Universidade de Aveiro Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial
2008

Sara Alexandra de Guerra Barros

Análise do Incumprimento do Plano Semanal de Encomenda. Caso de Estudo.

UA-SD
286691

Universidade de Aveiro Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial
2008

Sara Alexandra de Guerra Barros

Análise do Incumprimento do Plano Semanal de Encomenda. Caso de Estudo.

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Dra. Ana Moura, Professora Doutorada do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho à minha família, à Universidade de Aveiro e à Empresa Mafirol.

o júri

presidente

Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira
Professor Associado com Agregação da Universidade de Aveiro

vogais

Doutor José Fernando Oliveira
Professor Associado do Departamento de Engenharia Industrial e Gestão da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Doutora Ana Maria Pinto de Moura
Professora Auxiliar Convidada da Universidade de Aveiro

palavras-chave

Planeamento, Tempos e Métodos, Análise e Técnicas Estatíticas.

resumo

Este trabalho analisa o incumprimento do Plano Semanal de Encomenda e tem o propósito de demonstrar a aplicação de uma metodologia para o estudo de tempos e métodos na montagem de móveis de refrigeração de acordo com valores teóricos obtidos na empresa e valores reais obtidos por cronometragem, e a aplicação numa última fase de uma metodologia de análise estatística, através do estudo de vários pressupostos.

A ideia principal do estudo dos tempos e métodos é obter um diagnóstico claro e conciso do processo em questão, bem como encontrar oportunidades para melhoria. Para obter um diagnóstico, reconhecer o problema a analisar e identificar as melhorias pretendidas, efectua-se a descrição dos seis móveis mais vendidos no 1º semestre de 2007, utilizam-se diagramas de Gantt e de redes para o móvel mais vendido nesse período, o estudo dos tempos teóricos e o estudo dos tempos reais decompondo em actividades.

Em seguida utilizam-se quatro pressupostos muito importantes na empresa, reunindo de forma concisa toda a informação respeitante à capacidade humana, ao mix do produto, às falhas e faltas de material e aos prazos de entrega do produto final.

keywords

Planning, Study of Timing ans Statistics Analysis.

abstract

This work analise the failure of Plan Weekly Ordering, and have the purpose to apply the methodology for the study of timing and methods in refrigeration furniture, according to theoretical values (obtained at the company) and to real values (obtained chronometrically), and on a final level, using a statistics analysis through several theories.

The main idea of studying timing and methods is to obtain an explicit and brief process, as well as finding out opportunities of improvement. To obtain a diagnostic, to recognize and analyse a problem and to identify the required improvement, the six-top sold furniture are described. Afterwards, Gantt and Net diagrams are created for the most sold furniture of that top six, to study, by activities, the theoretical and real timings.

Concerning the 3rd and last level of this task, four very important theories are tried to be applied at the company, gathering briefly all information regarding human capacity, mix of products, lack of material and deadlines for the final products.

Índice

Capítulo 1 – Introdução 1
1.1 - A Empresa 1
1.1.1 - Descrição da Empresa Mafirol - Indústria de Refrigeração, S.A 1
1.1.2 - Funcionamento Genérico da Empresa Mafirol – MIR 2
Capítulo 2 - Estado da Arte 3
2.1 - Planeamento 3
2.1.1- A Importância do Planeamento no Meio Industrial? 3
2.2 - Planeamento Estratégico 6
2.3 - Planeamento Agregado e Plano Director de Produção 7
2.4 - Planeamento e Controlo da Produção 8
2.5 - Planeamento de Capacidades 10
2.6 - Teoria das Restrições (TOC) ou OPT 12
2.7 - Métodos de Medição de Trabalho 15
2.7.1 - O Estudo dos Movimentos 15
2.7.2 - Tempo Padrão 17
2.7.3 - O Estudo de Tempos 19
2.7.4 - Balanceamento e Tempo de Ciclo 20
2.8 - SMED – *Single Minute Exchange of Die* 21
2.9 - Gráfico de Gantt 23
2.10 - Método CPM 24
2.11 - Método PERT 25
Capítulo 3 - Caso de Estudo – MIR 29
3.1 - Introdução 29
3.2 - O Planeamento 33
3.2.1 - Gestão de stocks na MIR 35
3.2.2 - Análise Crítica ao Planeamento 35
3.2.3 - Propostas de melhoria no Planeamento 37
3.3 - **1ª FASE**: Estudo de acordo com os Valores Teóricos 38
3.3.1 - Conclusões Gerais à 1ª Fase do Projecto 42
3.3.2 - Estudo ao Móvel Mais Vendido no 1º Semestre de 2007 43
3.3.2.1 - Cálculo dos tempos 43
3.3.2.2 - Diagrama de Actividades 43
3.3.2.3 - Diagrama De Gantt (Tempos Teóricos) 44
3.4 - **2ª FASE**: Estudo de acordo com os Valore Reais 45
3.4.1 - Estudo ao Móvel Mais Vendido no 1º Semestre de 2007 45
3.4.2 - Análise Crítica à Montagem e Gargalos Existentes 47
3.4.3 - Propostas de Melhoria para a Montagem de acordo com as observações efectuadas 49
3.4.4 - Conclusões Gerais à 2ª Fase do Projecto 49
3.5 - **3ª FASE**: Estudo do PSE entre 2006 e 2007 52
3.5.1 - Análise Do Cumprimento Mensal e Anual do PSE 52
3.5.2 - Aplicação dos Pressupostos de acordo com a análise ao PSE 54
3.5.2.1 - Análise Da Capacidade/Distribuição Humana 54
3.5.2.2 - Análise Do Mix do Produto 56
3.5.2.3 - Análise Das Falhas/Faltas (Material) 59
3.5.2.4 - Análise Do Cumprimento dos Prazos de Entrega 61
Capítulo 4 - Conclusões e Investigação Futura 64
Bibliografia 66
Anexos 68

Índice de Figuras

Figura 1 - Os Três Níveis de Planeamento 4
Figura 2 - Os Vários Tipos de Planeamento..... 4
Figura 3 - Conceitos e Fases do Planeamento 5
Figura 4 - Modelo Conceptual para o Planeamento da Produção..... 10
Figura 5 - Fonte: PowerPoint Presentation to accompany Operations..... 12
Figura 6 - Representação Gráfica - Gráfico de Gantt..... 23
Figura 7 - Rede PERT 25
Figura 8 - Rede PERT 25
Figura 9 - Rede PERT 25
Figura 10 - Rede PERT 26
Figura 11 - Gráfico da Rede PERT..... 26
Figura 12 - Diagrama de Rede da MIR..... 34
Figura 13 - Análise das Tarefas do Planeamento da MIR..... 34
Figura 14 - Sequência básica aquando uma encomenda no Planeamento 35
Figura 15 - Sequência de Montagem 40
Figura 16 - Sequência de Montagem 40
Figura 17 - Análise das Sete Actividades em toda a Secção de Montagem 43
Figura 18 - Vitrina ALFA 1500 FE-VPR..... 45

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Designação e Móveis mais vendidos no 1º semestre de 2007 31
Tabela 2 - Tarefas, Descrição das Tarefas e Tarefas Precedentes 33
Tabela 3 - Móveis Mais Vendidos no 1º Semestre de 2007 e a Respectiva 39
Tabela 4 - Tarefas, Tarefas Precedentes e Duração Estimada dos Móveis Mais Vendidos no 1º Semestre de 2007 39
Tabela 5 - Tempo Estimado e Tempo Despendido em Dias no 1º Semestre de 2007 40
Tabela 6 - Tempo Estimado Calculado Através dos Tempos Fornecidos..... 44
Tabela 7 - Resultados Finais obtidos por Cronometragem 46
Tabela 8 - Cálculo da Variância para cada actividade 46
Tabela 9 - Secção, Montagem e Células Respectivas 55
Tabela 10 - Produtos (Móveis) em APA 57
Tabela 11 - Cumprimento do Prazo Planeado 62

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Atrasos e Incumprimentos na MIR 29
Gráfico 2 - Tempo em dias despendidos pela Montagem de uma ALFA 1500 44
Gráfico 3 e 4 52
Gráfico 5 e 6 52
Gráfico 7 e 8 53
Gráfico 9 e 10 53
Gráfico 11 e 12 55
Gráfico 13 e 14 56
Gráfico 15 - Produção Média de Móveis/Dia 57
Gráfico 16 - Entradas em APA 57
Gráfico 17 - Produção Anual das Células e Evolução 58
Gráfico 18 - Cálculo do Tempo de Ciclo para o ano de 2006 e 2007 58
Gráfico 19 - Atrasos na Produção de Componentes em 2006 e 2007 59
Gráfico 20 - Atrasos dos Componentes Adquiridos em 2006 e 2007 60
Gráfico 21 - Desvio Padrão, Média e Variância 60
Gráfico 22 - Prazo Planeado 62
Gráfico 23 - Atrasos Semanais na Produção em 2006 e 2007 62
Gráfico 24 - Atrasos na MIR de Janeiro a Abril de 2008 65

Índice de Equações

Equação 1 27
Equação 2 27
Equação 3 31
Equação 4 32
Equação 5 46
Equação 6 47

Lista de Abreviaturas

PE - Planeamento Estratégico
PA - Planeamento Agregado
LP - Longo Prazo
MP - Médio Prazo
CP - Curto Prazo
MIR - Mafirol Indústria de Refrigeração
PSE - Plano Semanal de Encomenda
PPC - Plano de Produção de Componentes
MDM - Móveis Disponíveis para Montagem
OP - Ordens de Produção
FIM - Ficha de Identificação de Montagem
EIPA - Etiquetas de Identificação do Produto Acabado
APA - Armazém de Produto Acabado
FE - Frio Estático
VPR - Vidros Planos Rebatíveis
VCG - Vácuo e Carga de Gás
min - minutos
s - segundos

Capítulo 1 - Introdução

Neste trabalho, estuda-se o incumprimento do plano semanal de encomenda (PSE). Procura-se utilizar uma metodologia para o estudo de tempos e métodos numa indústria de refrigeração, com incidência em toda a linha de montagem, de acordo com os valores teóricos obtidos na empresa e os valores reais obtidos por cronometragem. Numa terceira e última fase procede-se ao estudo de quatro pressupostos, utilizando uma metodologia de análise estatística.
No capítulo 1 deste trabalho, descreve-se a empresa Mafirol, Indústria de Refrigeração, S.A. e o seu funcionamento genérico.
No capítulo 2 surge o estado da arte, que é composto por onze secções, sendo que das secções 2.1 à 2.5, aborda-se o Planeamento em geral, o Planeamento Estratégico, o Planeamento Agregado e Plano Director de Produção e o Planeamento de Capacidades. De seguida, da secção 2.6 à secção 2.10 descrevem-se aspectos tão importantes, como é o caso da secção 2.6, em que se define o conceito da Teoria de Restrições (TOC) ou OPT, na secção 2.7 em que se procede à descrição dos métodos de medição de trabalho, na secção 2.8 explica-se o conceito de SMED, na secção 2.9 descreve-se a importância do gráfico de Gantt, a secção 2.10 refere-se ao método CPM e por último neste capítulo 2 vem a secção 2.11, que descreve o método de PERT.
No capítulo 3 deste trabalho, vem o caso de estudo, que é composto por cinco secções. Na secção 3.1 explica-se o caso de estudo, na secção 3.2 descreve-se o planeamento na MIR, na secção 3.3 estudam-se os tempos de acordo com os valores teóricos, na secção 3.4 estudam-se os tempos reais obtidos por cronometragem e na secção 3.5 é estudado o PSE entre o ano 2006 e 2007.
No último capítulo, o 4 vêem as conclusões registadas neste trabalho.

■ 1.1 - A Empresa

□ 1.1.1 - Descrição da Empresa Mafirol, Indústria de Refrigeração, S.A. - (MIR)

A Mafirol foi fundada em 1978 com o objectivo de produzir móveis de refrigeração para a área alimentar e de hotelaria. Rapidamente a empresa cresceu e afirmou-se no mercado nacional na área dos equipamentos refrigerados.
Nos anos 90 começaram a exportar para vários países como a França, Luxemburgo, Cabo Verde entre outros.
Actualmente trabalham nesta empresa cerca de noventa trabalhadores que se dedicam ao fabrico de móveis expositores refrigerados, com vista a equipar as áreas de hotelaria tais como padarias, cafés, restaurantes e da distribuição alimentar como por exemplo supermercados e hipermercados.
Tudo isto acelerou o processo de crescimento da empresa quer a nível nacional quer internacional e em 1997, a Mafirol sentiu a necessidade, para fazer face a novas exigências, de implementar um Sistema da Qualidade reconhecido pela Associação Portuguesa de Certificação.
Em 2001, destituiu-se a estrutura empresarial formada até então e surge uma gestão empresarial com vista a consolidar a sua marca e a conseguir

responder mais eficazmente às solicitações do mercado cada vez mais exigente e competitivo. A Mafirol tem vindo a fazer-se representar nas principais exposições europeias do ramo para dar a conhecer cada vez mais e melhor o seu produto, tendo tido uma boa aceitação.
A empresa integra hoje o GRUPO MAFIROL composto por sete unidades, sendo duas industriais e cinco comerciais estendendo os seus produtos a todos os continentes.

□ 1.1.2 - Funcionamento Genérico da Empresa Mafirol - MIR

Esta é uma empresa com uma forte consolidação no mercado nacional e internacional e que tem a preocupação constante da melhoria contínua, no que respeita aos clientes e aos seus colaboradores. A nível físico, a fábrica divide-se em duas partes distintas: o fabrico e a montagem onde se verifica a especialização do produto, na qual ocorre a deslocação de pessoas de umas secções para outras. Tem procedimentos bem definidos e organizados e tem uma grande preocupação com as questões de segurança e ambiente, que cada vez mais não podem ser esquecidas. Tem condições de trabalho adequadas, na medida em que existem bons espaços para a circulação de pessoas e materiais, o que revela ser uma empresa preocupada com as condições dos trabalhadores e consequentemente em melhorar continuamente.
Actualmente a MIR actua num ambiente caracterizado por:

1. Redução drástica do ciclo de vida dos produtos;
2. Elevada personalização dos produtos;
3. Elevada diversidade e complexidade dos produtos;
4. Procura imprevisível e de grande variabilidade;
5. Reduzidos prazos de entrega ao cliente.

Como referido na secção anterior (secção 1.1.1), a MIR é composta actualmente por noventa colaboradores, e é constituída por cinco direcções: direcção comercial, direcção financeira, direcção de aprovisionamentos, a direcção industrial e direcção da qualidade, o que proporciona uma organização cuidada.
A MIR tem em conta decisões chave que se prendem com questões tão importantes como: fabricar ou comprar, a intensidade de capital e flexibilidade, além de possuir boas relações com os seus clientes o que é de extrema importância para a organização.

Capítulo 2 - Estado da Arte

Neste capítulo, descrevem-se métodos e definem-se conceitos que se relacionam com o estudo deste trabalho. É constituído por onze secções, onde se abordam os vários tipos de planeamento, descreve-se a Teoria das Restrições, os métodos de medição de trabalho, o SMED, o Gráfico de Gantt e os métodos CPM e de PERT.

■ 2.1 - Planeamento

O Planeamento surgiu através do Estado numa altura em que a sociedade enfrentava problemas económicos e em que sentiu a necessidade de se reconstruir. Com a crise de 1929, a antiga União Soviética, tornou-se a primeira nação a colocar em prática o Planeamento como uma ferramenta de reconstrução, aquando o fim da primeira guerra mundial. O Planeamento alargou-se a outros países que possuíam economias mais flexíveis e em países com práticas comunistas, logo a seguir à segunda guerra mundial e nos países subdesenvolvidos só foi posto em prática na década de 50 a 60, alguns anos após o aparecimento na antiga união Soviética.
Devido à crise global que afectava os países, o planeamento adquire um papel de grande importância a nível internacional, pois rapidamente é colocado em prática por países de economia de mercado.

□ 2.1.1 - A Importância do Planeamento no Meio Industrial

Para enquadrar a definição de Planeamento, nada melhor do que entender o significado de organização industrial. Galbraith (1967), refere a organização industrial como sendo o conjunto de factores que participam ou contribuem para o processo produtivo social, a fim de proporcionar melhores condições para a sociedade. Mas para que tal possa ser possível é necessário que haja planeamento.
Para definir o que é o Planeamento, pode-se recorrer à perspectiva de Lacombe (2003,pag.162). Segundo o autor, o planeamento "é um processo administrativo que procura determinar a direcção a ser seguida para alcançar um objectivo". O Planeamento possibilita avaliar os caminhos a seguir e compreender a realidade e trata-se de um processo de decisão vago e ao mesmo tempo claro que escolhe e organiza acções avançando os resultados desejados.
A maioria dos autores refere três níveis de planeamento (Figura 1 e Figura 2):

1. O Planeamento Estratégico (planeamento a longo prazo),
2. O Planeamento Táctico ou Agregado (planeamento a médio prazo),
3. O Planeamento Operacional (planeamento a curto prazo).

Figura 1 - Os Três Níveis de Planeamento

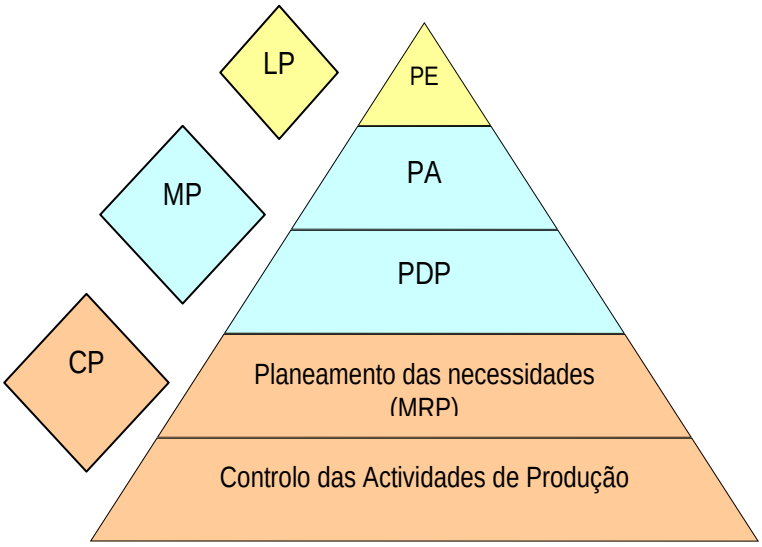

Figura 2 - Os Vários Tipos de Planeamento

O Planeamento a Longo Prazo caracteriza-se em definir os objectivos organizacionais da empresa para um horizonte de planeamento superior a um ano (normalmente até 5 anos). O Planeamento a Médio Prazo, abrange um horizonte temporal que pode ir de seis meses a um ano.
Já o Planeamento a Curto Prazo, cobre as actividades do dia-a-dia com um horizonte que podem ir de poucos dias a várias semanas. Existem dúvidas relativamente às diferenças entre Planeamento Estratégico, Táctico e Operacional. Segundo Russell Ackoff (1996), o Planeamento Estratégico é visto para a empresa como um todo, enquanto que o Planeamento Táctico relaciona-se com diversas áreas. Para executar o Planeamento Táctico, tem que se preparar o Planeamento Operacional, onde encaminham a distribuição dos recursos para cada parte do Planeamento Táctico.
Pode dizer-se que o Planeamento está presente em muitas das acções diárias do ser humano, pois este está constantemente a agir e a antecipar os resultados das acções que desempenha. Então, no dia a dia age-se com mais frequência do que se planeia, visto que para planear correctamente é necessário tempo e ter conhecimentos para responder às seguintes questões (Figura 3):

1. O que fazer?
2. Como fazer?
3. Quando fazer?

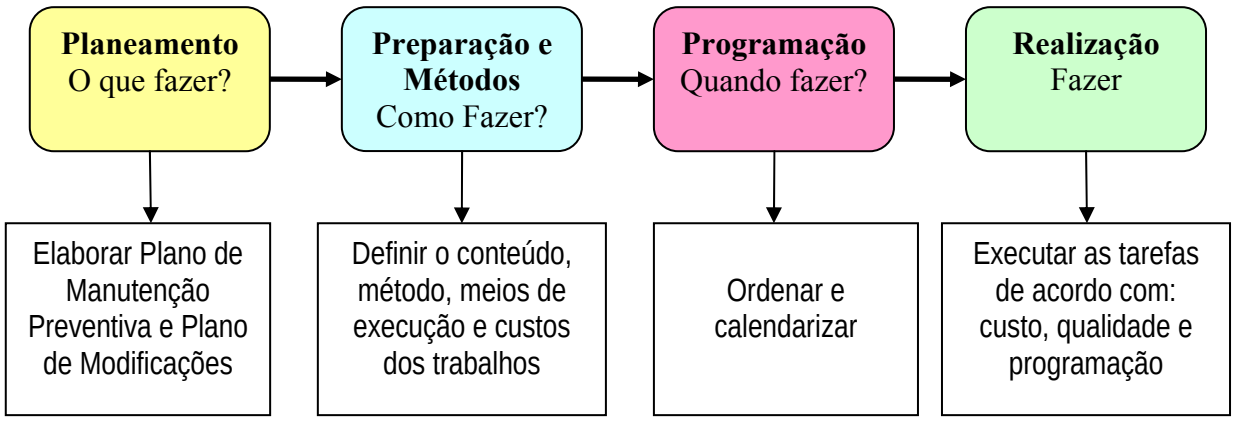

Figura 3 - Conceitos e Fases do Planeamento

Para planear é preciso ter algum cuidado, já que pode comprometer um objectivo que se pretende atingir. Uma actividade que é pensada implica deliberação quando se volta para novas situações e objectivos complexos ou quando conta com acções menos comuns. O planeamento torna-se bastante útil em situações que envolvem ambientes críticos a que estão inerentes riscos elevados, ou altos custos derivado a determinada actividade. O planeamento deve ser encarado como um processo repetitivo e prático de forma a poder ser-lhe conferido continuidade, em que se verifica a existência de uma constante realimentação de situações, propostas, resultados e soluções, garantindo-lhe força e dinamismo num processo de tomada de decisões.

Deve-se recorrer ao planeamento quando se vir que é estritamente necessário, ou quando compensa na relação de custo/benefício, visto tratar-se de um processo moroso e que consome bastante dinheiro, o que o torna num processo bastante complexo. Quando se planeia, não se procuram planos óptimos mas planos bons que sejam viáveis ao serem postos em prática.

Devido à grande complexidade inerente ao meio empresarial em que se vive actualmente, onde as preocupações passam a ser o "do cliente" e não "no cliente", as empresas necessitam conhecer-se e saber concretamente qual é o seu negócio, quais são os seus parceiros, concorrentes, o(s) cliente(s) alvo(s), entre vários outros aspectos. Logo, a ideia de concorrentes altera-se, na medida em que surge a ideia de redes de colaboração, de cooperação, de alianças estratégicas e de complementaridade.

Planear é obrigatório para quem quer crescer e projectar-se cada vez mais nos mercados globalizados e exigentes, com responsabilidade sócio-ambiental e sustentabilidade.

O Planeamento industrial engloba sistemas produtivos como é o caso do projecto de produtos e serviços, a selecção de processos e planeamento da capacidade, implantações e localização. O correcto e detalhado planeamento pode provocar o aparecimento de novos produtos e serviços, o que confere vantagens à organização, pois poderá implicar ser competitivo, aumentar o crescimento e os benefícios, evitar o "downsizing", melhorar a qualidade e conseguir custos mais reduzidos.

O Planeamento Industrial provoca a atenção focalizada na satisfação dos clientes, na redução do tempo para introduzir novos produtos ou serviços, na redução do tempo necessário para produzir, na quantidade de materiais e de energias utilizados, entre outras. A investigação e desenvolvimento, a

padronização dos produtos, o design dos produtos e a fiabilidade são características essenciais ao planeamento industrial.
Para Galbraith (1967), "o planeamento industrial exige que os preços estejam controlados, de forma a beneficiar dos objectivos da tecnoestrutura[1]. A concorrência deve ser evitada, deve-se reduzir os riscos de prejuízos e consequentemente os possíveis danos à autonomia da tecnoestrutura".
Para Planear, a organização tem que se sentir motivada e com objectivos bem definidos, isto é, para existir motivação dentro de uma organização, esta tem que dispor de alguns factores como é o caso dos clientes que são os geradores das modificações ocorridas nos produtos, dos concorrentes, do marketing que contribui para prever as necessidades dos clientes, da investigação e desenvolvimento e, na facilidade com que se fabricam os produtos. Há no entanto que ter alguma cautela ao introduzir novos produtos no mercado, pois convém que sejam feitos alguns estudos e análises ao mercado no que se refere ao cliente e ao concorrente.
Em síntese, pode dizer-se que:

- ✓ qualquer actividade deve ser planeada;
- ✓ o planeamento deve ser organizado e disciplinado;
- ✓ permite eliminar a incerteza, reduzir a exposição às avarias não esperadas e melhorar a utilização dos recursos.

Deve-se acreditar no planeamento, pois só quem planeia é que pode errar, mas quem não planeia já errou.

■ 2.2 - Planeamento Estratégico

O Planeamento estratégico surge como uma técnica demonstrada para que a empresa possa crescer e adaptar-se à conjuntura, pois só se a empresa se conseguir adaptar a todo o meio envolvente é que vai conseguir crescer e evoluir. Mesmo não sendo uma certeza total no sucesso de negócios, o Planeamento Estratégico, quando bem aplicado, possibilita o ajuste das estratégias adoptadas pela empresa e dos respectivos planos de acção e objectivos.
O Planeamento Estratégico diz respeito ao Planeamento a Longo Prazo e, segundo Igor Ansoff (1990), somente um reduzido número de organizações utiliza verdadeiramente o Planeamento Estratégico, na medida em que muitas delas continuam a utilizar técnicas antiquadas do Planeamento a Longo Prazo baseadas em extrapolações de situações passadas.
A metodologia do Planeamento a Longo Prazo, foi desenvolvida na década de 50 nos Estados Unidos, influenciada pelos países que utilizavam este tipo de metodologia.
Na visão de Philip Kotler (1975), "O Planeamento Estratégico é uma metodologia que permite estabelecer a direcção a ser seguida pela organização, visando um maior grau de interacção com o ambiente".

[1] Entende-se por tecnoestrutura, como o poder que está concentrado naqueles que são capazes de reunir o maior número de informações possíveis e fazer o uso apropriado destas, uma vez que a organização empresarial moderna é definida por inúmeros indivíduos que estão empenhados em obter, trocar ou analisar informações.

Já Batalha e Sproesser (1996) são de opinião que toda a organização possui uma estratégia definida, mesmo que não seja clara o suficiente para atingir os seus objectivos e que o processo de Planeamento Estratégico permite educar o "pensamento estratégico", procurando transforma-lo em acções reais, com vista a alcançar correctamente os objectivos pré-definidos.
Pode assim dizer-se que, o Planeamento Estratégico é um meio complexo, no que respeita a preparar acções respeitantes à escolha de mercados e produtos apropriados, no longo prazo para a organização. Apesar de não possuir garantias exactas no que respeita ao seu êxito, o Planeamento Estratégico, quando alcançado com sucesso será uma mais valia para a organização.

■ 2.3 - Planeamento Agregado e Plano Director de Produção

O principal objectivo do Planeamento Agregado, é o de reduzir o custo ao longo do período de planeamento, mas também pode ter outros objectivos, tais como a obtenção de um determinado padrão de desempenho já estabelecido e a diminuição das alterações nos níveis de mão-de-obra e de existências. Logo, o Planeamento Agregado, prevê a actividade global de produção de uma organização, a Médio Prazo (6 a 18 meses).
O Planeamento Agregado, ao originar um Plano Director de Produção vai incidir em quatro aspectos:

1. o volume de produção para cada período seguinte;
2. o plano de inputs necessários à produção de cada período;
3. a utilização da capacidade produtiva;
4. o volume de trabalho a subcontratar.

Este último aspecto vai conduzir a programação por um determinado tempo, que pode ser executado utilizando o Planeamento das Necessidades (MRP), de onde resultam ordens de compra para materiais e ordens de fabrico. Este plano de materiais facilita o Planeamento da Produção desde a fase inicial do produto até ao fim.
Para Gaither e Frazier (2002), o planeamento agregado é necessário na administração de produção e operações porque possibilita:
1) instalações amplamente carregadas minimizando a sobrecarga e a subcarga, reduzindo os custos de produção;
2) um plano para alterações constantes da capacidade de produção com vista a esperar os picos e as alturas de baixa da procura;
3) capacidade de produção adequada para atender a procura agregada esperada;
4) obter a máxima produção para a quantidade de recursos disponíveis, o que revela a sua importância em tempos de recursos escassos de produção.
Em certas alturas, o Plano Director de Produção não depende do Planeamento Agregado, como tal têm que ser tratados individualmente. Verifica-se que produtos diferentes têm pouco em comum, e que os períodos de procura variam de produto para produto, pois um determinado período pode ser específico para um certo produto, enquanto que para outro a procura é pouco acentuada. Então, factores como a sazonalidade podem estar directamente relacionados no que respeita à procura de certo tipo de produto. Para adequar o Planeamento Agregado à procura, há que considerar diversos factores que são muito importantes, como fazer variar o tamanho da força de trabalho, utilizar horas extraordinárias, fazer variar o "mix" de produtos com alteração da

carga, subcontratação, variar o nível de entrega, fazer mudanças ao nível do marketing com publicidades e preços atractivos, entre outras possibilidades.
Há então que adoptar determinadas estratégias de Planeamento Agregado, que naturalmente vão ter vantagens e desvantagens. Por exemplo se a estratégia adoptada pela empresa for a de subcontratar, a principal vantagem será permitir flexibilidade, no entanto a empresa também terá desvantagens, tais como o decréscimo de controlo de qualidade ou mesmo a redução de lucros.
Alguns métodos estão associados ao Planeamento Agregado, como os métodos gráficos e técnicas matemáticas como é o caso do Modelo de Transportes e um Modelo de Optimização Linear, ou outras abordagens tais como a Regra de Decisão Linear (LDR- Linear Decision Rule) e a Regra de Decisão por Pesquisa (Search Decision Rule).
Para detalhar o plano agregado, existe um processo denominado por desagregação, no qual o seu resultado irá conduzir ao Plano Mestre de Produção (MPS).
Concluindo, o Planeamento Agregado deve ser sólido com a estratégia adoptada pela organização e deve satisfazer as necessidades de procura. Além disso, deve ter em consideração as restrições de capacidade e consequentemente diminuir os custos.

■ 2.4 - Planeamento e Controlo da Produção

É com o Planeamento e Controlo da Produção que são tomadas as decisões cruciais no sentido de dar início ao processo de fabrico e garantir que o produto final esteja concluído no prazo estabelecido.
O sistema de planeamento e controlo pode ser classificado de duas maneiras. Segundo a perspectiva de Olhager e Wikner (2000), "O sistema de planeamento e controlo pode ser a ligação primária entre o nível estratégico e os níveis mais baixos, fornecendo um esquema que permita converter a intenção estratégica em planos tácticos e operacionais concretos".
Vollman (1997) apresenta uma perspectiva um pouco diferente, na qual o planeamento e controlo é composto por quatro níveis. O primeiro nível refere-se ao planeamento da produção, o segundo nível ao planeamento director de produção (MPS), o terceiro nível é composto pelo planeamento das necessidades de materiais e o quarto e último nível refere-se ao controlo fabril.
O Planeamento e Controlo da Produção assumem um papel determinante para o desempenho de um sistema produtivo. É responsável pelas decisões que envolvem a definição e calendarização das operações de fabrico do mix de produtos, de forma a responder às solicitações dos mercados.
Para Davis *et alli*, (2001), "a chave para o desenvolvimento de uma estratégia de produção efectiva está em compreender como criar ou agregar valor para os clientes", enquanto que Zacarelli (1979), define o Planeamento e Controlo da Produção como "um conjunto de funções inter-relacionais que objectivam comandar o processo produtivo e coordena-lo com os demais sectores administrativos da empresa".
Já para Burbridge (1988), "o objectivo do Planeamento e Controlo da Produção é proporcionar uma utilização adequada dos recursos, de forma que os produtos específicos sejam produzidos por métodos específicos, para atender um plano de vendas aprovado". Na visão de Plossl (1985), "o objectivo do

Planeamento e Controlo da Produção é fornecer informações necessárias para o dia a dia do sistema de manufactura reduzindo os conflitos existentes entre vendas, finanças e chão de fábrica".

Starbek (2000), considera que o conceito de Planeamento e Controlo de Produção pode-se decompor em duas importantes actividades, sendo que para a primeira, o planeamento de produção consiste:

1. no planeamento das necessidades primárias,
2. planeamento das necessidades de materiais,
3. fluxo de ordens,
4. nivelamento de recursos.

A segunda actividade, o controlo da produção consiste:

1. na libertação de ordens,
2. conclusão precisa das ordens,
3. monitorização e controlo da produção.

Já Higgins *et al* (1996), considera que a especificidade de cada ambiente de produção tem naturalmente de ser tomada em consideração, aquando do desenho e da implementação de sistemas de Planeamento e Controlo de Produção.

Se o Planeamento e Controlo da Produção forem executados de forma eficiente, vai proporcionar benefícios à empresa e consequentemente gerar vantagem competitiva, mas há que estar atento às exigências e às alterações do mercado, porque o que está bem agora pode deixar de estar amanhã.

Logo o planeamento e controlo de produção devem incluir informação relativa a à estrutura dos produtos, às ordens, informação acerca dos fornecedores, sobre os recursos, entre outros dados.

No que respeita ao planeamento da produção, este faz a ligação entre os objectivos estratégicos da empresa e a produção, assim como com outras funções da organização.

O plano de produção mostra as intenções da empresa em termos de volume a produzir na empresa, pois aquando a elaboração do plano de produção a empresa não conhece as encomendas para esse período, mas sim as previsões de períodos anteriores e alterações do mercado. Cada empresa adopta a sua própria estratégia, por exemplo, pode não compensar satisfazer toda a procura, ou pode verificar-se o oposto em que se produz mais do que a procura.

Segundo Vollman (1997), um sistema de Planeamento e Controlo de Produção, fornece informação com o objectivo de orientar eficientemente os fluxos de materiais, pessoas e equipamentos, coordenar as actividades internas com as dos fornecedores e comunicar com os clientes sobre as necessidades do mercado. Para o autor, pode dizer-se genericamente que o planeamento e controlo da produção possuem quatro níveis característicos. O primeiro nível é relativo ao Planeamento da Produção, que é responsável pelo desenvolvimento do Plano de Produção, que transmite a estratégia de produção da organização. Estabelece a ligação chave de comunicação entre a gestão de topo e a produção bem como com outras funções das empresas, por isso deve estar em concordância com outras actividades que não são da produção. Refere-se ao longo prazo dado que ainda não se conhece a procura dos artigos específicos a produzir. No segundo nível tem-se o planeamento director de produção (PDP) ("Master Production Scheduling" (MPS)), que se caracteriza por possuir uma postura mais operacional, visto que já lida com encomendas.

O terceiro nível é composto pelo grupo de sistemas que leva a cabo o planeamento detalhado de materiais e de capacidade. Em empresas onde se produz uma grande diversidade de produtos com vários componentes associados ao produto, o planeamento detalhado de materiais pode necessitar de cálculo para milhares de componentes, o que pressupõe a necessidade de recorrer a técnicas computacionais no sentido de ajudar no planeamento das necessidades de materiais. O quarto e último nível relaciona-se com a programação e controlo da produção, pois tomam-se decisões relativamente à máquina, por exemplo, definir qual o componente seguinte que será executado numa determinada máquina. Com isto, torna-se possível que as ordens de produção possam ser realizadas com o desempenho mais desejado.
Assim, com o intuito de responder mais e melhor, às exigências impostas por um mercado cada vez mais forte e competitivo, a empresa deve rever os seus planos todos os meses e reajusta-los quando necessário.
A produção orientada para o cliente é cada vez mais uma questão vital no novo ambiente empresarial, por isso o planeamento da produção cada vez mais tem de ser baseado nas encomendas dos clientes e menos em previsões.
Existe ao nível do planeamento uma grande necessidade de dispor de soluções que, de forma eficiente produzam planos possíveis de realizar e estejam adaptadas às novas características do mercado e das estruturas produtivas. A figura 4 mostra o modelo conceptual para o planeamento de produção.

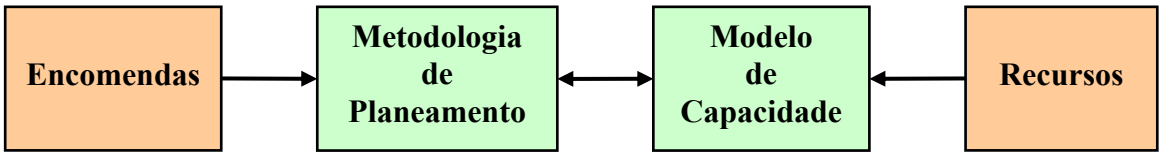

Figura 4 - Modelo Conceptual para o Planeamento da Produção

Para terminar esta secção, actualmente, as actividades de Planeamento e Controle de Produção podem ser implementadas e postas em prática através de três sistemas:

1) Material Requirements Planning (MRP);
2) *Just in Time* (JIT);
3) Optimized Production Technology (OPT), em que cada organização adopta e utiliza o sistema mais conveniente.

■ 2.5 - Planeamento de Capacidades

No ambiente competitivo com que as empresas se deparam, é muito importante dispor de meios e recursos que possibilitem a obtenção de respostas fiáveis e obviamente num tempo cada vez menor. A avaliação da capacidade produtiva tem por isso uma grande responsabilidade, tornando-se por vezes crítica a obtenção dos resultados que se pretendem.
O crescente interesse pelos métodos e abordagens relativos à avaliação de capacidades advém da interligação entre o processo de planeamento e o efeito do plano nos recursos envolvidos geralmente escassos e caros.
Existem várias definições de Capacidade, verificando-se que nenhuma delas é universal. Elmaghraby (1991), analisa em detalhe o conceito de capacidade

produtiva e identifica diversos tipos de capacidade, indicando diferentes abordagens em função de cada tipo. São identificadas as principais causas de imprecisão, associadas à quantificação da capacidade, como é o caso de:

1. Variabilidade, ao longo do tempo, do número de produtos que estão a ser produzidos ao mesmo tempo, isto é, a capacidade varia com o mix de produtos.
2. Os tempos de preparação;
3. A variação da eficiência do processo, com o tipo de produto produzido;
4. A utilização de subcontratação em partes do processo;
5. E os desperdícios e rejeitados.

Pode definir-se também a Capacidade como sendo a "produção", ou o número de unidades que uma organização pode produzir, armazenar ou receber num determinado horizonte de tempo.

Decisões chave prendem-se com o planeamento de capacidades e que também já foram referidas na secção 2.4 que têm a ver com:

1. Fabricar ou Comprar? A organização depara-se com a dúvida se deve produzir totalmente ou se deve produzir apenas parcialmente, comprando a outras empresas ficando apenas com o trabalho de montar. Qual a melhor opção? Depende antes de mais nada do tipo de negócio, e também há que dispor de previsões fiáveis da procura.
2. Capital existente, que está relacionado com o equipamento utilizado e a mão-de-obra, pois quanto mais equipamento e mão-de-obra for utilizada, em mais custos a empresa irá incorrer.
3. Flexibilidade que tem a ver com alterações ao nível dos produtos, nas quantidades produzidas etc, isto é, projectar de forma a ter em conta possíveis (ou previsíveis) modificações futuras nos produtos, no mix de produtos e nos processos. Assim, deve-se analisar se a estrutura produtiva da empresa está preparada para mudanças a diferentes níveis.

De acordo com *APICS Dictionary*, citado por Cox e Spencer (2002), o Planeamento de Capacidades pode ser designado como sendo "o processo que determina qual a capacidade necessária para produzir no futuro. Este processo pode ser efectuado a nível agregado ou por linha de produto (planeamento de recursos), a nível de plano mestre (planeamento grosseiro), a nível detalhado ou por centros de trabalho (planeamento das necessidades de materiais) ".

A Capacidade pode ser projectada ou pode ser efectiva. Se for projectada, caracteriza-se pela produção máxima que pode ser atingida em condições ideais de operação, se a capacidade for efectiva relaciona-se com a produção máxima que pode ser atingida numa situação real. Então, a capacidade efectiva é sempre inferior à capacidade projectada. As medidas de capacidade traduzem-se em eficiência e utilização. A capacidade efectiva é determinada por um conjunto de factores:

1. as instalações que podem ser por exemplo o projecto, a localização, o layout e o próprio ambiente,
2. os produtos, relacionados com o design e o mix associado ao produto,
3. o processo, caracterizado pela qualidade e quantidade,
4. os factores humanos que são de enorme importância pois estão relacionados com a formação e motivação do trabalhador, a recompensa, o conteúdo de trabalho entre outros aspectos,
5. os factores operacionais, sendo a gestão de materiais, as falhas, o

sequenciamento,

6. os factores externos que se relacionam com questões legais.

Logo, se a capacidade efectiva for melhorada, a utilização também melhora.
A capacidade deve estar disponível nos períodos de tempo certos para que se consiga cumprir com o máximo rigor os planos de produção. Nestes planos de produção estão associados o plano director de produção e os planos de fabrico, a montagem e a compra de materiais. Caso não seja possível disponibilizar a capacidade necessária dentro ou fora da organização, significa que deverão ser alterados os planos de produção de acordo com as capacidades disponíveis. Então, o sucesso do sistema de planeamento e controlo da produção depende da verificação da escassez ou da abundância de capacidades produtivas.
Na figura 5 temos uma visão esquemática e resumida do processo de planeamento de capacidades.

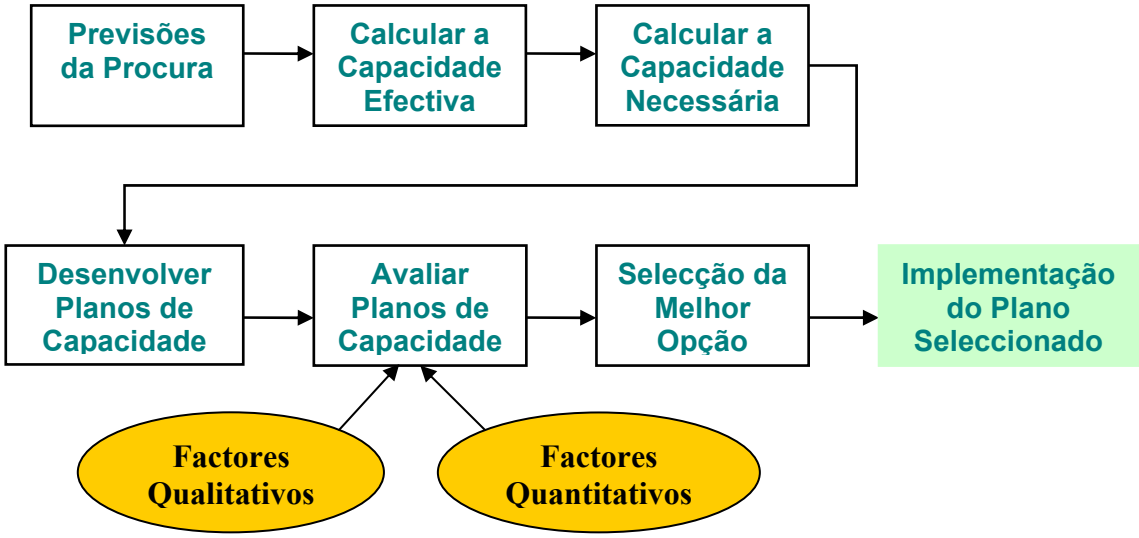

Figura 5 - Fonte: PowerPoint Presentation to accompany Operations Management, 7E (Heizer & Render) (Adaptado)

■ 2.6 - Teoria das Restrições (TOC) ou OPT

A Teoria das Restrições ou TOC (*Theory of Constraints*), ou OPT (*Optimized Production Technology*), foi criada pelo físico Israelense Eliyahu M. Goldratt na década de 70, quando este se envolveu com os problemas da logística de produção. Nas últimas duas décadas tem-se assistido a grandes mudanças nos métodos de administração industrial e de toda a cadeia de suprimentos.
Era preciso desenvolver um método em que se permitisse criar, comunicar e implementar bons resultados para a produção.
Davis *et alli* (2001) salientam que "a evolução da OPT resultou nos conceitos administrativos da Teoria das Restrições".
Goldratt, elaborou assim um método completamente novo de gestão da produção e mostrou alguma preocupação com o facto dos métodos da gestão da produção tradicionais não fazerem muito sentido lógico. Este método revelou-se de grande utilidade e logo as outras empresas mostraram interesse

em aprender esta técnica. Goldratt escreveu vários livros sobre TOC, destacando-se A Meta (1982), A Corrida (1986), A Síndrome do Palheiro (1992) entre outras publicações e ainda hoje transmite os seus conhecimentos por todo o mundo. Para ele, as empresas necessitavam de aprender a solucionar os seus problemas, de forma a poder melhorar continuamente. Foi a partir de 1991, que Goldratt abordou as ferramentas de raciocínio lógico que utilizava instintivamente. Mas afinal o que se entende por restrição? Restrição é qualquer coisa que limita um sistema em conseguir uma melhor maneira de ser executado em relação à sua meta, por isso pode dizer-se que todo o sistema possui pelo menos uma restrição. Existem vários tipos de restrições, podendo estas ser físicas, como pode ser por exemplo uma máquina com um baixo índice de produtividade, ou não físicas, como as restrições associadas à política da empresa ou restrições de natureza comportamental, culturais ou de mercado, sendo que Goldratt, considera que as restrições físicas podem ser encaradas normalmente como reflexos das restrições de nível comportamental ou então de comportamentos da organização. Para o autor, todas as organizações têm um objectivo principal comum a todas elas, que é determinado pelos seus accionistas e proprietários e que tem a ver com o dinheiro investido, ou seja, se a empresa é portadora de acções possíveis de serem negociadas no mercado de capitais, então o interesse vai ser o de ganhar cada vez mais dinheiro, tanto agora como em épocas futuras, visto que se os accionistas investem dinheiro, o objectivo que estes esperam é ter este dinheiro de volta. Ainda segundo a perspectiva do mesmo autor, e de uma forma mais abrangente, pode-se então definir a Teoria das Restrições como sendo: " Uma filosofia global de organização empresarial, com o propósito de promover a contínua optimização do desempenho esperado de qualquer organização que tenha uma meta bem definida, através do alcance das acções geridas nos elementos que a restringem". Este processo de optimização contínua é composto por cinco etapas. São elas:

1. Identificar a restrição do sistema, que consiste em encontrar no sistema a restrição primária, ou seja, o seu ponto mais fraco.
2. Explorar a restrição do sistema, em que, a restrição primária dentro da empresa irá definir o ganho máximo, ou seja, a empresa não poderá vender mais do que é possível "fluir" pela restrição. Então este é o recurso mais importante e no qual devem recair todas as atenções.
3. Subordinar. A subordinação é a etapa responsável por garantir um nível de actividade, com a menor quantidade possível de stock reduzindo o Investimento e a Despesa Operacional.
4. Elevar a restrição do sistema.
5. Se em algum dos passos anteriores, a restrição não for avante, voltar ao passo 1, no entanto deve ter-se sempre em atenção para não deixar que a inércia se torne a restrição do sistema.

Através do uso deste processo, pode-se desenvolver os esforços nos poucos pontos de um sistema que contribuem para o seu desempenho, podendo assim melhorar de forma significativa o seu desempenho no curto prazo. Neste contexto, Restrição significa: "qualquer coisa que impeça um sistema de atingir um desempenho maior em relação à sua meta", o que leva a considerar de acordo com esta definição e como já foi dito anteriormente, que todo o sistema possui uma restrição, caso contrário, o seu desempenho seria infinito, ou seja, o lucro da empresa seria infinito.

Como é hábito, são usadas três medidas para analisar a situação em que se encontram as organizações: o lucro líquido, o retorno sobre o investimento, e o fluxo de caixa, no entanto estas medidas tornam-se insuficientes quando se pretende medir o impacto das acções locais no resultado global do sistema. A Teoria das Restrições, definiu três novos elementos que não contribuem apenas nas tomadas de decisões da direcção da empresa, como também nas decisões operacionais locais. Esses três novos elementos, que foram apresentados por Goldratt e Fox (1993), são:

1. Ganho (Throughput), que se traduz no índice pelo qual o sistema faz dinheiro através das vendas efectuadas.
2. Inventário (Inventory), que é todo o dinheiro que o sistema aplica na compra de algo que pretende vender.
3. Despesa Operacional (Operating Expenses), que se caracteriza por ser todo o dinheiro gasto pelo sistema, e que transforma Inventário em Ganho.

Para Guerreiro e Paccez (2001), "o conceito de ganho da teoria das restrições corresponde ao conceito de margem de contribuição num sistema de contabilidade de custos que adopta o método de custeio directo ou variável".

Gupta *et alli* (2002) referem que a Teoria das Restrições "procura ajudar os gestores em todos os níveis da organização para manter um foco apropriado na restrição do sistema. A TOC reconhece que a restrição do sistema limita o desempenho do sistema e propõe-se a fixar princípios e conceitos para gerir a restrição".

Já Hansen e Mowen (2001) pensam que "a Teoria das Restrições (TOC) reconhece que o desempenho de qualquer organização (sistema) está limitado pelas suas restrições".

Para programar as actividades de produção há que ter em atenção dois tipos de recursos, que fazem parte da realidade de todas as empresas:

1. Recurso Gargalo, que se caracteriza por ser um recurso em que a capacidade é menor ou igual do que a procura colocada nele;
2. Recurso Não-Gargalo, caracteriza-se por possuir janelas no tempo de disponibilidade, visto que as suas procuras não ocupam o tempo disponível.

Tubino (1999) afirma que "todo sistema produtivo possui algum recurso que limita a sua capacidade de produção, chamado de 'gargalo'. Gargalo é um ponto do sistema produtivo (máquina, transporte, espaço, homens, etc.) que limita o fluxo de itens no sistema".

Na perspectiva de Corrêa *et alli* (2001), "os gargalos, tendo a sua capacidade totalmente ocupada, representam uma restrição ao fluxo da unidade produtiva inteira".

Para Golgratt e Fox (1992), Jacobs (1984) e Corrêa e Gianesi (1993), a filosofia OPT possui alguns princípios que têm a ver com:

1. Balancear o fluxo e não a capacidade, ou seja, a filosofia OPT procura centrar-se no fluxo de materiais e não na capacidade dos recursos.
2. A utilização de um recurso não gargalo, não é determinada pela sua disponibilidade, mas por outra restrição do sistema.
3. A utilização e a activação de um recurso não podem ser chamadas pelo mesmo, isto é, um recurso quando activado não irá implicar na contribuição para atingir os objectivos, daí não serem sinónimos.
4. Uma hora perdida num recurso gargalo é uma hora perdida por todo o sistema produtivo.

5. Uma hora ganha num recurso não gargalo, trata-se de uma ilusão, pois o sistema é limitado pelo recurso gargalo.
6. Os gargalos gerem o volume de produção, bem como o volume dos stocks.
7. O lote de transferência, pode não ser, e normalmente não deveria ser, igual ao lote de processamento, já que, a flexibilidade em como os lotes serão processados é fundamental para uma eficaz operação do sistema produtivo.
8. O lote de processamento deve ser variável e não fixo. Na filosofia OPT, o tamanho do lote de processamento é uma função da programação que pode mudar de operação para operação.
9. A programação de actividades e a capacidade produtiva devem ser vistas de forma simultânea e não de forma sequencial.

Vollmann (1986), também apresenta o seu ponto de vista relativamente ao OPT. O autor, refere algumas restrições acerca desta técnica, em que o desempenho depende de aspectos que se prendem com:

1) A percentagem de recursos gargalos existentes;
2) A quantidade de recursos ou centros produtivos existentes;
3) O tamanho da estrutura dos produtos;
4) O rigor dos arquivos dos roteiros de produção.

Segundo Jacobs (1984), esta técnica vem mostrar um novo meio para os problemas associados ao controlo de material e planeamento das operações, na medida em que, os seus princípios são muito importantes e podem ser usados em diversos ambientes de produção, com a utilização ou não do software.

Spencer (1991), propõe a adopção de certos elementos básicos do OPT/ Teoria das Restrições, como sendo uma forma para se elevar o nível de desempenho do MRPII e reduzir-se os problemas associados à capacidade.

Slack (1990) refere que, "durante os anos 80 e 90, o sistema e o conceito do planeamento das necessidades de materiais expandiram e foram integrados a outras partes da empresa. Esta versão ampliada do MRP é conhecida actualmente como Planeamento dos Recursos de Produção (*Manufacturing Resource Planning*), ou MRP II".

Actualmente, pode dizer-se que a Teoria das Restrições está dividida em três importantes grupos onde actua: os diagramas de causa e efeito designados de processos de raciocínio, a utilização das definições como o ganho, inventário e despesa operacional e os aplicativos ligados à gestão de marketing, de projectos, entre outros.

■ 2.7 - Métodos de Medição de Trabalho

□ 2.7.1 - O Estudo dos Movimentos

Através dos tempos, o homem procura a busca incessante da melhor forma de executar o seu trabalho com o objectivo de aumentar o seu bem estar material. É visível que as indústrias visam desenvolver métodos e formas de fabricar os produtos cada vez com melhor qualidade e gastando o menor possível.

É tido em consideração a procura de melhores formas de executar os produtos, que evoluiu para aquilo que se chama de Engenharia de Métodos.

A Engenharia de Métodos caracteriza-se por ser uma técnica que sujeita cada operação de uma determinada parte de um trabalho a uma análise cuidada e rigorosa, tendo como objectivo eliminar as operações desnecessárias e obter o método melhor e mais rápido para executar o trabalho. Esta técnica engloba vários aspectos como por exemplo:

1. inclui a normalização dos equipamentos, dos métodos e condições de trabalho;
2. treina e ensina os operários para que sigam o método determinado;
3. estabelece, através de uma medição rigorosa, o número de horas padrão em que as tarefas possam ser realizadas por um operário que trabalhe com um rendimento médio de trabalho.

Relativamente ao estudo dos movimentos, este tem o intuito de decidir qual o melhor método de trabalho, sendo que a procura dos métodos mais eficazes não deve ser função exclusiva de um departamento especializado, mas sim de todos aqueles que estão directa ou indirectamente envolvidos à produção, como pode ser o caso dos administradores de pequenas e médias indústrias.

Existem várias formas de melhorar os métodos de trabalho e de acordo com o artigo de Daniel Xavier e Michel Sena (2001), que estudaram o *Estudo De Tempos Para o Aumento Da Produtividade Na Construção Civil,* devem ser feitas várias perguntas inerentes à sistemática do trabalho, como por exemplo:

- ✓ Porque é que esse trabalho deve ser executado?
- ✓ Quem é que deve fazê-lo?
- ✓ Como, Quando e Onde deve ser feito?

Em relação à análise do ciclo de operação, devem-se colocar questões:

a) Quanto a operação:

1. O produto pode ser feito de uma forma mais simples?
2. Devem ser usados materiais mais baratos?
3. A sequência dos detalhes é a melhor possível?

b) Quanto ao lugar:

1. É possível executar a tarefa num lugar diferente?
2. A temperatura ambiente é adequada ao homem e ao processo?
3. Os materiais estão a um nível aceitável de quem os alcança?
4. O posto de trabalho possui espaço suficiente para o stock de materiais num local próximo e a nível racional de utilização, entre outros.
5. A projecção da luz é adequada?

c) Quanto ao equipamento:

1. O equipamento em uso está em boas condições?
2. A máquina está ajustada convenientemente? Etc.

Os princípios subjacentes à economia de movimentos estão também relacionados com alguns factores como a utilização de ferramentas e dispositivos, já que estas devem ser colocadas no local de trabalho para que sejam visualizadas e encontradas de forma a poderem ser utilizadas. Então, entre vários factores a considerar, o operário quando termina o seu horário de trabalho deve efectuar a limpeza e manter organizado o seu posto de trabalho.

Apresenta-se assim a importância do estudo de movimentos, básicos para estimular o poder de observação, através de um conjunto variado de técnicas que são de fácil entendimento e aplicação.

□ 2.7.2 - Tempo Padrão

Os percursores destes métodos foram Frank Gilbreth e sua esposa Lillian Gilbreth que já em 1885 se mostravam interessados por este assunto. Algum tempo mais tarde, no fim do século XIX e início do século XX, F.W. Taylor, um engenheiro americano que trabalhava na indústria das minas, também se preocupou com estes assuntos. F. W. Taylor, tornou-se conhecido por ter adoptado a divisão do trabalho em tarefas elementares repetitivas, e no que respeita ao estudo dos tempos e métodos questionou-se com objectivo de responder a duas perguntas básicas:

1. Qual a melhor maneira de executar a tarefa?
2. Qual deverá ser o trabalho diário a ser desempenhado por cada operário para optimizar o trabalho de grupo?

A tentativa de substituir métodos empíricos e antiquados pelos métodos científicos em todos os ofícios designou-se de Organização Racional do Trabalho (ORT).

Na perspectiva de Taylor (1990), não é importante realizar o máximo de trabalho num curto espaço de tempo, mas sim obter o melhor rendimento diário por parte do operário durante o maior número de anos seguidos sem este se prejudicar, já que para o autor, o operário não tem capacidade, nem formação, nem meios para analisar cientificamente o seu trabalho e estabelecer com lógica qual o método mais eficiente. No entanto, com a Administração Científica sucede uma separação das responsabilidades, sendo que os órgãos da gerência ficam com o planeamento e a supervisão, enquanto que o trabalhador fica com a execução do trabalho. Para Taylor, a gerência passou a dispor de responsabilidades que se traduzem em alguns princípios tais como:

1. Princípio de Preparação, que consiste em seleccionar e preparar devidamente os trabalhadores de acordo com as suas aptidões, com o objectivo de conseguirem executar correctamente o seu trabalho. Há ainda que disponibilizar de um conjunto de materiais, ferramentas e condições.
2. Princípio do Controle, que como o próprio nome indica consiste em controlar o trabalho para ver se tudo corre dentro da normalidade e é importante que os órgãos ligados à gestão cooperem.
3. Princípio da Execução, em que se distribui as responsabilidades de forma coerente, para que o desempenho do trabalho se processe disciplinadamente.

Surge no século XIX, a lei da Fadiga, enunciada pelo matemático conceituado Carl G. Barth. Esta lei mostra que o trabalhador só poderia realizar uma tarefa com um peso Y por um período X de tempo, o que significa que quanto menor o Y, maior o X. Era o começo da aplicação dos princípios ao cálculo do tempo padrão.

Nos dias de hoje, as preocupações continuam, apesar de não envolver apenas o trabalho humano, mas também a relação homem/máquina, sempre na procura da melhoria contínua que se traduz no aumento da eficácia e consequentemente no aumento da produtividade dos sistemas industriais.

Não se deve tratar cada problema pela sua ordem de chegada, mas em função de critérios, ou seja, deve-se começar por seleccionar o objecto a estudar ou o objecto do estudo como pode ser o caso de uma operação, tarefa ou posto.

Então, a medição dos métodos de trabalho, estão relacionados com o projecto de sistemas de produção, a que está inerente a definição de padrão. Os padrões de trabalho são bastante importantes pois permitem fazer a comparação de processos alternativos de fabrico, a calendarização, o planeamento da capacidade, orçamentação e a avaliação de desempenho. Os métodos de medição de trabalho podem ser realizados recorrendo a:

1) dados históricos,
2) estudo dos tempos,
3) operações padrão,
4) tempos padrão pré-determinados.
5) amostragem do trabalho.

O tempo padrão é um recurso que permite analisar a capacidade produtiva de um processo tendo em conta diversos aspectos existentes na realidade diária de trabalho, como pode ser: a fadiga do trabalhador, a monotonia do trabalho, necessidades fisiológicas, esforço e habilidade têm uma grande importância no tempo necessário à execução de um produto.

A determinação do tempo padrão de uma operação é realizada da seguinte forma:

1. Através do cálculo do Tempo Base, que é igual ao Tempo Observado multiplicado pelo Ritmo Observado e dividido pelo Ritmo Padrão;
2. Ao Tempo Base são adicionados suplementos de descanso, que incluem as necessidades pessoais de descanso, ligados aos parâmetros de fadiga, tensão, esforço e ambiente de trabalho. Por último, são adicionados ao somatório dos tempos anteriores os parâmetros ligados aos suplementos do trabalho. O resultado final deste somatório de tempos corresponde ao Tempo Padrão de uma actividade.
3. Finalmente vem o Tempo Padrão que é utilizado no processo de planeamento para a determinação da duração das tarefas e respectivos prazos de entrega.

A utilização do tempo padrão como forma de estudar a capacidade produtiva de um sistema de produção, está inserta nos princípios e definições da Administração Científica conhecida como Teoria X, que pretende elevar os índices de produtividade a partir da racionalização do trabalho. A ideia consistia em tentar obter um método apropriado para se executar uma determinada tarefa com vista à realização rápida, segura e económica, o que faz com que Frederick Taylor se revele como um nome de destaque e a que estão subjacentes alguns princípios tais como:

1. A produção levada a cabo pelos trabalhadores durante o dia normal de trabalho deve ser aceitável;
2. Todo e qualquer trabalho possuem um método próprio para a sua execução;
3. A formação ao trabalhador é muito importante, na medida em que é necessário este estar ensinado acerca do que é pretendido executar, para que o trabalho ocorra sem problemas;
4. Torna-se necessário estabelecer condições para o trabalho;
5. É importante fixar um tempo padrão para o trabalho a ser executado Chiavenato (1997).

□ 2.7.3 - O Estudo de Tempos

O Estudo de Tempos, é uma técnica de medida do trabalho que permite registar os tempos e os factores de actividade para os elementos de uma dada operação ou tarefa, executada em determinadas condições e analisar os dados recolhidos, com vista a obter o tempo necessário para realizar esta tarefa a um nível de rendimento bem definido.
O Estudo de Tempos pode ser utilizado para a determinação de tempos *standard* para operações ou tarefas já sistematizadas ou como ferramenta de apoio ao Estudo de Métodos como apoio à análise (factor medição).
Segundo Júnior (1989), o Estudo de Tempos e Métodos é a análise dos métodos, materiais, ferramentas e instalações utilizadas ou que irão ser utilizadas na elaboração da tarefa com os seguintes objectivos:

1. tentar executar a actividade pretendida da maneira mais económica;
2. ter os métodos, materiais, ferramentas e instalações padronizados;
3. saber ao certo o tempo que o trabalhador demora a executar a tarefa a um ritmo de trabalho normal;
4. no caso de ser um método novo, ensinar devidamente ao trabalhador como se faz.

Ainda segundo o mesmo autor, o tempo padrão é então o tempo necessário para executar uma tarefa tendo em conta um determinado método e em condições determinadas, por um trabalhador apto capaz de operar da melhor maneira durante as horas normais de trabalho.
Na visão de Riggs (1987), ao iniciar-se o estudo dos tempos e métodos é importante que se conheça a forma pela qual o trabalho é realizado. Se a operação for definida como um todo, pode-se chegar à subdivisão do processo obtendo tarefas básicas.
O método do estudo de tempos tem como principal vantagem o facto de ser muito rigoroso em termos de precisão, no entanto também apresenta algumas desvantagens que residem em ter que requerer pessoas especializadas para efectuarem a análise e não permitem definir padrões sem que as tarefas se encontrem a ser realizadas. A metodologia de base a seguir para se executar um Estudo de Métodos assenta na realização de quatro actividades, que deverão ser cumpridas com rigor para que o resultado final seja fiável e se evite a perda de oportunidades de melhoria resultantes de uma má aplicação. As quatro fases são:

- ✓ Observação;
- ✓ Recolha/registo de dados e informações;
- ✓ Análise crítica;
- ✓ Proposta de novos métodos ou oportunidades de melhoria.

Quando se tem que proceder a Estudos de Tempos é necessário possuir um mínimo de material de base como por exemplo: um cronómetro; uma máquina de filmar e um gravador vídeo; uma prancheta de cronometragem e folhas de observação.
A Cronometragem é uma técnica de medida observando-se *in loco* o local de trabalho ou através de vídeos. Exige a preparação prévia, o uso de equipamentos adequados, uso de técnicas para evitar alteração de ritmo ou hábitos do funcionário e tratamento adequado ao funcionário para diminuir ou evitar o stress durante a cronometragem. É fundamental ter sempre presente que os registos feitos durante a cronometragem devem ser reprodutíveis, e as

condições sob as quais os tempos foram medidos devem ser registadas tão cuidadosamente quanto os próprios tempos.
A Cronometragem obedece a algumas recomendações tais como:

1. Verificar se a operação é repetitiva;
2. Entrar em contacto com os envolvidos;
3. Obter informações sobre a operação e o operador envolvido. Deve-se definir claramente o *início* e o *fim* do ciclo a ser cronometrado. Só assim se consegue assegurar a reprodutibilidade dos dados que depende: da conveniente descrição do processo de trabalho, do correcto conhecimento das condições de trabalho e da satisfação de determinadas exigências estatísticas.

Há três métodos principais de cronometragem e um sistema misto que utiliza vários cronómetros simultaneamente, sendo:

1. Cronometragem contínua;
2. Cronometragem com retorno a zero;
3. Cronometragem de leitura fixa.

Na Cronometragem contínua, o cronómetro é posto em marcha no início do primeiro elemento do primeiro ciclo a cronometrar e só para no final do estudo. No fim de cada elemento, o cronometrista regista a leitura do cronómetro.
Os diversos tempos elementares obtêm-se por subtracções sucessivas após o estudo estar concluído. Na Cronometragem com retorno a zero, o cronómetro é posto a trabalhar no início do primeiro elemento do primeiro ciclo e é simultaneamente lido e retornado a zero no fim desse elemento, iniciando imediatamente a contagem do tempo do elemento seguinte, e assim sucessivamente. Deste modo, os tempos elementares são obtidos sem necessidade de se efectuarem as subtracções, necessárias na cronometragem contínua. Por último, tem-se a Cronometragem de leitura fixa em que um dos ponteiros pára quando se carrega num disparador suplementar, enquanto o outro continua a andar. Carregando uma segunda vez neste disparador, o ponteiro parado alcança o que está em movimento e ambos continuam a avançar. Assim, os resultados são lidos com o ponteiro parado e não em movimento, como acontece nos dois métodos anteriores, o que aumenta, a precisão da leitura.
Logo, o Estudo de Tempos assume um papel de grande importância em qualquer organização, na medida em que permitem saber o tempo de duração das tarefas e consequentemente a possibilidade de propor melhorias de acordo com as observações efectuadas.

□ 2.7.4 - Balanceamento e Tempo de Ciclo

Aquando a fabricação de um determinado produto, cada posto ou estação de trabalho consome tempo para executar uma certa tarefa. Se o tempo gasto por cada uma das estações para produzir um produto é o mesmo, significa que o balanceamento não vai ter problemas. De uma forma genérica, o balanceamento é realizado para responder às várias necessidades da empresa ao fabricar os produtos que são úteis ao mercado. Então pode dizer-se que balancear consiste em tentar fazer com que os vários postos que constituem uma linha se equilibrem, isto é, que trabalhem em sintonia, com o mesmo tempo unitário.
Relacionado com o balanceamento está o Tempo de Ciclo, na medida em que, a dimensão do Tempo de Ciclos varia de acordo com vários factores, como

podem ser: o tamanho da produção, dos processos e das divisões onde é executado o processo.
Segundo Rother e Shook (1998), o Tempo de Ciclo é o "tempo percorrido entre a saída de uma peça e a saída da seguinte, em segundos".
O Tempo de Ciclo, é então o tempo necessário para transformar uma entrada numa saída e em que se espera que este Tempo de Ciclo seja o menor possível.

■ 2.8 - SMED – *Single Minute Exchange of Die*

O SMED surgiu através da prática adquirida por Shingo (1985), ao solucionar problemas relacionados com a ausência de produtividade, em que observou que os tempos em que não se produzia eram elevados e que tal tinha a ver com as mudanças de ferramentas nas prensas para iniciar um novo lote, que eram frequentes e morosas. Resolveu por isso perceber e analisar a maneira como os operários procediam à mudança das ferramentas, descrevendo e quantificando em tempo todas as tarefas realizadas. Observou, que existiam três categorias/fases para as tarefas, sendo a primeira categoria caracterizada como *setup* interno e como *setup* externo, após a observação de troca de matrizes de uma prensa em 1950, na fábrica da Mazda na cidade de Hiroshima. O autor classificou *setup* interno, como sendo o conjunto de acções executadas com a máquina parada, e classificou *setup* externo como o oposto, ou seja, como o conjunto de actividades executadas com a máquina a trabalhar. A segunda fase, caracterizou-se pela duplicação de ferramentas, com o intuito de que o setup fosse feito em separado provocando um considerável aumento na produção na ordem dos 40%, e ocorreu em 1957 no estaleiro da Mitsubishi Heavy Industries, também em Hiroshima. A terceira e última fase ocorreu alguns anos mais tarde, em 1969 na Toyota Motors Company e foi de enorme importância, pois nesta etapa Shingo criou a sua metodologia, designada em inglês por SMED, na qual vem implícito uma ideia e um horizonte temporal: troca de matrizes em menos de dez minutos. Sempre com o objectivo de reduzir os tempos e com os esforços realizados, Shingo conseguiu obter essa redução do tempo através da conversão de *setup* interno em *setup* externo, isto é, recorrendo à passagem de algumas operações em que a máquina não estivesse activa, para o momento em que esta estivesse a trabalhar. Conseguiu-se então uma redução para três minutos do tempo em que a máquina estava parada.
A sequência básica do procedimento de mudança de ferramentas é composta por quatro passos principais. São eles e caracterizam-se genericamente por:

1. Preparação, ajustes, controlo das ferramentas, das matérias-primas, etc.
   É acautelado que tudo está em boas condições de funcionamento,
   assim como tudo o que é necessário está nos lugares respectivos.
2. Medidas, ajustes e calibrações. Para que a produção se inicie sem problemas, há que ter alguma atenção no que respeita a medidas e calibrações.
3. Montagem e desmontagem das ferramentas. Sempre que necessário, desmontar a ferramenta e proceder à montagem da nova na máquina respectiva.

4. Realização de testes de produção. Deve-se produzir peças que sirvam de teste e averiguar o rigor da mesma e realizar ajustes sempre no caso de se justificar.

Alguns procedimentos são tidos em consideração para a diminuição do tempo de mudança de ferramentas, como por exemplo:

1. Reconhecer as operações e recorrer à cronometragem para as operações realizadas;
2. Recorrer a entrevistas aos colaboradores e a gravações de vídeo aquando da troca de ferramenta.

Ainda relacionado com o que se acabou de explicar, o SMED é constituído por três estágios conceptuais que estão ordenados pela ordem seguinte:

1. Estágio Preliminar, em que o *setup* interno não se distingue do *setup* externo, isto é, este estágio oferece os parâmetros iniciais de tempo das tarefas executadas no *setup* e recomenda-se para a recolha dos tempos, por exemplo a utilização do cronómetro, filmagem da tarefa etc.
2. Estágio 1, que é caracterizado pela organização das operações, distinguindo-as e separando-as como *setup* interno e *setup* externo.
3. Estágio 2, no qual se procede à conversão do *setup* interno em *setup* externo. É necessário verificar todas as operações para se conseguir o objectivo pretendido, que é a transformação em *setup* externo.
4. Estágio 3, procura a melhoria contínua das actividades elementares do setup interno e externo e ficou conhecido em inglês como "*streamlining all aspects of the setup operation"*, que em português significa *"racionalizando todos os aspectos do setup"* Shingo (2000).
   McIntosh et al. (2000), pensa que neste estágio podem surgir melhorias, que se poderão traduzir na redução do tempo de *setup*.

Acerca dos estágios 1 e 2, Costa et al. (2004) refere que "... Em qualquer análise de operações de *setup*, é importante distinguir o trabalho que pode ser feito enquanto a máquina está funcionando e aquele que deve ser feito com a máquina parada. O princípio fundamental de melhoria de *setup* é transformar uma operação de *setup* interno em uma de *setup* externo."

Monden (1984), pensa que a definição mais importante para o SMED é a distinção das acções de preparação interna para externa.

O trabalho de criação do SMED foi moroso e teve a duração de 19 anos para Shingo, sendo que o sistema de produção da Toyota teve um grande impacto para este. Shingo (1985) define o SMED como uma "… abordagem científica para a redução do *setup,* que pode ser aplicada em qualquer fábrica ou equipamento".

No entanto outras definições foram dadas por outros autores.

De acordo com McIntosh et al. (2000) a definição de SMED pode ser vista como conceito, SMED como metodologia e como programa de melhoria. O SMED como conceito, diz respeito à percepção que se tem deste através dos seus estágios conceptuais, com o intuito da diminuição do tempo de *setup*. O SMED como metodologia, em que os quatro estágios conceptuais integrados num fluxograma permitem alcançar a meta estabelecida. Para Greatbanks (2001), o SMED é uma metodologia sólida e diversos autores propuseram-se a agrupar outros estágios com vista a melhora-lo cada vez mais. O terceiro ponto em que o SMED pode ser visto como programa de melhoria, é que possibilita melhorias no processo, nos equipamentos, atribuição de responsabilidades, entre outros aspectos.

Para Esrock (1985), o SMED baseou-se na preocupação de atingir uma meta de tempo em um dígito de minuto ou o menor tempo possível, o que originou a aplicação da cronometragem na execução de tarefas ao nível da fábrica.
Concluindo, o SMED é uma ferramenta que procura diminuir os tempos de paragens das máquinas através da optimização das trocas de ferramentas, respondendo assim à cada vez maior exigência do mercado no que respeita aos prazos e diversidade de produtos e permite realizar pequenas quantidades de produtos sem prejudicar os custos, evitando o acréscimo dos stocks de segurança e eliminando os desperdícios associados ao espaço.

■ 2.9 - Gráfico de Gantt

O método mais antigo de planeamento de projectos é o Gráfico de Gantt. Em 1914, o engenheiro americano Henry L. Gantt criou um processo de planeamento, programação e controlo, utilizando gráficos de barras, para ajudar na execução de grandes projectos. Durante a 1ª guerra mundial, Gantt aplicou o sistema em diversos projectos do exército e da marinha. O sucesso do projecto foi tal, que fez com que a partir de 1918 se tornasse bastante conhecido e popular. A contribuição de Gantt centrou-se nos seguintes pontos:

1) nos esquemas de motivação dos trabalhadores;
2) no conceito de homem económico;
3) no sistema de prémios de produção;
4) em réguas de cálculo.

O Gráfico de Gantt é utilizado para determinar a melhor maneira de posicionar as diferentes tarefas de um projecto a executar num período determinado, em função de:

1) duração de cada uma das tarefas;
2) relação de precedências entre as diferentes tarefas;
3) prazos a respeitar;
4) capacidades disponíveis.

É constituído por um sistema de eixos coordenados. O eixo das ordenadas representa as diversas actividades a executar e o eixo das abcissas representa o tempo (definido geralmente em dias, semanas ou meses).
O controlo do plano consiste na representação de uma linha vertical traçada na data que se quer estudar. Em relação às folgas das actividades representam-se em extensão horizontal gráfica da barra de actividades, enquanto que as actividades críticas são representadas de acordo com um padrão (Figura 6).

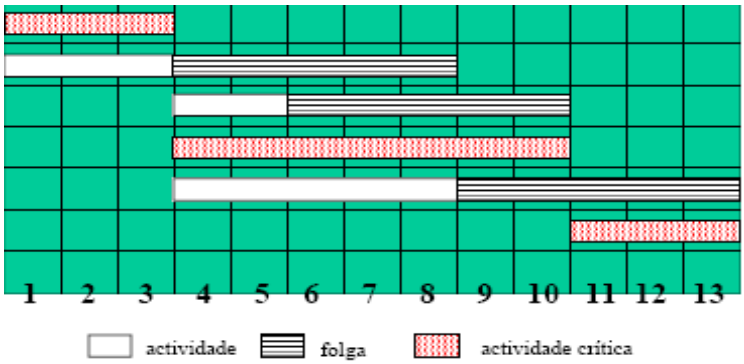

Figura 6 - Representação Gráfica - Gráfico de Gantt

O Gráfico de Gantt tem então como principais vantagens o facto de:

1) ser fácil de elaborar;
2) indicar a escala do tempo;
3) mostrar de forma clara o início e o fim das tarefas;
4) ser fácil de desenhar;
5) se traduzir numa excelente forma de comunicação visual.

As desvantagens centram-se:

1) na dificuldade de programar ou simular;
2) não indica as dependências das tarefas;
3) não funciona em projectos de grandes dimensões.

Estes diagramas constituíram uma óptima e eficaz ferramenta de trabalho para os gestores, que durante cem anos não sofreram qualquer alteração e só nos anos 90, é que foram acrescentadas linhas de ligação às barras de tarefa, indicando as dependências entre elas de uma forma mais concisa.
Gantt fez parte do grupo dos últimos tradicionalistas, que aprofundaram a filosofia de Taylor e desenvolveram abordagens gráficas para apoio e implementação da metodologia conhecida por gestão científica. Outros nomes muito importantes que estão incluídos neste grupo para além de Gantt podem ser Carl Bart e Mansel White.

■ 2.10 - Método CPM

O termo CPM é acrónimo de Critical Path Method e foi desenvolvido numa empresa norte-americana de seu nome DuPont de Nemoirs. No entanto, por ser um método muito trabalhoso que exigia muitos cálculos, foi aperfeiçoado em 1957 com a ajuda da empresa Remington Rand e aplicado no computador UNIVAC I, como sendo o primeiro software comercial de planeamento de projectos. Este método introduziu um novo conceito na administração de projectos, designado de *Caminho Crítico,* que requer mais atenção, dado que cada atraso de uma tarefa neste mesmo caminho leva a um atraso no fim do projecto. Um caminho através de uma rede é uma rota seguindo os arcos a partir do nó *Início* até ao nó *Fim*. O comprimento de um caminho é a soma das durações das actividades sobre o caminho.
Para que a técnica CPM resulte, tem que se ter em conta um pressuposto de extrema importância que reside no facto das durações das actividades serem conhecidas e determinísticas. Então tem-se que o caminho crítico é composto pela maior sequência das actividades que ligam o nó inicial da rede ao nó final, em que se obtém o prazo mínimo de elaboração do projecto. No que diz respeito às actividades críticas, estas fazem parte do caminho crítico, prestando uma grande ajuda no que tende à duração do projecto. Para terminar, existem as folgas que são o espaço de tempo que a actividade tem para se desenrolar, com o instante de início e eventuais atraso.

■ 2.11 - Método PERT

O Método PERT nasceu em 1958, desenvolvido pela empresa norte-americana Booz, Allen & Hamilton em conjunto com a empresa Lockheed e a marinha americana tendo por objectivo planear e controlar o programa Polaris.
PERT (Program Evaluation and Review Technique) é uma técnica que se utiliza na representação de situações mais complexas e difíceis. Ajuda a tomar decisões, apresenta informação estatística com referência às incertezas a enfrentar, sendo ainda um instrumento para o administrador definir e coordenar o que deve ser feito, a fim de atingir com sucesso o objectivo projectado dentro do tempo pré-definido. O planeamento é representado pela divisão do projecto em actividades para as quais seja possível afectar recursos e estimar uma duração (tempo de realização ou custo).
Um evento ou actividade referido em PERT diz respeito ao início ou à conclusão de uma tarefa, mas não significa a execução da mesma. Em seguida é apresentado um pequeno resumo do funcionamento da rede PERT:

Eventos que aparecem numa rede PERT surgem numa sequência lógica onde os círculos (Figura 7) representam eventos que seguem um ao outro numa sequência certa. As setas indicam o sentido e os números nos círculos representam os eventos, em que a ordem dos eventos é indicada pelas setas e não pelo número do evento.

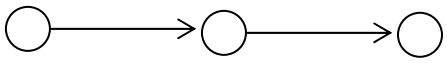

Figura 7 - Rede PERT

Se tivermos duas tarefas A e B simultâneas, isto é, que começam ao mesmo tempo estas representam-se através da Figura 8:

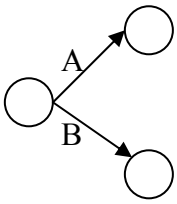

Figura 8 - Rede PERT

Se tivermos duas tarefas convergentes, ou seja, que precedem a mesma etapa C, vão ser representadas através da Figura 9:

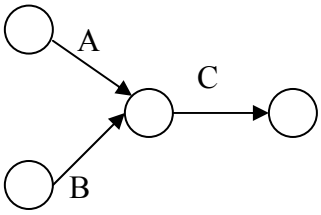

Figura 9 - Rede PERT

Por vezes, é necessário criar tarefas fictícias X de duração nula (Figura 10):

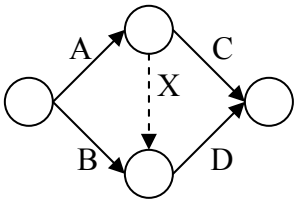

Figura 10 - Rede PERT

Então, uma actividade PERT é a realização de um trabalho em que, é a parte da rede PERT que consome tempo e requer mão-de-obra, material, local, equipamento, instalações e outros recursos.
Uma actividade deve ligar dois eventos consecutivos a uma rede PERT, pois as actividades são a parte desta rede que consomem tempo. Então as actividades representam consumo de tempo, e tempo é trabalho, sendo lógico e natural que as actividades necessitam de mão-de-obra, material, local, equipamento e outros recursos.
Após a elaboração da rede PERT é necessário obter a estimativa do tempo requerido para cada actividade. O PERT permite que sejam feitas três estimativas de tempo requeridas para a realização de cada actividade, em que esses três tempos são afeitos para estimar o tempo necessário para o término do projecto.
Assim vamos ter:
(1) Tempo Optimista, que consiste no menor tempo possível no qual a actividade pode ser efectuada. É o tempo necessário para completar o trabalho, caso tudo corra melhor do que o previsto.
(2) Tempo Mais Provável, que é a estimativa de tempo mais exacta possível. É a estimativa que será usada se tudo correr dentro da normalidade.
(3) Tempo Pessimista, que consiste no máximo de tempo necessário à execução da actividade. Tem em conta todos os factores desfavoráveis, excluindo-se, contudo, uma catástrofe.
As estimativas, uma vez terminadas não devem sofrer modificações a não ser que haja uma transformação dos objectivos ou dos recursos a serem utilizados.
Logo vamos necessitar para o cálculo as seguintes variáveis (Figura 11):
a - cálculo do tempo optimista
m - cálculo do tempo mais provável
b - cálculo do tempo pessimista
t_e - tempo médio que a actividade levaria, se fosse repetida muitas vezes
O t_e, para cada distribuição é o valor da média estatística dos cálculos de três tempos. É o tempo médio que a actividade consumiria, se fosse repetida várias vezes.

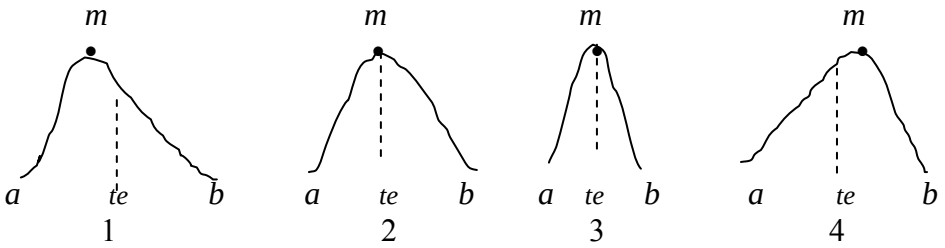

Figura 11 - Gráfico da Rede PERT

Para se obter o valor de t_e (Equação 1), este é calculado através das posições relativas de a, m e b que influenciam o valor (ou posição) de t_e. Logo, a posição de t_e entre os 2 extremos depende totalmente do julgamento e da análise da pessoa que faz as estimativas.

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6} \qquad \text{Equação 1}$$

Observa-se que quanto maior o número de informações sobre uma actividade, menor será a base da curva (Figura 11). Então, quanto maior for a separação entre os tempos optimista e pessimista, maior será a incerteza associada à actividade.
Sendo a Variância a incerteza inerente a uma distribuição. Se a variância for elevada, significa que existe uma grande incerteza a respeito do tempo necessário para a conclusão de uma actividade. Se a variância (Equação 2) for pequena, significa que a estimativa é bastante exacta no que se refere ao tempo requerido para a conclusão da actividade, isto é, os tempos optimista e pessimista aproximam-se bastante.

$$\sigma^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2 \qquad \text{Equação 2}$$

As técnicas designadas por PERT e CPM foram independentemente desenvolvidas por volta de 1950 para o planeamento e controlo de projectos. No entanto, por serem técnicas muito semelhantes fez com que o termo PERT/CPM seja utilizado apenas como uma técnica.
A Programação de Actividades na técnica PERT/CPM consiste em estabelecer em que tempo (por exemplo, em que dia ou em que semana) uma determinada actividade deve ter o seu início e o seu fim.
A técnica PERT/CPM utiliza quatro variáveis:
ES = Tempo Inicial Mais Cedo (*Earliest Start*)
EF = Tempo Final Mais Cedo (*Earliest Finish*)
LS = Tempo Inicial Mais Tarde (*Last Start*)
LF = Tempo Final Mais Tarde (*Last Finish*)
As actividades inerentes a um projecto possuem algumas restrições lógicas chamadas relações de precedência, o que limita a programação das actividades apenas a determinadas cadeias possíveis. Existem dois tipos de modelos de rede de precedência sendo:

1) AON (Activity On Node), em que os nós da rede representam a actividade e os arcos as relações de precedência entre elas,
2) AOA (Activity On Arc) na qual os arcos dizem respeito às actividades e os nós referem-se a acontecimentos.

Nos dias de hoje, as redes com actividades nos arcos AOA são as que mais se utilizam relativamente às redes AON. As redes AOA conferem facilidade a nível de representação do progresso das actividades ao longo da execução do projecto. No entanto, as redes AON tornam-se mais simples e fáceis por evitarem a necessidade do recurso a actividades fictícias e porque possibilitam a representação directa de relações de dependência diferentes da relação “A precede B”.
São então técnicas de planeamento e controlo de grandes projectos. A partir do escalonamento das diversas actividades é possível montar gráficos e estudar o

planeamento do projecto. A implementação das redes PERT/CPM tiveram um enorme destaque no que respeita à programação dos projectos porque permitiam a prática do “planeamento de excepção”.
No que respeita ao planeamento com recursos limitados, estes incluem materiais, componentes adquiridos (comprados), e montados, trabalho manual por área de especialização, espaço para produzir ou guardar stock, entre outros. De referir que a não utilização de recursos limitados ou escassos conduzirá a resultados impossíveis de por em prática.
Relacionado com estas técnicas está o balanceamento de linhas de produção, que consiste na distribuição de actividades sequenciais por postos de trabalho, de forma a possibilitar uma elevada utilização de trabalhos e equipamentos e tentar minimizar o tempo em vazio.
O procedimento utilizado para efectuar a análise de balanceamento de linhas centra-se em três aspectos muito importantes. São eles:

1) determinar o número de estações e o tempo disponível em cada uma delas;
2) agrupar as tarefas individuais, formando grupos para cada estação;
3) avaliar a eficiência do agrupamento escolhido.

Para efectuar o agrupamento de operações utiliza-se uma heurística com vista a ordenar as operações por ordem decrescente de tempo de operação; atribuir operações a uma estação até completar o tempo de ciclo, obedecendo as precedências das operações. A heurística só fica concluída quando se repetir o passo anterior para todas as estações.
PERT (Program Evaluation and Review Technique) é assim uma técnica que ajuda a tomar decisões mas não as cria.

Capítulo 3 - Caso de Estudo – M.I.R.

Neste capítulo procede-se à descrição do caso de estudo. Divide-se em cinco secções, sendo a secção 3.1 constituída pela introdução, onde se explica o problema em estudo, a secção 3.2 onde se descreve o planeamento na MIR, a secção 3.3 é referente ao estudo de tempos teóricos, a secção 3.4 refere-se ao estudo dos tempos reais e a última secção 3.5 estuda o PSE entre 2006 e 2007, efectuando a análise a quatro pressupostos:

1. Capacidade/Distribuição Humana;
2. Mix do Produto;
3. Falhas/Faltas de Material;
4. Prazos de Entrega.

■ 3.1 - Introdução

Para o eficiente planeamento de qualquer actividade é necessário uma informação rigorosa dos métodos a utilizar e dos tempos de execução das operações a realizar. Torna-se por isso imprescindível:

1. Definir o trabalho a ser estudado;
2. Registar o método e os respectivos elementos da actividade;
3. Examinar e garantir que o método mais eficiente é o utilizado;
4. Confirmar se a quantificação do trabalho foi efectuada com base na técnica de medição mais apropriada;
5. Analisar o tempo padrão para cada uma das operações.

O objectivo deste trabalho, concentra-se na necessidade de fazer um planeamento mais correcto e eficaz, pois baseia-se na análise do Incumprimento do Plano Semanal de Encomenda. Como tal, para utilizar uma correcta metodologia, é necessário conhecer a estrutura e o funcionamento da MIR, incidindo com maior detalhe no planeamento e para isso, recolher o máximo de informações úteis para a realização do trabalho.

Conclui-se, de acordo com as pesquisas efectuadas, que o incumprimento do PSE depende de diversos factores, no entanto o mais relevante, isto é, aquele que apresentou um valor de incumprimento superior ao dos outros para o período semestral de Janeiro de 2007 a Junho de 2007, foi a montagem como se pode observar pelo gráfico seguinte.

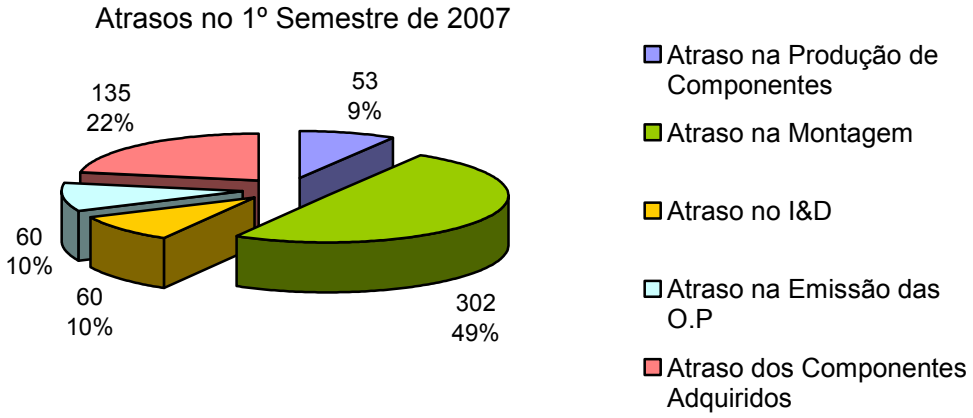

Gráfico 1 - Atrasos e Incumprimentos na MIR

O trabalho em questão tem como objectivo, o estudo e diagnóstico através da análise de operações, do processo de montagem de um tipo de móvel, procurando a sua melhor compreensão.
Em primeiro lugar, é feita uma análise da linha de montagem da MIR, para se compreender os processos, os tempos de montagem e averiguar os problemas associados à montagem, mas também vai ser dado ênfase ao PSE, efectuando a recolha de dados que possam ajudar o desenvolvimento do planeamento e a sua consequente melhoria.
São pretendidas melhorias se possível, associadas ao planeamento de acordo com a análise de um conjunto de factores, como por exemplo, a carga horária semanal, o número de trabalhadores, os atrasos, os móveis mais produzidos, assim como o tempo que se demora a executar determinada tarefa, entre outros factores.
Supõe-se que o planeamento na MIR, não alcança por vezes os objectivos pretendidos devido ao incumprimento do PSE, (como se pôde observar nos dados históricos da empresa) (Gráfico 1). Em média, planeia-se produzir semanalmente cerca de 150 móveis, excepto quando existem encomendas de móveis da linha hiper (móveis produzidos para hipermercados e supermercados), que faz com que se produza menos quantidade devido à complexidade e trabalho que estes móveis requerem. O que se verifica é que a quantidade planeada semanalmente é mais ou menos fixa e por vezes, torna-se bastante complicado produzir muitos móveis num curto espaço de tempo, face à quantidade de encomendas. O que acontece é terem que produzir mais rapidamente recorrendo a horas extras, ou então, terem que mudar os trabalhadores dos seus postos habituais para ajudar outros colegas nos seus locais de trabalho, para conseguirem satisfazer os clientes no prazo previsto.
O PSE é assim a base do planeamento, pois é através dele que se desencadeia todo o processo de fabricação do móvel.
Logo, este estudo vai incidir sobre o PSE mais propriamente sobre o incumprimento do mesmo que é de vital importância, propondo melhorias para que este possa ser cumprido mais eficazmente. Para tal, é necessário saber se os pressupostos do PSE são bem aplicados analisando detalhadamente quais os factores que contribuem para o seu incumprimento. Para melhorar o PSE, o estudo vai ser dividido em três partes principais, sendo que numa primeira fase recorre-se ao estudo dos tempos teóricos, numa segunda fase irá ser feita uma análise aprofundada ao estudo dos tempos reais com os tempos teóricos (através de cronometragem), pois através do estudo do histórico da empresa, de Janeiro a Junho de 2007, a principal consequência do incumprimento do PSE esteve na secção de montagem e finalmente numa terceira fase tentar-se-á estudar e melhorar o PSE recorrendo à análise estatística.
Na MIR existem seis secções distintas para a montagem de móveis, para um universo de trinta e quatro famílias existentes (actualmente). Às seis linhas de montagem (Tabela 1) correspondem seis secções diferentes e são designadas de acordo com o tipo de móveis a montar. Tem-se então:

DESIGNAÇÃO	MÓVEL MAIS VENDIDO NO 1º SEMESTRE DE 2007
Montagem Vitrinas 1	ALFA 1500 FE-VPR
Montagem Vitrinas 2	M INCLINADO INOX 725
Montagem Ecos/Eros	V ECO 1920 FE-TVCR
Montagem Linha Horeca	RAVEL 1420 TOT-FE VCR
Montagem Linha Hiper	KULA KANGRI M4 LC
Montagem Murais Plug-In	CRONUS M2 FV L-C

Tabela 1 - Designação e Móveis mais vendidos no 1º semestre de 2007

Numa primeira fase, começa-se por elaborar um diagrama de Gantt para o móvel mais vendido e um diagrama de rede analisando as actividades precedentes na secção de montagem, para expor de forma conveniente o planeamento na MIR. Depois serão contabilizados os tempos na montagem para o móvel mais vendido, subdividindo nas respectivas tarefas precedentes, afim de comparar os valores reais obtidos com os tempos fornecidos pela empresa e estudar a possibilidade de melhorias. Os dois métodos explicados anteriormente tornam-se importantes para que se possa obter uma solução mais correcta. Assim, com o balanceamento de linhas de produção, dado um tempo de ciclo procura-se encontrar o menor número de postos de trabalho e a partir de um determinado número de postos de trabalho, procura-se minimizar o tempo de ciclo. Esta é uma empresa em que não existe produção em série, pois toda a montagem opera manualmente, e onde são produzidos diversos móveis com designs muito complexos e dimensões muito diferentes, além de móveis especiais feitos para determinados clientes. Logo, para base de cálculo existem algumas limitações, dado que na montagem o tempo de execução é moroso para além de serem apenas montados no máximo dois móveis de cada vez dependendo da complexidade do mesmo. Para o cálculo, é necessário recorrer a métodos de medição de trabalho, através do estudo de tempos. Para por em prática o método do estudo de tempos, inicia-se por:

1. definir a(s) tarefa(s) a ser estudada;
2. dividir a(s) tarefa(s) em unidades elementares de trabalho (UET);
3. decidir o número de vezes a cronometrar a tarefa (número de ciclos);
4. medir e registar os tempos das UETs;
5. calcular o tempo médio de realização de cada tarefa elementar ($\bar{t}_i$);
6. determinar o factor de desempenho (RF) do trabalhador tendo em conta a avaliação de desempenho durante a execução da tarefa;
7. calcular o tempo normal de cada uma das tarefas elementares em que:

$$NT_i = \bar{t}_i * RF * FREQ \qquad \text{Equação 3}$$

onde:

se RF > 100% , a tarefa é desempenhada a um ritmo acima do normal;

se RF = 100%, a tarefa é desempenhada a um ritmo normal;

se RF < 100%, a tarefa é desempenhada a um ritmo abaixo do normal;

8. adicionar os NT_i de maneira a obter o tempo normal total da tarefa (*NT*);
9. calcular o tempo padrão:

$$ST = NT * (1 + A) \qquad \text{Equação 4}$$

onde: A representa o factor de compensação que entra em linha de conta com os efeitos da fadiga, os períodos de descanso e as paragens imprevistas.

Para proceder ao Estudo de Tempos é necessário dispor de determinado material como é o caso de um cronómetro e de folhas de observação.

Neste caso (2ª fase), recorre-se à Cronometragem com retorno a zero, em que o cronómetro é posto a trabalhar no início do primeiro elemento do primeiro ciclo e é simultaneamente lido e retornado a zero no fim desse elemento, começando imediatamente a contagem do tempo do elemento seguinte, e assim sucessivamente. Para tal, procede-se à elaboração de tabelas, onde cada uma se refere a um tipo de actividade, sendo depois decomposta pelas tarefas respectivas, ou seja, para a ALFA 1500 FE-VPR (Tabela 1), essas tarefas vão ser decompostas em cinco tipos de actividades devido ao facto deste ser um móvel bastante simples, no entanto para alguns móveis mais complexos poderão ser decompostos em mais actividades. Essas cinco actividades serão:

1. Montagem Mecânica 1 e 2;
2. Montagem de Frio Eléctrico;
3. Ensaio de Vácuo, Carga de Gás e Ensaio Final;
4. Embalagem;
5. Engradamento.

Na 3ª fase realiza-se o estudo do PSE, através da análise do histórico dos PSE's. Para tal, é necessário analisar alguns pressupostos ao nível da capacidade/distribuição humana, ao nível do material (falhas), do mix-produto e de prazos de entrega dos móveis da Linha Plug-In e da Linha Hiper (Tabela 1). Pretende-se então, encontrar uma relação para estabelecer o equilíbrio entre os pressupostos. Para o fazer, é necessário analisar o histórico dos PSE's e os pressupostos, de forma a tentar encontrar valores máximos para as células. Analisar o mix-produtos assume um papel muito importante, já que determinar o mix-produtos significa definir quais os tipos de produtos a produzir/comercializar na empresa. É crucial manter a atenção no cliente, isto é, em todas as circunstâncias o mix-produtos deve estar focalizado para um determinado tipo de cliente e se a empresa possuir grande diversidade de produtos para certo tipo de cliente, faz com que aumente as possibilidades de compra e o consequente lucro para a empresa. Então o mix é composto por famílias ou sub-famílias de produtos, que procuram responder a uma necessidade global e idêntica de vários consumidores.

■ 3.2 - O Planeamento

O planeamento na MIR não possui um sistema suficientemente eficaz de gestão de stocks, uma vez que, apesar de não ser da competência do planeamento tratar das entregas dos materiais, mas sim do fabrico do produto, eles não têm como saber informaticamente as quantidades de componentes que existem em stock.
As matérias-primas são chapas em alumínio ou inox, madeira, vidro, compressores, evaporadores, ventoinhas, microprocessadores, entre outros e os produtos finais são móveis de refrigeração de variados tipos.
As linhas gerais do planeamento e controlo da produção na MIR, são fornecidas pela gestão de topo, ligando e coordenando os vários departamentos. O tipo de produção existente é uma produção descontínua que se caracteriza por lidar com um grande número de produtos onde geralmente a produção é feita por encomenda, mas também se produz para stock e onde há necessidade de mão-de-obra mais qualificada. A produção descontínua pode ser dividida em produção Batch ou Job-Shop. No caso da MIR, a que melhor se adequa é a produção Batch, pois é adequada para volumes de produção moderados de produtos similares, a variedade de produtos é alta, na medida em que a empresa produz diversos tipos de móveis refrigerados e os requisitos de produção são os mesmos para todos os produtos, apesar dos componentes e os tempos de processamento poderem diferir de produto para produto. Então, produzir um móvel da linha Plug-In (vitrina) é diferente de produzir um móvel da linha Hiper.
A MIR tem sempre em conta planear de acordo com as capacidades, mesmo que por vezes se torne mais complicado devido à enorme variedade de componentes existentes na empresa. Mas pode dizer-se que o resultado final é bastante positivo, o que significa que o planeamento é geralmente bem executado.
Nesta secção e de acordo com o departamento de planeamento, existe um conjunto de processos de negócio dos quais resultam uma série de tarefas e documentação. De acordo com essas tarefas/documentação vamos fazer o seu sequenciamento:

TAREFA/DOCUMENTO	DESCRIÇÃO	TAREFAS PRECEDENTES
1	Encomendas	----
2	PSE	1
3	PPC	2
4	MDM	2
5	OP	3
6	Fabrico	5
7	Montagem	6,8
8	FIM	6
9	Embalagem/Expedição	4,7,8

Tabela 2 - Tarefas, Descrição das Tarefas e Tarefas Precedentes

Nota: Consultar Lista de Abreviaturas na página *xi*

A partir da Tabela 2, constrói-se o seguinte Diagrama de rede (Figura 12):

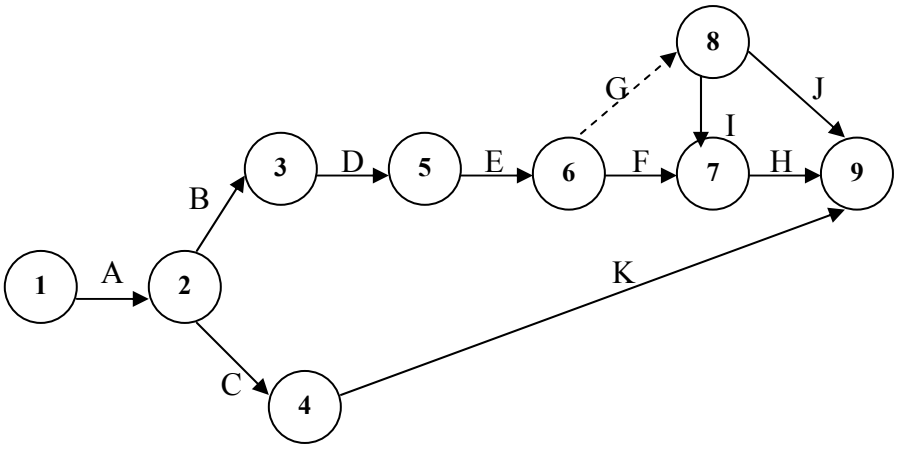

Figura 12 - Diagrama de Rede da MIR

De acordo com o diagrama de rede da figura nº12, é apresentada esquematicamente a análise das tarefas do planeamento (Figura 13):

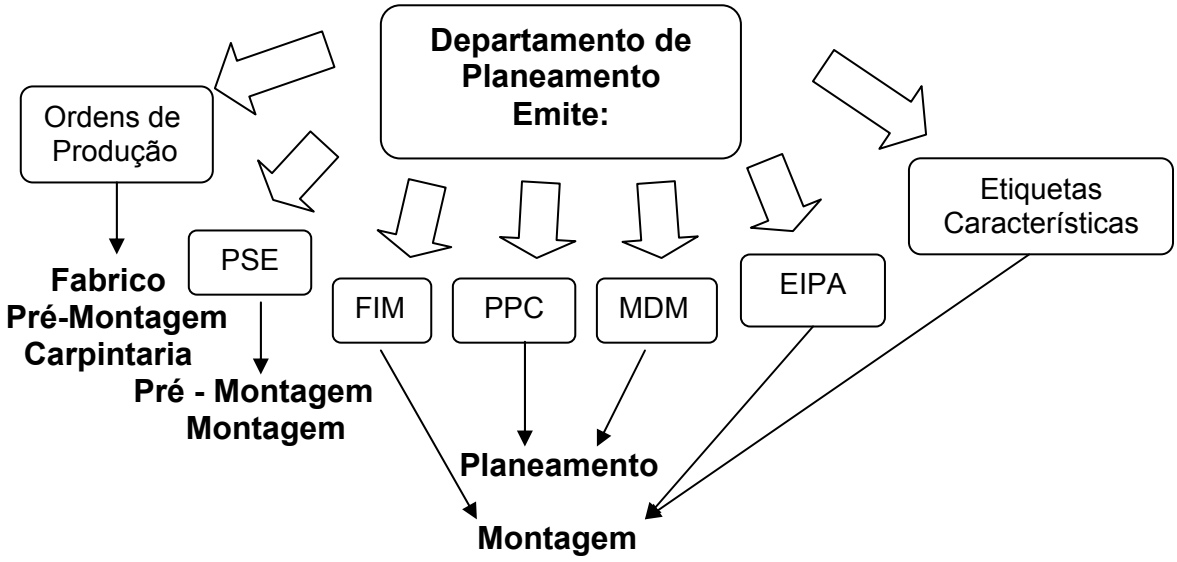

Figura 13 - Análise das Tarefas do Planeamento da MIR

A sequência genérica da documentação quando surgem encomendas no planeamento é a seguinte: Cada Encomenda dá origem ao PSE que por sua vez dá origem ao PPC e ao MDM.

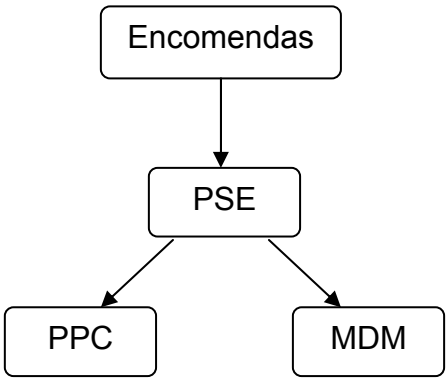

Figura 14 - Sequência básica aquando uma encomenda no Planeamento

□ 3.2.1 - Gestão de stocks na MIR

Actualmente está a ser implementado na empresa um novo sistema informático de gestão de stocks, que será de vital importância para o planeamento e para a empresa em geral. Tal surge da necessidade de controlar os produtos, com o intuito de evitar enganos a nível da gestão de stocks e consequentemente acautelar a produção de produtos economicamente não viáveis, já que, um produto que se vende bem actualmente, pode sofrer o efeito contrário num futuro próximo.
Tendo como objectivo a gestão de um conjunto tão diversificado de componentes, como é o caso da MIR, onde cada móvel leva aproximadamente entre 300 a 350 componentes, torna-se necessário a aplicação de um sistema eficaz de MRP.
Esta técnica visa criar condições de modo a que os materiais necessários para o fabrico e/ou a montagem de produtos *intermédios*, *módulos* ou *produtos finais*, existam em quantidade e qualidade no momento certo, de maneira a garantir o objectivo final que é a entrega do produto.

□ 3.2.2 - Análise Crítica ao Planeamento

De acordo com a descrição anterior e com todo o trabalho desenvolvido no terreno, pode-se concluir que o planeamento possui algumas falhas, mas possíveis de ser melhoradas.
Uma das principais causas de falhas no planeamento da MIR prende-se com o facto de algumas ordens de produção e fichas de identificação de montagem serem tiradas por vezes um pouco em cima da hora, o que origina atrasos na produção e consequentemente na montagem, fazendo com que o móvel não esteja pronto na altura prevista.
Tal poderá acontecer devido ao elevadíssimo número de ordens de produção que são tiradas diariamente, visto que cada móvel leva centenas de peças e, como tal, tem que se mandar produzir muitos componentes. Em relação às FIM's alguns atrasos podem acontecer devido às listas técnicas não estarem actualizadas ou mesmo devido à inexistência de algumas (no caso de serem móveis especiais) o que vai fazer com que o planeamento tenha que aguardar uma resposta por parte do departamento técnico para poder elaborar correctamente as características técnicas da FIM. Nenhuma FIM pode ir para a

montagem sem o preenchimento de todas as características técnicas necessárias para a montagem.
Para além disto, só existem duas pessoas no departamento de planeamento responsáveis por gerir todo o processo de fabrico e montagem da empresa, o que não é tarefa fácil, visto ter que existir uma boa coordenação e manuseamento das tarefas. O facto de todos os móveis serem diferentes, faz com que o responsável deva possuir boa destreza e experiência ao tirar as ordens de produção. Devido à enorme complexidade, por vezes geram-se alguns atrasos no planeamento, mas que não são muito significativos já que são normalmente ultrapassáveis.
O PSE é por vezes bastante exigente, isto é, não deveria possuir tantos móveis, pois a produção em certas alturas tem algumas dificuldades em cumprir as solicitações do plano, já que por semana cada plano possui em média 150 móveis, fazendo com que se tenha que recorrer a horas extraordinárias, ou mesmo rotatividade de pessoal entre os vários sectores para se ajudarem mutuamente na execução das tarefas.
Relativamente aos boletins diários de trabalho, existe um colaborador que tem como função introduzir no sistema informático os tempos de fabrico, tornando-se uma actividade monótona e muito repetitiva para o executante. Este funcionário, faz a recolha dos boletins de trabalho uma vez por dia logo de manhã. É também responsável pela recolha e encerramento de todas as ordens de produção existentes na secção de fabrico.
Como referido anteriormente, algumas listas técnicas não estão devidamente actualizadas, o que faz com que no planeamento, ao executarem as ordens de produção, não apareçam todos os componentes no sistema informático, fazendo com que se tenha que ter bastante atenção e experiência ao elaborar as ordens de produção.
No início de Julho de 2007, estavam 287 móveis disponíveis para montagem, o que parece ser um valor bastante alto para estar parado em armazém tendo em conta o custo associado a cada móvel.
De acordo com os indicadores disponíveis na empresa, a maior parte das vezes que não se cumpre o PSE, deve-se a atrasos na montagem. No entanto, alguns destes atrasos não estão associados directamente à montagem, mas têm como consequência a montagem, isto é, existem processos muito importantes que antecedem à montagem, que caso sofram atrasos vão penalizar a montagem. Por exemplo, a pessoa responsável pela gestão do armazém dos componentes adquiridos tem que fazer um bom planeamento, para que os fornecedores façam chegar os materiais atempadamente para que a produção e consequentemente a montagem não se atrasem. Tem que existir um grande esforço por parte dos intervenientes do planeamento para que não haja atrasos, isto é, têm que saber fazer um bom planeamento.
Existem excesso de stocks, na medida em que uma das políticas do planeamento da MIR é a reposição do produto aquando a sua saída. Como explicado anteriormente, através dos Móveis Disponíveis para Montagem o planeamento sabe quantos e quais os móveis a ter que mandar produzir e procura repor as quantidades de móveis que saem, que normalmente são os mais solicitados. No entanto é um pouco arriscado, pois o que é mais pedido agora pelos clientes pode deixar de o ser e, no caso de isso acontecer, a empresa vai incorrer num enorme custo, já que o planeamento dos móveis é baseado no que habitualmente os clientes compram. A empresa procura

satisfazer os clientes num menor espaço de tempo e como tal, prefere ter em stock produtos que normalmente têm bom escoamento não sendo por isso aplicada a filosofia *Just-In-Time*. Existe assim bastante material em stock, quer ao nível do móvel praticamente pronto no armazém de produto acabado, quer ao nível de componentes soltos que estão prontos para montar, o que implica que a empresa tenha bastante dinheiro parado em armazém.
Outra crítica e que vai de encontro ao que se referiu à pouco é o facto de se fazerem móveis em quantidades mais elevadas do que as encomendadas, o que vai provocar excesso de stock, mas tal deve-se às maquinas que para certo tipo de móveis só fabricam peças em múltiplos. Isto origina que se não houver encomendas para certos produtos que são produzidos em múltiplos, este fique em excesso no armazém sem escoamento.
Quando ocorrem atrasos de ordens de produção, as opções a seguir pelo planeamento, podem ser:

1) Alteração da data de conclusão da ordem;
2) Replanear as ordens em atraso para conseguir o cumprimento das tarefas;
3) Alterar as quantidades encomendadas;
4) Dar prioridade às ordens mais importantes.

Quando isto acontece, gera atrasos no planeamento e faz com que a pessoa que está encarregue das ordens de produção tenha que ter experiência suficiente para conseguir responder rapidamente a atrasos que surjam.
Com o novo sistema informático que pretendem implementar, alguns dos problemas existentes no planeamento podem ser melhorados, nomeadamente a nível de stocks e de quantidades de peças a produzir, já que se pressupõe que se vá produzir de acordo com as quantidades encomendadas, fazendo com que haja um maior controlo do material em produção e dos stocks.

□ 3.2.3 - Propostas de melhoria no Planeamento

Torna-se por vezes complicado fazer face às encomendas devidos às quantidades planeadas e ao tempo com que se planeia, que por vezes é curto. Deveriam ser produzidas quantidades mais reduzidas, para não ficar tanto material em stock, pois por vezes o planeamento manda produzir determinado móvel que tem vendido bem nos últimos tempos e isso deixa de acontecer de um momento para o outro. Devido às quantidades que se produzem, numa situação destas, a empresa vai ficar com muitos móveis daquele tipo e vai ter dinheiro “empatado”. Essa situação ocorre por vezes na MIR, por isso seria vantajoso tentarem reduzir os stocks através de um sistema MRP mais eficaz no planeamento e controlo de materiais.
Pelo facto do PSE possuir algumas falhas, nomeadamente ao nível do seu incumprimento, deveria tentar-se implementar uma melhoria no que respeita à capacidade.
Deveriam existir computadores na produção, para que cada trabalhador pudesse visualizar a informação referente à sua tarefa de modo a reduzir a quantidade de papel utilizado no planeamento para as ordens de produção e para as FIM e também de forma a evitar perdas.
Apesar de envolver um custo elevado, seria vantajoso para todos, nomeadamente para o planeamento, que apenas enviasse para o fabrico através de suporte informático as ordens de produção. Através deste sistema, também seria possível os funcionários fazerem informaticamente os registos

dos tempos, deixando de ser necessário ter uma pessoa a tempo inteiro a fazê-lo. Isto tornaria o registo dos tempos mais correctos, pois cada vez que um trabalhador tivesse que se ausentar teria que ir ao sistema e carregar num botão de *Pause* que só seria desactivado quando este voltasse a retomar o seu trabalho.
As listas técnicas que não estivessem devidamente actualizadas, deveriam tentar ser reformuladas apesar da sua complexidade, para que, no planeamento quando emitissem as ordens de produção demorassem menos tempo e os componentes das listas correspondessem exactamente aos do móvel.
Seria também importante apesar de implicar um grande custo, a aquisição de mais maquinaria, nomeadamente prensas, na medida em que as existentes são duas e são limitadas o nível do tamanho das peças, o que faz com que não seja possível encher peças de maior dimensão traduzindo-se numa desvantagem para a MIR.
Um aspecto muito importante a melhorar, é tentar coordenar da melhor maneira a produção com o inventário, com o objectivo de saber as peças existentes em stock e no caso de ser necessário fabrica-las, ter as peças feitas atempadamente.

■ 3.3 - 1ª FASE: Estudo de acordo com os Valores Teóricos

Vamos agora fazer uma análise genérica aos seis móveis mais vendidos.
Inicialmente será feita uma abordagem aos seis móveis mais vendidos no 1º semestre de 2007 explicando sucintamente as principais características destes móveis, com o objectivo de proporcionar um melhor entendimento acerca destes, visto que pertencem a linhas de montagem distintas na MIR.
Vai ser efectuado um estudo, de acordo com os valores teóricos cedidos pelo Departamento de Custeio Industrial.
Ao efectuar a análise da informação da empresa, obteve-se os dados relativos à produção dos móveis mais vendidos durante o 1º semestre como mostram as tabelas 3 e 4:

	Secção/ Designação	Designação do Móvel	MDM (Junho 07)	APA (Junho 07)	Produção 1ºSem. 07
PLUG IN	321-Montagem Vitrinas 1	**V ALFA 1500 FE-VPR**	7	14	**334**
	322-Montagem Vitrinas 2	**M INCLINADO INOX 725**	14	0	**111**
	323-Montagem Ecos e Eros	**V ECO 1920 FE-TVCR**	8	11	**71**
	324- Montagem Linha Horeca	**RAVEL 1420 TOT-FE VCR**	24	4	**72**
	343- Montagem Murais Plug In	**M CRONUS M2 FV L-C**	6	17	**176**
HIPER	342-Montagem Linha Hiper	**KULA KANGRI M4 LC**	1	0	**46**
		Total	**38**	**35**	**810**

Tabela 3 - Móveis Mais Vendidos no 1º Semestre de 2007 e a Respectiva Secção a que Pertencem

Tempos Fornecidos pelo Departamento de Custeio Industrial

Activi-dade	Designação	Actividade Precedente	Duração Estimada (minutos)					
			ALFA 1500 FE VPR	CRONUS M2 FV LC	M INCLIN. INOX 725	ECO 1920 FE-TVCR	RAVEL 1500 VCR	KULA KANGRI M4 L-C
A	Montagem Mecânica 1 e 2	----	75	109	60	171	171	240
B	Montagem Frio/Eléctrico	A	50	130	80	54	70	150
C	Ensaios Vácuo/Carga Gás	B	*	*	*	*	*	*
D	Ensaios Finais	C	25	26	24	25	26	30
E	Limpeza/ Embalagem	D	50	57	30	63	60	60
F	Engradamento	E	15	*	*	*	*	*
		$\sum T_i\,(min)$	215	322	194	313	327	480

Nota: O asterisco nas tarefas C e F significa que não se contabiliza o tempo para o engradamento

T_i corresponde ao Tempo Total necessário à produção de uma unidade.

Tabela 4 - Tarefas, Tarefas Precedentes e Duração Estimada dos Móveis Mais Vendidos no 1º semestre de 2007

Em seguida (Tabela 5) são apresentados os cálculos do tempo em dias dos seis móveis mais vendidos, de acordo com os valores teóricos.

Actividades	Tempo Estimado (Dias)					
	ALFA 1500 FE-VPR	**CRONUS M2 FV LC**	**M INCLIN. INOX 725**	**ECO 1920 FE-TVCR**	**RAVEL 1500 VCR**	**KULA KANGRI M4 LC**
A	≈ 20	≈ 11	≈ 5	≈ 9	≈ 9	≈ 8
B	≈ 13	≈ 14	≈ 6	≈ 3	≈ 4	≈ 5
C	----	----	----	----	----	----
D	≈ 7	≈ 3	≈ 2	≈ 3	≈ 1	≈ 1
E	≈ 13	≈ 6	≈ 2	≈ 1	≈ 3	≈ 2
F	≈ 4	----	----	----	----	----
Tempo Total (Dias)	**≈ 57**	**≈ 34**	**≈ 15**	**≈ 16**	**≈ 17**	**≈16**

Tabela 5 - Tempo Estimado e Tempo Despendido em Dias no 1º semestre de 2007

Nas figuras nº 15 e 16, apresenta-se o diagrama genérico da sequência de montagem para os seis móveis mais vendidos:

- ALFAS e CRONUS

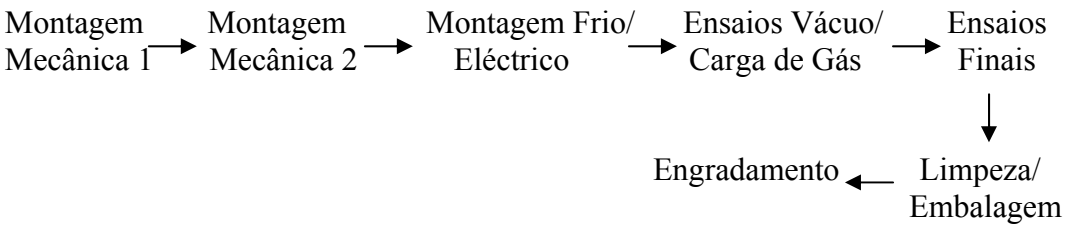

Figura 15 - Sequência de Montagem

- MURAIS, ECOS, RAVEIS, KULAS KANGRIS

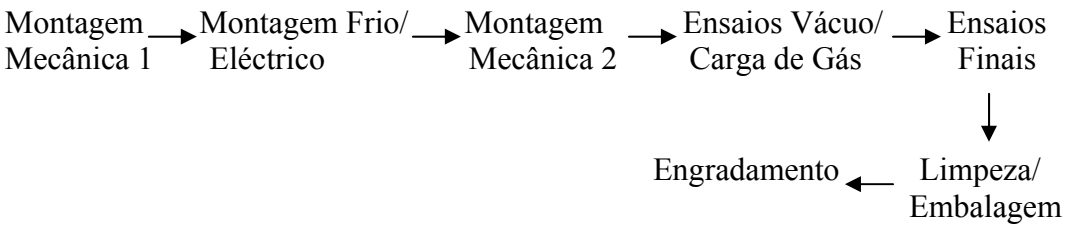

Figura 16 - Sequência de Montagem

De acordo com esta informação e para uma melhor compreensão do processo de montagem na secção seguinte é feita uma descrição genérica da sequência de montagem na MIR. No que respeita à economia dos movimentos, verifica-se que existe organização dos espaços dos funcionários, para além de estarem limpos e arrumados, conferindo-lhe um espaço de trabalho agradável e acolhedor e sempre arrumado. Quantos aos materiais também estão geralmente próximos dos operários em mesas de trabalho próprias para a realização das tarefas, o que faz com as ferramentas estejam dispostas em locais de forma a serem encontradas com a máxima facilidade.
A montagem na MIR é sequencial, ou seja, todos os móveis quando vão para a montagem passam impreterivelmente pelos cinco passos já referidos na secção nº 3.1.
O primeiro passo é a Montagem Mecânica, onde o trabalhador tem que possuir a FIM (Ficha de Identificação de Montagem) que contém a informação relativa ao móvel e o material junto de si que vai necessitar para a montagem do móvel. Então, a Montagem Mecânica 1 caracteriza-se pela junção de componentes do móvel. A Montagem Mecânica um e a dois são feitas de uma só vez, ou então para móveis muito complexos é feito primeiro a Montagem Mecânica 1, em seguida a Montagem de Frio Eléctrico e só depois é realizada a Montagem Mecânica 2.
Existem seis linhas distintas para a Montagem Mecânica 1 e 2 na MIR e normalmente os trabalhadores que efectuam a Montagem Mecânica são afectos a uma determinada linha, consoante o tipo de móvel que montam.
Após montada a estrutura do móvel e efectuada a parte eléctrica, este segue para a Montagem de Frio Eléctrico que é uma fase totalmente diferente. Aqui, prepara-se o grupo de compressores que tem que ser devidamente soldado para não ocorrerem fugas e procede-se à montagem de toda a parte eléctrica que é feita em baixo do móvel junto ao compressor. Esta fase da montagem é um pouco mais demorada do que a Montagem Mecânica na maioria dos móveis, por serem executadas tarefas mais pormenorizadas e em locais de mais difícil acesso. Além disto, toda a Montagem de Frio Eléctrico excepto para os móveis da linha Hiper, são realizados em mesas elevatórias para auxiliar o trabalhador. Assim como na Montagem Mecânica, também aqui os trabalhadores são afectos à linha de trabalho.
Depois da Montagem de Frio Eléctrico o móvel vai para os ensaios. Os ensaios dividem-se em duas fases, sendo a primeira fase caracterizada pelo ensaio de vácuo e carga de gás, em que é ligado ao móvel a máquina que lhe vai fazer vácuo para evitar fugas. A passagem de vácuo pode demorar entre 600*s* e 1200*s*, dependendo do móvel. Em seguida procede-se à passagem de carga de gás, sendo esta uma tarefa bastante rápida na ordem dos 12*s* aproximadamente. Depois colocam-se os arrancadores, as lâmpadas necessárias e aplica-se a carga eléctrica ao móvel para então se efectuarem os testes de funcionamento. É emitido um talão impresso pela máquina onde se introduziram os dados eléctricos que aparecem na FIM, para anexar à mesma e servir de comprovativo dos dados inseridos no caso de algum problema.
O último procedimento é efectuar o teste final de funcionamento ao móvel, onde este fica a trabalhar durante um determinado tempo, dependendo do móvel em causa. Esta é uma secção que tem um trabalhador a tempo inteiro para efectuar todos os ensaios aos móveis.

A seguir aos ensaios, vai para a embalagem, onde existem quatro trabalhadoras efectivas a embalar móveis. Estes são embalados e são colocados todos os componentes que o móvel vai levar, que vem descrito na lista de verificação de componentes que acompanha a FIM. Esta tarefa é trabalhosa e demorada, pois para além de se perder muito tempo a ir buscar-se os componentes, estes têm que ser correctamente embalados em separado e no caso dos móveis para embalar serem altos torna-se uma tarefa mais complicada. Normalmente nestas circunstâncias são duas as trabalhadoras a executarem a embalagem.
A última fase é designada por engradamento e após os móveis serem embalados, vão ter que ser engradados. Nem todos os móveis têm de ser engradados, só os que se destinam à exportação. O engradamento não é mais, do que reforçar e proteger externamente o móvel com grades de madeira. Depois do móvel ser engradado, é transportado para o armazém de produto acabado (APA) com um empilhador e então está pronto para seguir para o cliente.

□ 3.3.1 - Conclusões Gerais à 1ª Fase do Projecto

De acordo com os tempos teóricos aos seis móveis mais vendidos podemos concluir que:

1. De acordo com a tabela 3, pode dizer-se que a produção de móveis no 1º semestre de 2007 pertencentes à linha Plug-In foi bastante superior comparativamente com a produção da linha Hiper, tendo atingido uma produção de 764 móveis da linha Plug-In para 46 móveis produzidos da linha Hiper.
2. Observa-se ainda na tabela 3, que dois dos seis móveis em análise não existem em APA. No caso do Mural Inclinado Inox 725 não existe em APA, porque se trata de um móvel especial que é produzido exclusivamente para o mesmo cliente, como tal só se produz quando surge a encomenda para este móvel. Relativamente ao Kula Kangri M4 que é um móvel pertencente à linha Hiper, também só se produz por encomenda, pois é um móvel bastante complexo a nível de fabrico e de montagem e que despende muito tempo ao trabalhador aquando a montagem Assim, a MIR adopta como estratégia para este tipo de móvel produzir apenas por encomenda.
3. Na tabela 4, é possível ver a duração das tarefas e observa-se que dos seis móveis analisados, o Kula Kangri da linha Hiper é claramente aquele que demora mais tempo a executar a montagem mecânica com uma grande diferença na operação de montagem mecânica em comparação com os outros cinco móveis e também para a montagem de frio eléctrico, daí o trabalhador ter que ser experiente a realizar estas tarefas para não ocorrerem enganos a nível de montagem e não haver atrasos.
4. Ainda na mesma tabela, conclui-se que a embalagem é uma actividade demorada, e mais demorada ela é, quantos mais componentes o móvel levar e quanto mais complexo for.
5. Quanto aos tempos medidos nos ensaios, por ser a única secção na montagem a que estão associadas máquinas para o vácuo, carga de gás e carga eléctrica, o tempo das operações é menor em ralação às outras

actividades em que todos os processos de montagem são feitos manualmente.

□ 3.3.2 - Estudo ao Móvel Mais Vendido

➢ 3.3.2.1 - Cálculo dos Tempos

Todos os tempos relativos à montagem foram determinados de acordo com os registos dos boletins de trabalho e posteriormente trabalhados pelo departamento de custeio industrial.
Vamos agora determinar a quantidade total de dias ao longo do 1º semestre de 2007, que um trabalhador despendeu na montagem de uma ALFA 1500 FE-VPR (móvel mais vendido no 1º semestre de 2007). Para os outros cinco móveis o raciocínio é exactamente igual, por isso apresenta-se apenas os resultados finais e que se considera ser os mais importantes para o projecto.
O número total de dias foi igual para as seis tarefas, considerando sempre o tempo em minutos. O tempo obtido foi convertido para dias para se conseguir ter uma melhor percepção do tempo utilizado na montagem do móvel. Foi sempre considerada a quantidade total de ALFAS 1500 produzidas no 1º semestre.
De seguida apresenta-se a tabela nº 4 com os tempos da montagem fornecidos pelo departamento de custeio industrial para os seis tipos de móvel e a tarefa respectiva.

➢ 3.3.2.2 - Diagrama de Actividades/Operações

Montagem da ALFA 1500 FE-VPR com tempo por operações representado em minutos. As secções operam oito horas por dia.

Figura 17 - Análise das Sete Actividades em toda a Secção de Montagem

Vamos descrever uma tarefa ou actividade (a A), utilizada para obter o número de dias totais, depois serão apresentados os resultados dos valores obtidos para todas as outras tarefas, visto que o raciocínio é sempre o mesmo.

1. Sabe-se que a Montagem Mecânica de uma Vitrina ALFA 1500 FE-VPR demora 75 minutos. Se são produzidas 334 móveis deste tipo ao longo do semestre (como referido na tabela 3), temos o tempo total em minutos despendido ao longo do semestre na montagem mecânica.
2. De seguida converte-se o tempo obtido anteriormente para dias.
3. Então, por exemplo, para a tarefa A, o trabalhador despendeu aproximadamente de 17 dias durante o 1º semestre.

Para a ALFA 1500 FE-VPR obtém-se os seguintes tempos:

Actividades	Tempo (minutos)	Tempo (horas)	Tempo Estimado (dias)
A	28350	472,5	**≈ 20**
B	18900	315	**≈ 13**
C	----	----	**----**
D	9450	157,5	**≈ 7**
E	18900	315	**≈ 13**
F	5670	94,5	**≈ 4**
Tempo Total do 1º Semestre (Dias)			**≈ 57**

Tabela 6 - Tempo Estimado Calculado Através dos Tempos Fornecidos

∴ São necessários ≈ 57 dias ao longo dos seis meses para a montagem das ALFAS 1500 FE-VPR.

➢ 3.3.2.3 - Diagrama De Gantt (Tempos Teóricos)

Os passos a seguir para a construção do diagrama são:

1º - Começa-se pelas actividades que não têm tarefas precedentes;
2º - Representam-se de seguida, as actividades que têm por actividades precedentes as actividades já representadas;
3º - Repetir este último passo até terminar a lista de actividades.

Diagrama de Gantt
Representação Gráfica

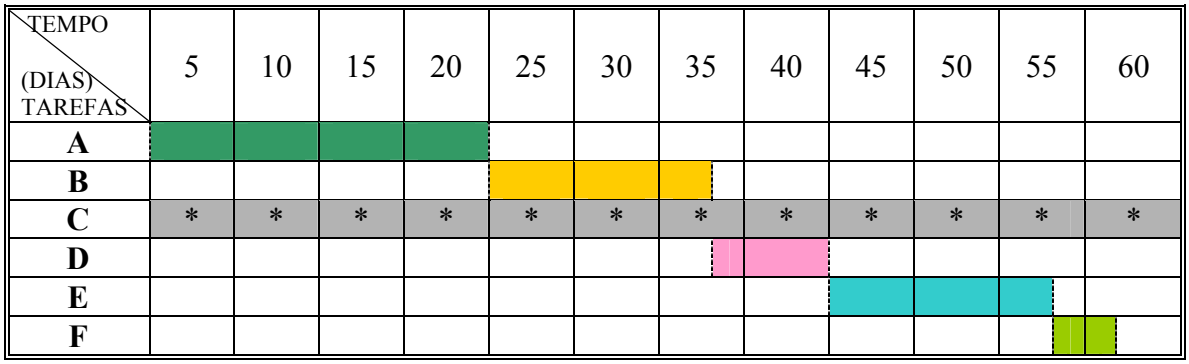

Gráfico 2 - Tempo em dias despendidos pela Montagem de uma ALFA 1500 FE-VPR ao longo do 1º semestre de 2007

Nota: O que está assinalado com um asterisco na tarefa C, significa que não é contabilizado o tempo para aquela actividade.

■ 3.4 - 2ª FASE: Estudo de acordo com os Valores Reais

Estes valores foram obtidos por Cronometragem em toda a linha de montagem.

□ 3.4.1 - Estudo ao Móvel Mais Vendido

Para proceder ao estudo do móvel mais vendido no 1º semestre de 2007, recorre-se ao estudo dos tempos e métodos para a Vitrina ALFA 1500 FE-VPR, em que FE designa Frio Estático e VPR significa que possui Vidros Planos Rebatíveis. Apresenta-se então o móvel mais vendido na MIR no 1º semestre de 2007.

Figura 18 - Vitrina ALFA 1500 FE-VPR

Para o estudo dos tempos, vai-se proceder à construção de cinco tabelas referentes a cada actividade para este móvel, que serão subdivididas em tarefas como se pode ver em anexo [Tabela 1 a 5].
Logo, das tabelas 1 à 5 em anexo relativas aos estudos dos tempos, resulta a tabela 7 com a apresentação resumida dos resultados finais obtidos.

ALFA 1500 FE-VPR															
	Montagem Mecânica1/2			Montagem Frio Eléctrico			Ensaios VCG e Ensaio Final			Embalagem			Engradamento		
Nº de Ciclos	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
$\sum t_i$	19.24	19.24	19.75	19.13	16.20	15.32	21.26	21.46	21.44	16.24	14.35	15.18	2.12	2.24	2.13
NC	48.10	48.10	50.00	32.04	35.35	31.30	31.30	32.35	32.20	31.15	29.55	30.10	6.40	7.01	6.50
Folga (*F*)	28.86	28.86	30.25	19.91	19.15	16.38	10.04	11.29	11.16	15.31	15.20	15.32	4.28	5.17	4.37
NT_{Total}	22.64			18.21			22.45			16.31			2.16		
Eficiência (*E*)	0.4	0.4	0.4	0.6	0.46	0.49	0.68	0.66	0.66	0.52	0.49	0.50	0.33	0.32	0.33
Tempo Padrão (*ST*)	25.58			20.58			25.37			18.43			2.44		

Legenda:	***t*** - Tempo gasto a executar a tarefa elementar em cada ciclo (min); $\bar{t}$ - Tempo médio de execução da tarefa; ***NC*** - Tempo total gasto em cada móvel incluindo os tempos de paragem e ausência para ir buscar os materiais necessários à montagem; ***NT*** - Tempo normal de cada uma das tarefas elementares (min); ***RF*** - Factor de Actividade; ***ST*** - Tempo padrão (min); ***Freq*** - Frequência com que a tarefa é executada no ciclo Compensação (**A**): 13 %

Tabela 7 - Resultados Finais obtidos por Cronometragem

Através do estudo dos Tempos, pode-se calcular a variância para a ALFA 1500 FE-VPR, de acordo com a Equação nº 2 da secção nº 2.11: $\sigma^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2$, em que a refere-se ao cálculo do tempo mais optimista e b diz respeito ao cálculo do tempo mais pessimista. Efectuando os cálculos necessários para cada uma das actividades obtém-se os seguintes valores para a variância:

Actividade	$\sigma^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2$	σ
A - Montagem Mecânica 1 e 2	$\sigma^2 = \left(\frac{50.00 - 48.10}{6}\right)^2$	0.32
B - Montagem de Frio Eléctrico	$\sigma^2 = \left(\frac{35.35 - 31.30}{6}\right)^2$	0.67
C e D - Ensaios VCG e Ensaio Final	$\sigma^2 = \left(\frac{32.35 - 31.30}{6}\right)^2$	0.18
E - Embalagem	$\sigma^2 = \left(\frac{31.15 - 29.55}{6}\right)^2$	0.26
F - Engradamento	$\sigma^2 = \left(\frac{7.01 - 6.40}{6}\right)^2$	0.10

Tabela 8 - Cálculo da Variância para cada actividade

Ainda a partir do estudo dos tempos, pretende-se calcular o Tempo de Ciclo, que corresponde ao tempo entre a produção de unidades sucessivas à saída da linha, através da equação nº 2 da secção 2.11:

$$\text{Tempo de Ciclo} = TC = \frac{\text{Tempo disponível por período}}{\text{Nº de móveis pretendidos por período}}$$

(*min*)

Equação 5

O tempo total para produzir um destes móveis corresponde ao somatório dos tempos de cada uma das cinco actividades. Então, calcula-se o Tempo de Ciclo e o Número de Estações tendo em conta os tempos teóricos obtidos através do departamento de Custeio Industrial e os tempos reais obtidos por cronometragem.
Para os tempos reais, como foram feitas três observações, considera-se o melhor tempo, ou seja, o tempo mais curto de execução das tarefas. Conhecendo-se o Tempo de Ciclo, pode-se calcular número de estações (N).

Sabendo que cada dia de trabalho corresponde a 8 horas e que cada semana tem 40 horas de trabalho, o Tempo Total de montagem de uma ALFA é ≈ 215 *min* (Valor Teórico) (tabela 4). O Tempo Total de montagem de uma ALFA é ≈ 73 *min* (Valor Real) e na semana 8 de 2007 (tabela nº 12 em anexo) por exemplo, existe a produção de sete ALFAS 1500.

Então:

- $TC = \frac{40 * 60}{7} \approx 343\ min$

Conhecendo-se o Tempo de Ciclo, pode ser calculado o número de estações (N), através da seguinte equação:

$$N = \frac{\text{Tempo Total Para Produzir uma unidade}}{\text{Tempo de Ciclo}}$$

Equação 6

Logo:

- $N = \frac{215}{343} = 0.63 \approx 1$ (Teórico)

- $N = \frac{73}{343} = 0.21 \approx 1$ (Real)

Logo, o número mínimo de estações na montagem é de 1 de acordo com os tempos teóricos e de acordo com os tempos reais, visto que o tempo de execução das tarefas é bastante longo.

□ 3.4.2 - Análise Crítica à Montagem e Gargalos Existentes

Durante o estudo foram detectados, os seguintes problemas na montagem:

1. Alguns móveis não possuem o desenho de montagem associado, como tal, o trabalhador monta o móvel de forma intuitiva e mecânica. No entanto, o que acontece por vezes é que, quando um trabalhador sai do seu posto habitual para ajudar o colega na montagem de um determinado móvel que não está habituado a montar, pode ter dificuldades. O trabalhador experiente nesse móvel tem que perder

tempo a explicar ao colega os passos de montagem para que este memorize a sequência, caso contrário corre o risco de se enganar por não ter um auxiliar de montagem, o que pode provocar atrasos na realização das tarefas.

2. Existem FIM's que não estão preenchidas nas características técnicas, porque o móvel é especial, ou seja, só se produz para certo tipo de cliente, e como tal não possui lista técnica, o que poderá provocar um erro de montagem e consequente perda de tempo a reparar o engano.
3. Verificou-se aquando a montagem mecânica de certos móveis (ALFA e RAVEL), que a mesa de trabalho é bastante baixa para a execução de determinadas tarefas, tendo o operário que estar permanentemente curvado para executar operações tão simples como aparafusar, para além de necessitar da ajuda de um colega para transportar o móvel da mesa ou mesmo para mudá-lo de posição, de forma a não o danificar. O facto de um dos operários ter que parar o que está a fazer para ir ajudar o colega trás algumas desvantagens, pois para além do tempo que perde, este também se desconcentra da tarefa que está a executar, fazendo com que depois acabe por demorar mais tempo a retomar a montagem do ponto de onde parou.
4. Na Montagem de Frio, qualquer móvel necessita de levar incorporado um grupo de evaporadores, verificando-se que a preparação destes grupos é bastante demorada, pois exige um conjunto muito diversificado e minucioso de operações. Então, no caso da montagem de murais, são montados entre sete e oito por dia no caso dos grupos de evaporadores já estarem preparados, no entanto, se o funcionário tiver que os preparar, monta apenas quatro por dia. É ainda de referir, que os grupos só são preparados previamente, se houver algum funcionário com disponibilidade para o fazer.
5. A secção dos ensaios possui um ponto crítico que se prende com a existência de apenas uma máquina para dar a carga de gás a todos os móveis. O que acontece, é que no caso de existir um grande volume de móveis para ensaiar provenientes da montagem de frio ou da montagem mecânica 2, o facto de haver só uma máquina atrasa por vezes a saída dos móveis, que vai implicar atrasos na embalagem e consequentemente no engradamento. É de referir um aspecto muito importante, que tem a ver com a possibilidade de ocorrência de uma avaria na máquina, o que poderá significar grandes atrasos e sérios prejuízos para a empresa.
6. Na secção de embalagem verificou-se que existe uma grande discrepância de móveis para embalar nos primeiros dias da semana, comparado com os últimos dois, o que faz com que nos primeiros dias da semana as quatro funcionárias tenham tempo suficiente para embalar os móveis ficando ainda com tempo para a realização de outras tarefas adicionais, o que não acontece nos dois últimos dias da semana.
7. Ainda na secção de embalagem, observou-se que, o facto de todos os móveis terem incorporados muitos componentes para o cliente posteriormente montar, faz com que os trabalhadores percam muito tempo em viagens a ir buscar todos os componentes. No entanto, é mais relevante o facto de para certos móveis mais elaborados, terem

que ir duas pessoas buscar componentes como tampos em mármore, por serem demasiado pesados para uma só pessoa transportar.

8. No que respeita ao engradamento, observou-se aquando a recolha dos tempos, que o trabalhador que estava a engradar não era o trabalhador efectivo, pois por vezes este tem que ser deslocado para outra tarefas, tendo que ir para lá outra pessoa, o que faz com que o rendimento de trabalho varie. É uma zona da empresa que possui alguns problemas, pois depende da carpintaria, para ter as grades feitas, para além das situações em que há um grande fluxo de móveis para engradar e só está um colaborador a executar a tarefa, o que vai gerar atrasos. Logo, a existência de um gargalo é aqui também visível.

□ 3.4.3 - Propostas de Melhoria para a Montagem de acordo com as Observações Efectuadas

Para a montagem, podem ser sugeridas algumas melhorias, tais como:

1. A existência de desenhos para todos os móveis em cada uma das linhas respectivas de montagem.
2. A fixação dos móveis mais altos ao chão, tornando-se mais seguro para o trabalhador, reduzindo consequentemente os tempos de paragem para ajeitar o móvel.
3. Relativamente à secção de embalagem, uma melhoria seria a colocação perto dos postos de trabalho dos materiais mais pesados.
4. No que respeita ao engradamento e tendo em conta o gargalo aí existente, deveria ter um trabalhador a tempo inteiro, pois o facto do trabalhador se ausentar, faz com que por vezes não fique ninguém a executar esta tarefa.
5. Em relação ao facto de algumas mesas de trabalho serem demasiado baixas, uma solução poderia ser adquirir mesas elevatórias, como aliás já existem nas linhas de montagem de frio eléctrico, pois para além de se poderem regular à medida de cada funcionário, estas mesas possuem um sistema em que é possível o funcionário deslocar o móvel depois de montado, por uma rampa que é ligada à mesa elevatória, sem precisar de chamar um colega para ajudar a movimentar o móvel, evitando a paragem de outro funcionário.

□ 3.4.4 - Conclusões Gerais à 2ª Fase do Projecto

De acordo com os valores reais obtidos por cronometragem em toda a linha de montagem concluiu-se que:

1. Após a observação de toda a linha de montagem para o móvel mais vendido e no âmbito geral, começa-se por concluir que para montar qualquer móvel refrigerado, é necessário que este possua incorporado um grupo de compressores e um grupo de evaporadores, pois são estes que juntos vão fazer o frio e permitir a circulação do ar refrigerado pelo móvel. Logo, a montagem correcta e eficaz dos grupos de evaporadores e dos compressores assume uma grande importância na empresa. Um erro na montagem dos “grupos” pode provocar o não funcionamento do móvel, ou

a errada refrigeração do mesmo, o que é considerado grave, pois pode gerar sérios atrasos, na medida em que o trabalhador terá que perder tempo para desmontar tudo.

2. Devido à enorme importância do processo de montagem, realizou-se um estudo pormenorizado de tempos e métodos na montagem de três ALFAS 1500 FE-VPR detalhando todas as tarefas em cada uma das secções de montagem. Esta decisão, tornou-se ainda de maior relevância, devido ao facto do número de trabalhadores que estão envolvidos na montagem propriamente dita, ou seja, os que realizam a montagem mecânica 1 e 2 e a montagem do frio eléctrico não ultrapassar os dois ou três funcionários. Os trabalhadores responsáveis pela montagem do móvel, montam individualmente ou aos pares, dependendo dos móveis, o que revela na MIR a utilização de métodos não sistematizados. No âmbito geral, os móveis montados não seguem uma padronização rígida das tarefas, devido à diversidade existente, o que leva a concluir que a empresa pressupõe uma elevada variabilidade no processo e consequentemente a diferença nos tempos de entrega dos móveis.
3. No estudo dos tempos e métodos para a ALFA, o processo foi observado com o máximo de atenção e foram encontradas diversas tarefas pertencentes ao processo, como é possível visualizar nas tabelas em Anexo da 1 à 5. Estas tarefas foram divididas em cinco tipos de actividade ou operação, pois para este móvel a montagem mecânica 1 e 2 é feita de uma só vez por ser um móvel bastante simples, e o ensaio de vácuo/carga de gás e o ensaio final, foram considerados como uma só actividade por serem realizados pela mesma pessoa e de forma sequencial. Foram então efectuadas as cronometragens dos tempos para cada tarefa com apenas um observador, com três ciclos, gerando três observações para cada tarefa. Dos tempos medidos, obteve-se o Tempo Médio de execução da tarefa ($\bar{t}$), o Tempo Total gasto em cada móvel (NC) e calculou-se o Tempo Padrão (*ST*), a Folga (F) e a Eficiência (*E*).
4. Das tabelas 1 à tabela 5 em anexo, resulta a tabela 7 da secção nº 3.4.1, com os valores finais obtidos através de cronometragem, onde se observa que a actividade mais demorada é a montagem mecânica 1 e 2 com um tempo total de montagem a variar entre os 48.10 *min* e os 50.00 *min*, pois para este móvel estas duas actividades são executadas pelo mesmo trabalhador. O Tempo normal Total de cada uma das tarefas elementares (NT_{Total}), apresentou o valor mais elevado também para a montagem mecânica 1 e 2 com um valor de 22.64 *min*, face ao valor mais reduzido apresentado pelo engradamento em apenas 2.16 *min*, assim como o Tempo Padrão que após o cálculo efectuado foi de 25.58 *min*. Então, pode concluir-se que a primeira actividade de montagem, é a que apresenta os resultados mais elevados, comparativamente com as outras actividades, sendo que os ensaios apresentam os valores logo a seguir aos da montagem mecânica.
5. O melhor resultado para a Eficiência (*E*) obteve-se no único local da secção de montagem em que uma das partes das tarefas é feita com máquinas, em que o ritmo de trabalho da máquina é superior ao ritmo de trabalho do homem. Foi então nos ensaios, que o valor da Eficiência apresentou um resultado a variar entre os 68% para a 1ª observação (Tabela 7) e 66% para a 2ª e 3ª observação, para o resultado obtido na

montagem de frio eléctrico que vem logo a seguir com uma Eficiência de 60% na 1ª observação, 46% na 2ª observação e 49% na 3ª observação, o que também mostra que a taxa de utilização da máquina é de ≈ 100%. A embalagem também apresentou valores satisfatórios de Eficiência, a rondar ≈ os 50% para as três observações. O menor valor da Eficiência registou-se no engradamento com resultados entre os 32 e os 33%.

6. Quanto aos valores obtidos para a Folga (*F*), verificou-se que na montagem mecânica 1 e 2 o maior valor foi encontrado na 3ª observação com um tempo de 30.25 *min* (Tabela 7). Na montagem de frio eléctrico, foi na 1ª observação que se registou um tempo mais elevado para a Folga com 19.91 *min*, nos ensaios o tempo da Folga foi de 11.29 *min* na 2ª observação, na embalagem foi de 15.32 *min* obtidos na 3ª observação e por último no engradamento foi registado um tempo de 5.17 *min* na 2ª observação.
7. Comparando os valores teóricos com os valores reais obtidos por cronometragem, conclui-se que existem discrepâncias algo acentuadas nos tempos teóricos face aos tempos reais, como se pode observar por exemplo na embalagem com uma diferença de sensivelmente 20 *min* a mais no tempo teórico face ao tempo real, isto é, os tempos teóricos são mais elevados do que os tempos reais. No entanto trata-se de uma situação normal porque nos tempos reais não foram contabilizados os tempos mortos, como por exemplo idas à casa de banho, enquanto que nos tempos teóricos esse tempo já está contabilizado. Tal como acontece com os tempos reais, também é a montagem mecânica 1 e 2 a actividade mais demorada com um tempo de execução de 75.00 *min.* Para os ensaios, é de salientar que não são feitos registos dos tempos, como tal, a recolha dos tempos para esta actividade torna-se útil para se saber aproximadamente o tempo desta actividade que no caso da ALFA 1500 é de 32.35 *min*.
8. Em relação aos ensaios, verifica-se tanto nos tempos teóricos como nos tempos reais, o número muito reduzido de gargalos, já que a taxa de utilização da máquina é de praticamente 100%, como se verificam pelos tempos teóricos e reais que são praticamente iguais, isto é, não há discrepâncias acentuadas.
9. Relativamente à tabela 7, observa-se que a actividade que possui um maior valor para a variância é a actividade B - Montagem de Frio Eléctrico, com uma valor de 0.67, e a que possui um valor menor é a actividade F-Engradamento com 0.10, sendo que os ensaios vêm logo a seguir com um valor para a variância de 0.18. Conclui-se que a Montagem de Frio Eléctrico é a actividade que possui uma maior separação entre os tempos optimista e pessimista, o que revela um maior grau de incerteza associado à actividade. Neste caso, como a variância assume um valor elevado, significa que existe uma grande incerteza relativamente ao tempo necessário para a conclusão da actividade. O que já não se verifica no engradamento e nos ensaios, na medida em que nos ensaios, como já foi dito anteriormente, por ser uma tarefa em que são utilizadas máquinas, faz com que não ocorra uma separação acentuada entre os tempos optimista e pessimista e no engradamento por ser de todas as tarefa a mais curta, pois trata-se de uma tarefa que na generalidade tem um tempo de execução bastante curto comparativamente com todas as

outras. Então, para estas duas actividades, um valor pequeno da variância, significa que a estimativa é suficientemente precisa e exacta, no que se refere ao tempo requerido para a conclusão da actividade, isto é, os tempos optimista e pessimista aproximam-se bastante.

■ 3.5 - 3ª FASE: Estudo do PSE entre 2006 e 2007

□ 3.5.1 - Análise Do Cumprimento Mensal e Anual do PSE

Sabendo que o problema em estudo neste trabalho reside no facto de analisar o incumprimento do PSE, pretende-se assim primeiramente estudar graficamente o cumprimento e o incumprimento (caso exista), de acordo com os dados obtidos na empresa, relativos sempre ao ano de 2006 e de 2007. Para tal, é feita uma análise dos meses em que houve uma maior taxa de cumprimento e quais os que tiveram as piores taxas de incumprimento. Pretende-se também observar se o PSE apresentou melhorias de 2006 até agora e aponta-las caso elas existam. Posteriormente são analisados quatro pressupostos de extrema importância no PSE e consequentemente na MIR.
Obtém-se para o estudo neste caso, os gráficos 3, 4, 5, 6, 7 e 8 referentes ao PSE entre 2006 e 2007.

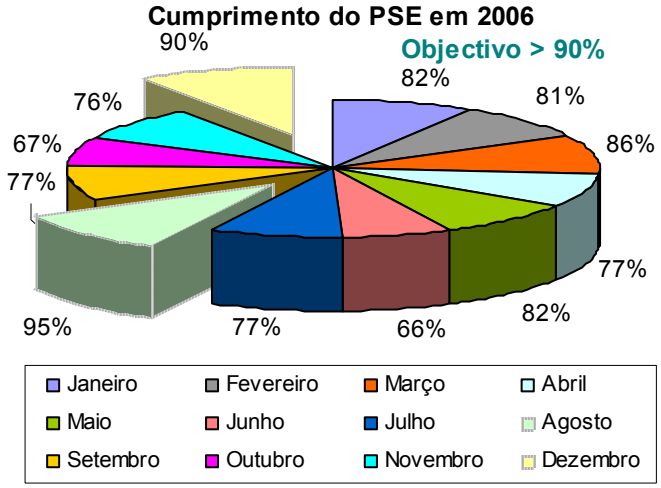

Gráfico 3

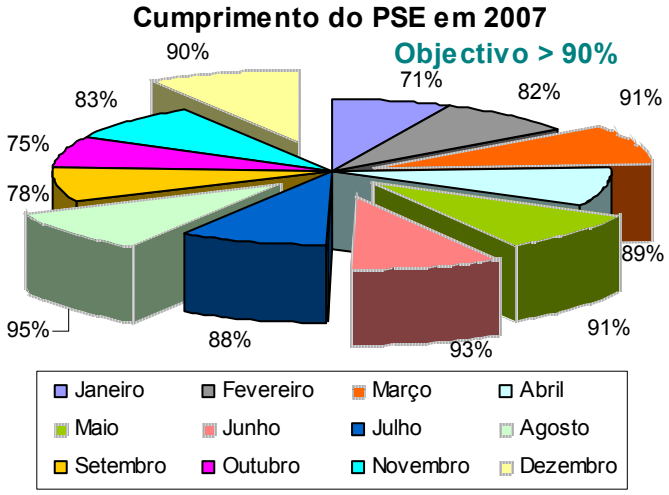

Gráfico 4

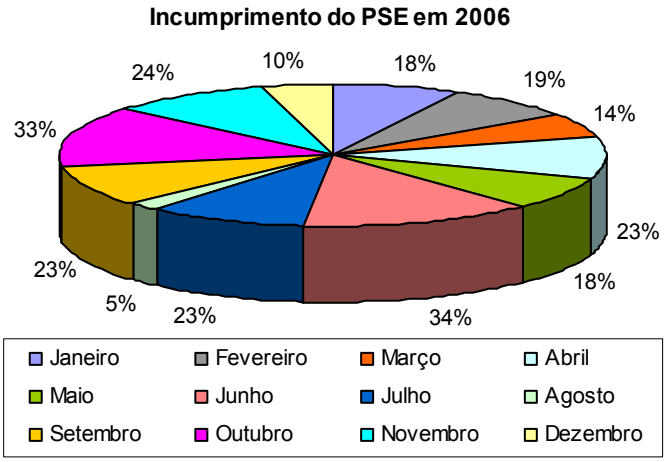

Gráfico 5

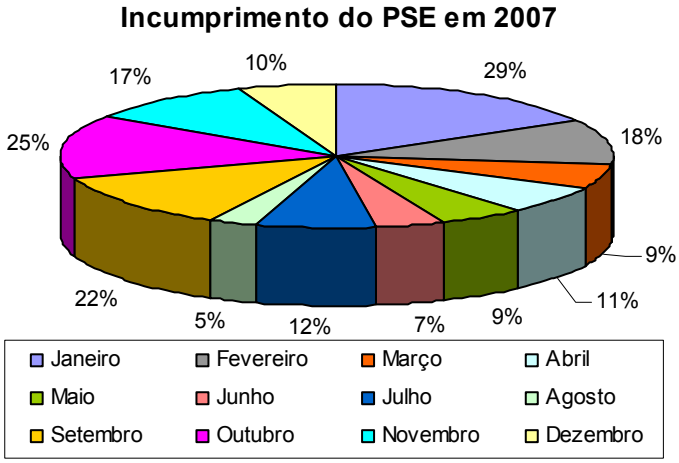

Gráfico 6

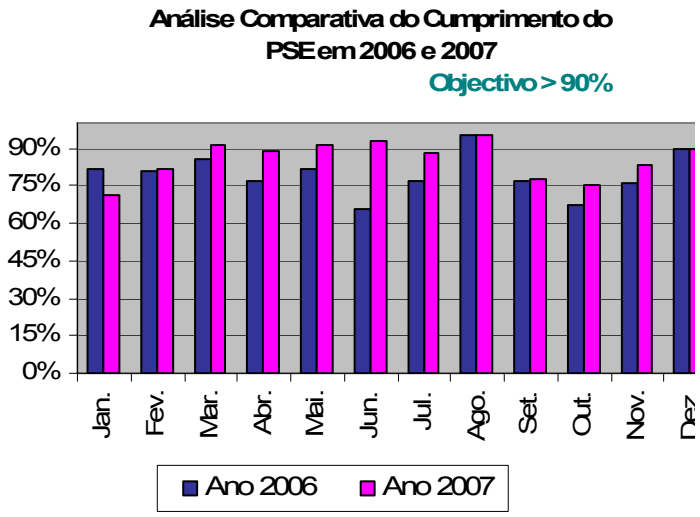

Gráfico 7

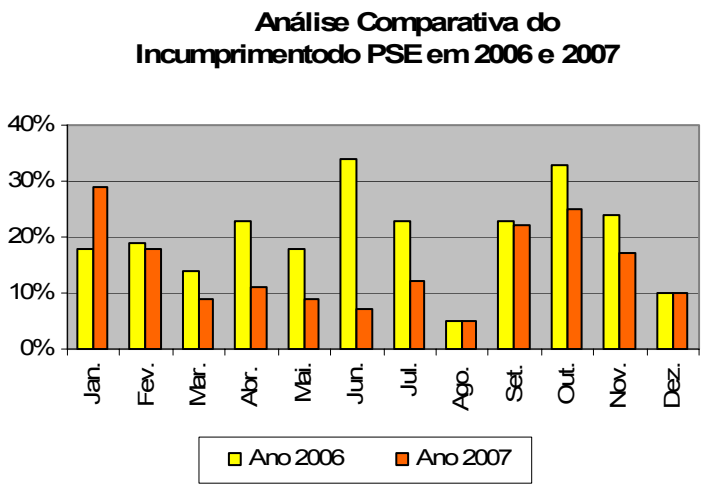

Gráfico 8

Genericamente resulta dos gráficos 7 e 8 a análise comparativa entre 2006 e 2007 e posteriormente a análise anual.

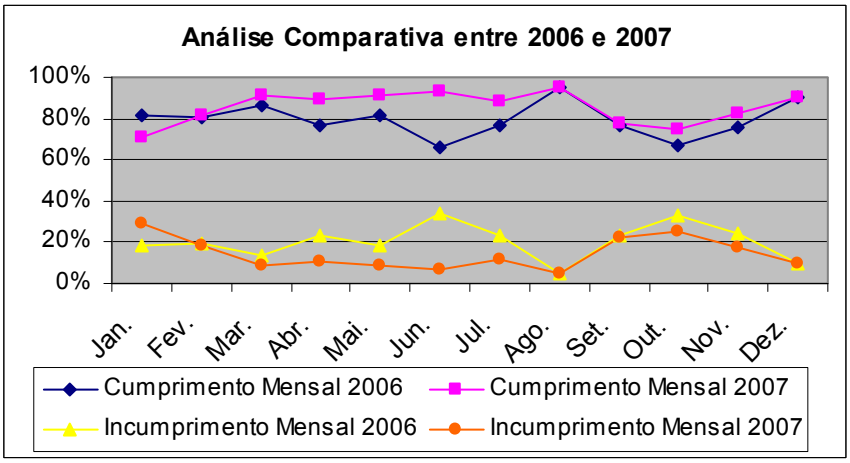

Gráfico 9

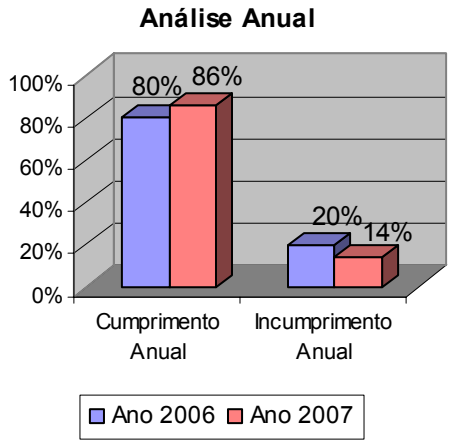

Gráfico 10

De acordo com os gráficos observam-se os seguintes aspectos positivos:

1. O Cumprimento do PSE sofreu algumas melhorias de 2006 até 2007 e isso é visível através do gráfico 7 que nos dá uma percepção mensal e através do gráfico 8 que nos dá uma visualização anual, visto em 2006 a taxa de cumprimento ter sido de 80%, enquanto que em 2007 subiu para os 86%.
2. No ano de 2007, registou-se uma elevada melhoria no que respeita ao objectivo pretendido que era atingir os 90% relativamente ao ano de 2006, já que em 2006, só se atingiu o objectivo dos 90% nos meses de Agosto e Dezembro, enquanto que em 2007, o objectivo foi alcançado nos meses de Março, Maio, Junho, Agosto e Dezembro. Então, em 2007 alcançou-se uma melhoria no Cumprimento do PSE em mais três meses do que o verificado em 2006, o que evidencia a preocupação da MIR em querer efectivamente cumprir o PSE.
   Para 2008, há que continuar a apostar na melhoria e na possibilidade de

atingir o objectivo pretendido nos meses para os quais em 2006 e em 2007 não foi possível alcança-lo.

3. No que diz respeito ao Incumprimento do PSE (gráfico 8 e 10), destaca-se em 2007 uma boa diminuição da taxa de incumprimento relativamente ao ano de 2006, isto é, melhorou-se no sentido de se realizarem as tarefas mais atempadamente, de forma a evitar o menor número de atrasos. No entanto, destaca-se o facto do mês de Janeiro de 2007, ter apresentado uma taxa de incumprimento bastante superior à de Janeiro de 2006, o que poderá ter tido a ver com o facto dos responsáveis do planeamento terem planeado para 2007 o aumento considerável da produção de móveis em comparação ao ano de 2006, o que poderá ter causado algum transtorno inicial traduzindo-se no aumento da percentagem de incumprimento e também, devido ao facto de se tratar de uma altura em que os colaboradores vêm de uma época festiva e como tal a produção não decorra no seu ritmo normal.
   Nos meses seguintes, a taxa de incumprimento diminuiu consideravelmente, face ao mês de Janeiro e mesmo a 2006, o que revela ter sido uma situação momentânea.
4. Assim, apesar da taxa de cumprimento não ter atingido os 90% em todo os meses, observa-se que o ano de 2007, foi na generalidade bastante positivo, pois comparativamente com 2006, ultrapassou-se em dez meses a taxa de cumprimento do PSE. A empresa revelou-se mais ambiciosa para o ano de 2007, já que aumentou bastante a produção de móveis com uma média semanal superior a 122 móveis semanais em 2007 face aos 94 móveis em 2006. Paralelamente ao substancial aumento da produção, a empresa foi no entanto capaz de melhorar o cumprimento dos prazos relativamente a 2006.
5. Conclui-se assim que em 2007, tanto a taxa de cumprimento, como a taxa de incumprimento do PSE sofreu importantes melhorias, revelando que há uma preocupação constante em responder cada vez mais e melhor às exigências impostas pelos clientes.

□ 3.5.2 - Aplicação dos Pressupostos de acordo com a análise ao PSE

Nesta secção, são estudados quatro pressupostos que estão directamente relacionados com o incumprimento do PSE e registam-se as conclusões observadas. Tem-se então, os seguintes pressupostos:

1. Capacidade/Distribuição Humana
2. Mix do Produto
3. Falhas/Faltas (Material)
4. Prazos de Entrega

➢ 3.5.2.1 - Análise Da Capacidade/Distribuição Humana

O estudo dos pressupostos vai começar com a análise detalhada da capacidade/distribuição humana, e para analisar este pressuposto, foi necessário realizar estudos na MIR relativamente à Capacidade Humana em toda a secção da montagem, ou seja, o número de trabalhadores afectados a cada actividade na montagem, tendo para efeito construído um quadro com os

dados relativos à montagem dos vários tipos de móveis associados à sua célula respectiva. Da informação obtida, resulta a tabela 11 que segue em anexo, e os gráficos abaixo representados que expressam mais claramente o que se pretende mostrar.

Cél.1	Secção 321 - Montagem Safira e Self
Cél.2	Secção 321 - Montagem Euromini I e II
Cél.3	Secção 321 - Montagem Alfa/Omega
Cél.4	Secção 325 - Montagem Conjuntos
Cél.5	Secção 322 - Montagem Rubis
Cél.6	Secção 324 - Montagem Ravel/Verdi/Wagner/Mozart
Cél.7	Secção 342 - Montagem Linha Hiper
Cél.8	Secção 343 - Montagem Murais Plug In
Cél.9	Secção 323 - Montagem Eros e Eco
Cél.10	Secção 322 - Montagem Vit. Balcão e Balcão

Tabela 9 - Secção, Montagem e Células Respectivas

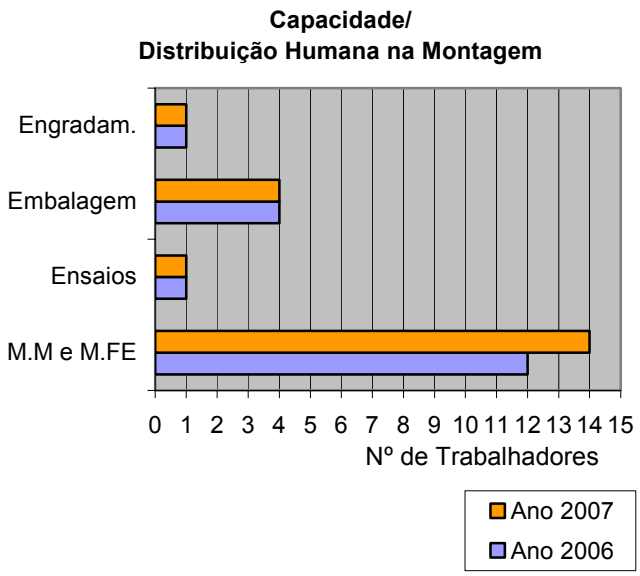

Gráfico 11

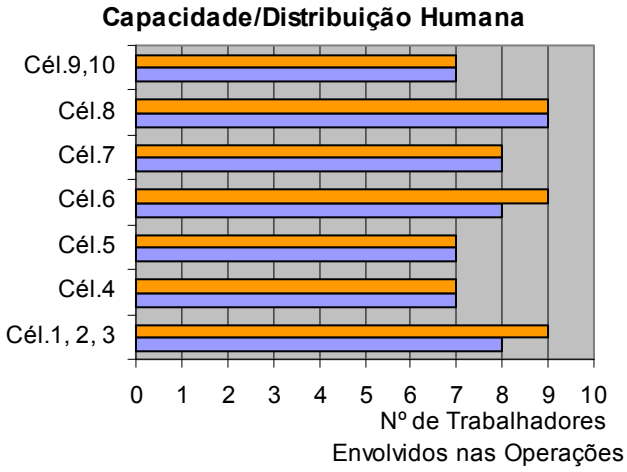

Gráfico 12

Conclui-se que através dos gráficos 11 e 12, houve um aumento de dois colaboradores em 2007 face ao ano de 2006, em que um trabalhador foi deslocado para a montagem na célula 1, 2 e 3 todas pertencentes à mesma secção, e o outro foi para a montagem na célula 6, onde se montam móveis para pastelarias (Ravel, Verdi, Mozart, etc). Quanto às outras células, o número de trabalhadores não sofreu alterações. Então, o número de colaboradores na montagem em 2006 era de 18 pessoas e em 2007 passaram a ser 20, em que é possível observar que a montagem mecânica e a montagem de frio eléctrico são as actividades que reúnem o maior número de pessoas a montar móveis.

Apesar de se conseguir normalmente na empresa cumprir os prazos planeados, observa-se que tal só é possível porque recorrem com bastante frequência a horas extras, ou então deslocam os funcionários para outros postos que estão mais subcarregados o que permite concluir que a

capacidade humana na montagem em certas alturas é insuficiente para fazer face à procura.
A montagem propriamente dita, é a segunda maior área desta empresa, onde se recorre a mais horas extras, o que revela que a MIR despende bastante dinheiro em horas extras para conseguir cumprir as exigências dos prazos estabelecidos com os clientes, para além de mostrar a morosidade de montagem dos móveis, pois trata-se de um trabalho completamente manual.
Sendo os ensaios a única zona da montagem que possui máquinas, constata-se, que o nível de capacidade humana existente é suficiente para o fluxo de móveis a serem ensaiados, pois é visível através do gráfico 9, que só existe um trabalhador nesta área, no entanto, este consegue fazer fluir os ensaios dos móveis e consequentemente os testes finais de funcionamento.

➢ 3.5.2.2 - Análise Do Mix do Produto

Este pressuposto assume uma enorme importância, na medida em que, para efectuar o correcto estudo do PSE, nada melhor do que analisar as quantidades planeadas e as quantidades de móveis que entraram em armazém de Produto acabado (APA), para o ano de 2006 e de 2007, a fim de poder acompanhar as melhorias existentes e também as falhas que possam advir do PSE.
Após o estudo e a análise detalhada e rigorosa dos PSE's obtém-se os seguintes gráficos:

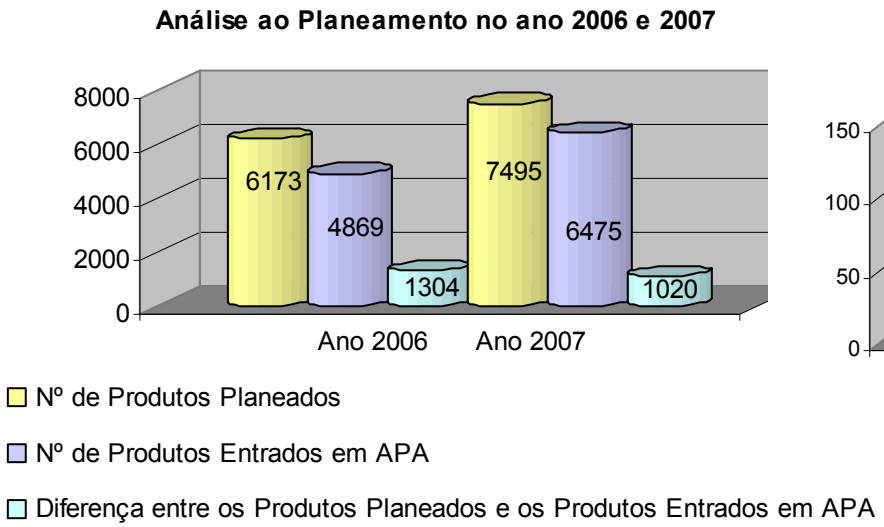

Gráfico 13

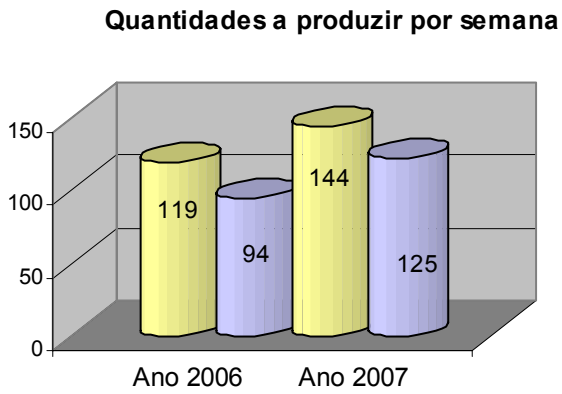

Gráfico 14

De acordo com os gráficos anteriores, resulta a seguinte tabela:

	Ano 2006	Ano 2007
Nº de Produtos Planeados (Ano)	6173	7495
Nº de Produtos Entrados em APA (Ano)	4869	6475
Média de Produtos Planeados/Semana	6173/52 = **119**	7495/52 = **144**
Média de Produtos Entrados em APA/Semana	4869/52 = **94**	6475/52 = **125**

Tabela 10 - Produtos (Móveis) em APA

Seguidamente, procede-se à construção de vários gráficos (Gráfico 15 ao 18) que permitem ter uma melhor percepção acerca do pressuposto do Mix do Produto.

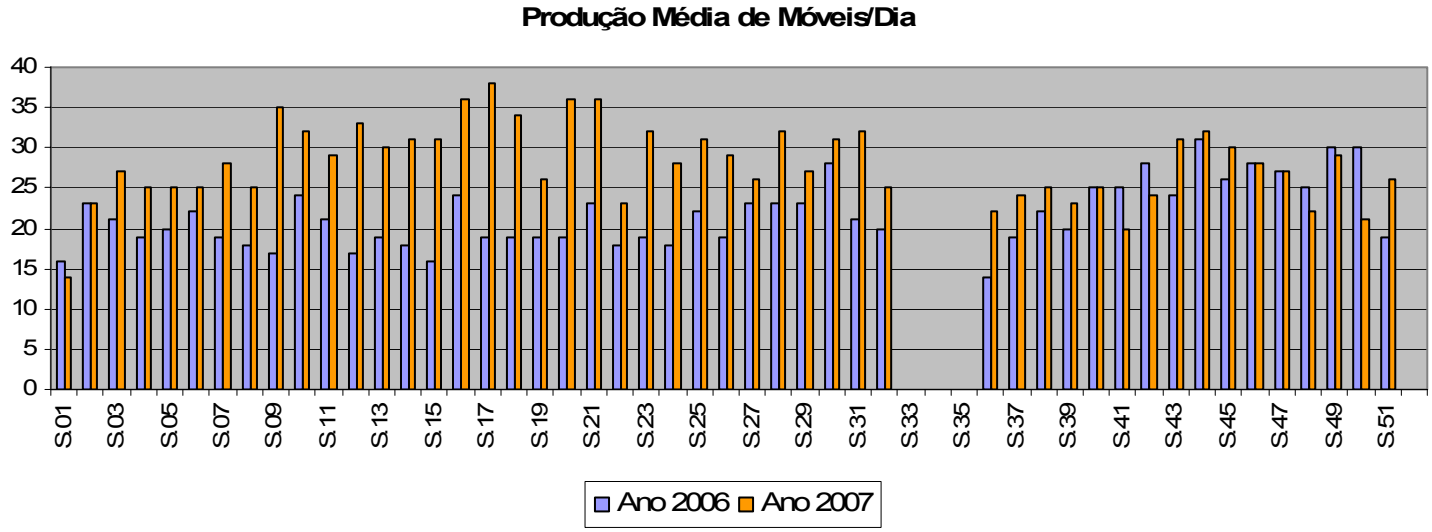

Gráfico 15 - Produção Média de Móveis/Dia

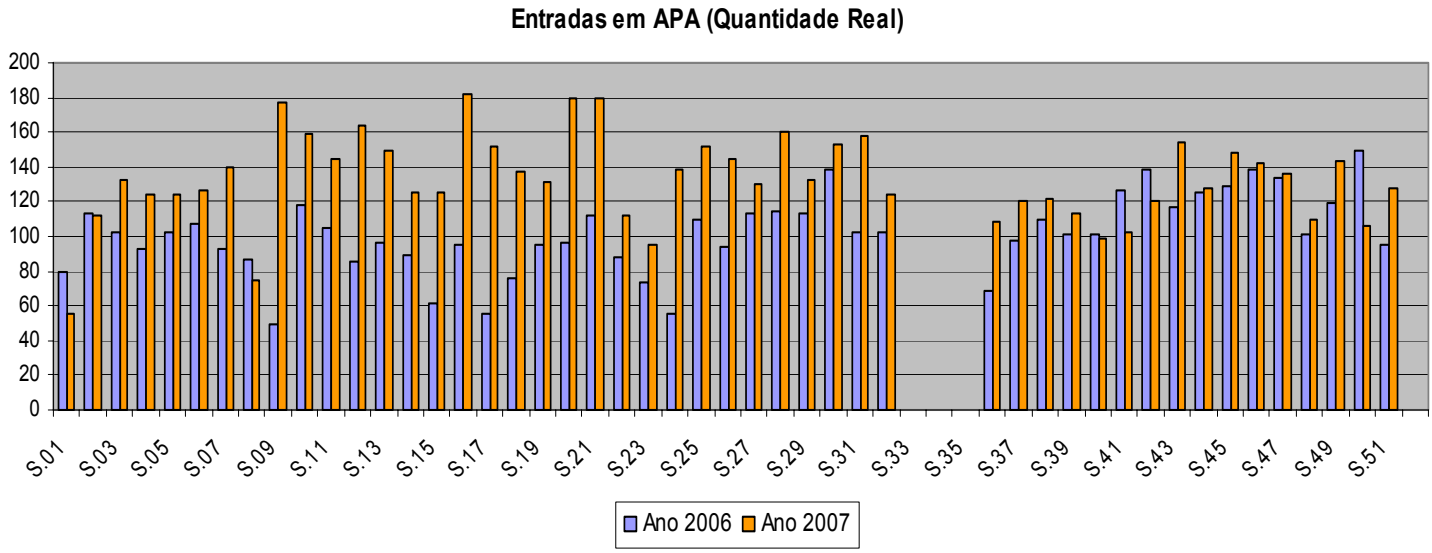

Gráfico 16 - Entradas em APA

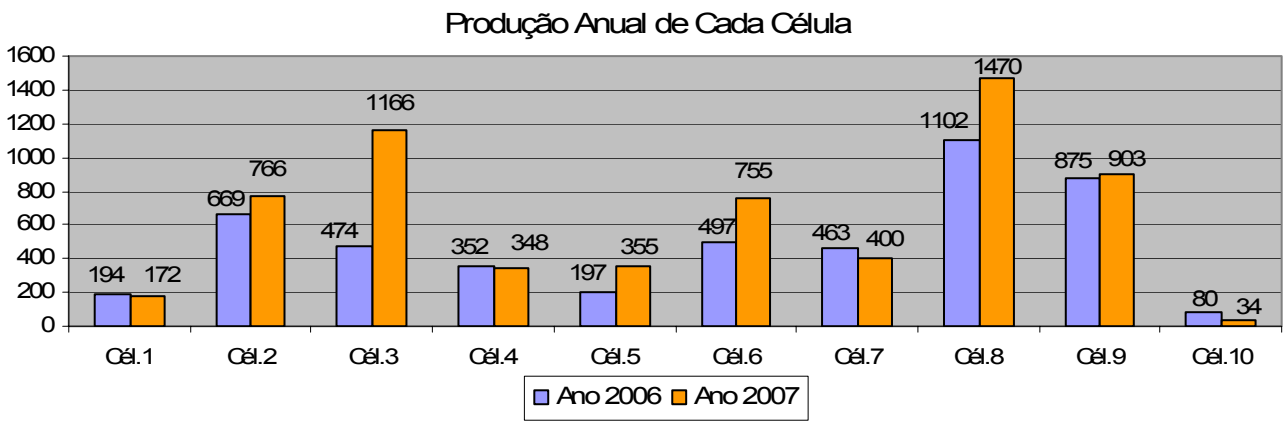

Gráfico 17 - Produção Anual das Células e Evolução

De seguida, é calculado o Tempo de Ciclo de acordo com os dados obtidos. Para calcular o Tempo de Ciclo (TC) utilizou-se a definição da equação 5.
Sabendo que, em cada dia funciona um turno de 8 horas e tendo em conta a produção média pretendida por dia (Teórico) que se encontra na tabela 9 em Anexo, obtém-se por exemplo para a semana 1:

$$\text{Ano de 2006: } TC = \frac{8 * 60}{23} = 20.86 \approx 21 \ min$$

$$\text{Ano de 2007: } TC = \frac{8 * 60}{25} = 19.20 \approx 19 \ min$$

O mesmo raciocínio para calcular os Tempos de Ciclo é efectuado para todos os outros dias da semana do ano de 2006 e de 2007, como se observa pela tabela 10 em Anexo, que nos apresenta o Tempo de Ciclo das 48 semanas de trabalho.
Através do cálculo do Tempo de Ciclo, obtém-se o gráfico nº 18 que nos mostra mais claramente o Tempo de Ciclo obtido para o ano de 2006 e de 2007.

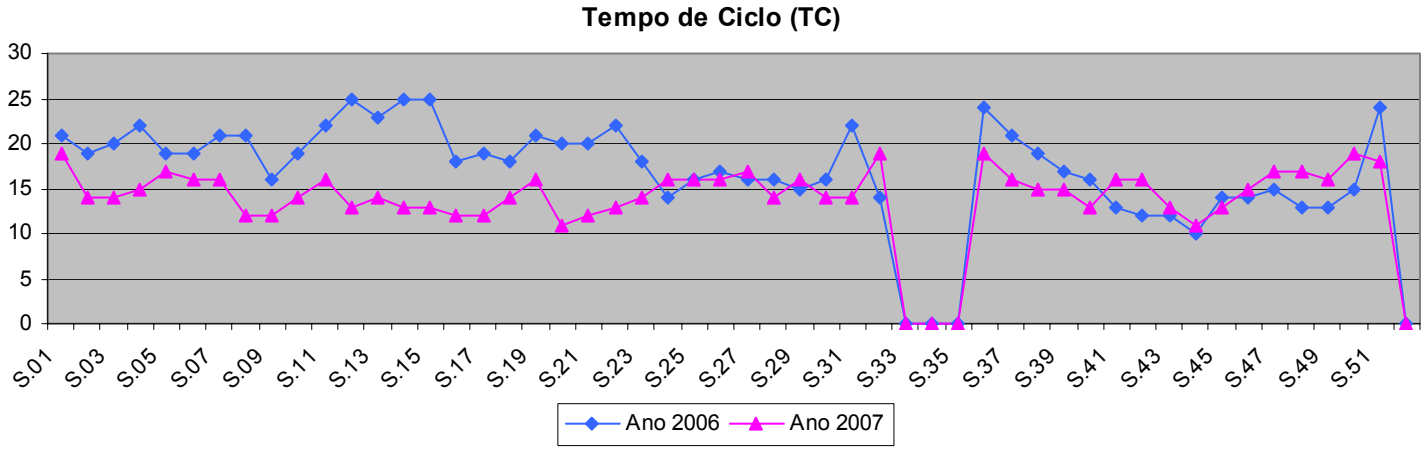

Gráfico 18 - Cálculo do Tempo de Ciclo para o ano de 2006 e 2007

Em conclusão e de acordo com os gráficos 13 e 14, observa-se que a média dos produtos Planeados para o ano de 2007 foi mais exigente do que o planeado em 2006, e também que a média de produtos entrados em APA aumentou substancialmente no ano de 2007 face ao ano de 2006. Ora, tal revela uma melhoria no índice de produtividade e consequentemente o aumento das vendas para a empresa, que se traduzirá em mais lucro comparativamente com o ano de 2006.
Após os estudos efectuados e a construção dos gráficos, conclui-se que a produção média aumentou com uma larga vantagem em 2007 comparativamente com 2006, o que pode significar um aumento da vantagem competitiva da MIR face os seus concorrentes.
Conclui-se que a célula mais produtiva para os dois anos em análise foi a célula 8 (Montagem Murais Plug-In), tendo sido a sua produção em 2006 de 1102 móveis, face a uma produção de 1470 móveis em 2007, o que permite concluir que esta é a secção com maior capacidade produtiva.
Foi possível calcular o Tempo de Ciclo como se pode visualizar pelo gráfico 18, no qual se pode concluir que a monotonia é uma consequência directa da duração do ciclo, isto é, ciclos muito curtos causam maior monotonia no trabalho, o que tende a afectar os tempos de operação. Desta forma, ciclos menores conduzem a uma garantia maior no cálculo do tempo padrão, o que não se verificou no estudo de tempos realizados, que possui tempos de ciclos elevados.

➢ 3.5.2.3 - Análise Das Falhas/Faltas (Material)

O terceiro pressuposto a ser estudado é o que se refere às falhas/ faltas de material, onde se procede à construção de alguns gráficos relativos aos atrasos, ao desvio padrão, média e variância.

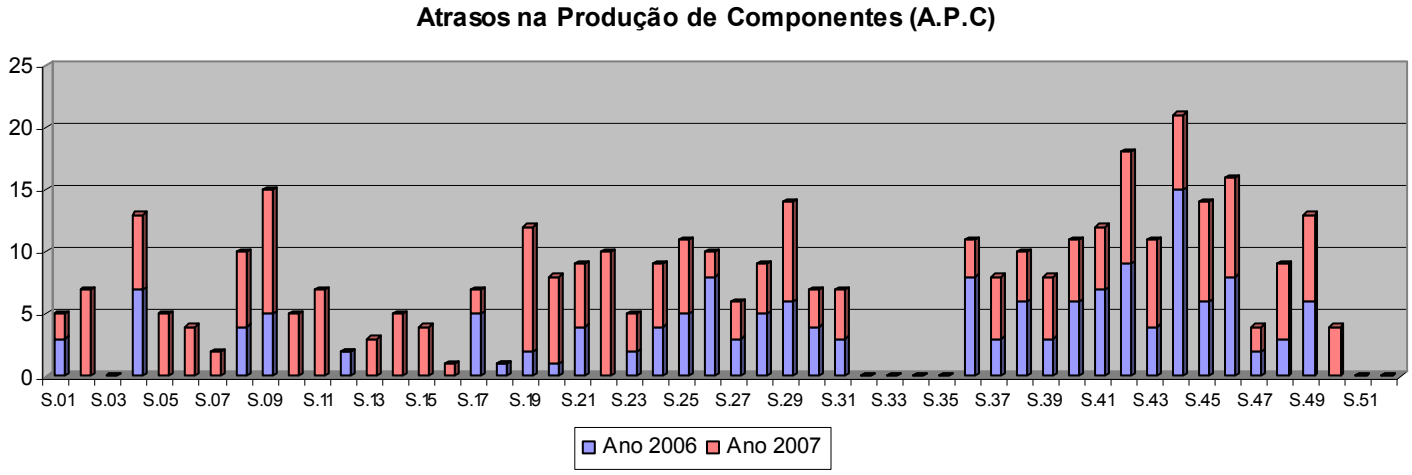

Gráfico 19 - Atrasos na Produção de Componentes em 2006 e 2007

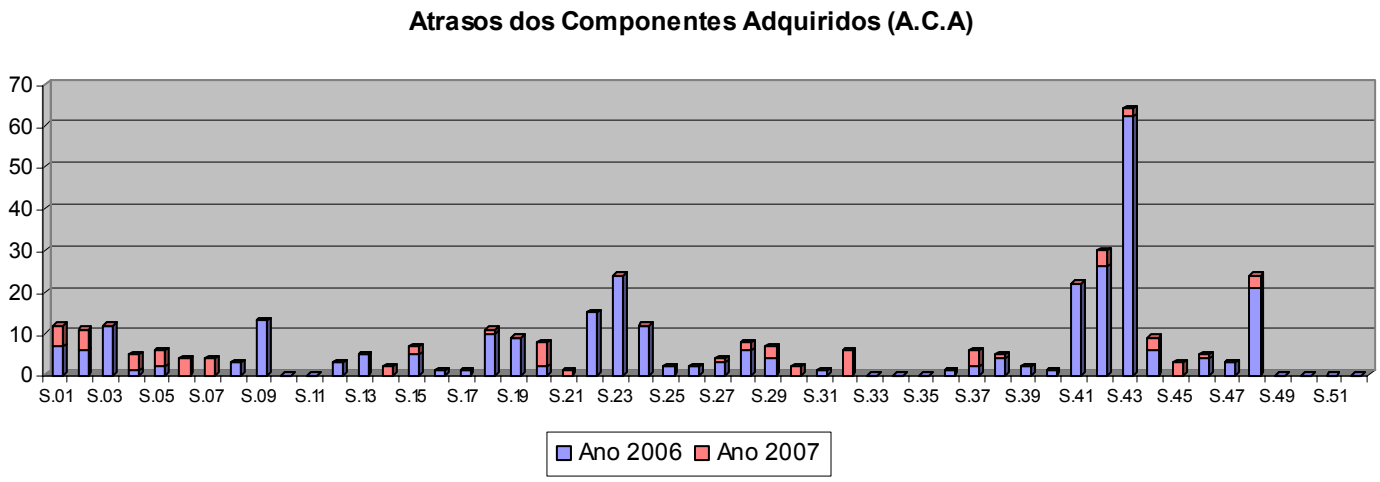

Gráfico 20 - Atrasos dos Componentes Adquiridos em 2006 e 2007

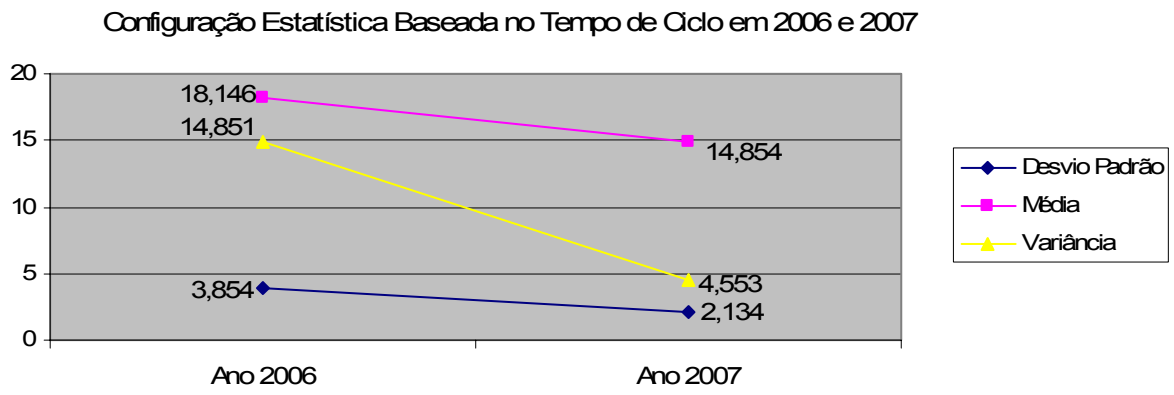

Gráfico 21 - Desvio Padrão, Média e Variância

Conclui-se através do gráfico 19, que os Atrasos da Produção de Componentes, foram mais relevantes no ano de 2007 do que em 2006. Tal facto pode ter acontecido devido ao aumento de produção em 2007, o que pode ter desencadeado atrasos, como é possível visualizar nos gráficos da análise do mix do produto e da tabela em Anexo, em que a produção semanal de móveis em 2007 tornou-se mais exigente comparativamente com o ano de 2006. Observa-se pelo gráfico que no ano de 2007 houve atrasos, que não existiram nas mesmas semanas de 2006, o que revela que o aumento da produção em 2007 pode ter causado uma sobrecarga ao nível da Produção de Componentes.

Esta é uma área bastante complicada, pois como já foi falado anteriormente, o facto de cada móvel possuir centenas de peças, faz com que por vezes surjam atrasos, para além de estarem associadas varias causas a estes atrasos, como por exemplo atrasos na emissão de ordens de produção, ou atrasos no próprio fabrico dos componentes. Tem que se saber gerir muito bem o que produzir, nas quantidades adequadas e respeitar as datas previstas de entrega, para evitar o menor número de atrasos.

No que diz respeito ao atraso dos Componentes Adquiridos (Gráfico 20), observa-se que o ano de 2007 apresentou melhores resultados do que o ano

de 2006, apesar do aumento da produção. Isto é, houve uma melhoria bastante significativa em 2007 no que respeita a estes atrasos, o que revela uma preocupação por parte da MIR, já que em 2006 os valores apresentados para este tipo de atrasos foram bastante maus. Pelo gráfico, observa-se que o objectivo em algumas semanas de 2007 foi atingido a na totalidade, devido à inexistência de atrasos de Componentes Adquiridos, traduzindo-se numa vantagem para a própria empresa.
A gestão dos Componentes Adquiridos tem que ser muito bem conduzida, para que os materiais cheguem atempadamente à empresa aquando a necessidade dos mesmos. Se surgem atrasos elevados ao nível dos Componentes Adquiridos, pode provocar atrasos irreparáveis na empresa que se irá reflectir no cliente.
Para o ano de 2008, há que tentar incidir nos aspectos menos bons verificados em 2007, como tal, há que tentar diminuir os Atrasos da Produção de Componentes existentes em 2007, nomeadamente nos meses onde se mostraram muito elevados face ao ano de 2006 e saber o porquê dessas diferenças. Por exemplo, ao nível das ordens de produção, o planeamento tem que ter especial atenção, por exemplo, as datas de fabrico que vêm nas ordens de produção convém que sejam cumpridas. Ao nível dos Componentes Adquiridos, para 2008 há que tentar melhorar mais ainda face ao ano 2007, apesar dos valores apresentados em 2007 terem sido muito satisfatórios, mas o objectivo da MIR é sempre a melhoria contínua.
Por isso, os responsáveis pelas compras juntamente com os chefes de armazém devem estar sempre em contacto, para que sejam efectuados os pedidos atempadamente, de forma a que os fornecedores possam assegurar a colocação do material a tempo e horas na empresa, para que este esteja disponível aquando a montagem do móvel.

➢ 3.5.2.4 - Análise dos Prazos de Entrega

A Mafirol, Indústria de Refrigeração S.A., tem como base os seguintes prazos de entrega:

- Para os Móveis Plug-In o prazo é de 12 dias úteis.
- Para os Móveis da Linha Hiper o prazo de entrega é de 22 dias úteis, já que se tratam de móveis mais complexos e de maiores dimensões e como tal o prazo de entrega tem que ser superior ao dos Móveis Plug-In.

É apresentada uma análise dos prazos de entrega para o ano de 2006 e de 2007 onde nos permite observar de forma mais clara o cumprimento dos prazos, isto é, os cumprimentos referentes ao ano de 2006 e 2007. Na tabela 11, pode-se observar se o objectivo de cumprir o prazo planeado foi atingido com sucesso ou se ficou aquém das expectativas.

Cumprimento do Prazo Planeado		
	Móveis Plug-In ≤ 12 dias	Móveis Hiper ≤ 22 dias
Objectivo	**> 88 %**	**> 92 %**
Ano 2006	**78%**	**91%**
Quantidade Planeada	4331	678
Ano 2007	**88%**	**98%**
Quantidade Planeada	5396	395

Tabela 11 - Cumprimento do Prazo Planeado

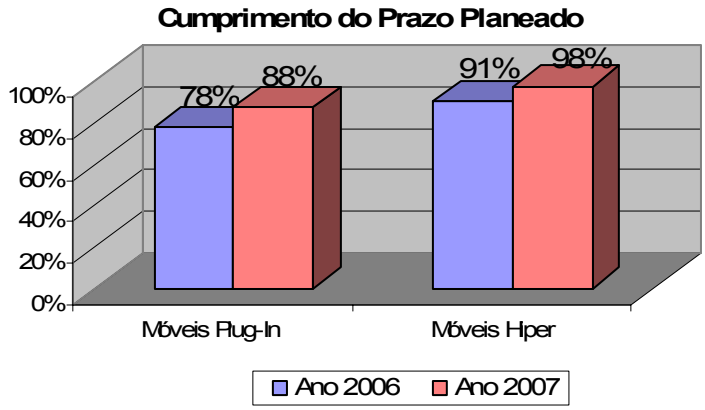

Gráfico 22 - Prazo Planeado

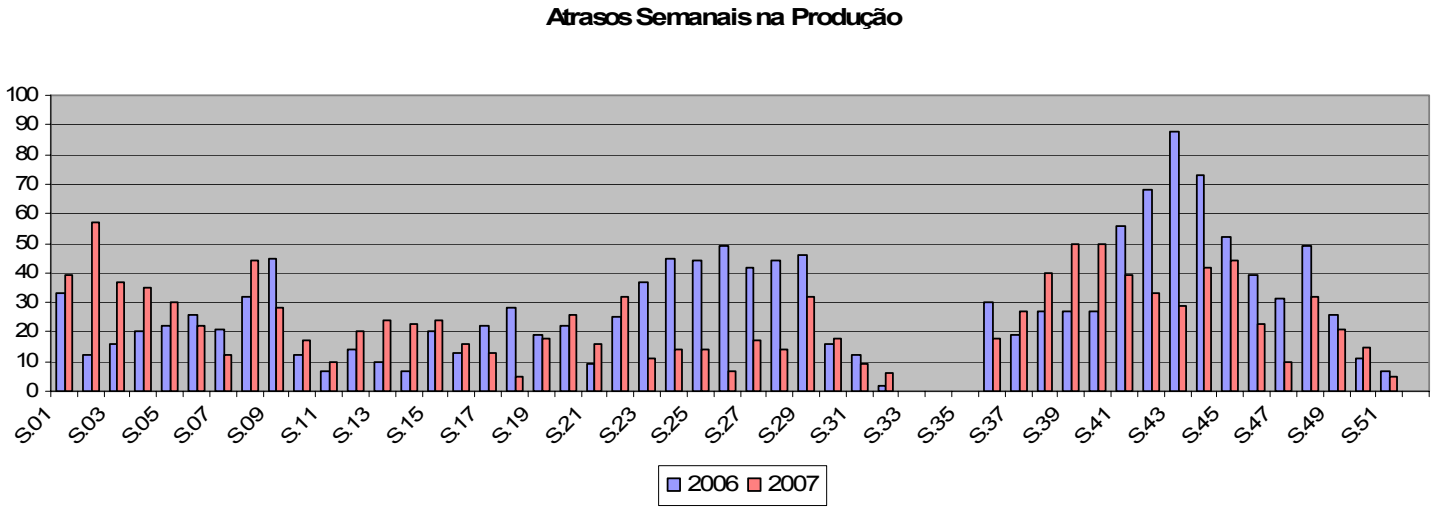

Gráfico 23 - Atrasos Semanais na Produção em 2006 e 2007

Após a análise do gráfico 23 e a tabela 11 observa-se o seguinte:

Houve uma boa evolução de 2006 para 2007, visto em 2007 os objectivos pretendidos terem sido alcançados, o que não se verificou com tanto sucesso em 2006, ou seja, através da tabela 11, em 2007 para os móveis Plug-In atingiu-se os 88 % de cumprimento e para os Hiper alcançou-se os 98 % de cumprimento, sendo que em 2006, não ultrapassou os 71% na linha Plug-In e os 91 % para a linha Hiper. Não querendo dizer com isto, que em 2006 a empresa não tenha atingido o sucesso pretendido, mas verificou-se que ficou um pouco atrás face aos resultados obtidos em 2007.
Então, sabendo que a percentagem de cumprimento para a linha Plug-In deve ser superior a 88 % e superior a 92 % para a linha Hiper, conclui-se que em 2007 o cumprimento do prazo planeado foi claramente melhor em comparação com 2006.
Tendo em conta o aumento da produção, a empresa foi capaz de melhorar o cumprimento dos prazos relativamente a 2006, tendo no entanto recorrido a horas extras para conseguir cumprir com os prazos estabelecidos, ou tendo que transferir pessoas de umas secções para outras menos subcarregadas.
Conclui-se ainda, que o facto de se ter conseguido melhorar o cumprimento do prazo planeado nos móveis da linha Hiper em 2007, pode ter tido a ver com o facto da quantidade planeada ter diminuído drasticamente em comparação com 2006, pois devido à complexidade destes móveis, há que ter em conta o tempo de montagem associado que é bastante elevado. Como tal, a MIR adoptou a melhor estratégia relativamente a estes móveis, que foi produzir em menor quantidade para conseguir cumprir com os prazos planeados.
Através do gráfico 23 relativo aos atrasos semanais, observa-se que o ano de 2007 apresentou melhores resultados do que o ano de 2006, onde num total de 48 semanas de trabalho para os dois anos em questão, constata-se que em 21 das 48 semanas de 2007 registaram-se atrasos superiores face às 27 semanas observadas em 2006.
É de referir que os atrasos registados em 2007, foram bastante superiores aos de 2006 registados na mesma época e que se traduzem por ocorrerem em alturas próximas de épocas festivas ou imediatamente a seguir, o que poderá significar que a empresa pode não trabalhar a um ritmo normal. Por exemplo, da semana um à semana seis, ou da semana trinta e oito à quarenta e um, que são alturas que precedem a épocas de férias.

Capítulo 4 - Conclusões

Este trabalho apresenta a aplicação de uma metodologia apoiada por análises estatísticas, assim como o estudo de tempos e métodos. A aplicação desta metodologia foi sustentada com o objectivo de esclarecer e detalhar as actividades realizadas na montagem do móvel refrigerado mais vendido no 1º semestre de 2007.

Para que o estudo da disposição das operações não viesse a manifestar nenhuma alternativa que pudesse ser impossível de praticar, devido às características de sequência de montagem do produto (móvel de refrigeração), inicialmente utilizou-se uma ferramenta designada de "Diagrama de Gantt " e "Diagrama de Precedências".

O processo de montagem é demorado e com algum grau de complexidade.

Foram observadas cinco actividades principais e registadas 47 tarefas como fazendo parte do processo e verificou-se, que o processo de montagem é moroso, complexo e realizado de forma manual.

Verificou-se através do estudo de tempos, que os tempos registados poderiam ser mais reduzidos, com a optimização de aspectos relacionados com o aumento do factor de ritmo dos operários, também designado nas tabelas em anexo por factor de actividade, ou seja, é visível que o factor de actividade atinge os 100% e mais do que os 100% em todas as tarefas, mas poder-se-ia tentar aumentar para um valor acima do rendimento normal, nas tarefas que se ficaram por este valor. Para tal, será necessário investir em treino e educação aos operários, na medida em que são acções que têm todo o interesse serem tomadas pelas empresas.

Conclui-se que a avaliação do ritmo depende da apreciação feita pelo cronometrista e não há nenhuma forma de estabelecer um tempo padrão para uma operação sem ter que se guiar pela apreciação do mesmo. Caso o ritmo do operário que executa a tarefa em análise esteja acima ou abaixo do normal (segundo a apreciação do cronometrista), os tempos médios devem ser corrigidos através de coeficientes, o que não aconteceu, pois todos os funcionários nas tarefas analisadas trabalharam a um ritmo normal e outros até acima do normal, traduzindo-se numa melhoria. Logo, o sucesso pretendido no processo de obtenção do tempo padrão, vai estar associado à qualidade dos dados retirados. Ou seja, os tempos cronometrados, também a percepção e sensibilidade do cronometrista quanto à avaliação do ritmo de produção do funcionário, devem ser coerentes com a rotina do processo, na medida em que o ritmo tem um impacto directo na obtenção do tempo padrão.

Espera-se que o Tempo de Ciclo seja o menor possível, no entanto em toda a montagem na MIR, o trabalho é feito manualmente e como referido há pouco é bastante moroso, demorando dias desde o início até à finalização do produto, o que vai originar que os tempos de ciclo obtidos sejam muito mais elevados e não sejam os valores mais desejados comparativamente com os de uma linha de montagem toda automatizada.

Com o estudo das técnicas estatísticas, tornou-se possível observar em pormenor os principais factores associados ao Incumprimento do PSE e consequentemente da montagem e procurou-se melhorar os valores obtidos através de alguns aspectos já referidos em cima.

Este estudo serviu para compreender os problemas inerentes à montagem da MIR, quando esta for a principal responsável pelo incumprimento do Plano

Semanal de Encomenda, apontando os seus defeitos e possíveis melhorias a ser implementadas.
O estudo efectuado ao incumprimento do Plano Semanal de Encomenda, fez com que a MIR a partir de Janeiro de 2008 se mostrasse preocupada em tentar diminuir os atrasos provindos da montagem, o que se veio a constatar até ao momento, como se pode visualizar pelo gráfico 24, referente aos meses de Janeiro a Abril de 2008.

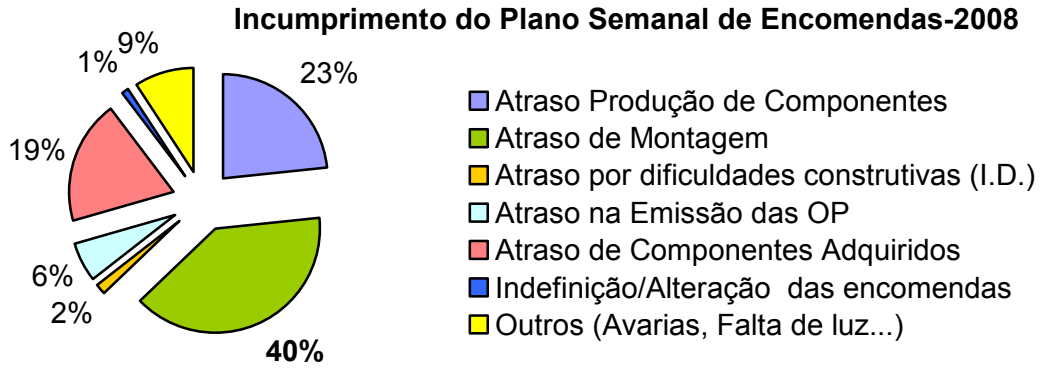

Gráfico 24 - Atrasos na MIR de Janeiro a Abril de 2008

Verificou-se que se conseguiu reduzir a percentagem de incumprimento na montagem relativamente ao primeiro semestre de 2007, tendo-se registado uma melhoria nos atrasos da montagem de 49% para 40% e um considerável aumento nos atrasos relativos à produção de componentes de 9% para 23%.
Assim, após os estudos efectuados e resultados obtidos, observa-se que se conseguiu atingir o objectivo proposto neste trabalho, que foi melhorar o indicador referente ao Incumprimento do Plano Semanal de Encomenda na MIR.

Bibliografia

1. Olhager and Wikner.: *Production Planning & Control Tools* (2000) Voll11, NO.3.
2. Vollman, T. E., W. L. Berry, D. C. Whybark. ; *Manufacturing Planning and Control Systems* (1997).
3. Vollmann, T.E., "OPT as an Enhancement to MRPII", Production and Inventory Management. v.27,n.2, Second Quarter, p.38-47,1986.
4. Starbek, M. e Grum, J.; Selection and Implementation of a PPC System. *Production Planning and Control.*11:765-774 (2000).
5. Lacombe, (2003), p.162.F.J.M.; Heilborn, G.L.J. Administração: princípios e tendências.1.ed. São Paulo: Saraiva.
6. Galbraith, K.J.; The New Industrial State (1967).
7. Pires, L.; Departamento de produção e sistemas - Universidade do Minho; Planeamento e Controlo da Produção Cap.3 (2004).
8. Apontamentos da Universidade de Aveiro; Disciplina de Gestão de Operações (2006/2007).
9. Gouveia, L.; Apontamentos; Gestão de Informação (1997/1999).
10. Carvalho, D.; Gestão de Projectos Cap.4 (2000).
11. Carvalho, D.; Planeamento e Controlo da Produção Cap.2 (2000).
12. Carmo; Curso: Organização, Sistemas e Métodos: PERT (*Program Evaluation and Review Technique).*
13. Nogueira, F.: Nota de Aula. Pesquisa Operacional - *PERT/CPM.*
14. Chase, R., Nicholas A. and Robert J.: *Operations Management for Competitive Advantage;* ninth edition, McGraw-Hill (2001).
15. Pronaci: Planeamento e Controlo da Produção – Ficha Técnica.
16. PowerPoint Presentation to accompany Operations Management, 7E (Heizer & Render).
17. Goldratti, E. M. (1988). Computerized shop floor scheduling. International Journal of Production Research, v. 26, n. 3, p. 443-445. (t:793).
18. Schroeder, Roger G.; Operations Management, Decision Making in the Operations Function, McGraw-Hill (1989).
19. Gaither, N., Frazier, G.; Administração da Produção; 8.ed. São Paulo: Pioneira (2002).
20. Spencer, M. S. (1991). Using "the goal" in an MRP system. Production and Inventory Management Journal, p.22-27, fourth quarter. (t:792).
21. Cox III, J.F.; Spencer, M.S.; *Manual da teoria das restrições*. Trad. Fernanda K. Dietrichi. Bookman (2002).
22. Chiavenato, I. *Teoria Geral da Administração*, volume 1, 5ª ed., São Paulo: Makron Books, (1997).
23. Junior, I.F.B.T.*Tempos e Métodos*. Série Racionalização Industrial. Editora Itys-Fides Bueno de Toledo Jr. e CIA. Ltda, (1989).
24. Zacarelli, S.B., Programação e controle da Produção. 5 ed. São Paulo, Livraria Pioneira, 1979. 292p.
25. Jacobs, F. R., OPT Uncovered: Many Production Planning and Scheduling Concepts Can be Applied With or Without the Software. Industrial Engineering, vol.16, n.10, October, 1984.
26. Kotler, Philip. Administração de marketing. São Paulo : Atlas, (1975).
27. Higgins, P. & Brownw, J., Master Production Scheduling: a Concurrent Planning Approach. Production and Planning Control, vol.3, n.1, p.218, (1992).
28. Burbidge, J. L.; Planeamento e controle da produção. 2.ed. São Paulo, Atlas, (1988). 556p.
29. Taylor, F.W.; Os Princípios da Administração Científica (1911).

30. Shigeo, Shingo, A Revolution in Manufacturing : The Smed System, Productivity Press, (1985).
31. Shigeo, Shingo. O Sistema de Troca Rápida de Ferramentas. Porto Alegre: Bookman Editora, (2000).
32. Black, J. T. O projeto da fábrica com futuro. Porto Alegre: Bookman, 1998.
33. Plossl, G. Production and Inventory Contro: principles and techniques. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, (1985).
34. Monden, Y. Produção sem estoques: um abordagem prática ao sistema de produção da Toyota. São Paulo: IMAM, (1984).
35. Esrock, Y. The impact of reduced set-up time. Production and Inventory Management, v. 26, p. 94-101, (1985).
36. Costa, A.; Zeilmann, R. P.; Schio, S. M. Análise de Tempos de Preparação em Máquinas CNC. O Mundo da Usinagem. n. 4, (2004).
37. Ansoff, Igor.; A Nova Estratégia Empresarial (1990).
38. Moxhan, C.; Greatbanks, R. Prerequisites for the implementation of the SMED methodology. A study in the textile-processing environment. The International Journal of Quality & Reliabilty Management. v. 18, n. 4/5, p. 404-414, (2001).
39. McIntosh, R. I.; Culley, S. J.; Mileham, A. R. A critical evaluation of Shingo´s ´SMED´ methodology. International Journal of Production Research, v. 38, n. 11, p. 2377-2395, (2000).
40. Guerreiro, R. & Paccez, J. D. Controladoria: uma abordagem da gestão econômica. In: Catelli, A. (coord.) 2. ed. São Paulo: Atlas, (2001).
41. Rother, M. and Shook, J. (1998). Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda. v.1.1, Oct., The Lean Enterprise Inst., Brookline, Mass.
42. Tubino, D. F. Sistemas de Produção: A produtividade no Chão de fábrica. Boojman. Porto Alegre, 1999. p.182.
43. Corrêa e Gianesi, 1993 Corrêa, H. L.; Gianesi, I. G. N. Just In Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico, São Paulo, Atlas, (1993).

Motores de Pesquisa

http://citeseer.ist.psu.edu
http://www.wikipedia.pt
http://www.scielo.br
http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003
http://www.en.articlesgratuits.com

ANEXOS

Tabela 1: Estudo dos Tempos de Montagem da ALFA 1500 FE-VPR
para turnos de 8h/dia

Secção/Actividade: **Montagem Mecânica 1 e 2**	Início dos Registos: 29 / 11 / 07		Fim dos Registos: 29 / 11 / 07		$\sum NC =$ *146.20*
Descrição das Tarefas	Número de Ciclos/Data			$\bar{t}$	$NT = \bar{t} * RF * Freq$
		1	2	3	
		29/11/07	29/11/07	29/11/07	
1.Juntar os dois chassis à Cuba	*t*	1.10	1.10	1.05	1.08	1.13
2.Juntar Peça de Ligação de Chassis	*t*	0.55	0.55	0.45	0.52	0.55
3.Abrir Rosca	*t*	0.35	0.35	0.32	0.47	0.49
4.Colocar Lateral	*t*	0.37	0.37	0.40	0.51	0.54
5.Tirar plásticos da Cuba junto aos Furos	*t*	1.11	1.11	1.10	1.11	1.17
6.Colocar Válvulas	*t*	1.10	1.10	1.10	1.10	1.17
7.Aplicar Suportes e Dobradiças	*t*	3.25	3.25	3.20	3.23	3.39
8.Aplicar as duas Portas	*t*	0.35	0.35	0.40	0.36	0.38
9.Preparar e Aplicar Lateral	*t*	3.10	3.10	3.05	3.08	3.23
10.Preparar e Aplicar as Aparadeiras	*t*	4.15	4.15	4.30	4.20	4.41
11.Colocação de Acessórios (abraçadeiras, bases e grelha de aspiração)	*t*	0.56	0.56	0.45	0.52	0.55
12.Aplicar Perfis de Alumínio	*t*	1.30	1.30	1.37	1.32	1.39
13.Vedar	*t*	1.05	1.05	1.06	1.05	1.10
14.Aquecer Mangueira e coloca-la no móvel	*t*	0.50	0.50	1.05	1.08	1.13
15.Acabamentos e Preenchimento da FIM	*t*	0.40	0.40	0.45	0.42	0.44
$\sum t_i$		*19.24*	*19.24*	*19.75*	$NT_{Total} = 22.64$	
NC		*48.10*	*48.10*	*50.00*	*Freq = 1*	
Folga (*F*) = *NC* - $\sum t_i$		*28.86*	*28.86*	*30.25*		

Eficiência: $E = \sum t_i / (NC)$	*0.4*	*0.4*	*0.4*	$RF = 1.05$
Compensação (A): 13 %				$ST = NT_{Total} * (1 + A) = 25.58\ min$

Legenda da Tabela 1 até à 5:

t – Tempo gasto a executar a tarefa elementar em cada ciclo (minutos);

$\bar{t}$ - Tempo médio de execução da tarefa;

NC - Tempo total gasto em cada móvel incluindo os tempos de paragem e ausência para ir buscar os materiais necessários à montagem;

NT - Tempo normal de cada uma das tarefas elementares (minutos);

RF – Factor de Actividade;

ST – Tempo padrão (minutos);

Freq: Frequência com que a tarefa é executada no ciclo

Compensação (A): 13 % com: - Almoço: 60 minutos → A = (60+2) / (8*60) ≈ 13 %

- Vestir bata e calçado: 2 minutos

Tabela 2: Estudo dos Tempos de Montagem da ALFA 1500 FE-VPR
para turnos de 8h/dia

Secção/Actividade: **Montagem de Frio Eléctrico**	Início dos Registos: 21 / 11 / 07		Fim dos Registos: 27 / 11 / 07		$\sum NC =$ *98.69*
Descrição das Tarefas		Número de Ciclos/Data		$\bar{t}$	$NT = \bar{t} * RF * Freq$
		1	2	3	
		21/11/07	27/11/07	27/11/07	
1.Por Plástico de fixação no móvel	*t*	0.45	0.31	0.25	0.34	0.34
2.Preparar e Colocar os dois Evaporadores com Tubo Amstrong e Soldar	*t*	5.07	5.16	4.47	5.30	5.30
3.Aspirar e Aparafusar os Evaporadores ao móvel	*t*	0.48	0.35	0.40	0.41	0.41
4. Aplicar (grelha, termóstato, sonda e fita)	*t*	4.20	3.15	3.00	3.45	3.45
5. Preparar Caixa de Balastro	*t*	1.24	0.46	0.57	1.16	1.16
6. Preparar e Aplicar Grupo de Compressores	*t*	3.30	2.30	2.36	3.05	3.05
7. Tratamento da Parte Eléctrica	*t*	3.33	3.34	3.15	3.27	3.27
8.Aplicar Lateral de Chassi	*t*	0.16	0.18	0.12	0.15	0.15
9.Acabamentos e Preenchimento da FIM	*t*	0.50	0.55	1.00	1.08	1.08
$\sum t_i$		*19.13*	*16.20*	*15.32*	$NT_{Total} = 18.21$	
NC		*32.04*	*35.35*	*31.30*	*Freq = 1* *RF* = 1.00	
Folga (*F*) = *NC* - $\sum t_i$		*12.91*	*19.15*	*16.38*		
Eficiência: $E = \sum t_i / (NC)$		*0.6*	*0.46*	*0.49*		
Compensação (A): 13 %					$ST = NT_{Total} * (1 + A) = 20.58\ min$	

Tabela 3: Estudo dos Tempos de Montagem da ALFA 1500 FE-VPR
para turnos de 8h/dia

Secção/Actividade: **Ensaio Vácuo e Carga de Gás e Ensaio Final**	Início dos Registos: 21 / 11 / 07		Fim dos Registos: 27 / 11 / 07		$\sum NC =$ 96.25
Descrição das Tarefas		Número de Ciclos/Data		$\bar{t}$	$NT = \bar{t} * RF * Freq$
		1	2	3	
		21/11/07	27/11/07	27/11/07	
1.Programar Máquina	t	0.23	0.22	0.19	0.21	0.22
2.Fazer Vácuo	t	10.00	10.00	10.00	10.00	10.50
3.Efectuar Testes de Fuga	t	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05
4.Meter Carga de Gás	t	0.10	0.12	0.12	0.11	0.12
5.Meter lâmpada e arrancador no móvel e liga-lo à máquina	t	0.48	0.52	0.49	0.50	0.53
6.Aplicar Carga Eléctrica ao móvel e Efectuar Teste de Funcionamento	t	1.06	1.02	1.04	1.04	1.09
7.Colar Etiquetas	t	0.33	0.26	0.25	0.28	0.29
8.Teste Final de Funcionamento	t	7.30	7.40	7.45	7.38	8.15
9.Programar Microprocessador	t	0.32	0.43	0.42	0.39	0.41
10.Acabamentos e Preenchimento da FIM	t	0.44	0.49	0.48	0.47	0.49
$\sum t_i$		*21.26*	*21.46*	*21.44*	$NT_{Total} = 22.45$	
NC		*31.30*	*32.35*	*32.20*	*Freq = 1* *RF* = 1.05	
Folga (F) = NC - $\sum t_i$		*10.04*	*11.29*	*11.16*		
Eficiência: $E = \sum t_i / (NC)$		*0.68*	*0.66*	*0.66*		
Compensação (A): 13 %					$ST = NT_{Total} * (1 + A) = 25.37\ min$	

Tabela 4: Estudo dos Tempos de Montagem da ALFA 1500 FE-VPR
para turnos de 8h/dia

Secção/Actividade: **Embalagem**	Início dos Registos: 5 / 03 / 08		Fim dos Registos: 6 / 03 / 08		$\sum NC =$ 91.20
Descrição das Tarefas	Número de Ciclos/Data			$\bar{t}$	$NT = \bar{t} * RF * Freq$
		1	2	3	
		5/03/08	6/03/08	6/03/08	
1.Colocação de Tampo no móvel	t	5.00	2.05	2.35	3.13	3.13
2.Limpar poliuretano e Limpeza total do móvel	t	3.45	4.35	4.21	4.00	4.00
3.Juntar Acessórios no móvel (garrafão, perfil, batente, etc)	t	1.49	1.15	1.40	1.35	1.35
5.Colocar Vidros e Embalar	t	1.57	2.07	2.10	2.31	2.31
6.Colocar Vidro da Frente e Embala-lo	t	2.16	1.41	1.45	2.07	2.07
8.Embalar o móvel por completo com plástico de bolhas e cantoneiros	t	2.07	2.27	2.22	2.19	2.19
9.Colar Etiquetas, Preencher a FIM e Lista de Verificação de Componentes	t	0.50	1.05	1.05	0.86	0.86
$\sum t_i$		*16.24*	*14.35*	*15.18*	$NT_{Total} = 16.31$	
NC		*31.15*	*29.55*	*30.10*	$Freq = 1$ $RF = 1.00$	
Folga (F) = NC - $\sum t_i$		*15.31*	*15.20*	*15.32*		
Eficiência: $E = \sum t_i / (NC)$		*0.52*	*0.49*	*0.50*		
Compensação (A): 13 %					$ST = NT_{Total} * (1 + A) = 18.43\ min$	

Tabela 5: Estudo dos Tempos de Montagem da ALFA 1500 FE-VPR
para turnos de 8h/dia

Secção/Actividade: **Engradamento /Expedição**	Início dos Registos: 21 / 11 / 07		Fim dos Registos: 21 / 11 / 07		$\sum NC =$ 20.31
Descrição das Tarefas	Número de Ciclos/Data			$\bar{t}$	$NT = \bar{t} * RF * Freq$
		1	2	3	
		21/11/07	21/11/07	21/11/07	
1.Colocar Laterais em madeira	t	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
2.Colocar os dois topos	t	1.13	1.23	1.15	1.17	1.17
3.Reforçar móvel com tábuas na parte superior	t	0.22	0.25	0.22	0.23	0.23
4.Transporte para o APA	t	0.38	0.36	0.37	0.37	0.37
$\sum t_i$		*2.12*	*2.24*	*2.13*	$NT_{Total} = 2.16$	
NC		*6.40*	*7.01*	*6.50*	*Freq = 1* *RF* = 1.00	
Folga (F) = NC - $\sum t_i$		*4.28*	*5.17*	*4.37*		
Eficiência: $E = \sum t_i / (NC)$		*0.33*	*0.32*	*0.33*		
Compensação (A): 13 %					$ST = NT_{Total} * (1 + A) = 2.44\ min$	

Tabela 6 - Entradas em APA (Quantidade Real)

	S.01	S.02	S.03	S.04	S.05	S.06	S.07	S.08	S.09	S.10	S.11	S.12	S.13	S.14	S.15	S.16	S.17	S.18	S.19	S.20	S.21	S.22	S.23	S.24	S.25	S.26
Ano 2006	80	113	103	93	102	107	93	87	50	118	105	86	96	89	62	95	55	76	95	96	112	88	74	55	110	94
Ano 2007	55	112	133	124	124	127	140	75	177	159	144	164	149	125	125	182	152	137	131	179	179	112	95	138	152	145

Entradas em APA (Quantidade Real)

	S.27	S.28	S.29	S.30	S.31	S.32	S.33	S.34	S.35	S.36	S.37	S.38	S.39	S.40	S.41	S.42	S.43	S.44	S.45	S.46	S.47	S.48	S.49	S.50	S.51	S.52
Ano 2006	113	114	113	139	103	102	F	F	F	69	97	110	101	101	127	138	117	125	129	138	134	101	119	150	95	I
Ano 2007	130	160	132	153	158	124	F	F	F	109	120	122	113	99	102	121	154	128	148	142	136	110	143	106	128	I

Tabela 7 - Produção Média de Móveis/Dia (Real)

	S.01	S.02	S.03	S.04	S.05	S.06	S.07	S.08	S.09	S.10	S.11	S.12	S.13	S.14	S.15	S.16	S.17	S.18	S.19	S.20	S.21	S.22	S.23	S.24	S.25	S.26
Ano 2006	16	23	21	19	20	22	19	18	17	24	21	17	19	18	16	24	19	19	19	19	23	18	19	18	22	19
Ano 2007	14	23	27	25	25	25	28	25	35	32	29	33	30	31	31	36	38	34	26	36	36	23	32	28	31	29

Produção Média de Móveis/Dia (Real)

	S.27	S.28	S.29	S.30	S.31	S.32	S.33	S.34	S.35	S.36	S.37	S.38	S.39	S.40	S.41	S.42	S.43	S.44	S.45	S.46	S.47	S.48	S.49	S.50	S.51	S.52
Ano 2006	23	23	23	28	21	20	F	F	F	14	19	22	20	25	25	28	24	31	26	28	27	25	30	30	19	I
Ano 2007	26	32	27	31	32	25	F	F	F	22	24	25	23	25	20	24	31	32	30	28	27	22	29	21	26	I

Tabela 8 - Produção de Móveis Pretendidos/Semana (Quantidade Teórica)

	S.01	S.02	S.03	S.04	S.05	S.06	S.07	S.08	S.09	S.10	S.11	S.12	S.13	S.14	S.15	S.16	S.17	S.18	S.19	S.20	S.21	S.22	S.23	S.24	S.25	S.26
Ano 2006	114	128	118	112	124	127	113	116	92	131	107	94	106	94	77	108	75	107	113	119	120	112	111	101	152	144
Ano 2007	98	169	172	158	145	150	153	118	197	177	151	181	170	148	149	196	160	141	149	208	193	144	106	148	165	152

Produção de Móveis Pretendidos/Semana (Quantidade Teórica)

	S.27	S.28	S.29	S.30	S.31	S.32	S.33	S.34	S.35	S.36	S.37	S.38	S.39	S.40	S.41	S.42	S.43	S.44	S.45	S.46	S.47	S.48	S.49	S.50	S.51	S.52
Ano 2006	152	156	160	153	111	101	F	F	F	102	114	131	145	127	183	205	201	198	174	173	162	151	145	159	101	I
Ano 2007	147	174	163	168	167	130	F	F	F	126	148	161	160	150	151	154	183	170	192	160	145	142	165	123	133	I

Tabela 9 - Produção Média de Móveis Pretendidos/Dia (Teórico)

	S.01	S.02	S.03	S.04	S.05	S.06	S.07	S.08	S.09	S.10	S.11	S.12	S.13	S.14	S.15	S.16	S.17	S.18	S.19	S.20	S.21	S.22	S.23	S.24	S.25	S.26
Ano 2006	23	26	24	22	25	25	23	23	31	26	22	19	21	19	19	27	25	27	23	24	24	22	27	34	30	29
Ano 2007	25	34	34	32	29	30	31	39	39	35	30	36	34	37	37	39	40	35	30	42	39	36	35	35	33	30

Produção Média de Móveis Pretendidos/Dia (Teórico)

	S.27	S.28	S.29	S.30	S.31	S.32	S.33	S.34	S.35	S.36	S.37	S.38	S.39	S.40	S.41	S.42	S.43	S.44	S.45	S.46	S.47	S.48	S.49	S.50	S.51	S.52
Ano 2006	30	31	32	31	22	20	F	F	F	20	23	26	29	31	37	41	40	50	35	35	33	38	36	32	20	I
Ano 2007	29	35	33	34	34	26	F	F	F	25	30	32	32	38	30	31	37	43	38	32	29	28	33	25	27	I

Tabela 10 - Tempo de Ciclo (TC)

	S.01	S.02	S.03	S.04	S.05	S.06	S.07	S.08	S.09	S.10	S.11	S.12	S.13	S.14	S.15	S.16	S.17	S.18	S.19	S.20	S.21	S.22	S.23	S.24	S.25	S.26
Ano 2006	21	19	20	22	19	19	21	21	16	19	22	25	23	25	25	18	19	18	21	20	20	22	18	14	16	17
Ano 2007	19	14	14	15	17	16	16	12	12	14	16	13	14	13	13	12	12	14	16	11	12	13	14	16	16	16

Tempo de Ciclo (TC)

	S.27	S.28	S.29	S.30	S.31	S.32	S.33	S.34	S.35	S.36	S.37	S.38	S.39	S.40	S.41	S.42	S.43	S.44	S.45	S.46	S.47	S.48	S.49	S.50	S.51	S.52
Ano 2006	16	16	15	16	22	24	F	F	F	24	21	19	17	16	13	12	12	10	14	14	15	13	13	15	24	I
Ano 2007	17	14	16	14	14	19	F	F	F	19	16	15	15	13	16	16	13	11	13	15	17	17	16	19	18	I

Tabela 11 - Análise do PSE aplicando o Pressuposto da Capacidade Humana

		M.M e M.FE	Ensaios	Embalagem	Engradam.
Ano 2006	**Cél.1**		**1** trab. Para as 10 Cél.	**4** trab. Para as 10 Cél.	**1** trab. Para as 10 Cél.
	Cél.2	2			
	Cél.3				
	Cél.4	1			
	Cél.5	1			
	Cél.6	2			
	Cél.7	2			
	Cél.8	3			
	Cél.9	1			
	Cél.10				
	Total	**12**	**1**	**4**	**1**
Ano 2007	**Cél.1**		**1** trab. Para as 10 Cél.	**4** trab. Para as 10 Cél.	**1** trab. Para as 10 Cél.
	Cél.2	3			
	Cél.3				
	Cél.4	1			
	Cél.5	1			
	Cél.6	3			
	Cél.7	2			
	Cél.8	3			
	Cél.9	1			
	Cél.10				
	Total	**14**	**1**	**4**	**1**

Tabela 12 - Análise do PSE aplicando o Pressuposto do Mix-Produto

	S.01	S.02	S.03	S.04	S.05	S.06	S.07	S.08	S.09	S.10	S.11	S.12	S.13	S.14	S.15	S.16	S.17	S.18	S.19	S.20	S.21	S.22	S.23	S.24	S.25	S.26
Cél.1	*	*	2	2	*	8	9	7	*	7	7	9	*	6	4	5	*	1	1	8	1	*	2	1	4	6
Cél.2	19	23	19	12	31	21	19	3	20	9	21	13	18	19	*	22	15	16	18	14	7	4	2	*	1	14
Cél.3	4	6	3	*	*	3	*	10	*	*	*	*	18	*	13	*	*	2	4	20	*	*	*	*	*	1
Cél.4	*	2	4	8	12	10	1	5	*	12	5	7	10	7	10	7	9	13	4	9	5	7	*	6	7	10
Cél.5	4	*	*	*	4	3	7	6	*	5	1	4	*	5	*	3	*	*	2	*	*	20	13	4	25	*
Cél.6	6	8	24	11	7	4	1	12	10	10	1	5	3	8	8	5	9	12	14	10	1	13	12	6	3	10
Cél.7	*	*	1	3	5	4	5	*	2	*	4	14	4	2	10	9	5	6	7	2	11	8	13	18	21	15
Cél.8	26	26	28	31	30	28	11	24	18	28	21	22	19	19	18	18	15	20	18	16	38	33	33	27	34	18
Cél.9	23	27	24	28	12	28	21	27	10	15	22	22	23	16	15	18	8	15	17	21	33	13	16	*	11	23
Cél.10	2	2	1	4	5	2	6	1	*	1	10	1	*	4	*	2	*	*	1	1	*	6	*	*	*	3
Cél.1	2	5	*	3	1	*	5	*	5	5	3	12	20	1	3	3	5	2	1	10	13	3	*	2	4	2
Cél.2	17	14	4	7	8	19	36	15	23	11	13	16	32	5	37	15	23	4	*	15	20	40	15	17	33	31
Cél.3	2	*	2	2	27	29	13	7	53	30	35	35	4	16	16	65	54	51	51	56	40	12	9	33	6	20
Cél.4	8	12	23	17	*	*	4	17	13	2	6	5	4	5	*	9	*	2	6	3	11	5	4	9	6	12
Cél.5	*	1	16	*	*	1	5	15	7	10	2	10	12	30	*	1	10	6	1	6	10	2	3	1	25	2
Cél.6	*	18	2	22	15	15	9	12	8	10	12	18	17	22	10	9	11	19	22	27	22	16	14	16	15	14
Cél.7	17	21	13	12	3	3	6	12	18	7	1	8	1	*	*	20	*	2	4	25	8	4	*	2	6	5
Cél.8	21	19	37	31	32	30	30	15	21	44	40	40	41	30	40	36	28	24	32	33	20	26	19	49	36	37
Cél.9	17	30	23	29	29	28	23	14	10	28	22	25	22	16	20	14	17	25	25	16	11	21	10	13	22	15
Cél.10	3	11	1	*	1	*	*	*	1	1	*	2	*	*	*	1	1	1	2	*	*	*	*	*	2	3

Legenda 1

* : Não Houve Produção na Célula
F : Férias
I : Inventário

S.27	S.28	S.29	S.30	S.31	S.32	S.33	S.34	S.35	S.36	S.37	S.38	S.39	S.40	S.41	S.42	S.43	S.44	S.45	S.46	S.47	S.48	S.49	S.50	S.51	S.52	**Total**
6	7	7	*	1	3	F	F	F	*	10	5	11	2	8	1	*	3	4	10	*	5	15	2	4	I	**194**
25	37	21	23	27	*	F	F	F	10	*	14	7	17	25	13	9	4	4	2	14	4	6	20	9	I	**669**
1	15	12	2	*	9	F	F	F	10	3	*	17	*	40	49	39	38	52	52	8	26	1	16	*	I	**474**
6	5	7	8	7	13	F	F	F	9	5	8	5	13	11	12	5	10	5	12	9	4	2	1	25	I	**352**
*	1	*	14	*	*	F	F	F	*	*	5	1	*	*	9	7	2	*	9	7	15	4	15	2	I	**197**
17	8	21	5	4	18	F	F	F	4	5	10	10	11	17	17	17	17	18	12	14	14	20	13	12	I	**497**
11	9	4	11	13	22	F	F	F	15	7	15	21	17	22	17	14	12	14	19	21	4	9	12	5	I	**463**
21	17	23	27	23	17	F	F	F	26	24	29	25	11	22	22	24	12	7	16	29	26	33	31	18	I	**1102**
13	16	22	18	25	15	F	F	F	26	28	31	20	22	12	9	20	13	4	5	22	22	8	21	15	I	**875**
6	3	2	1	*	*	F	F	F	*	5	1	2	*	*	5	1	*	*	*	*	*	*	2	*	I	**80**
8	11	7	4	2	1	F	F	F	1	1	5	*	4	1	6	*	1	*	3	1	1	2	2	1	I	**172**
12	8	6	26	15	9	F	F	F	23	4	6	4	20	9	6	20	19	9	9	30	25	9	11	16	I	**766**
39	40	10	1	39	26	F	F	F	4	19	15	6	1	20	4	53	50	63	27	21	23	22	5	10	I	**1166**
5	7	14	7	*	9	F	F	F	3	5	5	15	3	14	6	7	*	16	2	9	6	17	13	2	I	**348**
1	7	18	22	21	16	F	F	F	7	4	11	6	2	1	15	5	1	*	9	2	2	*	*	14	I	**355**
17	17	17	15	15	16	F	F	F	16	17	16	15	13	17	20	16	13	16	29	20	20	19	18	18	I	**755**
*	5	9	1	8	*	F	F	F	10	19	25	23	17	19	15	4	9	4	4	*	10	7	10	3	I	**400**
38	40	43	41	26	30	F	F	F	34	40	32	30	20	10	16	33	41	31	10	23	28	31	31	31	I	**1470**
20	23	26	22	23	13	F	F	F	23	16	20	24	15	10	16	12	7	15	23	23	17	27	13	19	I	**903**
*	*	*	*	*	*	F	F	F	*	3	*	*	*	*	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	I	**34**