos TX tivesse uma capacidade de produção de um transformador por mês;
- Uma outra versão com as mesmas capacidades, à excepção da produção dos transformadores imersos que seria capaz de produzir cem transformadores por semana;
- Existência de três implantações fabris tão independentes quanto possível, reduzindo ao máximo os contactos entre os processos de fabricação dos três tipos de transformadores;
- Manter reserva de espaço de armazenagem devido ao aumento de subcontratação de cm's montados tanto para os imersos, como para os PowerCast e de cubas para os imersos e para os TX;
- Possibilitar a expedição dos TX pelo cais que actualmente se encontra em frente ao laboratório dos protótipos;

- Tentar minimizar o investimento através do aproveitamento da actual localização das pontes rolantes;
- Ter em atenção a localização dos centros de trabalho que são partilhados pelas diferentes linhas de produção, nomeadamente o centro de preparação das ligações em cobre (imersos e TX) e os centros de corte de isolantes e barramentos de cobre (TX, imersos e PowerCast).
- Libertar a nave onde actualmente se encontra o laboratório dos ensaios de rotina e onde são feitos os acabamentos finais dos transformadores imersos e também a zona onde é realizada a expedição de transformadores. Esta orientação tem a sua origem no facto de uma outra unidade produtiva do grupo EFACEC passar a necessitar, num futuro próximo, destas áreas para aí realizar parte da sua produção.

Para além destas orientações, também foram definidos factores condicionantes:

- Os ensaios dos TXs deveriam, sempre que possível, ser realizados no laboratório dos protótipos;
- A linha de transformadores TX deveria ocupar a nave alta do edifício I, de maneira a aproveitar a localização do actual e futuro laboratório do PT (Transformadores de Potência), permitindo ensaiar nesse mesmo laboratório os TXs, cujas dimensões e natureza dos testes não permitissem a sua realização no laboratório dos protótipos;
- Na alternativa em que a capacidade produtiva dos imersos era mais reduzida, a localização das cubas "HEDRICH" de secagem e enchimento deveria ser repensada;
- Os laboratórios pertencentes à EFACEC DT deveriam ficar o mais próximo possível um do outro. O laboratório de linha só realizaria ensaios aos imersos e ficaria ao cargo do laboratório dos protótipos, os testes eléctricos dos PowerCast, dos TX até ao limite das suas capacidades e dos imersos nos casos em que não fosse possível a sua realização no laboratório em linha.

A seguir encontra-se uma legenda complementada com comentários que tentam expor as razões que levaram o estagiário a sugerir a implantação em anexo para a futura fábrica da EFACEC DT.

Legenda:

1) Máquina de bobinar BT em banda com possibilidade de realizar bobinagens duplas com larguras até 800mm, ficando por isso apenas afecta à produção de transformadores do tipo imerso em óleo.

2) Cavaletes para suporte de bandas de cobre utilizadas ou a utilizar pelas duas máquinas de bobinagem BT dos transformadores imersos.

3) Estantes de armazenagem do stock das bandas de cobre.

4) Máquina de bobinar BT em banda, que permite bobinagens duplas e larguras até 1200mm, também ficando totalmente dedicada à produção dos transformadores herméticos. Estas duas máquina de bobinar BT possuem a cadência produtiva e as características necessárias ao fabrico das bobinas para os transformadores imersos.

5) Gabinetes da manutenção da EFACEC DT, onde anteriormente se encontrava o pessoal do armazém. Este deixa de ter necessidade de ocupar esses gabinetes, uma vez que a recepção de materiais deixa de ser feita no mesmo local onde actualmente é realizada.

6) Centro de corte longitudinal de isolantes, junto às bobinagens onde é mais necessário.

7) Armário metálico onde são guardadas as barras de cobre a serem executadas no posto de cobre.

8) Posto de cobre onde se executam as barras de cobre. Este mantém a configuração adequada juntamente com o armário das barras de cobre, pois assim o armário fica em linha com o posto de trabalho, permitindo que a alimentação deste seja feita da forma mais desejada.

9) Centro de corte de cartões, no qual estes são cortados transversalmente, tal como o centro de corte longitudinal, também se encontra junto às bobinagens como é o mais conveniente.

10) Nave disponível para utilização pela outra unidade produtiva do grupo EFACEC.

11) Zona de expedição dos transformadores PowerCast e herméticos. A escolha desta zona está relacionada com o seu pé direito e infraestruturas já existentes e que são fundamentais para a expedição de transformadores.

12) Local onde se realizam os acabamentos finais aos transformadores imersos em óleo, em linha com a sua zona de expedição.

13) Zona onde os transformadores PowerCast são submetidos aos acabamentos finais. Também esta zona se encontra em linha com o local de expedição dos PowerCast.

14) Parte da nave deixada livre para a unidade produtiva já mencionada.

15) Mesa de corte das redes a serem usadas na bobinagem AT passa a localizar-se do lado contrário em relação às máquinas de bobinar AT dos PowerCast de maneira a libertar mais espaço para a montagem destes transformadores. Este deslocamento pode ser realizado facilmente, sem envolver um grande número de recursos.

16) Máquinas de bobinar AT para os PowerCast, com a mesma localização, segundo indicações do Director Geral da EFACEC DT, pois permite poupanças nos recursos envolvidis na seu possível deslocamento.

17) Laboratório de rotina.

18) Local de realização dos ensaios de estanqueidade.

19) Espaço para a montagem dos PowerCast que engloba uma zona onde o pé direito da nave é mais elevado, uma vez que esse é um dos principais requisitos para a

escolha da localização onde a operação da montagem de fases se realiza. Nesta operação, em que as bobinas são colocadas sobre os cm's, é necessária uma considerável altura útil de trabalho.

20) Laboratório dos protótipos que possui uma localização nevrálgica, uma vez que nele vão poder convergir as linhas de fabrico dos três produtos, tendo por isso que possuir acessos para os três tipos de transformadores de maneira que estes possam ser ensaiados na sua área útil.

21) Cabine onde é executada a rebarbagem das bobinas AT previamente vazadas e com localização junto às estufas onde estas são vazadas, pois assim é possível rebarbar as bobinas logo após a sua saída da estufa.

22) Três estufas totalmente dedicadas à operação de capsulamento das bobinas AT dos PowerCast. Com a nova capacidade produtiva passam a ser necessárias três estufas, em vez das duas actuais, uma vez que com o aumento da capacidade produtiva para 20 transformadores por semana, passa a ser necessária a realização de dois vazamentos por dia e a execução de uma tarefa nestas estruturas, o pré-aquecimento das bobinas, antes de irem para a cuba "HEDRICH" para serem vazadas.

23) Cuba "HEDRICH" onde é realizado o capsulamento das bobinas anteriormente mencionadas, com a mesma localização que actualmente possui. Pois uma alteração do local desta estrutura envolveria um elevado investimento devido à meticulosidade da operação à necessidade de altura útil que esta máquina necessita.

24) Área deixada disponível pois vai ser a zona de ensaio do futuro laboratório da unidade PT (*Power Transformers*) da EFACEC.

25) Futuro local onde vai ficar a casa das máquinas do laboratório do PT anteriormente mencionado.

26) Doca de expedição para os transformadores TXs e de entrada de certos materiais, que pelas suas características tenham por exemplo, necessidade de serem transportados pela ponte rolante que se encontra nesse vão, uma vez que é a que possui maior capacidade de carga.

27) Zona de expedição dos transformadores TX.

28) Local de montagem do equipamento exterior para estes transformadores.

29) Zona de realização dos ensaios de estanqueidade para estes aparelhos.

30) Cuba de secagem e enchimento dos transformadores TX.

31) Local de encubagem da parte activa destes transformadores que possui espaço suficiente para a deposição das cubas e das partes activas a encubar.

32) Cavaletes de suporte ao stock das diferentes larguras das serpentinas de chapa magnética antes de serem cortadas.

33) Zona onde se armazenam as cubas para os TXs enquanto não são necessárias. No dimensionamento deste espaço já se tem em consideração o facto de as cubas

serem fabricadas recorrendo a subcontratação, sendo por isso necessário um espaço disponível considerável.

34) Local de montagem da parte activa destes transformadores.

35) Espaço onde se encontram os cm's cortados antes de serem montados na mesa da montagem respectiva.

36) Máquina de corte transversal das serpentinas de chapa magnética que originam os cm´s.

37) Espaço onde se encontram os cm's montados quer tenham sido montados na EFACEC DT, quer tenham sido cortados e montados num fornecedor.

38) Estufa que realiza algumas tarefas de apoio à montagem de cm's de dimensões consideráveis, como por exemplo, o aquecimento para posterior passagem de resina pelos núcleos para manter a verticalidade da estrutura.

39) Duas mesas de montagem de cm's para os transformadores imersos. Estas são suficientes levando em linha de conta a diminuição da capacidade produtiva prevista e aumentando os níveis de subcontratação destes semi-fabricados.

40) Mesas de montagem de cm's de dimensões consideráveis.

As mesas de montagem de cm's, juntamente com a estufa e a máquina de corte transversal de chapa magnética formam quase uma fábrica dentro da EFACEC DT, pois vão funcionar como fornecedores de cm's montados para as suas secções a jusante.

41) Nestas máquinas são realizadas bobinagens em barra, tanto AT como BT para os TXs.

42) Estufa totalmente dedicada à polimerização de bobinas BT dos PowerCast que vão passar a ser o dobro do que eram devido à duplicação prevista da capacidade produtiva para este tipo de aparelhos.

43) Cavaletes para suporte de bandas de cobre utilizadas ou a utilizar na bobinagem BT dos transformadores PowerCast.

44) Esta máquina de bobinar BT em banda fica totalmente afecta ao fabrico de PowerCast, uma vez que apesar de não permitir bobinagens duplas possibilita a realização de bobinas com uma largura até 1200mm.

45) Armazém de matérias-primas.

46) Armazém automático de matérias-primas dos transformadores imersos em óleo que anteriormente era o dos semi-fabricados.

47) Zona de reparações a transformadores que no cliente revelaram anomalias no desempenho da sua função ou que não tenham sido aprovados nos ensaios eléctricos realizados nos laboratórios..

48) Armazenamento das cubas e tampas dos transformadores imerso em óleo com o espaço suficiente para a armazenagem tendo em consideração a subcontratação prevista destes componentes.

49) Cubas "HEDRICH" de secagem e enchimento dos transformadores herméticos.

50) Encubagem da parte activa desses transformadores.

51) Local de preparação das ligações em cobre a serem realizadas durante a montagem da parte activa dos transformadores imersos em óleo.

52) Zona onde se encontram os cm's, nos quais vão ser colocadas as bobinas e consequentemente se vai montar a parte activa. Aqui estão marcadas as zonas necessárias para a montagem de 10 transformadores (produção diária necessária para o fabrico de 50 transformadores por semana)

53) Espaço para a deposição de bobinas a serem incluídas na montagem do transformador num futuro próximo. Também este espaço é suficiente para se encontrarem em curso de fabrico 30 bobinas (10 transformadores) por dia, que é a produção diária desejada.

54) Bancas de assemblagem dos respectivos componentes na tampa. De acordo com a produção desejada e com os tempos para esta assemblagem, bastam duas bancas para fazer face às necessidades.

55) Local de armazenamento de componentes a serem usados na montagem previamente referida.

56) Máquinas de bobinar AT fio.

57) Estas duas máquinas de bobinar AT em fio que conseguem poupanças no uso de isolantes, juntamente com as outras da mesma gama, constituem os recursos necessários para a produção de 50 transformadores imersos em óleo mineral por semana. Somente com as oito máquinas de bobinar AT fio presentes na implantação, esta fica com capacidade produtiva suficiente para fabricar 30 bobinas por dia, sem ser necessário recorrer ou a horas extraordinárias ou a mais que um turno.

58) Máquinas de bobinar BT em barra para bobinas de diâmetros não muito elevados, fornecem à implantação uma maior flexibilidade no fabrico de uma maior gama de produtos.

4.3 Outras implantações

Durante a realização do estágio foi dada a oportunidade de o estagiário integrar projectos internacionais, com a realização de implantações de fábricas de transformadores de distribuição, para a África do Sul e para a Argélia

4.3.1 África do Sul

Devido a uma associação entre as empresas Marqott e EFACEC, encontrava-se em fase de planeamento a construção de uma fábrica de transformadores de distribuição imersos em óleo na África do Sul.

Foram definidos os seguintes requisitos para a implantação:

- fabricar as bobinas

- fabricar os painéis de alhetas para as cubas (estas seriam depois fabricadas em outsourcing)
- montar a parte activa
- colocar na cuba
- encher com óleo
- ensaios
- expedição
- capacidade de produção de 50 transformadores por mês
- área disponível de 1500 m^2

De acordo com estes requisitos foram estipuladas à partida as necessidades relativas ao tipo de centros de trabalho e ao número de máquinas de cada tipo. As conclusões obtidas tiveram por base dados provenientes do estudo anterior das capacidades da fábrica da EFACEC DT, uma vez que a tecnologia a utilizar seria a mesma.

Em primeiro lugar teve de se levar em linha de conta que seria fundamental para o funcionamento da implantação a existência de um armazém de matérias-primas, com uma área útil que fosse de encontro às necessidade que a produção de 50 transformadores por mês acarreta.

Para o fabrico das bobinas eram necessários os seguintes centros de trabalho: posto de execução de barras de cobre; centro de bobinagem BT constituído por uma máquina de bobinar em banda e uma de bobinar em barra; bobinagem BT em barra também com uma máquina; centro de bobinagem AT em fio com três máquinas; postos de corte de isolantes e corte de cartões.

No fabrico de painéis de alhetas para as cubas era necessária uma máquina que a partir do stock de banda chapa, fabricasse esses mesmos painéis.

Para a montagem da parte activa ficou estabelecido que seria necessária uma mesa de montagem de circuitos magnéticos, uma área para a montagem de fases e estabelecimento de ligações BT e AT e um espaço reservado à armazenagem de tampas e travessas pois o fabrico destes artigos seria subcontratado.

Na encubagem, ou seja, na colocação das partes activas nas cubas, para além da área necessária para a realização desse processo, também se considerou como necessário, um espaço para servir de parque de cubas, pois estas também seriam fornecidas por um fornecedor externo.

Devido ao tipo de investimento a fazer, esta implantação não iria ser provida de um sistema de secagem e enchimento integrado numa única máquina, tal como se passa na fábrica da EFACEC DT. Portanto, para realizar estes dois processos foi necessário incluir na implantação uma estufa de secagem e uma cuba de enchimento, bem como uma área para a realização do ensaio de estanqueidade.

Para a realização dos testes eléctricos considerou-se um laboratório constituído por uma sala de comandos e uma área activa de ensaios.

Foi ainda considerada uma área para os acabamentos finais e uma outra para a expedição dos transformadores acabados.

As casas de banho e os vestiários para os operários, bem como gabinetes também se encontram presentes na implantação projectada.

Posteriormente à determinação dos centros de trabalho e máquinas necessárias, estabeleceram-se pontos de partida para se proceder à formalização da implantação.

O primeiro foi a definição do sentido do fluxo produtivo. Como não havia um conhecimento prévio do terreno onde a unidade produtiva ficaria instalada, tentou-se estabelecer para o fluxo produtivo uma configuração em "U", pois este tipo de configuração permite que a implantação possa ficar localizada num terreno apenas com uma frente, visto a entrada e a saída de materiais ser feita pelo mesmo lado. Ao contrário do que se passaria se por exemplo, a implantação possuísse uma implantação em linha, visto que neste caso como a entrada e saída de materiais se fariam por lados opostos seriam necessárias pelo menos duas frentes, ou uma estrada com uma largura razoável e que circundasse toda a instalação fabril. Os gabinetes teriam a possibilidade de ficar situados num entre-piso, o que traria dois grandes benefícios: a poupança de área de fabrico disponível, fazendo um aproveitamento do espaço em altura onde este não seria necessário e a implementação para o controlo do fabrico de algo muito similar ao panopticismo, "ver sem ser visto", ou seja, seria possível aos responsáveis pelo controlo da produção observar a zona de fabrico, sem que os operários os pudessem ver, permitindo um melhor controlo e um melhor desempenho dos operários, uma vez que não saberiam quando estariam a ser controlados. A máquina de construção de painéis e alhetas, por não pertencer directamente ao fluxo produtivo, deveria ocupar uma zona aparte desse fluxo. O posicionamento das máquinas, bem como das zonas produtivas deveria levar em linha de conta a futura utilização de pontes rolantes, portanto a implantação deveria permitir a implantação de um sistema de movimentação baseado em pontes rolantes, onde não imperassem problemas para esse mesmo sistema, como por exemplo a existência de intersecções de pontes. A casa das máquinas do laboratório e os depósitos e óleo também seriam incluídos no projecto, mas pretendia-se que estes ficassem num local o mais reservado possível.

Levando em consideração tudo aquilo que foi previamente referido, obteve-se uma planta da implantação, com o respectivo esquema em anexo, com uma área prevista necessária de 1477 m^2, valor ligeiramente inferior à área disponível.

4.3.2 Argélia

Na implantação da fábrica para a Argélia, o contributo fornecido pelo estagiário resumiu-se à análise das cargas e capacidades de uma proposta previamente elaborada e a sua tradução para francês, visto este ser um país francófono. Esta tradução envolveu uma pesquisa, uma vez que a grande maioria dos termos traduzidos eram técnicos e não de uso corrente.

5 Planeamento da Produção no *Baan*

Começa-se em primeiro lugar, por definir planeamento da produção, que é a actividade relacionada com o planeamento de todas as actividades, desde a aquisição de MPs até à entrega de produtos acabados. É uma das áreas centrais nas empresas pelas suas características de organização e coordenação, estabelecendo interfaces quer com as funções comerciais e de gestão estratégica da empresa, quer com a área de projecto.

Em seguida, para um completo entendimento desta parte do documento, passa-se a explicar o que é o *Baan*. O *Baan* é um ERP *Enterprise Resource Planning*, ou seja, é um *Software* que foca a sua actividade na aproximação dos diferentes departamentos das organizações (p.ex, Finanças, Recursos Humanos, Produção, etc.) num único sistema informático integrado, com o objectivo de servir todas as diferentes necessidades desses mesmos departamentos.

O *software* de ERP é um sistema integrado, pois contém dados comuns aos diferentes departamentos, originando melhores, mais rápidas e mais baratas actividades de negócio!

A oportunidade surgida do desenvolvimento do planeamento da produção em *Baan,* deveu-se ao facto de ao nível da produção haver uma completa implementação do ERP em causa, só faltando a implementação do módulo de planeamento da produção, que permitiria uma melhor integração de diferentes sectores, como por exemplo, o sector do controlo e o do planeamento da produção.

O *Baan* é uma ferramenta que traz aplicações pré-concebidas e que são difíceis de modificar, pois corre-se o risco de incompatibilidades. Isto implica que, por vezes, o processo se tenha de adaptar ao *Baan*, em vez de ser ao contrário, como poderia parecer mais lógico. Isto tem repercussões nos próprios utilizadores do sistema, na medida em que é pouco amigável. No entanto, as potencialidades do *Baan* em termos de robustez e de integração da informação tornam-no, ainda assim, vantajoso.

5.1 Apresentação de Planeamento

Antes do estagiário se começar a debruçar sobre o planeamento da produção na EFACEC DT, foi-lhe proposto um desafio, que consistia em realizar uma apresentação em *Microsoft PowerPoint* com o tema "Planeamento da Produção", que seria assistida pelo actual responsável pelo planeamento da produção, pelo chefe de fabrico e por um engenheiro da produção. Essa apresentação deveria englobar os diferentes conceitos e tipos de planeamento da produção, as ferramentas utilizadas, referências a ERP's e exemplos, casos práticos de planeamento da produção.

O resultado final foi uma apresentação, que se encontra em anexo, dividida em cinco partes: Introdução, Estrutura Hierárquica, Filosofias de Planeamento, ERP's, Casos Reais.

Na primeira parte encontrava-se uma possível definição de planeamento da produção, bem como as suas implicações na estrutura de uma empresa. Seguindo-se uma enumeração das suas operações, actividades de suporte, recursos e medidas de performance. Esta parte foi finalizada com a descrição dos seus objectivos e funções principais.

Na segunda secção, foi realçada a estrutura hierárquica do planeamento da produção, composta por três planos distintos: Planos Globais, Planos Detalhados e Execução.

Quanto às filosofias de planeamento foi feita uma descrição de diferentes filosofias, nomeadamente MRP (Materials Requirements Planning), MRPII (Manufacturing Resources Planning), OPT (Optimized Production Technology) e JIT (Just-In-Time).

Relativamente aos ERP's, começou por ser mencionada não só a definição destas aplicações, mas também as suas implicações na realidade de qualquer companhia que opte pela sua implementação. Também foram enunciadas diferentes características dos ERP's.

Finalmente, na última parte da apresentação foram expostos exemplos de planeamento da produção, segundo diferentes filosofias, de algumas empresas, nomeadamente a Hewlett- Packard, a Ampere Inc (MRP), a Toyota e a Dell Computers (JIT).

5.2 Formação em Baan

Numa fase anterior ao desenvolvimento do planeamento da produção no *Baan*, o estagiário teve formação nesse mesmo ERP. Esta teve um largo domínio, pois permitiu a abordagem a vários sectores do *Baan*, entre os quais o do planeamento. Alguns desses módulos também focados e aos quais também foi dado bastante relevo foram os de configuração de produtos, dos dados mestre logísticos e do controlo da produção.

No final desta formação o estagiário foi capaz de compreender, a verdadeira dimensão do ERP em causa que lhe permitia integrar todos os sectores da empresa. Esta integração ficava patente quando se demonstrava que grande parte dos dados utilizados numa determinada área da empresa tinham a sua origem noutras secções e entre as quais se poderia julgar, à partida, que não existia qualquer relação.

Outro benefício proveniente dessa formação foi a compreensão de certas terminologias e nomenclaturas utilizada na designação de diferentes objectos, como por exemplo dos artigos, que de acordo com a sua nomenclatura torna possível saber à partida, se esse artigo é de armazém, (padrão) ou se por outro lado é específico do projecto ao qual se refere, pois enquanto que no primeiro caso a designação desse artigo não teria nenhum valor no campo reservado para o projecto, no outro caso, a designação do artigo iria conter, no respectivo campo, o código do projecto a que se referia.

Relativamente ao módulo de planeamento da produção, a formação para além de permitir ao estagiário desenvolver competências específicas que o ajudariam na sua implementação, possibilitou-lhe constatar a importância que a área do planeamento da produção tem para o sistema. Isto porque estabelece relações directas com várias outras áreas

da empresa, como por exemplo, a secção do projecto, das compras, do controlo da produção e dos comerciais.

5.3 O módulo de Planeamento da Produção da EFACEC DT no Baan

O módulo de planeamento da produção no Baan tem como base o algorítmo do MRP (Material Requirements Planning ou Planeamento das Necessidades de Materiais) que, desde 1970, é o sistema de gestão da produção que tem sido mais implantado pelas empresas. Os principais objetivos deste sistemas são permitir o cumprimento dos prazos de entrega com a mínima formação de stocks, planeando as compras e produção de itens componentes, para que ocorram apenas nos momentos e nas quantidades necessárias. O princípio básico do MRP é o cálculo das necessidades, das quantidades e dos momentos em que são necessários os recursos da produção (materiais, pessoas, equipamentos, etc.), para que se cumpram os programas de entrega de produtos com o mínimo de formação de stock. Este cálculo é feito a partir das necessidades dos produtos finais (produtos pais). Os sistemas MRP utilizam o tempo de entrega de cada componente final (previsto no Plano Mestre de Produção) e de seus respectivos itens componentes (produtos filho) para a elaboração do processamento do Planeamento das Necessidades de Materiais. O tempo de entrega é o tempo que decorre desde a entrada das matérias primas (de um item) na fila dos centros de trabalho do seu processo, até à saída de um lote deste item. É evidente que o tempo de espera em filas depende da procura.

Ao se estimar o tempo de fabricação de um item, recorre-se a valores históricos, valores estes que muitas vezes se referem a uma situação de procura média, não da procura real. Quando a procura é inferior à média estimada, cada actividade está a ser realizada antes do momento necessário, portanto ficarão formados excessos de stocks de produtos em curso de fabrico. Quando a procura é superior, o resultado é o atraso na data de entrega.

Criadas as bases provenientes da formação a que o estágiário foi sujeito, foi-lhe possível, recorrendo a uma versão de testes do ERP e com o auxílio de um manual, desenvolver as competências que lhe possibilitassem a implementação do planeamento da produção no *Baan*.

Foi necessário em primeiro lugar compreender os fluxos do processo de planeamento da produção nesta empresa e os quais são agora explicados.

Para o planeamento da produção de um produto tem que se saber à partida, se é costumizado ou específico. Caso seja específico é necessário proceder-se ao planeamento do projecto que integra esse mesmo produto. Em ambos os casos segue-se o planeamento de produtos para stock (MPS) e o planeamento de necessidades de recursos que por sua vez vai gerar sugestões. Estas podem ser de dois tipos: sugestões de produção que precisam de ser posteriormente confirmadas e transferidas para ordens de fabrico, e sugestões de compra que posteriormente necessitam de ser firmadas.

A abordagem às áreas abrangidas pelo estudo do estagiário no Baan ocorreu da seguinte forma:

Em primeiro lugar, o estagiário debruçou-se sobre os dados mestre do projecto que permitem definir a sequência de acções necessárias à criação de projectos, à definição dos respectivos detalhes, partes e atribuição de estados.

Sequencialmente, a atenção centrou-se no planeamento de projectos, cujo processo passa pela criação de actividades e respectivas relações, geração de planeamento e posterior análise em termos de capacidades geradas, isto porque a área de Planeamento procede à associação e programação do diagrama de actividades do projecto de acordo com os dados constituintes desse projecto. Logo, devem existir diagramas de actividades previamente definidos, que sirvam de base à definição do diagrama de actividades para cada projecto. Graças a esses diagramas de actividades é possível ter uma visão sobre o seu sequenciamento e analisar as cargas em cada um dos sectores.

Depois da forma de execução do planeamento de projectos do *Baan* se encontrar percebida, o estudo do estagiário centrou-se no planeamento dos produtos com um filosofia de produção para stock, visto que existe um conjunto de produtos acabados que, pela sua recorrência ou pela possibilidade de antecipação da sua procura, são planeados e produzidos com vista ao reaprovisionamento de stock de armazém. Estes produtos são aprovisionados para armazém segundo um plano de previsões de venda, que tem por base um histórico de consumos e a evolução futura do mercado que antecipa as necessidades de produção destes produtos. Assim, o seu ciclo de entrega diminui, uma vez que a procura real gerada pelas encomendas dos Clientes é antecipada. Estas encomendas uma vez criadas devem consumir as respectivas previsões. Estas previsões têm ainda a função de antecipar a quantificação das necessidades de compra, o que poderá ser crítico nos materiais com elevados tempos de entrega.

A seguir à fase dedicada ao planeamento de produtos para stock, veio o estudo do planeamento das necessidades de recursos. Este planeamento define as acções necessárias ao planeamento MRP, que através de um algoritmo gera um conjunto de sugestões de fabrico e compra, relativamente aos stocks dos materiais standard e aos produtos específicos de projecto. Caso o algoritmo também identifique potenciais rupturas de stock ou fabricos adiantados relativamente às necessidades, um conjunto de mensagens de replaneamento são apresentadas ao planeador. As acções a tomar pelo planeador nesta parte passam pela manutenção das sugestões de ordens planeadas, pela transferência das sugestões planeadas para SFC ("Shop Floor Control") ou Compras, assim como pela análise de recursos associados.

Finalmente procedeu-se ao estudo do planeamento mestre de recursos que inclui a análise dos respectivos centros de trabalho que são identificados como críticos e respectiva análise gráfica das cargas. Esta análise e optimização de recursos podem ser conseguidas através de sinais enviados para o planeador.

5.4 *Implementação do Planeamento da EFACEC DT no Baan*

O planeamento da produção em Baan inclui duas realidades distintas. Uma delas a um nível de estrutura da empresa mais elevado, executa o planeamento de projectos. A outra realiza o planeamento a um nível de detalhe bastante superior, mas não possui a mesma abrangência que a realidade anterior por estar a um nível estrutural inferior, não considerando por isso, no seu planeamento, todo o espaço temporal anterior ao início de fabrico.

Foi no planeamento de projectos que começou por ficar concentrado todo o esforço de implementação do planeamento da produção no *Baan*. Uma vez que foi considerado como o processo ideal para se proceder ao abandono do planeamento, que até então vinha sendo realizado no *Microsoft Excel* através de uma "macro", e caminhar em direcção a uma solução que integrasse o planeamento da produção mais detalhado que o Baan disponibiliza. Uma vantagem do planeamento de projectos, e que foi levada em consideração para a sua escolha do caminho a seguir, é a sua flexibilidade em relação ao outro tipo de planeamento, que é bastante mais rígido. Uma vez que no primeiro a unidade básica de planeamento são dias e no segundo, essa mesma unidade básica refere-se ao segundo. E na área de negócio em causa, com produção na maioria dos casos de transformadores feitos exactamente à medida dos desejos dos clientes, em que não é possível saber os tempos de fabrico ao pormenor do segundo de todas as operações de todos os transformadores produzidos, é necessário haver flexibilidade em diversas áreas da produção.

Deve ainda ser referido que o *software Baan* permite uma relação entre os dois tipos de planeamento já referidos, conseguida através do planeamento do módulo, descrito mais à frente neste documento.

5.4.1 Planeamento de Projectos

O planeamento de projectos tem por base a definição de todas as actividades constituintes de um projecto. Uma actividade pode representar uma ou mais operações e cada uma delas possui um tempo para a sua realização. As actividades de um projecto englobam todo o espaço temporal que vai desde o planeamento-controlo do projecto até à expedição do transformador entretanto já concluído. O conjunto destas actividades ordenadas cronologicamente e relacionadas entre si, forma um diagrama de actividades que vai informar o planeador sobre a duração total do projecto. Assim, para este diagrama de actividades corresponder o mais possível à realidade e de maneira a se poder realizar um planeamento o mais eficaz possível, deve-se fazer uso de extremo rigor não só no estabelecimento da duração das actividades, mas também no das suas relações.

Deve-se ter em atenção que não é necessário fazer-se um diagrama de actividades de raiz para cada projecto. A metodologia a seguir consiste na criação de diagramas tipo pré-definidos. Para cada projecto é escolhido o diagrama tipo que melhor ajusta às suas características. Posteriormente, esse diagrama de actividades vai sofrer alterações com o

objectivo de se atingir uma correcta correspondência entre o projecto e o respectivo diagrama de actividades.

Deve-se ainda referir que o planeamento do projecto pode ser futuro (baseado na data inicial pretendida para o projecto) ou retroactivo (baseado na data final do projecto).

5.4.1.1 Definição de Actividades de Projecto

Como previamente se referiu, a implementação do planeamento no *Baan* ia ser iniciada através do planeamento de projectos. E numa primeira fase esse planeamento seria apenas para os transformadores PowerCast.

Na definição das actividades de projecto para os Powercast, teve-se em atenção não só a inclusão das actividades de fabrico, como também a inclusão de outras não menos críticas, como por exemplo, actividades de projecto relacionadas com a Engenharia do transformador.

Foram definidos à partida três diagramas de actividades tipo de projectos de transformadores PowerCast: um com Circuitos Magnéticos (cm's) montados comprados ao exterior, outro com Cm's cortados comprados ao exterior, mas ainda por montar, e finalmente, o último tipo de diagrama de actividades, onde para além da montagem dos cm's, também o corte da chapa magnética era incluído no diagrama.

Convém porém referir, que estes três diagramas de actividades tipo, não eram estáticos, pois mesmo que eles se ajustassem relativamente bem a um projecto, era sempre necessário fazer ajustes. Por exemplo, seria perfeitamente possível que para um projecto viessem do exterior Cm's montados, não estando previstos ensaios de recepção. Logo, o procedimento a adoptar, seria o de utilizar como base, o primeiro tipo de diagrama de actividades mencionado e alterar o valor da duração da actividade de ensaios de recepção para zero dias.

Segue-se uma listagem e descrição de cada uma das actividades de projecto consideradas, indicando para cada uma delas as suas características principais: a sua identificação, a sua tarefa, a sua capacidade preliminar que é o tempo real de execução da actividade e a duração da própria actividade.

Para a definição da capacidade preliminar e duração de cada uma das actividades dos diferentes diagramas tipo foi necessário realizar estudos e pesquisas. Estes tiveram por base não só uma investigação junto de sectores, como as compras e o projecto, para a definição das actividades que lhes são referentes, como também o acompanhamento diário de cada uma das ordens de fabrico em cada um dos sectores que compõem o fabrico dos PowerCast. Este acompanhamento foi ainda complementado por uma análise dos tempos debitados pelos operários no Baan que permitiu um melhor estabelecimento das capacidades preliminares das actividades de fabrico. Nesta análise foi feita uma média dos tempos gastos por quantidade de transformadores fabricados, que por sua vez originou um gráfico que relacionava o tempo gasto na ordem de fabrico, com o número de transformadores que a compunham. Através

desse gráfico foi possível traçar uma linha de tendência que exprimia a relação existente entre as grandezas referidas. Foi com base nessa relação que as capacidades preliminares para ordens de fabrico com diferentes quantidades de transformadores foram definidas.

OF	quant.	tempo (h)
FCL000117	2	28,5
FCL000145	2	22
FCL000146	2	54,5
FCL000157	8	135
FCL000159	14	240,5
FCL000181	1	15,5
FCL000186	2	35,5
FCL000188	1	23,5
FCL000189	1	24
FCL000190	2	29
FCL000193	1	29,5
FCL000253	2	15
FSK000238	2	23
FSK000243	1	16
FSK000248	2	34
FSK000256	5	59

FÓRMULA	
Nº TRANSF.	HORAS
14	243

Nº TRANSF.	MÉDIAS
1	21,7
2	30,1875
8	135
14	240,5

tempo/bob	tempo/transf
6,857142857	20,57143

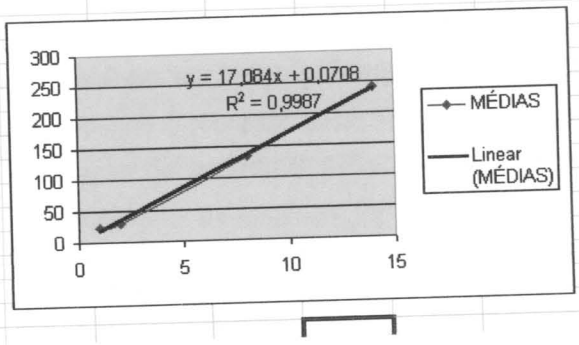


Figura 5-1 - Definição da capacidade preliminar para a bobinagem AT dos PowerCast

A duração da actividade pode ser definida em função da capacidade preliminar da actividade e da capacidade disponível do centro de trabalho. Mas porém, com o objectivo de tentar tornar o diagrama de actividades, o mais fidedigno possível, estipulou-se que a duração da actividade deve englobar não só a capacidade preliminar com uma folga, pois essa capacidade em muitos casos não é totalmente precisa, mas também, os tempos em fila de espera que possam vir a afectar o projecto durante essa mesma actividade.

Planeamento-Controlo:

Tarefa: 4055

Duração da actividade: 1 dia

Capacidade preliminar: 1 hora

Engenharia Cálculo:

Tarefa: 4800

Duração da actividade: 2 dias

Capacidade preliminar: 3 horas

Engenharia Projecto:

Tarefa: 4800

Duração da actividade: 3 dias

Capacidade preliminar: 8 horas

Condutores Bobinagem BT:

Tarefa: 4002

Duração da actividade: Nesta actividade, a duração é definida tendo em consideração o seguinte procedimento: durante a actividade Engenharia Cálculo, é definido o tipo e as características do condutor a utilizar na Bobinagem BT. Nessa altura a pessoa responsável pelo cálculo do projecto vai fazer uma compra avançada desse mesmo condutor ao armazém de matérias-primas. Caso houvesse em armazém o condutor nas quantidades desejadas, a duração da actividade seria de 5 dias, pois seria ainda necessário tratar de todos os pormenores relacionados com a reserva do condutor no armazém. Se por outro lado, o condutor desejado não existisse em armazém, ou já se encontrasse reservado para outro projecto, seria logo nessa altura desencadeado o processo de compra desse mesmo condutor a um fornecedor. Nesta situação a duração da actividade seria de 25 dias, pois esse é o espaço temporal considerado como necessário para que o condutor esteja pronto a ser utilizado desde o momento em que é feito o cálculo do projecto e a compra avançada é desencadeada

Capacidade preliminar: 1 hora

Condutores Bobinagem AT:

Tarefa: 4040

Duração da actividade: A duração desta actividade é calculada de uma forma análoga à que é utilizada no cálculo da duração da actividade Condutores Bobinagem BT. Assim, se o condutor estiver disponível em armazém, o prazo para esta actividade também será de 5 dias. No outro caso a duração será de 20 dias

Capacidade preliminar: 1 hora

Isolantes Bobinagem BT:

Tarefa: 4002

Duração da actividade: Os isolantes da bobinagem BT, são produtos de armazém, ou seja, não é necessário para cada projecto desencadear a compra a um fornecedor externo do isolante a utilizar. Assim, depois de ser definido o tipo e as características do isolante a utilizar, também na actividade Engenharia Cálculo, este é aprovisionado ao armazém para depois ser cortado com as medidas desejadas. Logo, esta actividade é definida como tendo a duração de 5 dias

Capacidade preliminar: 1 hora

Isolantes Bobinagem AT:

Tarefa: 4040

Duração da actividade: Similar à duração da actividade Isolantes Bobinagem BT. Logo tem a duração prevista de 5 dias

Capacidade preliminar: 1 hora

Bobinagem BT:

Tarefa: 4002

Duração da actividade: Nesta actividade, além de se incluir a própria bobinagem em banda também se encontra a polimerização a que as bobinas são submetidas posteriormente. Esta actividade tem a duração de 3 dias

Capacidade preliminar: 10 horas

Mandris:

Tarefa: 4036

Duração da actividade: A duração desta actividade pode ser de 1 dia, caso os mandris necessários para a Bobinagem AT já existam e só precisem de ser preparados, ou pode ser de 7 dias, que é o tempo considerado como necessário para que os mandris encomendados a um fornecedor fiquem disponíveis para começarem a ser utilizados na bobinagem.

Capacidade preliminar: 2 horas

Bobinagem AT:

Tarefa: 4040

Duração da actividade: As durações desta actividade e da actividade seguinte, vazamento AT, estão intimamente relacionadas. Uma vez que a duração de ambas varia de acordo com o número de mandris e de casacos utilizados, não existe à partida, uma duração prevista para estas actividades sem previamente estarem definidas as quantidades de mandris e de casacos para o projecto em causa. Assim, deve-se começar por definir o número de mandris e de casacos a utilizar, ou seja, o investimento extra necessário para se conseguir realizar estas actividades com a duração desejada, pois quantos mais casacos e mandris mais célere se pode tornar esta actividade. O que se vai tentar obter é um ponto de equilíbrio entre investimento necessário em casacos e mandris, com o número de dias desejados para as actividades em causa. Para tentar alcançar esse ponto de equilíbrio encontra-se disponível uma "Macro" elaborada em VBA (*Visual Basic for Applications*) numa folha de cálculo de *Microsoft Excel,* desenvolvida pelo estagiário, que permite saber de uma forma aproximada, os dias necessários para a conclusão de cada uma das duas actividades. O resultado transmitido em termos de dias necessários está dependente de uma outra variável de entrada, para além do número de casacos e mandris, que é o número de transformadores que constituem o projecto. Com esta "Macro" é possível implementar uma automatização não existente na altura, para a decisão da compra do número de casacos e de mandris, permitindo possíveis poupanças de recursos materiais e não só

Capacidade preliminar: 18 horas

Vazamento AT:

Tarefa: 4037

Duração da actividade: Explicação na actividade Bobinagem AT

Capacidade preliminar: 16 horas

Corte de Chapa Magnética:

Tarefa: 4001

Duração da actividade: Esta actividade só está presente em projectos em que o corte da chapa magnética seja feito na EFACEC, ou seja, em projectos que tenham por base o diagrama de actividades tipo que inclui esta actividade. A duração para esta actividade é de 3 dias

Capacidade preliminar: 3 horas

Cm's Cortados:

Tarefa: 4001

Duração da actividade: Só quando os cm's vêm do exterior já cortados, mas ainda por montar, ou seja, quando o projecto se ajusta ao diagrama de actividades tipo que inclui esta actividade é que esta se encontra presente. A sua duração inclui portanto, todo o tempo que vai desde que o processo de aprovisionamento tem o seu início, até ao momento em que os Cm's se encontram totalmente disponíveis para serem montados. Tem a duração de 4 dias.

Capacidade preliminar: 1 hora

Montar Circuito Magnético:

Tarefa: 4046

Duração da actividade: A sua duração só pode ser definida tendo em consideração o diagrama tipo em que se baseie. Caso se baseie no caso em que a chapa magnética é uma actividade constituinte do diagrama de actividades do seu projecto, a sua duração é de 5 dias. Caso tenha por base o diagrama de actividades em que os cm's vêm cortados do exterior, mas ainda por montar, o tempo estipulado previsto para esta actividade é de 6 dias. Optou-se por distinguir as durações para esta actividade dependendo da realidade em que se insere o projecto, na medida em que quando ocorre o corte da chapa magnética, tal significa que existe disponibilidade num futuro próximo para esse mesmo cm, depois de ter sido cortado, começar a ser montado. Portanto, em princípio, o tempo previsto na fila de espera nesta actividade, no caso do cm ser cortado na EFACEC DT, vai ser inferior ao do outro caso possível, uma vez que a altura em que o cm cortado no exterior fica disponível, é quase independente da disponibilidade que possa haver para este começar a ser montado num espaço temporal próximo

Capacidade preliminar: 36 horas

Cm's Montados:

Tarefa: 4046

Duração da actividade: Esta actividade só existe quando o projecto do transformador inclui a compra dos cm's já montados ao exterior e tem a duração de 25 dias.

Capacidade preliminar: 1 hora

Montagem:

Tarefa: 4042

Duração da actividade: Esta actividade vai desde o momento em que o primeiro transformador do projecto se encontra com os seus núcleos pintados e a sua culassa inferior pintada com o esmalte preto, ou seja, quando o primeiro transformador se encontra pronto para se lhe começarem a ensaiar as réguas, até ao momento em que o último transformador fica disponível para ser ensaiado. A duração desta actividade também vai depender do diagrama tipo utilizado. Se o projecto incluir a compra de Cm's montados ao exterior, a duração da actividade vai ser de 4 dias. Nos outros dois casos, em que os Cm's são montados na EFACEC, a duração vai ser de 3 dias. Esta diferença está relacionada novamente com o facto de, caso a actividade de fabrico anterior for realizada na empresa, em princípio, o tempo gasto na fila de espera na actividade seguinte vai ser inferior ao utilizado no caso em que no diagrama de actividades a actividade anterior for um aprovisionamento externo. Isto porque no primeiro caso a produção é puxada aproximadamente na altura em que vai ser realmente necessária.

Capacidade preliminar: 15 horas

Ensaios Eléctricos:

Tarefa: 4049

Duração da actividade: 1 dia

Capacidade preliminar: 2 horas

Acabamentos:

Tarefa: 4044

Duração da actividade: 3 dias

Capacidade preliminar: 14 horas

Ensaios de Recepção:

Tarefa: 4049

Duração da actividade: 1 dia

Capacidade preliminar: 2 horas

Verificação Final:

Tarefa: 4044
Duração da actividade: 1 dia
Capacidade preliminar: 0,5 horas

Expedição:
Tarefa: 4920
Duração da actividade: 1 dia
Capacidade preliminar: 2 horas

NOTA: Deve-se ter em atenção que estes tempos são tempos médios e para projectos constituídos por apenas um transformador com características ordinárias. Em projectos de mais de um transformador os tempos devem ser alterados da seguinte forma:

- Para aprovisionamentos, se as quantidades encomendadas não forem extremamente elevadas, as durações previstas das actividades devem-se manter, ou ter uma variação muito reduzida;

- Para as actividades Bobinagem BT, Corte de Chapa Magnética, Verificação Final e Expedição, as durações serão calculadas da seguinte forma: à duração da actividade em causa deve-se somar a sua capacidade preliminar multiplicada pelo restante número de transformadores do projecto a considerar. Mediante o resultado obtido, e de acordo com a experiência do planeador, a duração da actividade ficará definida. Este procedimento deve ser adoptado para estas actividades, uma vez que depois de o primeiro transformador já ter ultrapassado essa actividade os restantes transformadores desse mesmo projecto seguir-se-ão encadeamente e em princípio, sem mais esperas até o último transformador desse projecto se encontrar disponível para passar à activiadade seguinte. Este é o momento que coincide com o final da actividade do projecto. Os transformadores seguem encadeadamente, devido a nestas actividades não ser viável o desenvolvimento de mais do que um projecto simultaneamente;

- No caso das actividades Planeamento-Controlo, Engenharia Cálculo, Engenharia Projecto e Ensaios de Recepção, as durações mantêm-se, qualquer que seja o número de transformadores constituintes do projecto, uma vez que o valor da sua duração é totalmente independente do número de transformadores do projecto;

- Para a definição da duração da actividade Montar Circuito Magnético, caso o projecto seja constituído por mais de um transformador, parte-se do princípio que os cm's do projecto em causa vão ser montados sequencialmente, só havendo tempo de espera no primeiro cm. Logo, os dias necessários para se montarem todos os cm's na mesa de montagem são iguais ao número de transformadores do projecto, mais um dia, o de espera no primeiro transformador. Mas como se referiu, esta actividade não engloba só a montagem de cm's na mesa de montagem, também inclui todas as tarefas que vão desde essa operação até ao momento em que o último transformador, se encontra disponível para lhe ser efectuado o ensaio de réguas. Assim, para se calcular a duração total desta actividade, deve-se somar aos

dias reservados da actividade para a montagem do cm de todos os transformadores, mais três dias, que é o tempo necessário que vai desde o momento que o cm do último transformador é montado até ficar livre para o início da actividade seguinte, que é iniciada com o já mencionado ensaio de réguas;

- Para se estipular a duração das actividades da Montagem e dos Acabamentos para projectos que contenham mais do que um transformador, deve-se ter em consideração que durante estas actividades o fabrico de cada um dos transformadores, não ocorre de forma encadeada, mas de uma maneira simultânea. Ou seja, para projectos constituídos por mais do que um transformador, disponibiliza-se por volta de dois operários para cada um destes. Logo, neste caso, o número de dias da duração destas actividades é igual ao número de transformadores a montar ou a acabar, mais um dia, que corresponde ao primeiro dia, reservado para esperas e preparações de trabalho;

- Finalmente, a duração da actividade dos Ensaios Eléctricos só pode ser calculada correctamente, tendo em consideração o tipo de ensaios a realizar. Pois se em alguns casos é possível ensaiar vários transformadores por dia no laboratório, noutros o limite é um transformador, pois a natureza dos ensaios assim o obriga.

5.4.1.2 Relações de Actividades de Projecto

A criação de actividades associadas a um projecto permite definir o tipo de relação existente entre cada uma das actividades.

Em cada relação de actividades só se relacionam directamente duas actividades. Para além dessas actividades, a actividade antecedente e a actividade sequente, também é necessário definir o tipo de relação, bem como o tempo flutuante entre essas actividades. A relação pode ser de três tipos: início-início, fim-início e fim-fim. Assim, a relação estabelecida entre as duas actividades está dependente das suas datas de início (no caso da relação do tipo início-início), das suas datas finais (relação do tipo fim-fim) ou da data do fim da actividade antecedente e da do início da sequente (relação do tipo fim-início). O tempo flutuante é o tempo de desfasamento entre as data de início e/ou de fim das actividades, dependendo do tipo de relação em causa. Para valores negativos do tempo flutuante, em vez do desfasamento das actividades ser futuro, é retroactivo. Por exemplo, numa relação fim-início, com o valor flutuante igual a –5, a actividade sequente tem o seu início, 5 dias antes da actividade antecedente ter o seu final.

5.4.1.3 Relações de Actividades de um Projecto PowerCast

As relações de actividades de projecto de transformadores PwerCast que se seguem, estão definidas de tal forma que se mantêm, independentemente da quantidade de transformadores a produzir. Nas relações em que intervenham actividades que não pertençam a esse diagrama, estas devem ser substituídas pela(s) actividade(s) que passe(m) a fazer parte desse novo diagrama em sua substituição.

O planeamento adoptado segue uma estratégia de planeamento retroactivo em que se define à partida a data final para o projecto e o Baan estabelece o escalonamento temporal das datas em que as actividades devem ser realizadas. Esse escalonamento tem por base uma filosofia de *Just-In-Time*, ou seja, atrasa o mais tarde possível a realização das actividades sem contudo originar atrasos para o projecto.

A actividade Planeamento-Controlo é a primeira actividade do projecto, sendo que o seu final dá origem ao início da actividade Engenharia-Cálculo do projecto.

Esta última actividade quando totalmente realizada permite os aprovisionamentos dos condutores e dos isolantes das bobinagens AT e BT. Um dia antes da Engenharia-Cálculo estar totalmente concluída, a actividade Engenharia-Projecto pode ter o seu início (relação fim-início e tempo flutuante igual a –1).

Com o final da actividade Engenharia-Projecto, ficam definidas as características necessárias ao fabrico, sendo assim possível proceder-se ao seu início. Consequentemente iniciam-se as actividades Bobinagem BT, Mandris (actividade necessária para se poder proceder à bobinagem AT) e Corte de Chapa Magnética (caso esta actividade não exista, dá lugar à actividade Cm's Cortados ou Cm's Montados, dependendo do caso).

A actividade Bobinagem BT é uma das actividades antecedentes da actividade Montagem. O seu tipo de relação é fim-fim, e o tempo flutuante é igual a 3, ou seja, a partir do momento que acaba de ser bobinado e polimerizado o último transformador do projecto, ficam disponíveis três dias para a conclusão da sua montagem, sendo este um espaço temporal, que já inclui o tempo previsto para possíveis esperas nesta última actividade.

Quando a actividade Mandris se encontra concluída, pode-se dar início à actividade Bobinagem AT, uma vez que os mandris já se encontram preparados.

A relação desta última, com a actividade sequente, a do Vazamento AT, é do tipo fim-fim, com tempo flutuante igual a 3. Isto porque a partir do momento que a última bobina é bobinada, são necessários três dias para realizar o ciclo completo de vazamento e ficar pronta a seguir para a montagem.

O tipo de relação da actividade do Vazamento com a actividade Montagem é do tipo fim-fim e com tempo flutuante igual a 3, pelas mesmas razões que foram mencionadas para a relação da Bobinagem BT, com a Montagem.

A existência das actividades Corte de Chapa Magnética e Cm's Cortados depende do tipo de diagrama de actividades adoptado. Destas duas actividades, a existente é antecedente da actividade Montar Circuito Magnético. Esta última tem o seu início a partir do momento em a outra é finalizada.

Também a relação da actividade Montar Circuito Magnético com a actividade Montagem, é do tipo fim-fim e com tempo flutuante igual a 3, pelas razões referidas para as relações da Bobinagem BT e do Vazamento com a Montagem.

O planeamento adoptado segue uma estratégia de planeamento retroactivo em que se define à partida a data final para o projecto e o Baan estabelece o escalonamento temporal das datas em que as actividades devem ser realizadas. Esse escalonamento tem por base uma filosofia de *Just-In-Time*, ou seja, atrasa o mais tarde possível a realização das actividades sem contudo originar atrasos para o projecto.

A actividade Planeamento-Controlo é a primeira actividade do projecto, sendo que o seu final dá origem ao início da actividade Engenharia-Cálculo do projecto.

Esta última actividade quando totalmente realizada permite os aprovisionamentos dos condutores e dos isolantes das bobinagens AT e BT. Um dia antes da Engenharia-Cálculo estar totalmente concluída, a actividade Engenharia-Projecto pode ter o seu início (relação fim-início e tempo flutuante igual a –1).

Com o final da actividade Engenharia-Projecto, ficam definidas as características necessárias ao fabrico, sendo assim possível proceder-se ao seu início. Consequentemente iniciam-se as actividades Bobinagem BT, Mandris (actividade necessária para se poder proceder à bobinagem AT) e Corte de Chapa Magnética (caso esta actividade não exista, dá lugar à actividade Cm's Cortados ou Cm's Montados, dependendo do caso).

A actividade Bobinagem BT é uma das actividades antecedentes da actividade Montagem. O seu tipo de relação é fim-fim, e o tempo flutuante é igual a 3, ou seja, a partir do momento que acaba de ser bobinado e polimerizado o último transformador do projecto, ficam disponíveis três dias para a conclusão da sua montagem, sendo este um espaço temporal, que já inclui o tempo previsto para possíveis esperas nesta última actividade.

Quando a actividade Mandris se encontra concluída, pode-se dar início à actividade Bobinagem AT, uma vez que os mandris já se encontram preparados.

A relação desta última, com a actividade sequente, a do Vazamento AT, é do tipo fim-fim, com tempo flutuante igual a 3. Isto porque a partir do momento que a última bobina é bobinada, são necessários três dias para realizar o ciclo completo de vazamento e ficar pronta a seguir para a montagem.

O tipo de relação da actividade do Vazamento com a actividade Montagem é do tipo fim-fim e com tempo flutuante igual a 3, pelas mesmas razões que foram mencionadas para a relação da Bobinagem BT, com a Montagem.

A existência das actividades Corte de Chapa Magnética e Cm's Cortados depende do tipo de diagrama de actividades adoptado. Destas duas actividades, a existente é antecedente da actividade Montar Circuito Magnético. Esta última tem o seu início a partir do momento em a outra é finalizada.

Também a relação da actividade Montar Circuito Magnético com a actividade Montagem, é do tipo fim-fim e com tempo flutuante igual a 3, pelas razões referidas para as relações da Bobinagem BT e do Vazamento com a Montagem.

Caso o diagrama de actividades englobe a actividade Cm's Montados, em vez das actividades Montar Circuito Magnético e Corte de Chapa Magnética/Cm's Cortados, então vão existir duas outras relações em que essa actividade é interveniente. Na primeira relação a actividade Engenharia Projecto é a antecedente, tendo a actividade Cm's Montados o seu início a partir do momento em que a outra chega ao seu final. Na outra relação, que também é do tipo fim-início com tempo flutuante nulo, a actividade Cm's Montados passa a ser a antecedente e a Montagem a sequente.

A actividade Montagem por sua vez, tem uma relação do tipo fim-fim e com tempo flutuante igual a 1, com a sua actividade sequente, a dos Ensaios Eléctricos. Esse dia é o tempo necessário para se realizarem os ensaios ao último transformador montado.

Semelhante a esta última relação é a da actividade Ensaios Eléctricos com os Acabamentos, mas com tempo flutuante igual a 3, que são os dias necessários para acabar o último transformador ensaiado.

A actividade Ensaios de Recepção tem o seu início no momento em que a dos Acabamentos atinge o seu final.

Quando a actividade Ensaios de Recepção fica completa, é iniciada uma nova actividade, a Verificação Final. Esta última também se relaciona com a actividade da Expedição com uma relação do tipo fim-início e com tempo flutuante igual a zero.

5.4.1.4 Gerar Planeamento de Projecto

Após estarem definidas as relações das actividades, o método de planeamento do projecto e o estado do projecto em "Activo", gera-se o planeamento do projecto. Este procedimento estabelece as datas iniciais e finais desejadas de cada uma das actividades, bem como as datas iniciais e finais para o projecto.

Após se gerar o planeamento do projecto há dois tipos de actividades: as actividades críticas e não-críticas. As actividades críticas, são aquelas que têm de ser executadas, dentro do prazo previsto pelo *Baan*, caso contrário todo o projecto fica atrasado. Cada dia de atraso numa destas actividades é um dia de atraso para o projecto. As actividades não-críticas, são aquelas que não têm que ser executadas, exactamente dentro da data estipulada, pois o seu prazo é acompanhado de uma margem livre e de uma margem total. Como as datas que o *Baan* define para cada uma destas actividades seguem o princípio de serem realizadas o mais tarde possível, mas que permitam cumprir o prazo do projecto, a margem total obtida é o espaço temporal possível à antecipação da execução de cada uma dessas actividades sem afectar a data inicial ou final do projecto. A margem livre são os dias que a actividade em causa pode ser antecipada, sem estar dependente da(s) sua(s) actividades sequente(s). Nenhuma destas margens existe para as actividades críticas.

5.4.1.5 Acompanhamento de Projectos

O acompanhamento de projectos é algo de extrema importância, pois caso o seu desenvolvimento não esteja a ocorrer conforme o previsto, por exemplo, certos

aprovisionamentos podem não estar a cumprir os prazos pré-estabelecidos, é necessário tomar as medidas correctivas para tentar ultrapassar essa situação.

Como já foi referido, um dos objectivos a atingir com a execução do planeamento da produção no *Baan*, é o abandono do uso simultâneo de outras aplicações, como folhas de cálculo de *Microsoft Excel* passando tudo a ser feito no ERP em causa. Logo, também no *Baan* teria que ser possível o acompanhamento de projectos.

Existem duas sessões no *Baan* que possibilitam o acompanhamento de projectos, pois permitem saber, para além das datas planeadas de início e de fim de cada actividade, a percentagem já concluída dessas actividades. Para o cálculo dessa percentagem é estabelecida uma relação entre os tempos debitados para essa actividade, seja esse débito feito em horas de projecto ou em horas de fabrico e a capacidade preliminar dessa actividade.

Enquanto que nas actividades que não fazem parte do fabrico do projecto o seu acompanhamento não era muito difícil, visto a debitação de tempos para essas actividades ser feita em horas de projecto e a sua contabilização efectuada automaticamente. No caso das actividades referentes ao fabrico, a contabilização de horas para o projecto é mais complicada, uma vez que a debitação de tempos deixa de ser feita em horas de projecto, passando a ser feita em horas de fabrico. A solução para ultrapassar este problema foi conseguida através do procedimento "agregar capacidade estimada para o projecto" explicado a seguir.

5.4.1.6 Agregar Capacidade Estimada para o Projecto

Este procedimento tem o objectivo de estabelecer a relação entre as operações de gama operatória e as diferentes actividades, ou seja, quando um operário regista os tempos dispendidos numa determinada operação de uma ordem de fabrico, estes também vão ser creditados à actividade a que essa operação ficou vinculada. O estabelecimento desta relação é importante, pois permite um acompanhamento do projecto em todas as actividades, incluindo as que têm por base operações de gama operatória.

5.4.2 Planeamento de Módulos

Como se referiu previamente, no *Baan* é possível estabelecer uma relação entre o planeamento de projectos e o planeamento das necessidades de recursos, bastando para tal recorrer ao planeamento do módulo.

Este procedimento permite associar um ou mais artigos personalizados a uma determinada actividade. Estes artigos podem ser capazes de pôr em risco o cumprimento da data estabelecida para o final do projecto devido a tempos de entrega ou de fabrico bastante elevados. Logo, estes também podem ser referidos como materiais críticos.

Por isso, e para estes artigos em especial, o MRP vai sugerir ordens planeadas de fabrico e/ou de compra, de maneira que o ou os módulos de cada actividade fiquem prontos dentro das suas datas limites.

5.4.3 Implementação

A implementação do planeamento em *Baan* ficou estagnada na altura em que se tentou fazer a agregação das operações às actividades, para permitir o acompanhamento de cada um dos projectos.

Apesar de quase todas as operações serem referentes a artigos filho, a ordem de fabrico é relativa somente ao artigo pai, encontrando-se indexadas a este as operações de todos os seus artigos filho. Assim, as horas de fabrico debitadas por um operário numa ordem de fabrico, mas referentes a uma operação pertencente a um artigo filho, não entram para a contabilização da percentagem concluída da actividade a que a operação se encontrava agregada. Não permitindo o acompanhamento de projectos de uma forma directa através do *Baan*.

Segundo especialistas em Baan da EFACEC DT, o problema reside no facto de quando operações referentes a artigos filho serem indexadas ao artigo pai, a agregação que essas mesmas operações possuíam relativamente a determinadas actividades desaparece.

Portanto, para a implementação do planeamento de projectos no *Baan* ser uma realidade, basta ultrapassar este último obstáculo. Podendo assim ser dado um passo importante para que o planeamento da produção fique totalmente integrado no ERP em causa.

6 Controlo da Produção

A determinada altura, o estagiário passou a realizar funções de controlo da produção tanto ao nível da sua actualização e quantificação semanal em aplicações de *Microsoft Excel*, como ao nível do *Baan*.

6.1 Controlo da Produção Semanal

Este era um trabalho de actualização semanal tanto ao nível da produção realizada como dos atrasos. Com a sua execução foi permitido ao estagiário entrar em contacto com a realidade produtiva de uma unidade industrial, possibilitando-lhe percepcionar a forma como se processa a produção de uma unidade fabril da envergadura e com a variedade que a da EFACEC DT possui.

No final de cada dia de produção, o chefe de equipa de cada secção tem a responsabilidade de disponibilizar numa folha de cálculo em *Microsoft Excel*, partilhada por todos os chefes de equipa e o chefe de fabrico, a produção que a sua secção ou secções realizaram nesse mesmo dia, ficando nesse ficheiro a produção diária de cada uma das equipas. As equipas da produção dos imersos são a bobinagem BT, a bobinagem AT, o corte de chapa magnética, a montagem, a construção soldada e os acabamentos. E dos PowerCast é a bobinagem AT, o vazamento, a montagem e os acabamentos.

O controlo da produção semanal consiste no tratamento e análise da produção de cada secção, realizada na semana imediatamente anterior. Assim, no início de cada semana era determinado o registo diário da produção e os atrasos acumulados da semana anterior.

6.1.1 Registo Diário da Produção

O registo diário da produção é um ficheiro em *Microsoft Excel*, que para além de conter a produção diária de cada uma das equipas, também possui gráficos com a evolução da produção de cada equipa ao longo das semanas, sendo a sua actualização semanal, a partir daquele momento, realizada pelo estagiário.

6.1.2 Atrasos

O ficheiro em *Microsot Excel* do registo dos atrasos que também era actualizado todas as semanas, possui uma folha de cálculo dividida cronologicamente em semanas. Cada uma das semanas de produção encontra-se seccionada nas diferentes equipas constituintes da linha de produção dos transformadores imersos. Assim, para cada semana e para cada equipa, era registada a produção planeada, prevista no plano da produção semanal para essa mesma semana. O algoritmo a cumprir para a finalização da actualização deste ficheiro era o seguinte: recorrendo ao ficheiro do registo diário da produção, determinava-se para cada equipa a quantidade produzida das ordens de fabrico abrangidas por essa mesma produção, para numa fase seguinte, se retirar essa quantidade produzida, dos atrasos da semana em que essa mesma produção tinha sido planeada para essa equipa, mas que ainda não tinha sido realizada.

Só existia um controlo absoluto dos atrasos e do estado de cada ordem de fabrico, relativamente aos transformadores herméticos. Foi então que, o estagiário desenvolveu um ficheiro em *Microsoft Excel*, constituído por "Macros" feitas em VBA, que permite controlar as ordens de fabrico dos PowerCast de uma forma automatizada. Para a actualização dos atrasos dos PowerCast, era então necessário, tal como se passava nos transformadores imersos, actualizar para a semana em causa a quantidade a produzir para cada equipa. Para além disso também era imprescindível, registar numa folha de cálculo desse mesmo ficheiro, a produção diária de cada equipa durante a semana em causa. Assim, a aplicação, com estes dados inseridos, transmitia-nos para cada secção, os atrasos de cada ordem de fabrico, os atrasos acumulados e os atrasos totais. Para cada ordem de fabrico também nos dizia a ou as semana(s) planeada(s) de produção para cada uma das equipas, bem como em que semana(s) é que essa produção se realizou e as respectivas quantidades. Finalmente, disponibilizava um gráfico com a evolução dos atrasos de cada equipa.

Passou assim a ser possível ter um outro controlo para a produção dos PowerCast, sem ser necessário todas as semanas efectuar manualmente um algoritmo similar ao do controlo da produção dos imersos, anteriormente referido.

6.2 *Controlo da Produção no Baan*

Como já foi referido, a EFACEC DT possui um sistema informático, o Baan, que integra todos os sectores da empresa, desde o departamento dos aprovisionamentos ao sector dos comerciais, do gabinete de projecto ao fabrico, etc.

A conclusão de operações e de ordens de fabrico no *Baan* tem como principal objectivo informar os vários departamentos da empresa acerca do estado de cada uma das ordens de fabrico.

Estes procedimentos trazem várias vantagens, como por exemplo, o departamento dos aprovisionamentos poder tomar conhecimento que uma determinada operação de uma determinada ordem de fabrico já foi concluída, e assim executar as devidas acções em termos de controlo dos níveis de stocks.

O controlo da produção efectuado pelo estagiário no *Baan*, era composto por três partes: envio de transformadores para armazém, conclusão de operações e conclusão de Ordens de Fabrico.

6.2.1 Conclusão de Operações

O estagiário também tinha responsabilidades de conclusão de operações, mas apenas para a linha de fabrico dos PowerCast.

No ficheiro da produção diária, quando o chefe de equipa dos PowerCast concluía o último transformador ou bobina, dependendo do caso, em alguma das secções, previamente referidas, constituintes da linha de fabrico dos PowerCast, era então necessário concluir a respectiva operação no *Baan.*

Tiveram assim, de ser definidas à partida, as operações que se deviam concluir, quando cada uma das quatro áreas de produção principais era finalizada. Essas operações eram, respectivamente, Bobinagem AT; Vazamento Hedrich; Montagem Fases e Culassa; Inspecção Final.

O estagiário devia ter alguma atenção relativamente a alguns pormenores: para ordens de fabrico com quantidades de transformadores elevadas, a conclusão das operações devia ser parcial, ou seja, não devia esperar que todos os transformadores sofressem uma determinada operação para dar a operação como concluída. Por exemplo, numa ordem de fabrico de 20 transformadores, convinha que o departamento de aprovisionamentos não tivesse que esperar que todas as bobinas dessa mesma ordem estivessem vazadas para ter uma nova indicação do estado dessa operação. Este devia possuir informações parciais, o mais em tempo real possível dos consumos gerados nessa operação. Logo, neste caso, quando estivessem 30 bobinas vazadas, o estagiário devia concluir 10 transformadores, na operação Vazamento Hedrich; A operação dos Acabamentos podia ou não, ser concluída, uma vez que ao dar-se uma ordem de fabrico como concluída, todas as operações que a compusessem também eram dadas como finalizadas.

6.2.2 Envio de Transformadores para Armazém

O procedimento no *Baan* de envio de transformadores para armazém dos produtos acabados tinha como objectivo que os comerciais tivessem conhecimento que esses transformadores já se encontravam (quase) prontos e que se poderia começar a dar seguimento à burocracia necessária para a expedição desses mesmos transformadores.

O estagiário passou a ser o responsável por essa acção que consistia na geração de um lote no *Baan* para cada transformador a enviar para armazém. A designação desse lote teria de ser exactamente igual à do transformador em causa, por exemplo L000325.03, seria a designação do lote do transformador número três da Ordem de Fabrico FCL000325.

A altura em que este procedimento deveria ocorrer dependia se os transformadores a enviar para armazém fossem de Stock ou de Cliente.

Se fossem de Stock, a altura em que eram enviados para armazém dependeria do tamanho da Ordem de Fabrico em que estes estavam inseridos. No caso de Ordens de Fabrico de quantidades elevadas, o envio de transformadores para armazém era feito à medida que estes fossem sendo concluídos. Enquanto que nos outros casos esse mesmo loteamento só era realizado quando a Ordem de Fabrico ficasse concluída.

Caso os transformadores fossem do tipo Cliente, a altura da realização deste procedimento era diferente. Todas as semanas realizava-se uma reunião onde para cada ordem fabrico a ser concluída parcialmente ou totalmente nessa mesma semana ou na seguinte, era dado a conhecer quais os transformadores a serem acabados e a respectiva semana. Estes transformadores a serem acabados eram então enviados para armazém.

Em ambos os casos previamente referidos, o envio de transformadores para armazém de uma determinada ordem de fabrico ocorria muitas vezes de uma forma faseada, em vez de suceder de uma só vez. Assim, aquando da execução deste procedimento, se o valor da *Quantidade Entregue* fosse diferente de 0, então o estagiário via-se obrigado a recorrer a uma outra sessão (Implosão de Lotes), para verificar os lotes que já se encontravam no armazém dos produtos acabados no *Baan* e evitar que o mesmo lote fosse gerado duas vezes e que os dados do sistema ficassem corrompidos.

6.2.3 Conclusão de Ordens de Fabrico

Enquanto que no caso da conclusão de operações, as responsabilidades do estagiário ficavam restritas à produção dos PowerCast, a conclusão de ordens de fabrico, devia ser consumada, tanto para os PowerCast, como para os imersos. A conclusão de uma Ordem de Fabrico era concretizada quando o chefe de equipa dos acabamentos também tivesse dado a ordem como concluída e todos os transformadores dessa mesma Ordem de Fabrico já tivessem passado pela Inspecção Final.

Neste momento, como foi referido na parte do envio de transformadores para armazém, caso a Ordem de Fabrico fpse de Transformadores de Stock, os que a compunham

e que ainda não tivessem sido enviados para o armazém dos produtos acabados do Baan, tinham então que ser submetidos a esse procedimento.

Também foi realizado um manual de *Baan* para os chefes de equipa, que incluísse os procedimentos que estes têm necessidade de executar neste *software,* nomeadamente, a conclusão de operações e de ordens de fabrico, este último módulo apenas para o chefe de equipa dos *PowerCast* e da equipa dos acabamentos finais dos transformadores imersos. Este manual, que se encontra em anexo, tenta ir de encontro às necessidades dos seus receptores. Logo, o seu desenvolvimento baseou-se no uso de linguagem corrente, e em termos visuais tentou-se tornar o manual o mais amigável e simples possível.

7 Bases de Dados

Apesar de só se encontrar prevista a realização de uma base de dados, para gestão dos armazéns automáticos, houve ainda oportunidade para a realização de uma outra base de dados, para gestão da secção do corte de chapa magnética.

7.1 Armazéns Automáticos

Para o controlo dos materiais armazenados nos armazéns automáticos, foram definidos os seguintes requisitos:

- Permitir pesquisas de materiais;
- Possibilitar reservas de posições no armazém automático;
- Facultar impressões de pesquisas e da listagem de todas as posições;
- Facilitar a requisição e a armazenagem de materiais;

A aplicação foi construída em *Microsoft Access* em conjunto com o VBA de maneira a ser alcançado um resultado final que melhor se adequasse às necessidades de funcionamento para esta.

Segue-se uma descrição das principais funcionalidades desta base de dados.

Em termos de segurança, para se ter acesso à aplicação, o utilizador necessita de digitar correctamente a palavra-chave. Caso tal aconteça, é aberto um formulário denominado como "Menu Principal", com botões de acesso rápido à requisição e à armazenagem de materiais, bem como à listagem de todas as posições presentes no armazém. Ainda se encontra presente um outro botão, que permite a realização de pesquisas.

Quando pressionado o botão "Requisitar Material", aparece no visor uma caixa de entrada de dados, a perguntar qual o material desejado. Graças à utilização da expressão *"LIKE"* é feita uma selecção de todas as posições cujo conteúdo contenha a letra, palavra ou expressão inserida nessa caixa de entrada de dados. Para apresentação do resultado da selecção abre-se automáticamente um novo formulário e fecha-se o "Menu Principal". No formulário, perante a listagem fornecida, o utilizador pode requisitar o material que realmente

deseja. Este procedimento para ter seguimento tem de ser validado através de uma confirmação, tentando evitar possíveis erros

No caso da selecção do botão "Armazenar Material", para além de fechar o "Menu Principal", abre-se um outro formulário, onde se encontra uma listagem de todas as posições que estão disponíveis para armazenagem de novos materiais. Quando a posição desejada é seleccionada, aparece uma outra caixa de entrada de dados na qual se insere o material a armazenar. Este procedimento, tal como no caso anterior, para ser validado também tem de ser confirmado.

Outra opção presente no "Menu Principal" é "Listar Posições", que quando executada, abre um outro formulário onde estão presentes todas as posições do armazém, complementadas com informações a seu respeito. Esta listagem, pode ser impressa através de um relatório se tal for o desejo do utilizador. Fazendo duplo clique sobre cada uma das posições, é aberto um outro formulário onde é possível editarem-se as propriedades dessa mesma posição. Caso se efectue alguma alteração, o registo deve ser guardado, recorrendo ao botão "Salvar Registo". Nesta altura, o campo da data, passa a ter o valor da data em que a alteração foi realizada. Há restrições relativamente à alteração de determinadas propriedades de certas posições, pois por exemplo, não é viável que se altere o estado de uma posição que seja um ponto de carga e descarga de paletes. Nestes casos a aplicação emite um aviso ao utilizador acerca dessa impossibilidade.

Finalmente, como última opção presente no menu inicial temos a pesquisa. Esta pode ser realizada através de cinco campos presentes no formulário respectivo. Os campos são posição, conteúdo, data, estado e reserva. Caso a posição seja um dos campos a pesquisar, os outros deixam de interferir na pesquisa, uma vez que há uma e uma só posição com o mesmo número. Uma pesquisa através do conteúdo, utiliza a função "*LIKE*", anteriormente descrita. Caso o utilizador pretenda realizar uma pesquisa filtrada pela data, nos resultados dessa mesma pesquisa, vão ser seleccionadas todas as posições com uma data posterior à pretendida, ou seja, todas as posições cuja última alteração de alguma das suas características tenha ocorrido numa data mais recente do que a pretendida pelo utilizador.

A pesquisa pelas caixas de selecção "Estado" e "Reserva" é semelhante, pois o utilizador é forçado a incluir na sua pesquisa os valores, presentes nessas caixas de texto, que vão filtrar todas as posições que tenham como estado e como reserva, valores iguais aos seleccionados. No formulário onde são listados os resultados da pesquisa, seleccionando a posição desejada, também é possível abrir o formulário já mencionado, onde se editam as características dessa posição.

7.2 *Corte de Chapa Magnética*

A outra base de dados criada pelo estagiário para a EFACEC DT teve a designação de "Gescor", pois pretendia ser uma base de dados para a gestão de cortes de chapa magnética.

O seu principal objectivo era dotar o sector da chaparia com um sistema de gestão de stocks para o parque das serpentinas e efectuar o registo da chapa utilizada em cada Ordem de Fabrico. Para alcançar este objectivo, o programa *Microsoft Access* juntamente com o VBA foi considerado como a melhor ferramenta, pois permitia a obtenção do nível de automatização desejado para a aplicação.

A construção da base de dados baseou-se num conjunto de módulos definidos à partida.

O primeiro módulo era o da entrada da matéria-prima e pretendia que fosse possível a consulta do parque de rolos mãe existente e respectivos dados associados. Os dados de entrada pretendidos eram o fornecedor do Rolo de Origem, o número do Rolo de Origem, o peso do Rolo de Origem, a largura do Rolo de Origem e a data de entrada desse mesmo rolo. Estes tinham a sua origem numa lista com os rolos mãe provenientes de fornecedores, fornecida pelo pessoal do Armazém. Cada Rolo de Origem teria de estar associado a um dos seguintes estados: livre, cortado ou rejeitado. Como resultado, teria que ser possível realizar uma listagem e respectiva impressão dos diferentes Rolos de Origem.

A segunda parte da base de dados tinha como objectivo a definição do plano de corte para cada Rolo de Origem e a respectiva emissão de etiquetas para cada uma das serpentinas que tivessem a sua origem nesse corte. Para a obtenção desta funcionalidade seria necessário que na altura em que se efectuassem os cortes nos Rolos de Origem, de acordo com o plano definido pela produção, a Base de Dados solicitasse o número do Rolo de Origem a ser cortado, o plano de corte constituído pelas diferentes larguras das serpentinas a serem geradas e a data desse mesmo corte. A Base de Dados teria de definir o número, o peso e a largura de cada uma das serpentinas, de maneira a estes dados estarem presentes na emissão das etiquetas das serpentinas.

O terceiro módulo da Base de Dados abrangeria o stock de serpentinas e a sua utilização na GEORG, a máquina que realiza o corte das serpentinas e forma os circuitos magnéticos a serem utilizados nas Ordens de Fabrico. Portanto, a Base de Dados deveria ser capaz de fornecer uma listagem das serpentinas, que iria crescendo com a sequência de planos de corte. Também devia permitir a introdução de informação de utilização das mesmas, alterando sempre que necessário o seu estado (livre, usada, reservada e rejeitada). Na GEORG seria dada entrada do número da serpentina a ser utilizada no corte. Sempre que a serpentina a cortar tivesse o estado livre (virgem) passaria automaticamente a usado. Nesta mesma parte da Base de Dados deveria ser possível consultar o stock de serpentinas. Este stock seria somente formado pelas serpentinas em estado livre. A associação das serpentinas ao circuito magnético em cujo corte foram utilizadas deveria também ser uma funcionalidade da aplicação em causa, visto que este seria um aspecto fundamental no rastreio de possíveis problemas. Para tal, definiu-se que para além de ser necessária a introdução do número da serpentina a cortar, o número do transformador para o qual se destinaria o circuito magnético a fabricar, também teria de ser inserido na Base de Dados.

Depois da correcta explanação dos requisitos da base de dados, o estagiário começou a definir a aplicação através do desenvolvimento do primeiro módulo que tinha por base o armazém de rolos mãe de chapa magnética.

Este módulo ficou composto por duas partes: entrada de rolos mãe e respectiva consulta. No formulário de entrada de novos rolos mãe provenientes de fornecedores é obrigatório ao utilizador a inserção de todos os dados considerados como fundamentais para uma correcta identificação dos respectivos rolos mãe, caso contrário aparece uma caixa de mensagem a avisar que o utilizador tem de preencher todos os campos, mantendo-se a aplicação no mesmo formulário para que o utilizador possa inserir os dados que lhe faltam. Como usualmente na EFACEC DT chegam vários rolos mãe de chapa magnética de um mesmo fornecedor no mesmo carregamento, a entrada dos dados desses mesmos rolos na base de dados costuma ser feita de forma sequencial. Assim, foi necessário realizar um subformulário nesse mesmo formulário no qual se encontrava uma listagem dos rolos mãe que iam sendo inseridos, de maneira a não ocorrerem erros tais como a não inserção de um determinado rolo mãe e/ou a duplicação de um determinado registo. A parte da consulta dos rolos mãe é constituída por uma listagem de todos os existentes na base dados e por uma pesquisa, do tipo da referida previamente na base de dados dos armazéns automáticos, na qual através da definição dos valores de um conjunto de campos, nomeadamente número do rolo, largura, data de entrada, fornecedor e estado, os rolos mãe cujas características correspondam a esses valores são seleccionados e apresentados num relatório que possibilita a impressão do resultado obtido. Este relatório agrupa os resultados por fornecedor e dentro de cada fornecedor pela largura dos rolos. Para cada rolo aparece o seu peso e no final deste mesmo relatório encontra-se o peso total de todos os rolos seleccionados na pesquisa.

O segundo módulo corresponde ao corte de rolos mãe de chapa magnética em serpentinas de diferentes larguras e é organizado na definição do plano de corte a realizar, na consulta das serpentinas existentes e na impressão de etiquetas. Na definição do plano de corte, depois de ter sido seleccionado o rolo mãe a ser cortado, aparece automaticamente a sua largura e peso e os campos onde se definem as sete larguras pretendidas para as serpentinas a serem geradas pelo corte. O peso de cada uma delas é gerado simultaneamente (através da relação da sua largura, com a largura e o peso do rolo mãe) bem como a sua identificação, composta pelo número do rolo mãe e o número da serpentina no respectivo corte (este número vai de 1 a 7, pois este é o número máximo de serpentinas a serem geradas em cada corte). À medida que estas vão sendo definidas existe um campo que transmite ao utilizador, em cada momento, a sobra que será originada pelo plano de corte em causa. Caso esse valor seja inferior a 7, valor mínimo para a sobra de um corte de rolos mãe, o valor do campo fica vermelho e aparece um aviso no formulário respectivo a mencionar que esse valor é demasiado reduzido. Normalmente, para cada plano de corte são cortados vários rolos mãe, uma vez que a máquina responsável por essa operação envolve um longo tempo de preparação. Por essa razão, à medida que os rolos mãe são "cortados" em cada plano de

corte, são adicionados a um subformulário de maneira a transmitir ao utilizador os rolos mãe já "cortados" nesse mesmo plano. Quando um ou mais rolos mãe são cortados segundo um determinado plano e se pretende cortar um novo rolo segundo um outro plano, sem o relatório do primeiro plano de corte ter sido impresso, a aplicação emite uma caixa de mensagem onde avisa que o relatorio ainda não foi impresso, dando a hipótese ao utilizador de prosseguir para um novo corte ou abortar esse mesmo procedimento. A impressão do relatório é importante, pois neste encontram-se várias informações necessárias para a actualização do *Bann*, nomeadamente o peso total e a largura dos rolos cortados, a identificação e características de cada um dos rolos cortados, a largura e o respectivo peso de cada uma das serpentinas e somatório do peso total destas e o peso da sobra. A segunda parte deste módulo, da consulta de serpentinas, tem uma estrutura em tudo similar à já descrita para a pesquisa dos rolos mãe. A secção da impressão das etiquetas para as serpentinas começa com a selecção do rolo mãe cujo corte deu origem a estas. Segue-se uma listagem dessas mesmas serpentinas com uma opção para a impressão das respectivas etiquetas. A formatação destas foi realizada através de uma opção específica que o *Microsoft Access* engloba e de maneira que cada podesse incluir o conjunto de informações pretendidas, tal como o seu número, o seu peso,...

O terceiro módulo, do corte transversal das serpentinas de chapa magnética em circuitos magnéticos, engloba duas partes distintas, o corte transversal de serpentinas e o histórico das Ordens de Fabrico no que concerne ao uso de serpentinas na formação dos seus cm's.

No formulário em que se define o corte transversal das serpentinas escolhe-se em primeiro lugar, de uma caixa de combinação, a Ordem de Fabrico cujo cm vai ser cortado. Neste formulário também se encontra uma listagem de todas as larguras possíveis para as serpentinas. Quando se selecciona a largura desejada para a serpentina a ser cortada aparecem automáticamente as serpentinas com essa mesma largura e com o estado de "usada" ou "livre". Como no corte de cm's só se começa a usar uma serpentina virgem caso a serpentina "usada" tenha entretanto sido totalmente gasta então, em cada momento, para cada largura só há uma única serpentina com o estado de "usada". Logo, quando se usa uma serpentina "livre" para o corte do cm, a serpentina com a mesma largura e que se encontrava com o estado de "usada" passa a "gasta", desaparecendo automaticamente da listagem das serpentinas disponíveis para essa largura. Sempre que uma serpentina é escolhida para formar o cm de uma determinada Ordem de Fabrico (OF) é adicionada a uma listagem presente neste mesmo formulário, na qual se encontram as serpentinas seleccionadas para serem usadas nessa mesma OF. A outra parte deste módulo consiste na verificação do histórico das OF's, na qual após se seleccionar a OF pretendida, já "cortada", é imediatamente gerada a lista das serpentinas, identificadas pelo seu respectivo número, utilizadas na formação dos respectivos cm's. Pelo número da serpentina é possível saber qual o número do rolo mãe dessa serpentina e assim efectuar-se posteriormente uma pesquisa para se poder, por exemplo, averiguar o nome do seu fornecedor.

8 Conclusões

O projecto não se ficou pelos objectivos inicialmente traçados, uma vez que devido ao aparecimento de outras oportunidades de aplicação de conhecimentos em várias áreas, o estágio ficou bastante enriquecido, possibilitando:

- Conhecer o processo de fabrico, a fábrica de um grande grupo tecnológico e a respectiva realidade produtiva envolvente;
- Adquirir uma visão abrangente de uma empresa;
- Desenvolver a capacidade de análise crítica e de inovação.

A sistematização dos fluxos produtivos forneceu à empresa uma oportunidade de repensar os seus processos e uma atitude de melhoria contínua.

O desenvolvimento de implantações realizado pelo estagiário possibilitou à empresa nova visão não só para a sua planta fabril, mas também para a unidade a ser construída na África do Sul.

A implementação do planeamento em *Baan,* permitiu ao estagiário um primeiro contacto com um ERP de uma grande empresa, bem como a definição de um caminho para a total implementação deste módulo.

A implementação de ferramentas informáticas apesar de ter implicado um investimento de recursos humanos permite aliviar as pessoas das tarefas rotineiras e libertá-las para um nível superior de análise e decisão.

9 Bibliografia

AQUILANO, Nicholas J. (1998);*Gestão da Produção e das Operações*; Monitor;

Vollmann, Thomas E. (1997); *Manufacturing Planning and Control Systems*; McGraw-Hill;

Apontamentos da cadeira de Informática Industrial; Sistemas de Informação; e Gestão da Produção e dos Materiais da licenciatura em Gestão Engenharia Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto;

Sítios na Internet

http://www.inf.ufrgs.br

http://www.qad.com

http://www.objres.com/html/erp_case_studies.htm

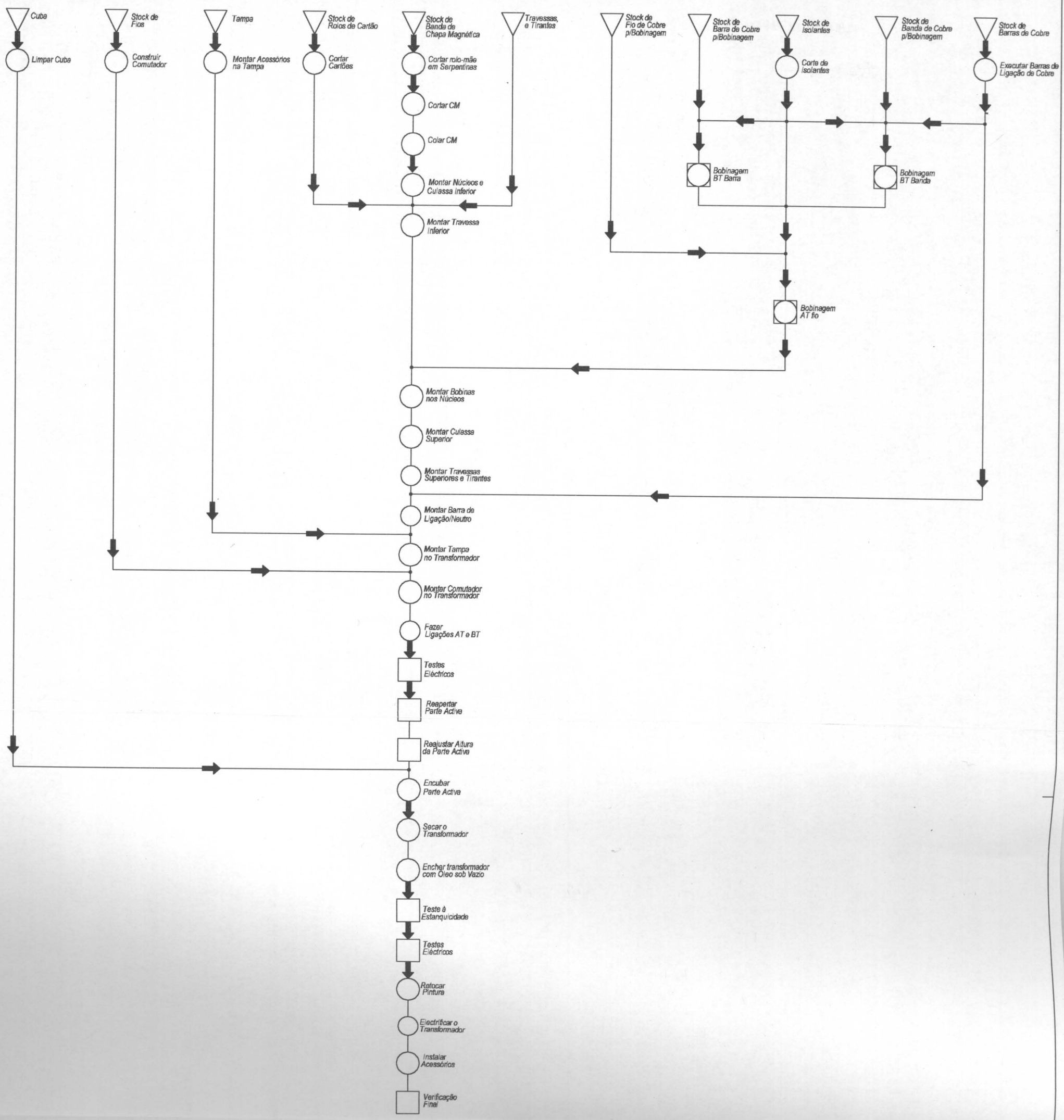
http://www.erp.im.fju.edu.tw

10 Anexos

10.1 Diagramas de Processos Fabris

10.1.1 Transformadores de Distribuição Imersos em Óleo

10.1.2 Transformadores de Distribuição Secos



OPERAÇÃO/AUTOCONTROLO COM REGISTO

OPERAÇÃO/AUTOCONTROLO

ARMAZENAGEM

ESPERA

ENSAIO COM REGISTO

TRANSPORTE

Rev	Data	Designação / Designation	Des. Drw.	Verif. Chk.	Aprov. Appr.
	2003.04.04	ORIGINAL			

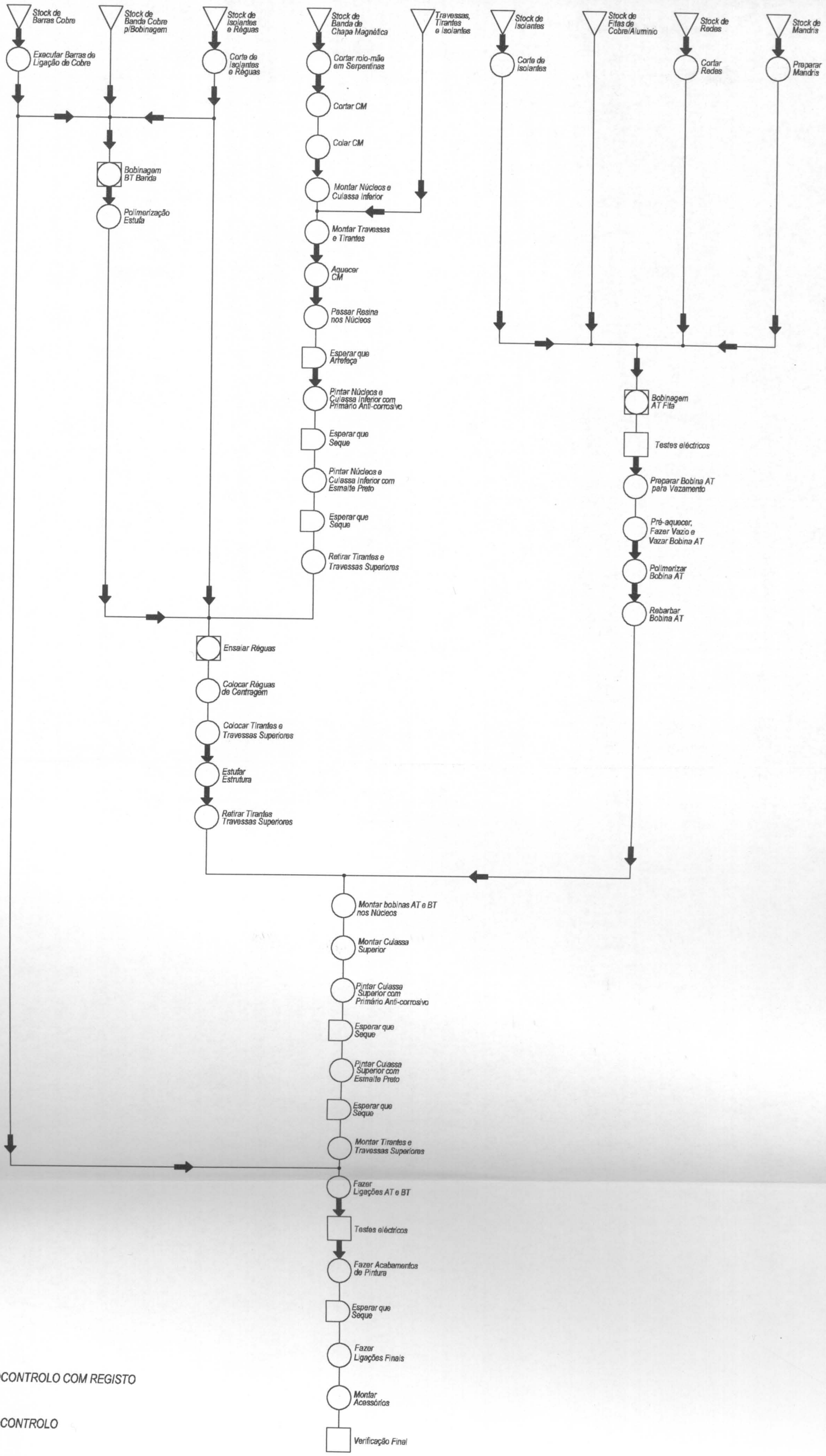
Revisões / Revisions

ESTE DESENHO É PROPRIEDADE DA EFACEC, NÃO PODENDO SER REPRODUZIDO, NO TODO OU EM PARTE, COMUNICADO A TERCEIROS, OU USADO PARA QUALQUER PROPÓSITO A NÃO SER O AQUI INDICADO, SEM SUA EXPRESSA AUTORIZAÇÃO.

THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF EFACEC AND HOLDERS CERTIFY THAT DISCLOSURE HAS BEEN LAWFULLY MADE TO THEM AND THAT ANY REPRODUTION, USE OR DISCLOSURE SHALL BE SUBJECT TO SPECIFIC PRIOR AUTHORIZATION.

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO - IMERSOS

EFACEC Energia, M.E.E.S.A. | Cliente / Client | Simb. ISO | Escala / Subst. | Folha/Sheet 1 / 1



OPERAÇÃO/AUTOCONTROLO COM REGISTO

OPERAÇÃO/AUTOCONTROLO

ARMAZENAGEM

ESPERA

ENSAIO COM REGISTO

TRANSPORTE

Rev	Data / Date	Designação / Designation	Des. / Drw.	Verif. / Chk.	Aprov. / Appr.
	2003.04.04	ORIGINAL			

Revisões / Revisions

ESTE DESENHO É PROPRIEDADE DA EFACEC, NÃO PODENDO SER REPRODUZIDO, NO TODO OU EM PARTE, COMUNICADO A TERCEIROS, OU USADO PARA QUALQUER PROPÓSITO A NÃO SER O AQUI INDICADO, SEM SUA EXPRESSA AUTORIZAÇÃO.

THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF EFACEC AND HOLDERS CERTIFY THAT DISCLOSURE HAS BEEN LAWFULLY MADE TO THEM AND THAT ANY REPRODUTION, USE OR DISCLOSURE SHALL BE SUBJECT TO SPECIFIC PRIOR AUTHORIZATION.

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO - SECOS

EFACEC Energia, M.E.E. S.A. — BRAVENERGY

Cliente / Client

Simb. ISO

Escala / Subst

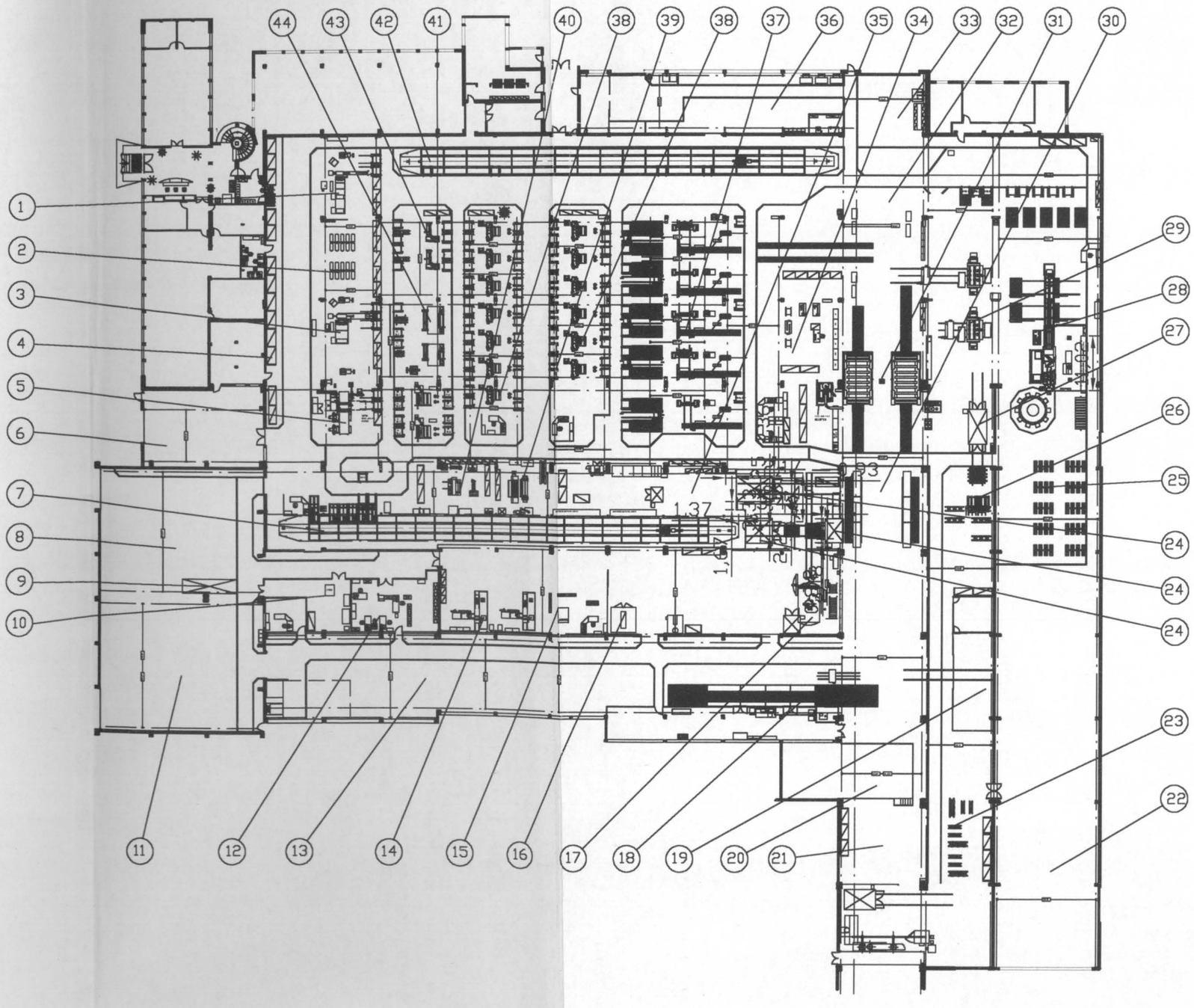
Folha/Sheet 1 / 1

10.2 Implantações

10.2.1 Implantação Actual EFACEC DT

10.2.2 Futura Implantação EFACEC DT

10.2.3 Implantação África do Sul



Rev	Data	Designação	Des.	Verif.	Aprov.
	2003.04.02	ORIGINAL			
Rev	Date	Designation	Drw.	Chk.	Acor.

Revisões Revisions

ESTE DESENHO É PROPRIEDADE DA EFACEC. NÃO PODENDO SER REPRODUZIDO, NO TODO OU EM PARTE, COMUNICADO A TERCEIROS, OU USADO PARA QUALQUER PROPÓSITO A NÃO SER O AQUI INDICADO, SEM SUA EXPRESSA AUTORIZAÇÃO.

THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF EFACEC AND HOLDERS CERTIFY THAT DISCLOSURE HAS BEEN LAWFULLY MADE TO THEM AND THAT ANY REPRODUTION, USE OR DISCLOSURE SHALL BE SUBJECT TO SPECIFIC PRIOR AUTHORIZATION.

LAYOUT FABRIL

EFACEC Energia, M.E.E. S.A.

PORTUGAL

Cliente / Client

Simb. ISO

Escala 1/600

Subst

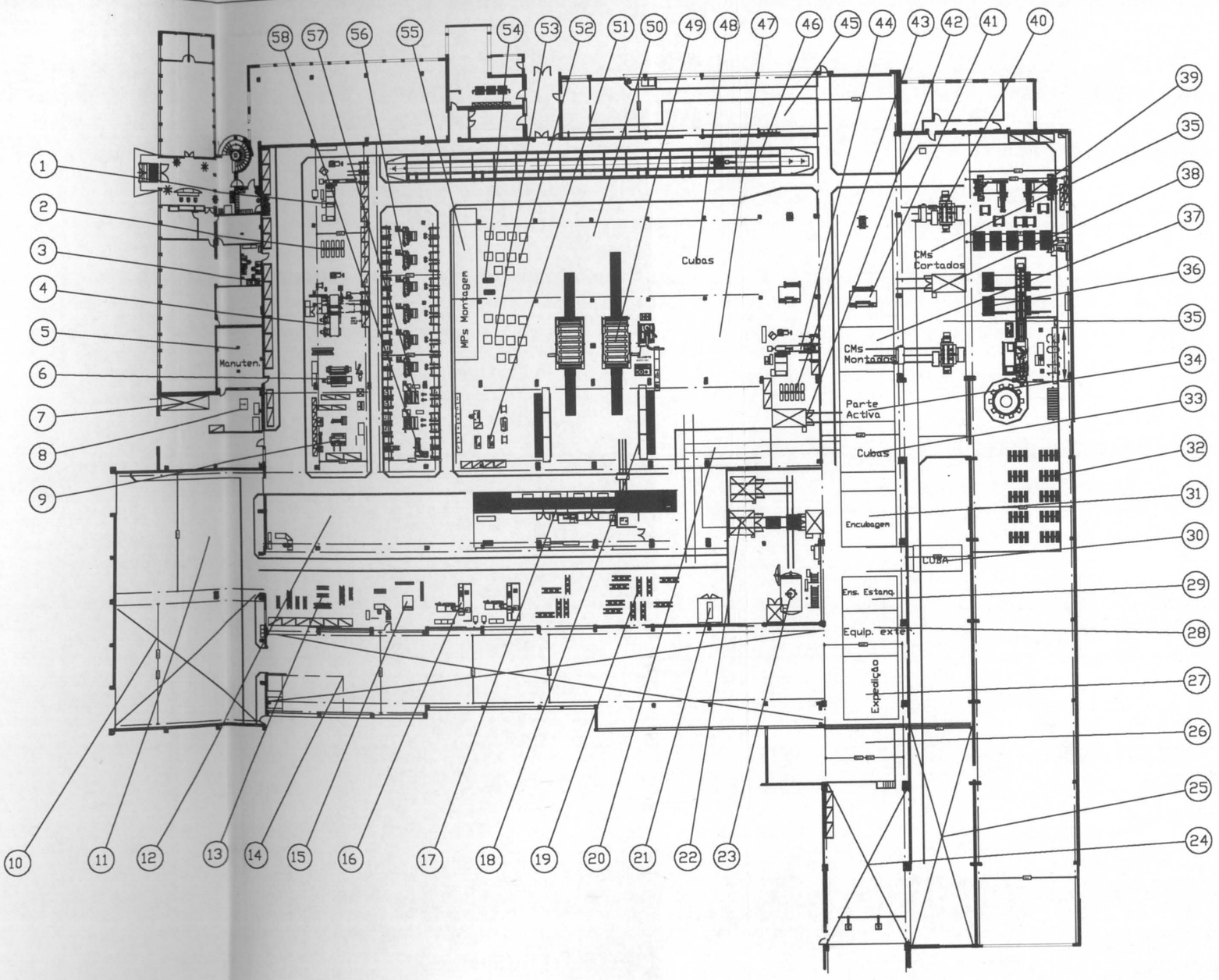
Folha/She 1/1

Titulo / Title

TRANSFORMADORES DISTRIBUIÇÃO
IMPLANTAÇÃO ACTUAL

Desenho / Drawing Nº 3DT039065

Rev



	2003.04.02	ORIGINAL				
Rev	Data	Designação		Des.	Verif.	Aprov.
Rev	Date	Designation		Drw.	Chk.	Acor.
		Revisões	Revisions			

ESTE DESENHO É PROPRIEDADE DA EFACEC. NÃO PODENDO SER REPRODUZIDO, NO TODO OU EM PARTE, COMUNICADO A TERCEIROS, OU USADO PARA QUALQUER PROPÓSITO A NÃO SER O AQUI INDICADO, SEM SUA EXPRESSA AUTORIZAÇÃO.

THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF EFACEC AND HOLDERS CERTIFY THAT DISCLOSURE HAS BEEN LAWFULLY MADE TO THEM AND THAT ANY REPRODUTION, USE OR DISCLOSURE SHALL BE SUBJECT TO SPECIFIC PRIOR AUTHORIZATION.

LAYOUT FABRIL

EFACEC Energia, M.E.E. S.A.
PORTUGAL

Cliente / Client

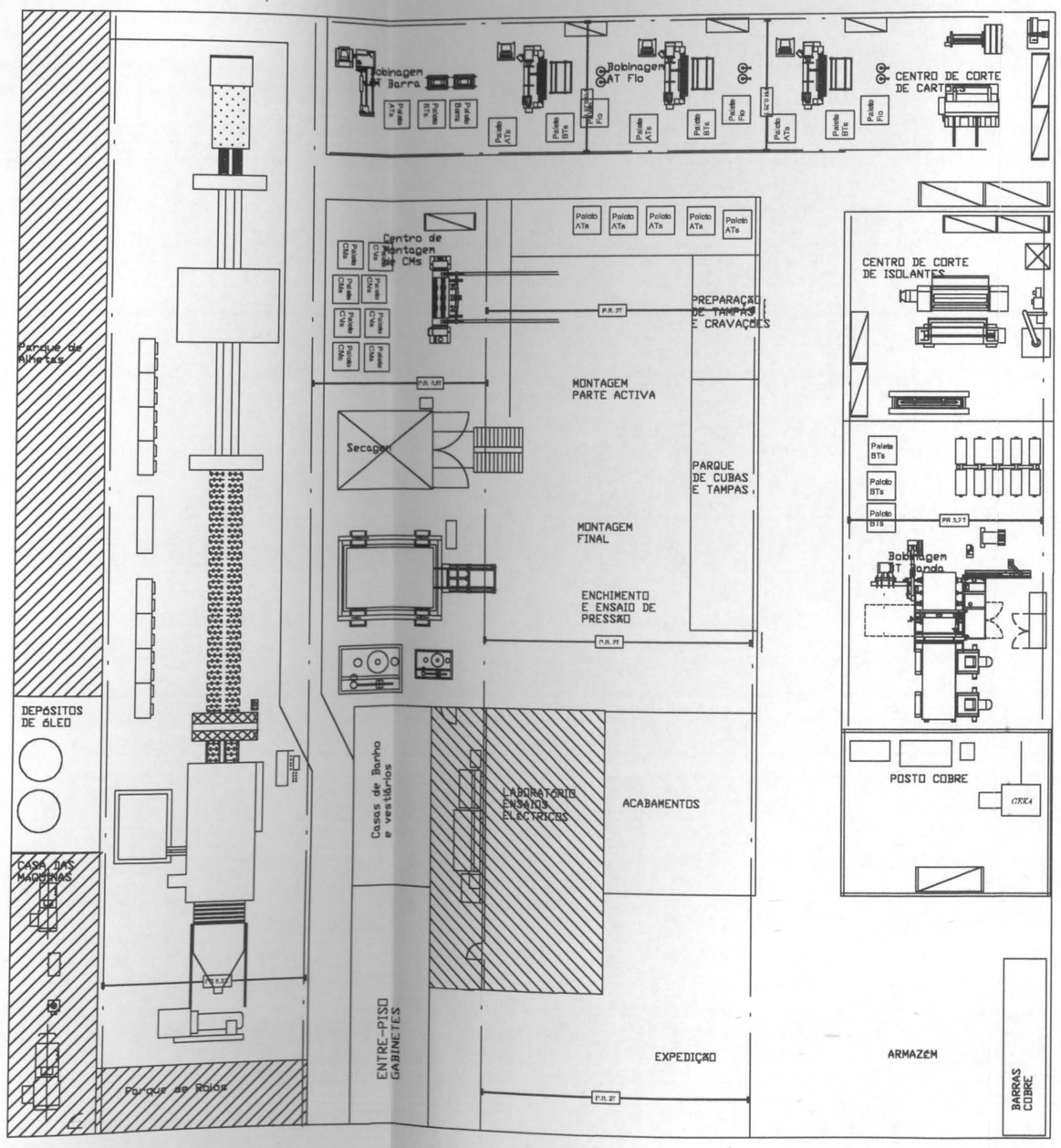
Simb. ISO

Escala 1/600 | Folha/She 1/1

Subst

Titulo / Title
IMPLANTAÇÃO DE MÁQUINAS
NOVA FÁBRICA DT

Desenho / Drawing Nº: 3DT039065 | Rev



50 TRANSF. / MÊS

BT - 8 bob / turno (1 op)
AT - 3 bob / turno (3 op)
MT - 3 TRF / turno (3 op)

ÁREAS (1477 m2)

Fab. Paineis Alhetas	297 m2
Montagem CM	36 m2
Corte Isolantes	95 m2
Bobinagem.	158 m2
Montagem	86 m2
Laboratório	90 m2
Acabamentos	35 m2
Expedição	78 m2
Armazém	89 m2

Rev	Data	Designação / Designation	Des. Drw.	Verif. Chk.	Aprov. Acor.
	2003.04.15	ORIGINAL			

Revisões / Revisions

ESTE DESENHO É PROPRIEDADE DA EFACEC, NÃO PODENDO SER REPRODUZIDO, NO TODO OU EM PARTE, COMUNICADO A TERCEIROS, OU USADO PARA QUALQUER PROPÓSITO A NÃO SER O AQUI INDICADO, SEM SUA EXPRESSA AUTORIZAÇÃO.

THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF EFACEC AND HOLDERS CERTIFY THAT DISCLOSURE HAS BEEN LAWFULLY MADE TO THEM AND THAT ANY REPRODUTION, USE OR DISCLOSURE SHALL BE SUBJECT TO SPECIFIC PRIOR AUTHORIZATION.

IMPLANTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA FÁBRICA DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

EFACEC Energia, M.E.E. S.A. — PORTUGAL

Cliente / Client: MARQOTT 2003

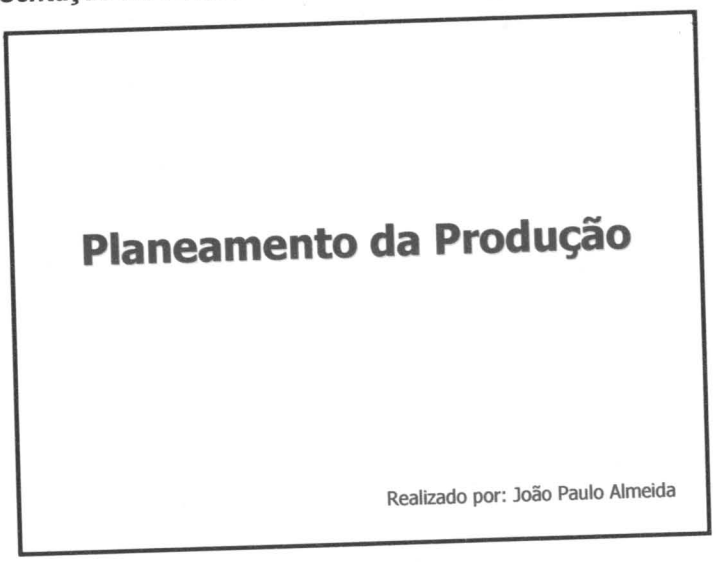
Simb. ISO

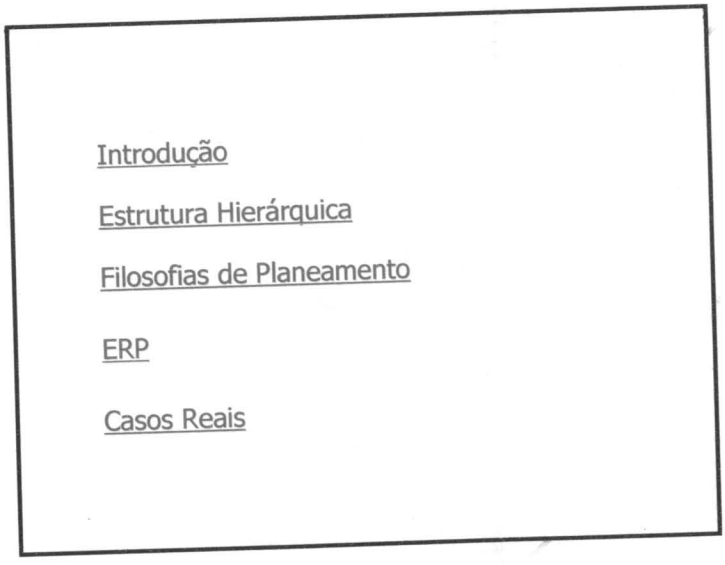
Escala: 1/200 | Subst | Folha/Sheet: 1/1

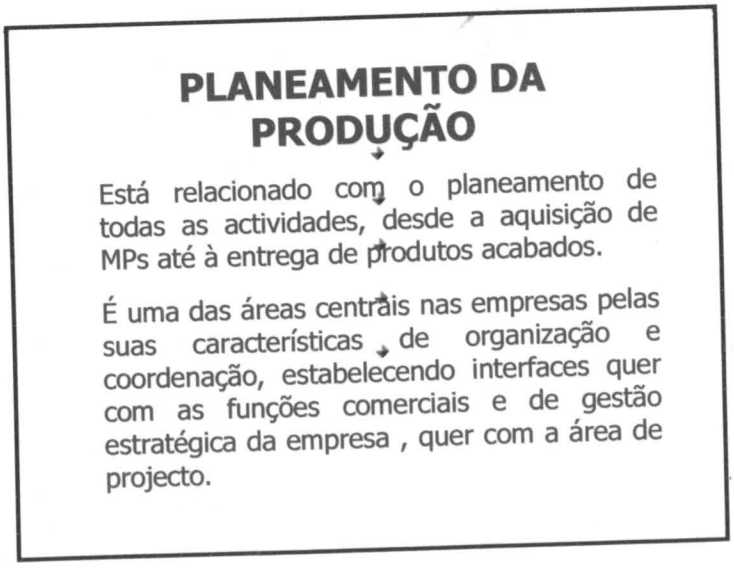
Titulo / Title: FÁBRICA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

Desenho / Drawing Nº: 3DT039065 | Rev

10.3 Apresentação de Planeamento da Produção







PLANEAMENTO DA PRODUÇÃO

Operações
- Programação da produção
- Fluxo da produção
- Produtividade do trabalho

Actividades de suporte
- Desenvolvimento de produtos
- Engenharia da produção
- Contabilidade de custos

PLANEAMENTO DA PRODUÇÃO

Recursos
- Instalações, equipamentos e mão de obra
- Capacidade de utilização
- Gestão do inventário

Medidas de performance
- Produtividade
- Eficiência
- Custos Operacionais

Objectivos

Servir clientes:
- ✓ Produto Certo
- ✓ Prazo Certo
- ✓ Preço Certo

Garantir utilização adequada dos recursos
(Materiais, Máquinas/Equipamento, Mão-de-Obra)

Na Prática:

- Definir correctamente as Quantidades e Tempos para a Aquisição/Produção de Materiais/Componentes;
- Especificar níveis adequados de recursos (capacidade de produção) de modo a permitir que se atinjam os objectivos da produção.

Funções Principais

Planeamento da capacidade de produção ("capacity planning")

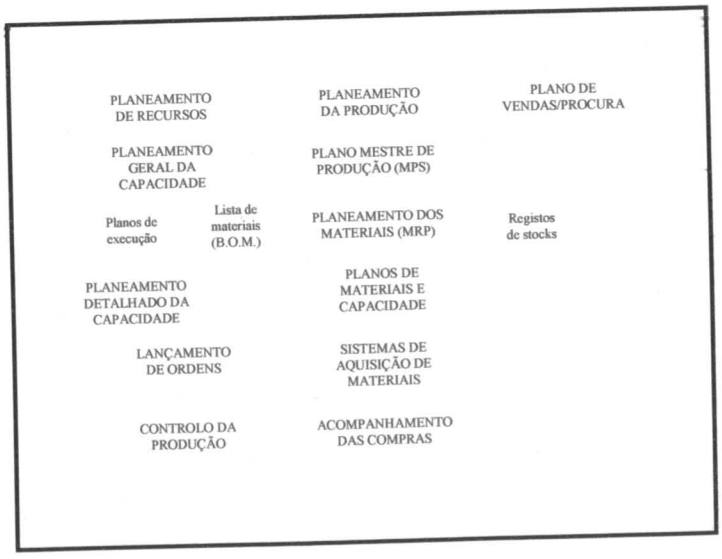
Planeamento dos materiais ("Materials Requirements Planning")

Programação das actividades ("Scheduling")

Estrutura Hierárquica

Normalmente podem-se considerar 3 níveis:

1. **Planos globais (Nível 1)**
   A partir de estimativas de vendas e capacidade de produção, é definido o volume de produtos acabados a produzir, satisfazendo os planos estratégicos da empresa.
2. **Planos detalhados (Nível 2)**
   Definição de planos individuais de utilização (capacidade) para cada unidade/grupo de produção.
3. **Execução (Nível 3)**
   Programação em tempo real (*"scheduling" dinâmico*) das actividades de produção.



Estrutura Hierárquica

A organização das funções de planeamento da produção com níveis de detalhe crescente, à medida que nos aproximamos da sua implementação, é imposta normalmente:

- Pela **Evolução Dinâmica** das actividades e condições de funcionamento na produção (ex: avarias de máquinas, absentismo,...)
- Pela **Complexidade do Sistema,** tornando difícil a construção de modelos correctos
- Pela dificuldade em obter informações e soluções em **Tempo Útil**

Quanto mais próximo da realização das operações de produção se puder efectuar o planeamento, mais fiável e realista será.

Filosofias de Planeamento

MRP (Materials Requirements Planning)

MRP II (Manufacturing Resources Planning)

OPT (Optimized Production Technology)

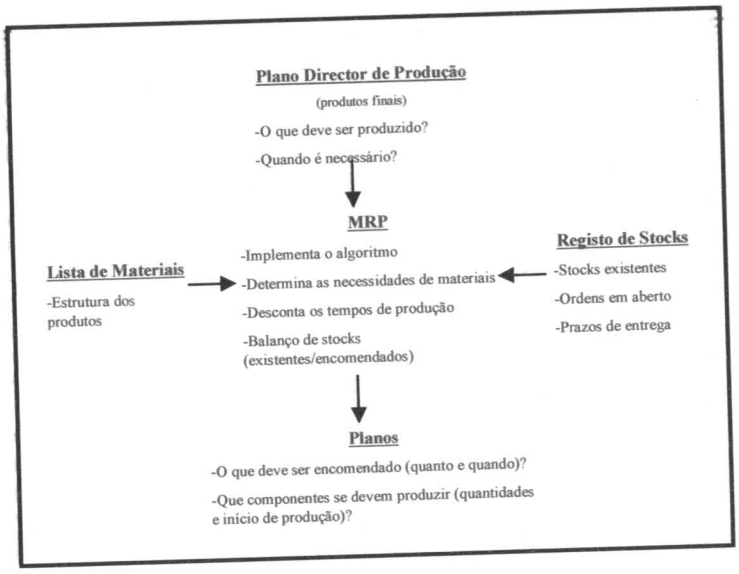
JIT (Just-In-Time)

MRP I/II

O MRP procura que a produção se realize apenas quando é necessária ⇒ procura dependente

Programação das actividades usando o método de "*Backward Scheduling*"

Tem como elementos básicos: o Plano Director de Produção, a Estrutura dos Produtos e o Inventário Mestre



MRP I/II

Tipo de indústria	Benefícios
Montagem para stock	Elevados
Fabrico para stock	Reduzidos
Montagem por Encomenda	Elevados
Fabrico por encomenda	Reduzidos
Produção por encomenda	Elevados
Processo	Médios

Evolução MRPI»»MRPII

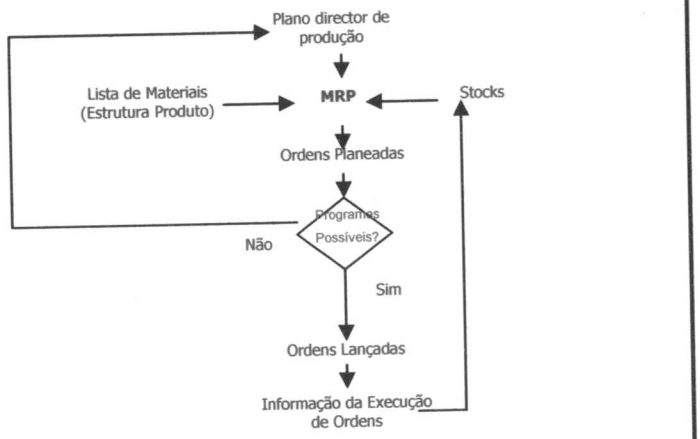
As principais diferenças entre o MRPI e o MRPII estão relacionadas com a existência de:

– Planeamento da Capacidade de Produção

É assumida capacidade ilimitada de produção. Mas se esta for ultrapassada, o sistema regista e comunica as sobrecargas, ficando a cargo do responsável do planeamento da produção o ajuste do Plano Director de Produção. É assim possível, testar diferentes alternativas no planeamento da produção.

– Criação de um Banco de Dados de Produção

Reunião de mais informação, podendo assim realizar outras funções do sector comercial, tais como, compras, previsões, processamento de vendas, etc.



JIT

Just-In-Time => *Produzir apenas quando necessário.* Ou seja, cada posto de trabalho da cadeia de fabrico deve produzir de acordo com as *encomendas* que lhe são colocadas pelo posto seguinte

Sistema *Pull* => Produção puxada de jusante

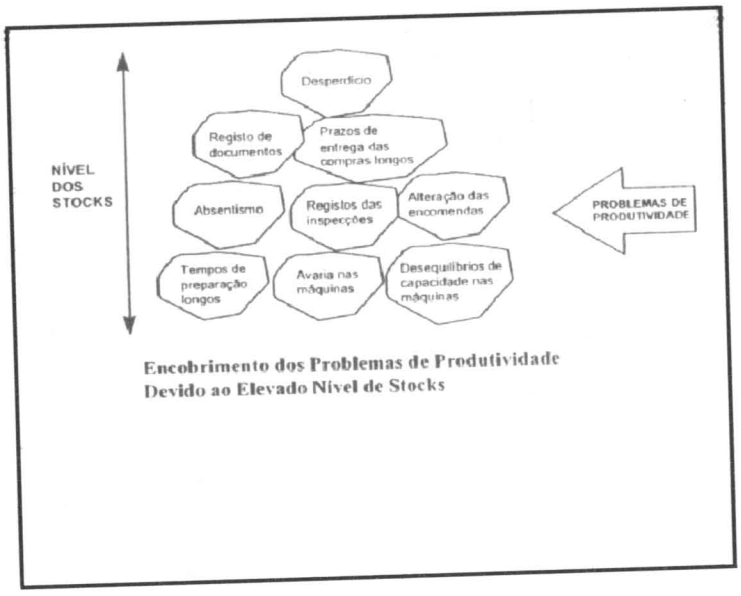
Produção regulada por 2 tipos de *Kanbans* (cartões), o *Kanban* de movimentação e o *Kanban* de Produção e por contentores de movimentação

Filosofia simples, mas mais adequada, quando a produção é repetitiva e a procura estável

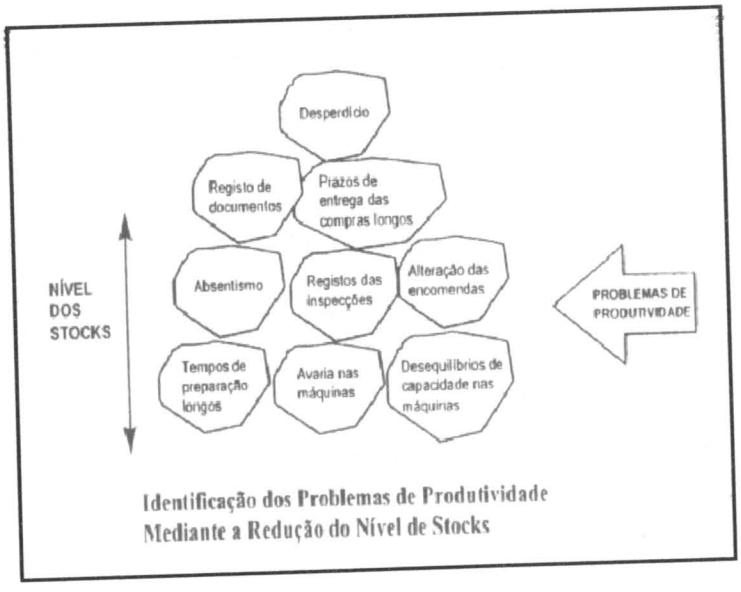
JIT

É acompanhada de uma análise global do sistema com o objectivo de:

- **Eliminar stocks e filas de espera**
- Equilibrar os postos de trabalho
- Racionalizar as implantações e os transportes
- Reduzir as séries de fabrico
- Diminuir tempos de set-up
- Eliminar avarias, atrasos, defeitos e absentismo



Encobrimento dos Problemas de Produtividade Devido ao Elevado Nível de Stocks



Identificação dos Problemas de Produtividade Mediante a Redução do Nível de Stocks

Implicações do JIT

Ao Nível do Planeamento Global (Nível 1):

- Definição de Planos Directores em termos de taxas de produção (ex. por hora, diária,...)
- Nivelamento da produção
- Previsão de vendas (produzir para satisfazer encomendas e não para stock)

Ao Nível do Planeamento Detalhado (Nível 2):

- Diminuição dos níveis a considerar na estrutura/lista dos materiais
- Diminuição das transações de produtos/materiais de armazéns

Diferenças entre MRP e JIT

	JIT	MRP
Objectivos Principais	-diminuir stocks -diminuir trabalhos em curso	- programar actividades
Planeamento	-curto prazo - *pull*	-médio prazo - *push*
Lotes de Fabrico	- determinados pela utilização de contentores de transporte	- variável
Lista de Materiais	- operações finais (montagens)	- precisão e detalhe fundamentais
Controlo das Operações	- normalmente diário	- intervalos maiores
Stocks	- nos centros de trabalho	- em armazéns
Fornecedores	- integração com fornecedores	- encomendas com prazos de entrega
Início dos Trabalhos	- Kanban	- planos detalhados por centro de trabalho

OPTIMIZED PRODUCTION TECHNOLOGY (OPT)

O OPT pretende combinar os aspectos positivos do MRP (a sua potência de planeamento) e do JIT (simplicidade, pequenas séries, baixos stocks,...)

A sua aplicação parece não trazer benefícios em áreas em que a gama/volume de produtos muda frequentemente.

Regras de OPT

- Balanceamento do fluxo de produção e não capacidade de produção (tal como em JIT)
- O nível de utilização de recursos que não são críticos, no escoamento da produção é determinado por outros factores e não pelo seu potencial
- Utilização e activação de um recurso não são sinónimos
- Uma hora perdida num *bottleneck,* representa uma hora perdida no tempo total de produção.
- Uma hora ganha num *non-bottleneck* é uma 'miragem'

Regras de OPT

- *"Bottlenecks"* determinam o nível de stocks e o tempo de passagem dos materiais pelo sistema
- O lote de transporte normalmente não deve ser igual ao lote de fabrico
- O lote de fabrico não deve ser fixo, mas variável
- Os planos de programação de actividades devem ter em consideração todas as restrições simultaneamente. O tempo total de produção depende da programação, não podendo, por isso, ser pré-determinado.

Elementos básicos do sistema OPT

1. Modelização do Sistema – tempo de preparação, sequência de operações, lista de materiais, previsões, stocks
2. Identificação das Actividades Críticas (*"Bottlenecks"*) – Simulação do Sistema
3. Separação do Sistema – Actividades Críticas (*"Bottlenecks"*) e Actividades Não-Críticas (*"Non-Bottlenecks"*)
4. Programação de actividades (*Scheduling*) – Lotes de Fabrico, Lotes de Transporte e Escalonamento das Operações de cada Produto no *Bottleneck*

Bottleneck → ***Forward Scheduling*** → ***Capacidade Limitada***

Non-Bottleneck → ***Backward Scheduling*** → ***Capacidade Ilimitada***

OPT e MRP

O OPT pode ser usado como uma extensão do MRP, com o propósito de identificar *"bottlenecks"* e maximizar o rápido escoamento dos produtos

MRP: balanceamento da capacidade e não do fluxo de trabalho

MRP: utilização o mesmo que activação de recursos

MRP: a divisão de lotes (fabrico e transporte) deve ser desencorajada

MRP: lotes e tempos de produção pré-determinados

OPT e JIT

Tal como JIT:

Permitem identificar pontos críticos do sistema, criando oportunidades de aumentar a eficiência do sistema.

Permitem a utilização de lotes mais pequenos e variáveis, reduzindo o trabalho em curso e os stocks

Diferente do JIT, mas mais parecido com o MRP:

Planeamento mais longo, que muitas vezes implica produzir, ou antecipadamente, ou para stock

O QUE É O ERP?

Enterprise Resource Planning (ERP) é um *Software* que foca a sua actividade na integração dos diferentes departamentos das organizações (p.ex, Finanças, Recursos Humanos, Produção, etc.) num único sistema informático integrado, com o objectivo de servir todas as diferentes necessidades desses mesmos departamentos.

O QUE É O ERP?

Tradicionalmente, os departamentos operavam em sistemas que tinham sido desenhados/optimizados para irem de encontro às suas necessidades específicas, originando sistemas heterogéneos que eram os usados nas suas actividades.

O *software* de ERP substitui esses sistemas por um *software* integrado, que continha dados comuns aos diferentes departamentos, originando melhores, mais rápidas e mais baratas actividades de negócio!

O QUE É O ERP?

"A implementação de um ERP é como se fizessem um transplante cerebral à empresa em causa. Todas as aplicações da empresa são desligadas da corrente e transferidas para um novo e único *software*. O risco principal, é sem dúvida, o desmoronamento do negócio. Isto porque, se o ERP não funcionar correctamente a empresa pode vir a desaparecer." – Jim Prevo, CEO da Green Mountain Coffee

Características de um ERP

Standardização dos processos

Redução dos custos de produção e de inventário

Melhoria do serviço a clientes

Gestão de materiais

Planeamento de recursos

Resultados ERP

Num *benchmarking* sobre 63 empresas, a percentagem que esperava...era de...mas a real foi de...

	Previsto	Real
Redução de pessoal	45%	34%
Redução de custo nas TI	25%	12%
Gestão de encomendas	18%	33%
Custos financeiros	12%	20%

*Stein, 1999 - InformationWeek

Custos escondidos ERP

Planeamento e gestão do projecto

Integração e testes

Dados incorrectos

Documentação e formação

Pagamentos a consultorias

Maiores fornecedores

*Cotas de mercado de 2001

SAP	56.0%
QAD	10.8%
Ramco	10.0%
Baan	8.0%
Oracle	6.0%
Peoplesoft	3.5%
J.D. Edwards	3.0%
ESS	2.5%

*De, 2002 - Express Computer

Caso Real

O sistema *Production Management/3000* da **Hewlett-Packard** utiliza dois conceitos de programação:

1- *Carregamento infinito dos centros de trabalho,* mas as necessidades excessivas em relação à capacidade disponível são identificadas no módulo de planeamento de necessidades de capacidade (CRP)

2- *Programação progressiva e regressiva*

Caso Real

Ampere, Inc. produz contadores de electricidade de dois tipos básicos, para gamas diferentes de voltagem e amperagem. Adicionalmente são vendidas peças e conjuntos separadamente. O MRP tem de determinar um plano de produção que identifique cada artigo, o período em que é necessário e as quantidades adequadas. A seguir, é verificada a exequibilidade do plano e este é modificado se necessário.

Os passos seguidos são:

1º Previsão da Procura
2º Plano Director da Produção
3º Ficheiro da Lista de Materiais
4º Ficheiro de Registo de Stocks
5º Execução do programa MRP

Caso Real

A **Toyota** cria um plano de produção anual que mostra o número total de automóveis a serem fabricados e vendidos.

O plano agregado de produção cria as necessidades do sistema para produzir este número com um programa nivelado, tentando-se obter o *amortecimento da produção.*

Este é convertido num plano detalhado com um mês de antecedência, sendo comunicado aos fornecedores os tipos e as quantidades de automóveis necessários. Essas mesmas necessidades mensais são traduzidas em programas diários, conseguindo um *nivelamento da produção.*

Caso Real

Exemplo:

Modelo	Quantidade mensal	Quantidade diária	Tempo de ciclo (min)
Sedan	5000	250	2
Coupé	2500	125	4
Carrinha	2500	125	4

Sequência: Sedan, Coupé Sedan, Carrinha, Sedan, Coupé, Sedan, Carrinha

Caso Real

A **DELL COMPUTERS** planeia a sua produção numa filosofia "quase" pura de *Just-In Time.*

As encomendas são colocadas pelos clientes, na página da empresa

Depois de estas serem processadas é compilada a B.O.M.

De acordo com as características da encomenda, os componentes e as MPs são "puxados", para chegarem onde e quando são necessários

Os fornecedores e as células de trabalho, só entregam componentes se receberem um "cartão"

Caso Real

Integração do uso de *Kanbans (Kanban* de transporte e *Kanban* de produção)

O *Kanban* de transporte trabalha numa programação diária

O *Kanban* de produção baseia-se em programas fixos de produção

Uso de código de barras electrónico, para se manter a rastreabilidade e o acompanhamento das ordens de fabrico

Inventário máximo para 8 dias de trabalho.

Prazo de entrega de encomendas de poucos dias, dependendo do tipo de encomenda.

10.4 Manual de Baan para os Chefes de Equipa

10.4.1 Objectivo

Como se sabe a EFACEC DT, SA possui um sistema informático, o *Baan*, que integra todos os sectores da empresa, desde o departamento dos aprovisionamentos ao sector dos comerciais, do gabinete de projecto ao fabrico, etc..

Assim, o objectivo deste manual é permitir ao chefe de equipa dos PowerCast, que informe vários departamentos da empresa acerca do estado de cada uma das ordens de fabrico através da conclusão de operações e de ordens de fabrico no *Baan*.

Estes procedimentos trazem várias vantagens, como por exemplo, o departamento dos aprovisionamentos ao tomar conhecimento que uma determinada operação de uma determinada ordem de fabrico já foi concluída, poder executar as devidas acções em termos de controlo de stocks.

10.4.2 Procedimento

10.4.2.1 Conclusão das operações

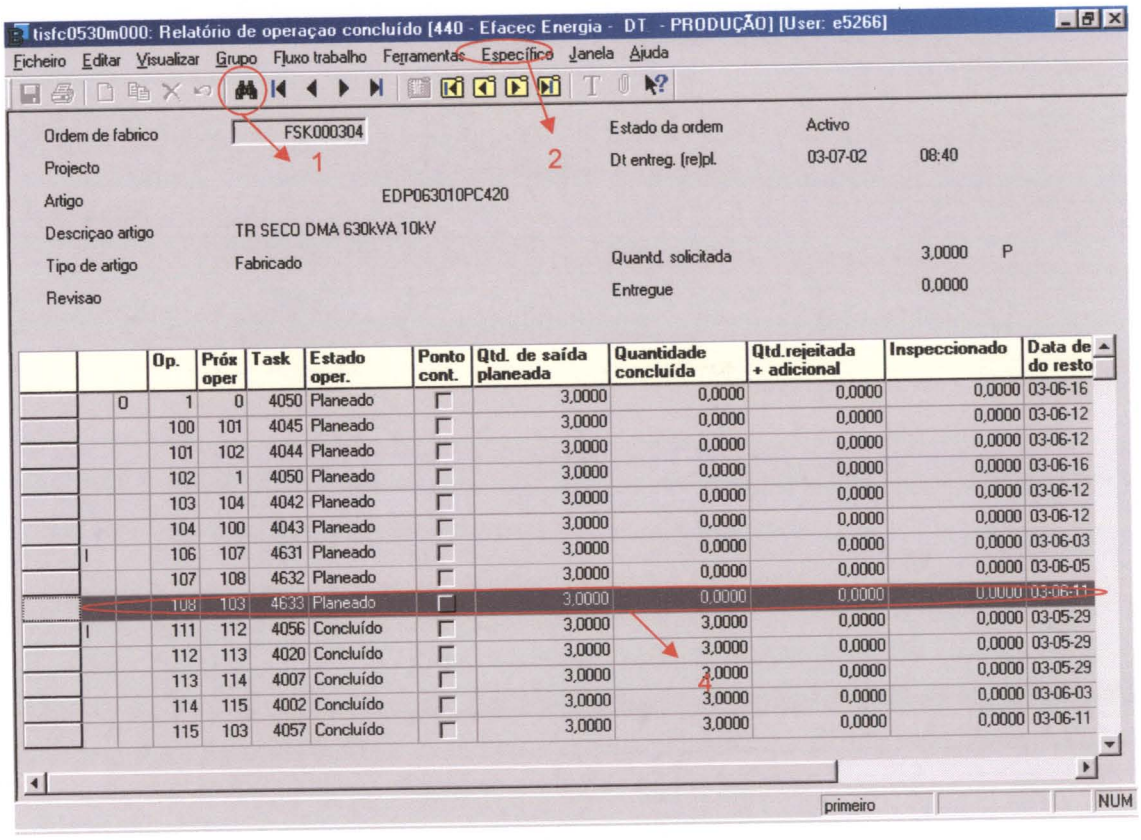
O fabrico dos PowerCast ficou dividido em quatro áeras de produção: a bobinagem AT, o vazamento, montagem e os acabamentos. Sempre que cada uma destas operações esteja concluída, o chefe de equipa dos PowerCast deve indicar que essa mesma operação já foi concluída, seguindo as seguintes indicações:

Sessão tisfc0530m000

Caminho BaaN Manufacturing / Controlo de fabrico / Controlo de ordem de fabrico / Procedimento / Relatório de Operação Concluído

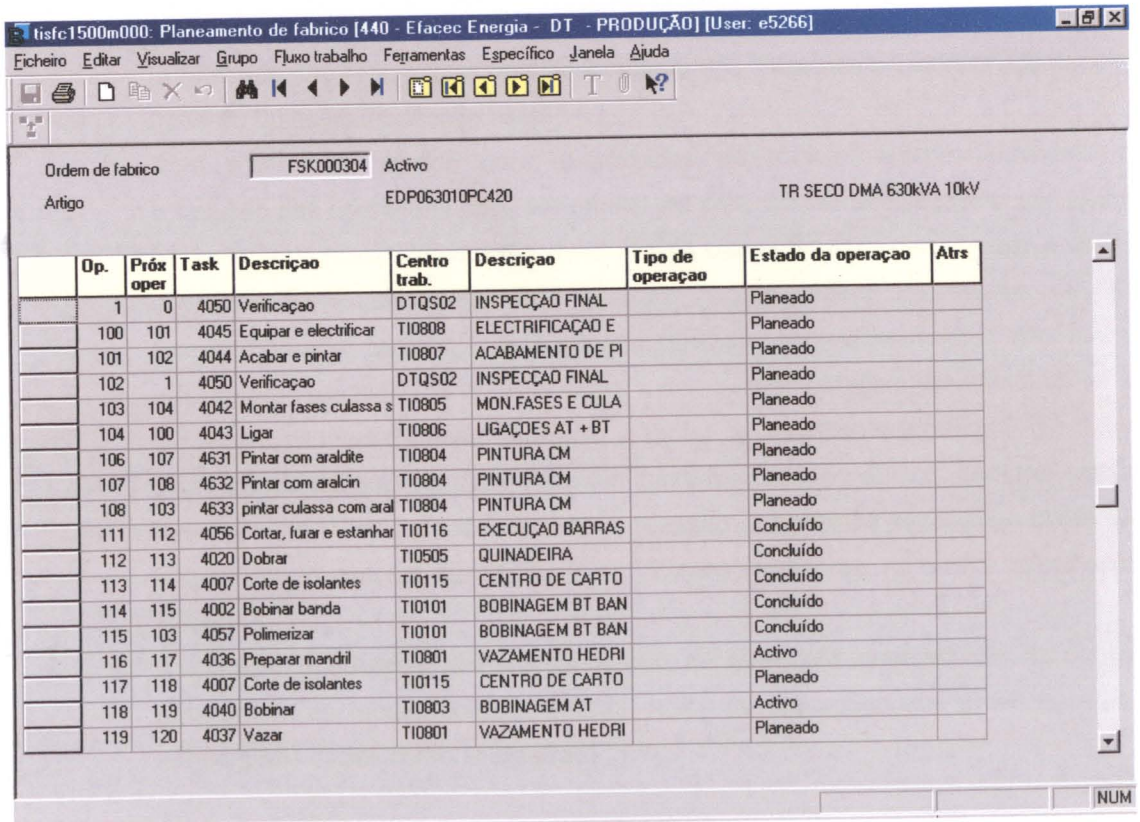
Acções

1) Localizar a Ordem de Fabrico cuja operação foi concluída.
2) Escolher a opção planeamento da produção.
3) Na sessão tisfc1500m000, averiguar qual o número da tarefa da operação que se pretende dar como concluída no *Baan* e depois fechar essa sessão.
4) Duplo clique sobre a tarefa pretendida.
5) Na sessão tisfc0130s000, na caixa de texto *Concluído*, na orelha *Relatório Final*, colocar a quantidade que se concluiu nessa mesma operação da Ordem de Fabrico.
6) Clicar o botão *Concluído*.



		Op.	Próx oper	Task	Estado oper.	Ponto cont.	Qtd. de saída planeada	Quantidade concluída	Qtd.rejeitada + adicional	Inspeccionado	Data de do resto
	0	1	0	4050	Planeado		3,0000	0,0000	0,0000	0,0000	03-06-16
		100	101	4045	Planeado		3,0000	0,0000	0,0000	0,0000	03-06-12
		101	102	4044	Planeado		3,0000	0,0000	0,0000	0,0000	03-06-12
		102	1	4050	Planeado		3,0000	0,0000	0,0000	0,0000	03-06-16
		103	104	4042	Planeado		3,0000	0,0000	0,0000	0,0000	03-06-12
		104	100	4043	Planeado		3,0000	0,0000	0,0000	0,0000	03-06-12
	I	106	107	4631	Planeado		3,0000	0,0000	0,0000	0,0000	03-06-03
		107	108	4632	Planeado		3,0000	0,0000	0,0000	0,0000	03-06-05
		108	103	4633	Planeado		3,0000	0,0000	0,0000	0,0000	03-06-11
	I	111	112	4056	Concluído		3,0000	3,0000	0,0000	0,0000	03-05-29
		112	113	4020	Concluído		3,0000	3,0000	0,0000	0,0000	03-05-29
		113	114	4007	Concluído		3,0000	3,0000	0,0000	0,0000	03-05-29
		114	115	4002	Concluído		3,0000	3,0000	0,0000	0,0000	03-06-03
		115	103	4057	Concluído		3,0000	3,0000	0,0000	0,0000	03-06-11

Figura 10-1 - Sessão tisfc0530m000



	Op.	Próx oper	Task	Descriçao	Centro trab.	Descriçao	Tipo de operaçao	Estado da operaçao	Atrs
	1	0	4050	Verificaçao	DTQS02	INSPECÇAO FINAL		Planeado	
	100	101	4045	Equipar e electrificar	TI0808	ELECTRIFICAÇAO E		Planeado	
	101	102	4044	Acabar e pintar	TI0807	ACABAMENTO DE PI		Planeado	
	102	1	4050	Verificaçao	DTQS02	INSPECÇAO FINAL		Planeado	
	103	104	4042	Montar fases culassa s	TI0805	MON.FASES E CULA		Planeado	
	104	100	4043	Ligar	TI0806	LIGAÇOES AT + BT		Planeado	
	106	107	4631	Pintar com araldite	TI0804	PINTURA CM		Planeado	
	107	108	4632	Pintar com aralcin	TI0804	PINTURA CM		Planeado	
	108	103	4633	pintar culassa com aral	TI0804	PINTURA CM		Planeado	
	111	112	4056	Cortar, furar e estanhar	TI0116	EXECUÇAO BARRAS		Concluído	
	112	113	4020	Dobrar	TI0505	QUINADEIRA		Concluído	
	113	114	4007	Corte de isolantes	TI0115	CENTRO DE CARTO		Concluído	
	114	115	4002	Bobinar banda	TI0101	BOBINAGEM BT BAN		Concluído	
	115	103	4057	Polimerizar	TI0101	BOBINAGEM BT BAN		Concluído	
	116	117	4036	Preparar mandril	TI0801	VAZAMENTO HEDRI		Activo	
	117	118	4007	Corte de isolantes	TI0115	CENTRO DE CARTO		Planeado	
	118	119	4040	Bobinar	TI0803	BOBINAGEM AT		Activo	
	119	120	4037	Vazar	TI0801	VAZAMENTO HEDRI		Planeado	

Figura 10-2 - Sessão tisfc1500m000

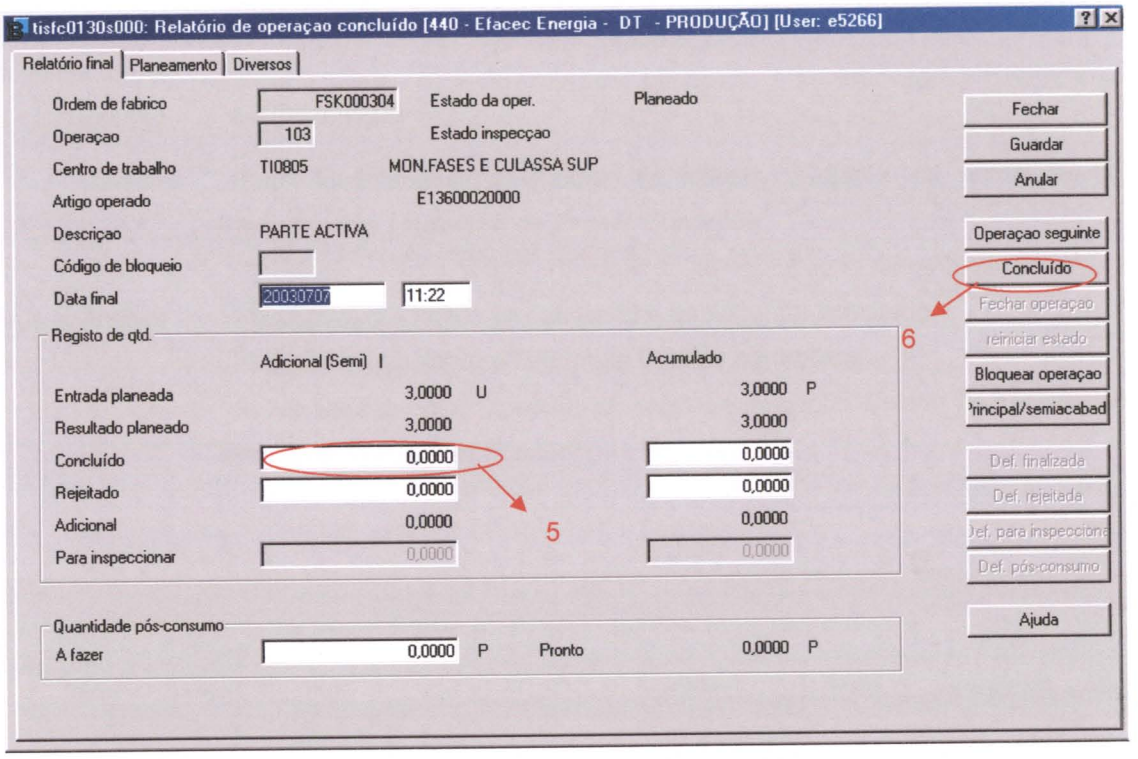


Figura 10-3 - Sessão tisfc0130m000

NOTAS:

a. As tarefas que se devem concluir para cada uma das quatro operações principais já referidas são respectivamente: Bobinagem AT; Vazamento Hedrich; Montagem Fases e Culassa; Inspecção Final.

b. Para ordens de fabrico com quantidades de transformadores elevadas, a conclusão das operações deve ser parcial, ou seja, não se deve esperar que todos os transformadores sofram uma determinada operação para se começar a dar a operação como concluída. Por exemplo, numa ordem de fabrico de 20 transformadores, convém que o departamento de aprovisionamentos não tenha que esperar que todas as bobinas dessa mesma ordem estajam vazadas para ter a indicação do estado dessa operação e tomar as medidas adequadas. Deve ter informações parciais, o mais recentes possíveis dos consumos gerados nessa operação. Logo, neste caso, quando estivessem 30 bobinas vazadas, o chefe de equipa dos Powercast deveria concluir 10 transformadores, na tarefa Vazamento Hedrich.

c. A operação dos Acabamentos pode ou não, ser concluída, uma vez que, ao dar-se uma ordem de fabrico como concluída, todas as operações que a compuseram também são dadas como finalizadas.

10.4.2.2 Conclusão das Ordens de Fabrico

A conclusão das ordens de fabrico deve ocorrer sempre que uma ordem de fabrico esteja pronta. Ou seja, quando todos os transformadores de uma ordem de fabrico já tiverem

passado pela tarefa Inspecção Final. O chefe de equipa deve concluir essa ordem no *Baan*, da seguinte forma:

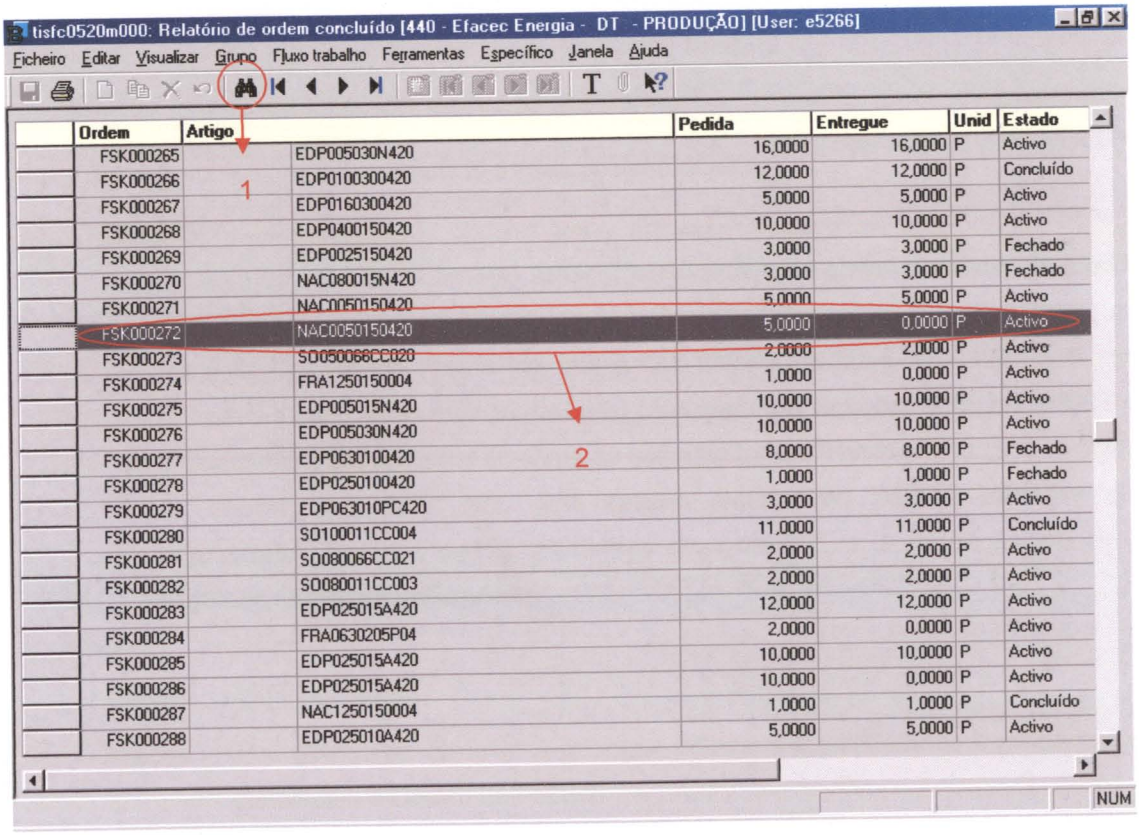
Sessão tisfc0520m000

Caminho BaaN Manufacturing / Controlo de fabrico / Controlo de ordem de fabrico / Procedimento / Relatório de Ordem Concluído

Acções 1) Localizar a Ordem de Fabrico que se encontra concluída.

2) Duplo clique sobre a Ordem de Fabrico pretendida.

3) Na sessão tisfc0120s000, na caixa de selecção *Estado da Ordem*, alterar o estado de *Activo* para *Concluído*.



Ordem	Artigo		Pedida	Entregue	Unid	Estado
FSK000265		EDP005030N420	16,0000	16,0000	P	Activo
FSK000266		EDP0100300420	12,0000	12,0000	P	Concluído
FSK000267		EDP0160300420	5,0000	5,0000	P	Activo
FSK000268		EDP0400150420	10,0000	10,0000	P	Activo
FSK000269		EDP0025150420	3,0000	3,0000	P	Fechado
FSK000270		NAC080015N420	3,0000	3,0000	P	Fechado
FSK000271		NAC0050150420	5,0000	5,0000	P	Activo
FSK000272		NAC0050150420	5,0000	0,0000	P	Activo
FSK000273		SO050066CC020	2,0000	2,0000	P	Activo
FSK000274		FRA1250150004	1,0000	0,0000	P	Activo
FSK000275		EDP005015N420	10,0000	10,0000	P	Activo
FSK000276		EDP005030N420	10,0000	10,0000	P	Activo
FSK000277		EDP0630100420	8,0000	8,0000	P	Fechado
FSK000278		EDP0250100420	1,0000	1,0000	P	Fechado
FSK000279		EDP063010PC420	3,0000	3,0000	P	Activo
FSK000280		SO100011CC004	11,0000	11,0000	P	Concluído
FSK000281		SO080066CC021	2,0000	2,0000	P	Activo
FSK000282		SO080011CC003	2,0000	2,0000	P	Activo
FSK000283		EDP025015A420	12,0000	12,0000	P	Activo
FSK000284		FRA0630205P04	2,0000	0,0000	P	Activo
FSK000285		EDP025015A420	10,0000	10,0000	P	Activo
FSK000286		EDP025015A420	10,0000	0,0000	P	Activo
FSK000287		NAC1250150004	1,0000	1,0000	P	Concluído
FSK000288		EDP025010A420	5,0000	5,0000	P	Activo

Figura 10-4 - Sessão tisfc0520m000

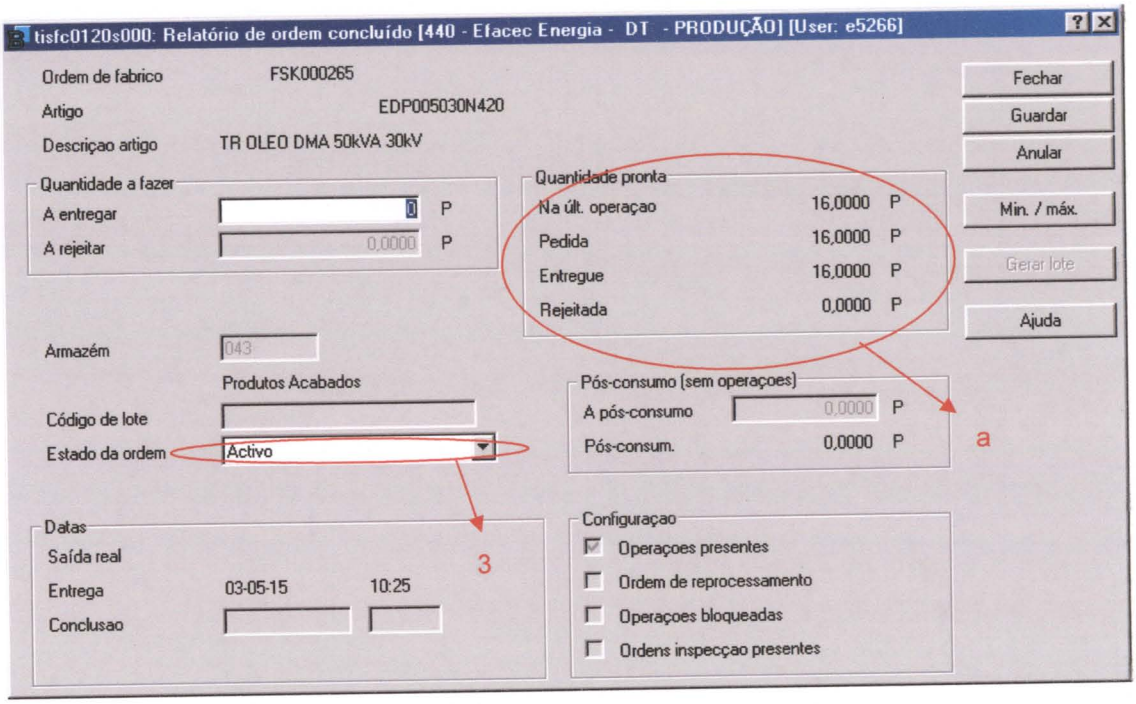


Figura 10-5 - Sessão tisfc0120s000

NOTAS:

a. O chefe de equipa, na sessão tisfc0120s000, antes de alterar o estado da ordem de fabrico de *Activo* para *Concluído*, tem de se cetificar, nessa mesma sessão, na parte da *Quantidade Pronta* (a), que a *Quantidade Pedida* é igual à *Quantidade Entregue*. Caso estas quantidades não coincidam, podem ocorrer duas hipóteses: a *Quantidade Entregue* ser igual a 0 ou ser superior a 0. Neste último caso, o chefe de equipa deve falar com uma pessoa responsável para a situação ser regularizada. No caso dessa quantidade ser igual a 0, o chefe de equipa deve seguir as seguintes indicações:

Sessão tisfc0120s000

Acções 1) Na caixa de texto *A entregar*, colocar a quantidade de transformadores que constituem a Ordem de Fabrico.

2) Clicar no botão *Gerar Lote*.

3) Na caixa de texto *Código de Lote*, apagar as duas primeiras letras da designação da OF, ou seja, se for uma ordem de cliente, FCL..., passa a ficar L..., caso seja uma ordem de stock, a sua designação deixa de ser FSK..., para ser K....

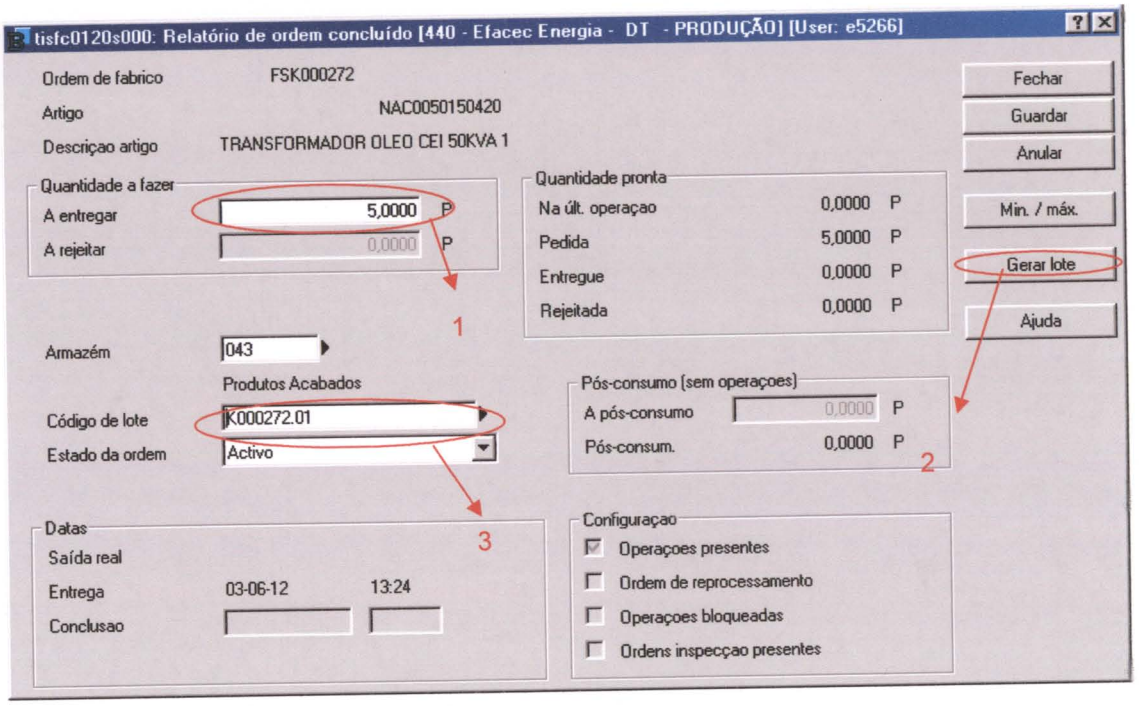
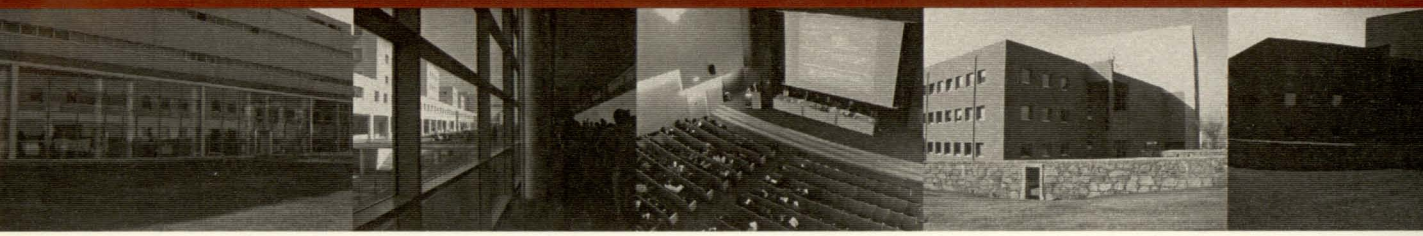


Figura 10-6 – Sessão tisfc0120s000

BIBLIOTECA F.E. PORTO



FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO
BIBLIOTECA
0000079748

621(
GE