Ferramenta de configuração das opções de customização do produto

Susana Inês Branco da Silva Mendonça Montenegro

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Engenheiro Paulo Osswald



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2014-01-27

Aos meus pais e irmão

Resumo

A estratégia da Customização em Massa (CM) permite à indústria fornecer produtos e serviços customizados a baixo custo, com prazo de entrega relativamente curto e em grandes volumes.

O objetivo deste trabalho é a criação de uma ferramenta de configuração de opções de customização através do uso do configurador de produtos como suporte à estratégia da customização em massa.

O configurador de produtos é uma interface que permite ao comercial da empresa configurar produtos combinando características de acordo com a necessidade do cliente. Permite gerar produtos, estrutura e gamas operatórias de uma encomenda, reduzindo os custos de engenharia e diminuindo tempo de conceção. Desta forma pretende-se diminuir o tempo de revisão de uma encomenda no departamento de engenharia bem como oferecer ao cliente um tempo de resposta de uma máquina totalmente personalizada em tempo reduzido.

Esta ferramenta tem como característica direcionar o processo produtivo para o atendimento individual de cada cliente.

O protótipo do configurador criado no sistema ERP Baan IV apresenta-se ao utilizador sob a forma de um quadro com várias perguntas e, consoante as respostas, as estruturas são criadas, as gamas operatórias são definidas e a máquina é configurada, o que faz reduzir fichas técnicas e apresenta maior flexibilidade de produção por encomenda.

Foi possível concluir que o processo de encomenda de uma máquina se tornou mais fácil, ágil, menos moroso, com menos erros, permitindo poupar cerca de sete horas de trabalho na revisão de uma encomenda ao engenheiro do produto e permitiu também aumentar a flexibilidade do sistema de produção, reduzindo o *lead time* de resposta ao cliente.

Configuration tool of the customization options of the product

Abstract

The strategy of mass customization (MC) allows the industry to provide customized products at low cost, with relatively short-term delivery and high volume services.

The aim of this work is to create a configuration tool of customization options through the use of the product configurator as a support of mass customization strategy.

The product configurator is an interface that allows the vendor of the company set up machines combining the features according to customer's requirement. Allows to generate product structure and routings of an order, reducing engineering costs and decreasing design time. Thus we intend to shorten the review of an order in the engineering department and offer the customer a turnaround time of a fully customized machine in less time.

This tool directs the production process for individual care to each client.

The prototype configurator created in ERP Baan IV system is presented to the user in the form of a table with several questions and, depending on the answers, the structures are created, the routings are defined and the machine is set up, which reduces technical sheets and introduces greater flexibility in product production.

It was concluded that the process of ordering a machine has become easier, streamlined, less time consuming, with fewer errors, saving about seven hours of work in reviewing an order to engineer the product and also increasing flexibility of the system production, reducing lead time customer response.

Agradecimentos

Gostaria de deixar expresso o meu profundo e sincero agradecimento a todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste trabalho, nomeadamente:

Ao Engenheiro Rui Neto, por toda a sua disponibilidade, paciência, compreensão e esclarecimentos prestados e aos colegas das compras da Adira, pela contagiante boa disposição;

Ao Engenheiro Paulo Osswald, orientador da dissertação, por todos os conhecimentos, opiniões e ensinamentos transmitidos ao longo da elaboração deste trabalho;

Aos meus amigos, colegas de curso e estágio, Ana e Tomás por toda a ajuda que tive durante este longo semestre;

À Sandy, ao Mike e à Cátia, pela grande amizade e por todas as palavras de incentivo durante a elaboração deste trabalho;

Às minhas amigas Juliana, Sandra e Rita, por todas as vivências extracurriculares, por toda a amizade e apoio;

Ao Joti, que nunca deixou de acreditar em mim, por ser presença constante ao longo da minha vida, por toda a amizade e paciência e por todas as vezes que me ajudou e apoiou quando senti dificuldades;

Ao resto da minha família, em especial aos meus pais, irmão e aos meus avós Alcino e Dulcídia, que sempre me incentivaram a dar o melhor de mim e me compreenderam em todas as situações de maior dificuldade e pelo constante estímulo académico.

Índice de Conteúdos

1 Introdução 2
1.1 Apresentação da Empresa 2
1.2 Breve enquadramento histórico 2
1.3 O Projeto 3
1.4 Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório 3
2 Enquadramento Teórico 4
2.1 Gestão de Operações 4
2.2 Planeamento e controlo de operações 4
2.3 Planeamento a médio prazo 5
2.4 ERP (*Enterprise Resource Planning*) 6
2.5 Lean 7
2.6 Customização em massa 9
2.7 Modularização e Postergação 10
2.8 Habilitadores da customização em massa 11
2.9 O configurador 12
3 O sistema de planeamento na Adira 13
3.1 Os produtos 13
3.2 Planeamento atual 14
3.3 Super pré-montagem e customização 15
3.4 Situação futura 18
4 Abordagem ao problema 20
4.1 Organização das BOM's 20
4.2 Análise da sequência de montagem das máquinas 22
4.3 Pré-montagem 23
4.4 Super pré-montagem e customização 24
4.5 Operações e tarefas 24
4.6 Configurador 28
5 Desenvolvimento do protótipo do configurador de produtos 30
5.1 Características de produto 31
5.2 Artigos: Descrição e Código 32
5.2.1 Descrição 32
5.2.2 Código 33
5.3 Estrutura genérica 34
5.4 Gama operatória genérica 35
5.5 Características de produto por artigo genérico 36
5.6 Restrições 37
5.7 Realização de testes 39
5.8 Resultados 40
5.9 Utilização do configurador 41
6 Conclusões e trabalhos futuros 42
6.1 Conclusões 42
6.2 Trabalhos futuros 43

Referências 44
ANEXO A: Árvore do produto PM013530 46

Siglas

BOM - *Bill of materials*

C - Customização

CM - Customização em massa

CPR - *Capacity Requirements Planning*

ERP - *Enterprise Resource Planning*

MPS - *Master Planning Schedule*

MRP - *Materials Requirements Planning*

MRP II - *Manufacturing Requirements Planning*

SPM - Super Pré-Montagem

TPS - *Toyota Production System*

VSM - *Value Stream Mapping*

Índice de Figuras

Figura 1 - Instalações da Adira no Porto (fonte: Adira) 2
Figura 2 - Funções responsáveis da gestão de operações (adaptado de Pinto 2010) 4
Figura 3 - Níveis de planeamento (adaptado de Pinto 2010) 5
Figura 4 - Planeamento a médio prazo (adaptado de Pinto 2010) 5
Figura 5 - Modelo ERP (adaptado de Pinto 2010) 6
Figura 6 - Cinco princípios do Lean Thinking (adaptado de Pinto 2010) 7
Figura 7 - Quinadoras PM e PA (fonte: Adira) 13
Figura 8 - Guilhotinas SM e GH (fonte: Adira) 13
Figura 9 - Etapas do processamento de uma máquina da sua encomenda à produção 14
Figura 10 - Fluxo de materiais entre a Oxisol e a Adira no Porto 15
Figura 11 - Super pré montagem e customização das máquinas standard 16
Figura 12 - Máquinas especiais 16
Figura 13 - Lead Time actual vs Lead Time futuro 17
Figura 14 - Diferentes versões de configuradores para cada gama e modelo de máquina 19
Figura 15 - Categorias da BOM 20
Figura 16 - Exemplo de uma estrutura genérica 21
Figura 17 - Novo layout da linha de montagem de quinadoras e guilhotinas standard 23
Figura 18 - Operações e tarefas da Super Pré-Montagem 25
Figura 19 - Operações e tarefas da Customização 26
Figura 20 - Lista de materiais alocados às operações 29
Figura 21 - Módulo Planeamento no Baan IV 30
Figura 22 - Menu “Manter características do produto” 31
Figura 23 - Menu “Manter artigos genéricos (descrição) ” 32
Figura 24 - Menu “Manter artigos genéricos (código artigo) ” 33
Figura 25 - Menu “Manter estruturas genéricas” 34
Figura 26 - Menu “Manter gama operatória genérica 35
Figura 27 - Menu “Manter características de produto por artigo genérico” 36
Figura 28 - Restrição de validação do comando numérico 38
Figura 29 - Configurador de produtos 39
Figura 30 - Menu “Listar estruturas personalizadas a primeiro nível” 40

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Produção em massa versus Customização em massa (adaptado de Kotha 1995) 10

Tabela 2 – Número de modelos por cada gama de máquina 14

Tabela 3 – Excerto da árvore do produto PM013530 27

Tabela 4 – Possíveis combinações de restrições 37

1 Introdução

1.1 Apresentação da Empresa

A Adira Metal Forming Solutions S.A. é uma empresa que se dedica ao desenvolvimento, conceção, fabrico, produção e comercialização de máquinas-ferramentas. As máquinas que produz destinam-se à conformação e corte de chapa e incluem quinadoras hidráulicas, guilhotinas, máquinas de corte laser, células robotizadas de quinagem e sistemas automáticos de corte e quinagem de chapa.

1.2 Breve enquadramento histórico

A Adira, acrónimo do seu fundador António Dias Ramos, foi fundada em 1956 numa pequena oficina com cinco trabalhadores que criavam tornos, fresadoras e máquinas de aplainar.

Nos anos 60 a empresa foi pioneira em Portugal na produção da primeira guilhotina mecânica (1961), da primeira quinadora mecânica (1964) e da primeira quinadora descendente hidráulica (1969). À medida que se foi desenvolvendo e aperfeiçoando, a Adira lançou o primeiro comando numérico português e a primeira quinadora hidráulica com sincronismo eletrónico e controlo numérico.

Nos anos 70 já tinha uma elevada exportação para o Japão e nos anos 80 iniciou exportações para os Estados Unidos da América, Austrália e Médio Oriente. Desenvolveu os primeiros controlos gráficos em 2D e 3D e obteve a certificação de segurança das máquinas exportadas para a Suécia e França.

Nos anos 90 surgiram as primeiras quinadoras com sistemas automáticos de compensação de deformação e guilhotinas com sistema anti torção.

A partir do ano 2000 lançou as primeiras máquinas de corte por laser e quinadoras híbridas, o modelo GreenBender.

A Adira exporta 80% do seu volume de vendas e tem as suas instalações divididas em duas unidades fabris: uma unidade de montagem das máquinas no Porto e uma unidade de oxicorte, soldadura e acabamento das peças estruturais em Vila Nova de Gaia.



Figura 1 - Instalações da Adira no Porto (fonte: Adira)

Entre os seus principais produtos estão as quinadoras da gama PM, PA e PF e as guilhotinas SM, GL e GH.

1.3 O Projeto

O projeto surge da necessidade da implementação de uma ferramenta de configuração das opções de customização de produtos, inseridos na estratégia da customização em massa.

A customização em massa tem como principal objetivo produzir bens e serviços que melhor correspondam às necessidades e preferências específicas dos clientes. A customização em massa é usada como vantagem competitiva na indústria, permitindo criar soluções customizadas a baixo custo e em curto tempo.

A implementação da customização em massa traduz-se numa tarefa árdua de envolvimento do cliente e uso de produtos modulares, que permitam uma produção em massa.

Um mecanismo que assegura a interação do cliente e especifica as combinações de opções que mais lhe convém é denominado configurador de produtos. É uma ferramenta que possibilita criar ofertas de forma rápida e configurável. O configurador gera os produtos, estrutura e gamas operatórias de uma encomenda, reduzindo os custos de engenharia e diminuindo tempo de conceção. O configurador permite que o fabricante configure um produto de acordo com as solicitações do cliente.

O uso do configurador na adoção da estratégia da customização em massa possibilita o aumento da flexibilidade do sistema de produção, razões pelas quais a empresa decidiu investir nesta ferramenta. O configurador apresenta-se sob a forma de uma interface informática onde é possível escolher as opções da customização de uma máquina.

Nesta dissertação analisam-se as variáveis necessárias à construção do protótipo do configurador de produtos que foi desenvolvido no *software* ERP Baan IV, tendo em mente a modularização e o aumento da flexibilidade na produção.

1.4 Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório

O presente relatório encontra-se dividido em 6 capítulos.

Neste capítulo é feita uma apresentação da empresa e uma breve descrição do projecto.

No segundo capítulo aborda-se o enquadramento teórico em que é baseada esta dissertação e principais temas abordados.

O capítulo 3 apresenta a descrição do problema e o quarto capítulo consiste no desenvolvimento do conceito usado para a resolução do problema.

O capítulo 5 apresenta o protótipo usado e implementação computacional.

No capítulo 6 são apresentadas as conclusões.

2 Enquadramento Teórico

2.1 Gestão de Operações

A Gestão de Operações centra-se na gestão de actividades que produzem produtos e/ou serviços de uma determinada empresa, através de processos que acrescentam valor. A gestão é a responsável pelo planeamento, coordenação e controlo dos recursos (Pinto 2010; Jacobs, Chase, e Lummus 2011).

Para garantir que os clientes sejam satisfeitos, dentro dos prazos, tempos, custos e níveis de qualidade, a gestão de operações visa melhorar a produtividade, a competitividade e os serviços de determinada empresa.

Actualmente a gestão de operações recorre aos seguintes elementos: planeamento e controlo de operações; gestão de materiais e *stocks*; recolha e análise de resultados; avaliação do desempenho; gestão da informação e dos recursos. É através destes componentes que se garante o sucesso das organizações (Jacobs, Chase, e Lummus 2011; Slack, Chambers, e Johnston 2007; Pinto 2010). Na figura seguinte podemos observar as funções responsáveis da gestão de operações.

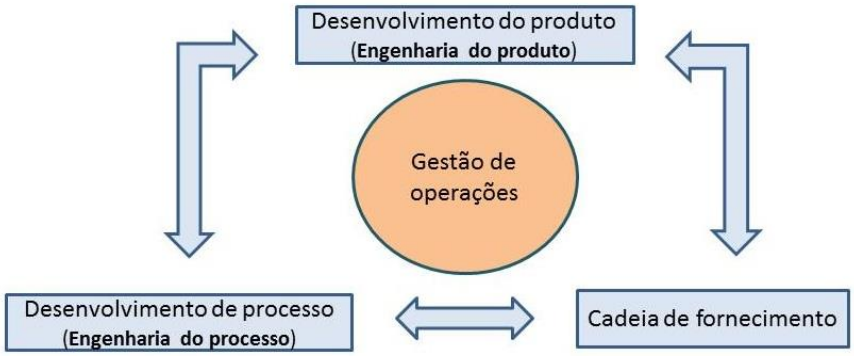


Figura 2 - Funções responsáveis da gestão de operações (adaptado de Pinto 2010)

Uma função que tem muita importância no bom funcionamento da gestão é a engenharia ou departamento técnico (engenharia do produto), que é responsável pela concepção das listas de materiais, parâmetros dos processos, *design* do produto, etc.

2.2 Planeamento e controlo de operações

A competitividade é uma realidade com que as empresas têm que se debater, de forma a aumentarem o negócio.

O planeamento é o primeiro passo no processo de gestão. É, sucintamente, uma forma de reunir os meios e definir os modos de acção para atingir determinado fim. De acordo com João Paulo Pinto: "O planeamento pode ser definido como o pensamento que antecede a acção, ou por outras palavras, é a actividade que consiste em estabelecer metas e fixar objectivos organizacionais, bem como preparar os planos específicos de acção e prazos de cumprimento." (Pinto 2010)

Existem vários tipos de planeamento: a longo, médio e curto prazo. O planeamento a longo prazo considera questões estratégicas, o planeamento a médio prazo contempla questões tácticas e o planeamento a curto prazo considera questões do dia-a-dia. O controlo de operações é constituído pela programação, execução e controlo, como se pode ver na figura 3.

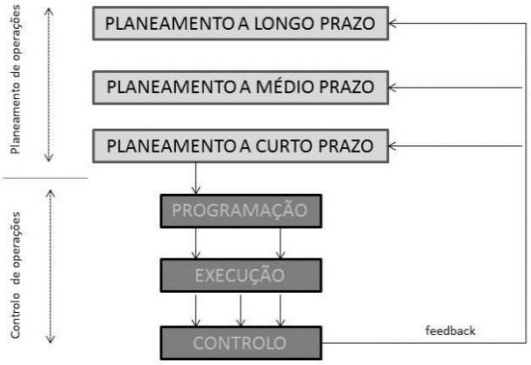


Figura 3 - Níveis de planeamento (adaptado de Pinto 2010)

2.3 Planeamento a médio prazo

O planeamento a médio prazo é dividido em: planeamento da procura, planeamento da capacidade e coordenação das funções de apoio (qualidade, manutenção e compras).

Neste tipo de planeamento é necessário planear e acompanhar as operações de fabrico e serviço, calcular as necessidades de materiais, componentes e acessórios necessários para o Plano Mestre de Produção (MPS, *Master Planning Schedule*), manter níveis de inventários adequados, planear as necessidades de capacidade, reagir a alterações ou imprevistos e comunicação entre os diversos departamentos.

Na figura seguinte podemos ver um modelo de referência do planeamento a médio prazo.

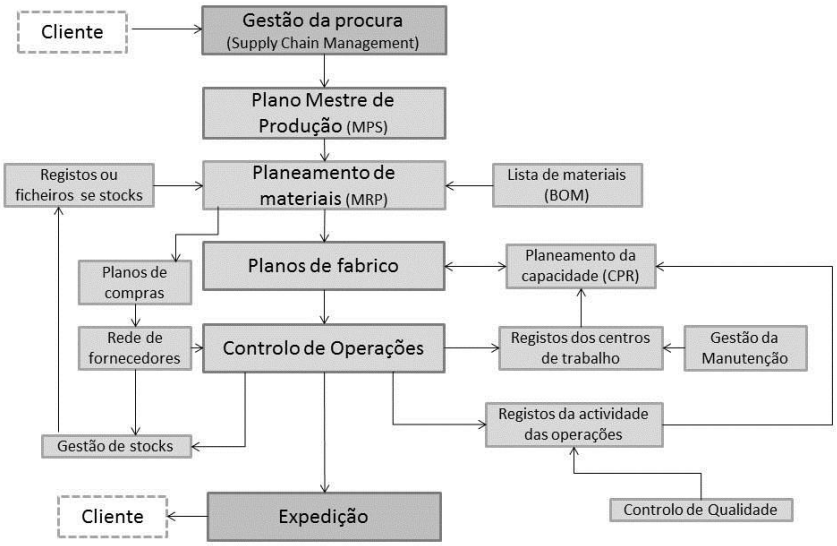


Figura 4 - Planeamento a médio prazo (adaptado de Pinto 2010)

O Plano Mestre de Produção (MPS) é um elemento importante no planeamento de operações visto que é ele que reúne todas as informações dos pedidos de clientes. O MPS faz o cálculo das necessidades de um dado produto final, prevendo a quantidade e o período de tempo em que deverá estar pronto.

O planeamento de materiais necessários para o MPS é realizado através do MRP (*Materials Requirements Planning*). A validação do MRP é feita através do planeamento da capacidade CRP (*Capacity Requirements Planning*) (Jacobs, Chase, e Lummus 2011; Pinto 2010; Slack, Chambers, e Johnston 2007). Em algumas organizações utilizam-se alternativas ao MRP pela dificuldade em se conseguirem obter os benefícios prometidos por este *software*. São estes as técnicas J*ust in Time* (através de sistemas visuais como os kanbans sistema pull, kaizen ou melhoria contínua), a *Optimised Production* Technology (que identifica os *bottlenecks* ou estrangulamentos que inibem a capacidade de fazer dinheiro como diz a Teoria dos Constrangimentos ou *Theory of Constrains*) ou *Lean Planning and Procurement* (através de planeamento *lean* e gestão de aprovisionamento).

2.4 ERP (*Enterprise Resource Planning*)

De acordo com João Paulo Pinto, "Um sistema ERP combina todos os dados e informações de todos os departamentos e funções de uma organização numa só base de dados."(Pinto 2010) É portanto uma plataforma de *software* que reúne dados-chave: listas de materiais, rotas de fabrico, dados técnicos e de engenharia, dados de consumos e *stocks*, etc..



Figura 5 - Modelo ERP (adaptado de Pinto 2010)

O ERP é uma evolução do MRP (*Material Requirement Planning*) e do MRP II (*Manufacturing Resource Planning*). Enquanto o MRP cria condições para que os materiais necessários ao fabrico de produtos ou módulos existam em quantidade, o MRP II é uma expansão do MRP e atende também processos inerentes à produção.

O ERP optimiza o fluxo e informação, aumenta a flexibilidade, eficiência e rapidez, reduz inventário e melhora a coordenação da cadeia de fornecimento.

Alguns dos conceitos em que se baseia o MRP são:

- *Lead Time*: é o tempo que decorre entre o início de uma actividade e a sua conclusão, constituído pelo tempo de operação (actividades que acrescentam valor aos produtos) e pelo tempo de espera (actividades que não acrescentam valor) (Pinto 2010);
- Tamanho do lote: quantidade de materiais ou produtos que está sujeito a um dado processamento (ex.: fabrico ou transporte) (Pinto 2010);
- Lista de materiais (BOM, *Bill of Materials*): a BOM, também designada por estrutura ou árvore do produto, é uma base de dados que identifica todos os itens ou materiais (matéria prima, componentes, conjuntos e subconjuntos) que constituem o produto final. A BOM identifica a natureza dos materiais (comprados ou fabricados), a quantidade e a sua posição na estrutura do produto e é elaborada pelo departamento de Engenharia (do produto e do processo) (Pinto 2010).

2.5 Lean

"Produção *Lean* é um conjunto integrado de actividades destinadas a atingir uma produção de alto volume com *stocks* mínimos (matérias-primas, material em processo e produtos acabados) " (Slack, Chambers, e Johnston 2007). A Produção *Lean* também envolve a eliminação de resíduos e fluxo contínuo de produção ("*just in time*").

A filosofia *lean production*, também chamado de Sistema Toyota de Produção (TPS- *Toyota Production System*), surgiu no Japão e foi desenvolvida ao longo de décadas, sendo depois descrita por Taiichi Ohno no seu livro "Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production" em 1988.

Os cinco princípios em que a filosofia *lean thinking* assenta estão apresentados na figura seguinte.

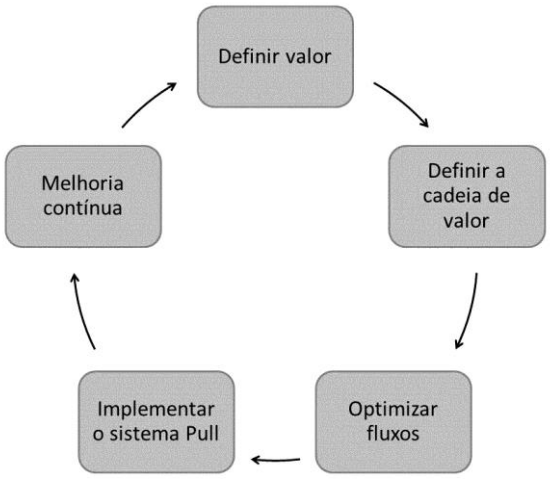


Figura 6 - Cinco princípios do Lean Thinking (adaptado de Pinto 2010)

Womack e Jones, primeiros utilizadores da designação *lean thinking* na sua obra homónima, afirmam o *lean thinking* como o "antídoto do desperdício"(Womack e Jones 2010). Visto que num sistema produtivo, 95% do tempo pode ser considerado desperdício, há que concentrar esforços nos 5% restantes em actividades que acrescentam valor. Por valor entenda-se

"produto ou serviço que satisfaz as necessidades e expectativas do cliente" (Pinto 2010). Os sete desperdícios foram identificados por Taiichi Ohno eem 1988 e são os seguintes:

- Excesso de produção (resulta em ocupação de recursos, consumos e antecipação de compras e serviços, aumento de stocks e ausência de flexibilidade no planeamento);
- Esperas (períodos de paragem de pessoas ou equipamentos provocadas, por exemplo, por avarias de equipamentos, fluxo obstruído, problemas de *layout* ou falta de materiais);
- Transporte (resulta das movimentações de materiais, ferramentas ou equipamentos desnecessárias, as quais acrescem os custos, aumentam tempo de produção e muitas vezes levam a danos nos produtos);
- *Stocks* (materiais retidos e capital empatado);
- Defeitos (ou problemas com a qualidade, custos de inspecção, resposta a queixas dos clientes e reparações geram tarefas de inspecção e stocks aumentados para compensar peças defeituosas);
- Movimentações de pessoas (movimentos desnecessários resultantes da desorganização dos locais de trabalho);
- Trabalho desnecessário (originado por operações isoladas, desmotivação dos trabalhadores, falta de formação ou *layout* fabril deficiente, que acrescentam custos e tempo sem acrescentar valor).

Ou seja a filosofia *lean* pretende satisfazer os 5 C's da logística: o material Certo, no momento Certo, nas condições Certas, no local Certo, no tempo Certo (Pinto 2010).

A produção *lean* é baseada na lógica de que nada é produzido até ser necessário.

Um princípio do *lean production* é o Sistema *Pull*, que consiste na produção de bens ou serviços de acordo com as necessidades dos clientes (Monden 1983). É um sistema accionado pelo cliente, o que significa que só se produz estritamente o que o cliente precisa. O sistema *pull* difere do sistema *push* visto que este se baseia numa previsão da procura. Esta previsão origina desperdícios que se tentam eliminar adotando a filosofia *pull*. Os seus principais benefícios são a redução do *stock*, inventário e tempos de resposta, aumentar a satisfação do cliente e melhorar o *cash flow*.

Entre as principais ferramentas *lean* a utilizar numa empresa com o objectivo de diminuir desperdícios está o *Value Stream Mapping* (VSM). No VSM são representadas todas a actividades (de valor acrescentado ou não) necessárias para trazer um produto até ao consumidor. Para a definição da cadeia de valor torna-se indispensável a construção de um VSM descrito nas seguintes etapas:1) Identificação do produto alvo ou família de produtos; 2) Construção do VSM do estado actual; 3) Avaliação do mapa de fluxo de valor actual em termos de criação de fluxo, eliminando resíduos; 4) Construção do VSM do estado futuro; 5) Elaboração de um plano de actividades para atingir o estado futuro. É assim uma técnica indispensável para a visualização e análise da sequência de actividades do processo produtivo (Rother, Shook, e Institute 2003).

Uma outra ferramenta *lean*, o *standard work*, representa um método que descreve a forma mais eficiente, com mais qualidade e segurança com que se faz determinada tarefa. É a base para a melhoria contínua. O *standard work* visa a melhoria da eficiência de cada operação, de modo a que possa ser assegurada por diferentes colaboradores mantendo esse nível de eficiência.

O *standard work* representa a uniformização dos processos para que todos sigam a mesma sequência, as mesmas operações e utilizando as mesmas ferramentas. Esta uniformização traz vantagens no que diz respeito ao aumento da previsibilidade dos processos, redução dos desvios e aumento da consistência das operações e menores custos (Liker e Meier 2005).

Um dos objectivos desta ferramenta é também que todo o trabalho seja padronizado e com um *takt time* estável por forma a eliminar todos os desperdícios, algo difícil num sistema de produção customizado. O *takt-time* é um conceito usado para projetar o trabalho e mede, em termos de cálculo, o tempo disponível para produzir peças num intervalo específico de tempo dividido pelo número de peças procuradas naquele intervalo (Liker e Meier 2005).

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ disponível\ para\ produção}{Procura\ do\ cliente}$$

2.6 Customização em massa

A Customização em Massa (CM) é um conceito surgido no ano 1987 com Stanley Davis no seu livro "Futuro Perfeito". O conceito só foi depois impulsionado por B. Joseph Pine II no seu livro *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*.

A customização em massa é definida como a produção em massa de bens e serviços que atendam aos anseios específicos de cada cliente, individualmente, a custos semelhantes aos dos produtos não customizados. Dessa forma a CM propõe-se a oferecer produtos únicos a baixo custo, com prazo de entrega relativamente curto num ambiente de produção de alto volume (Davis 1997; Pine 1993). A CM tem vindo a ser usada por um número crescente de organizações como estratégia competitiva.

Embora o objectivo da produção em massa seja produzir produtos standard a um peço que todos possam pagar, já o objectivo da customização em massa é produzir suficiente variedade de produtos ou serviços para que todos possam encontrar o que desejam a um preço aceitável. (Pine 1993). São portanto dois conceitos bastantes diferentes. Pine afirma que "Na produção em massa, os custos baixos são obtidos principalmente por meio de economias de escala - redução de custos unitários de um único produto ou serviço através de uma maior produção e processamento mais rápido de um processo de produção. Na customização em massa os custos baixos são obtidos principalmente por meio de economias de alcance - a aplicação de um único processo para produzir uma maior variedade de produtos ou serviços de forma mais barata ou mais rapidamente."(Pine 1993)

No quadro que se segue podemos ver as principais diferenças entre produção em massa e customização em massa.

Tabela 1 – Produção em massa versus Customização em massa (adaptado de Kotha 1995)

	Produção em massa	Customização em massa
Foco	Eficiência através da estabilidade e controle	Variedade e customização através da flexibilidade e capacidade de resposta rápida
Objectivo	Desenvolvimento, produção, comercialização e fornecimento de bens e serviços a preços baixos o suficiente para que quase todos possam comprar	Desenvolvimento, produção, comercialização e fornecimento de bens e serviços a preços acessíveis, com bastante variedade e personalização em que encontram exactamente o que procuram
Características	• Procura estável • Grandes mercados homogéneos • Bens e serviços padronizados de baixo custo e qualidade • Longos ciclos de desenvolvimento de produtos • Longos ciclos de vida de produtos	• Procura fragmentada • Mercados heterogéneos • Produtos personalizados e serviços de baixo custo e alta qualidade • Ciclos curtos de desenvolvimento de produtos • Ciclos de vida de produtos curtos
Produto	Produtos padronizados construídos para inventário	Módulos padronizados montados com base nas necessidades dos clientes
Estrutura	Mecânico, burocrático e hierárquico	Orgânico, flexível e relativamente menos hierárquico

Para que se possa implementar a CM numa organização é necessário que as organizações consigam fabricar com velocidade produtos individualizados, obedecendo a especificações e qualidade, a preço reduzido e dentro dos prazos. Assim para que a empresa possa atingir a CM, Pine distinguiu cinco estratégias básicas: customizar serviços em torno de produtos e serviços padronizados; criar produtos e serviços customizáveis; prever pontos de entrega de customização; fornecer respostas rápidas por toda a cadeia de valor; e modularizar componentes para customizar produtos finais e serviços (Pine 1993).

2.7 Modularização e Postergação

A modularização é um método de projecto do produto no qual o mesmo é montado de diferentes formas, a partir de um conjunto de partes constituintes padronizadas. A essência do conceito modular é projectar, desenvolver e produzir partes que possam ser combinadas de múltiplas maneiras (Starr 1989). Desta forma, o projecto modular consegue aumentar a flexibilidade do produto final por meio da padronização das partes componentes, fornecendo oportunidades para a exploração de economias de alcance e escala (Dornier 2000).

A adopção de um projecto modular do produto proporciona flexibilidade à cadeia de valor para personalizar um produto de forma rápida e barata. Um *design* de produto modular traz vários benefícios. A empresa pode maximizar o número de componentes padrão que utiliza

em todas as formas do produto, montar os componentes para todas as opções de produto nas fases anteriores do processo de montagem, e adiar a adição dos componentes que diferenciam o produto até à última fase do processo; pode produzir módulos ao mesmo tempo, o que reduz significativamente o tempo total necessário para a produção; pode mais facilmente diagnosticar problemas de produção e isolar possíveis problemas de qualidade (Feitzinger e Lee 1997). Alguns inconvenientes da adopção de um projecto modular relacionam-se com acréscimo de tempo e custos relacionados com as tarefas de análise de viabilidade técnica e financeira, além de que a customização do projecto resulta numa maior complexidade para produção.

O uso de componentes modulares sem o retardamento das actividades de diferenciação do produto até ao recebimento do pedido do cliente não se configura em customização, mas sim numa estratégia que propicia o aumento da variedade de opções ao mesmo tempo em que reduz a complexidade do processo (Carliss e Kim 1997).

A postergação (*postponement*) é o adiamento de certas actividades de diferenciação do produto até o recebimento do pedido do cliente (Van Hoek 2001). Na produção, o objectivo da postergação é manter o produto em estado neutro até ao último momento possível do processo (Zinn 1990). A postergação pode ser dividida em dois estádios: o primário (responsável pela produção de produtos padronizados) e o secundário (responsável pela diferenciação do produto consoante as necessidades do cliente). O ponto onde há a divisão entre a produção customizada e a padronizada é chamado o ponto de desacoplamento. Este ponto diferencia as operações puxadas (pelos pedidos dos clientes-sistema *pull*) das empurradas (previsões-sistema *push*) (Van Hoek 2001). Aumenta-se a flexibilidade do sistema produtivo se os componentes fabricados no estádio primário forem projectados em módulos independentes para serem montados no estádio secundário. Verifica-se assim a ligação existente entre a modularização e postergação a favor da customização em massa.

2.8 Habilitadores da customização em massa

As decisões relacionadas com o projecto do produto são decisivas pois afectam directamente os custos de produção, qualidade, número de fornecedores, confiabilidade, níveis de *stocks* e satisfação dos clientes (Jiao, Ma, e Tseng 2001). Logo, sob o ponto de vista da customização em massa o projecto deve lidar com três aspectos: velocidade de fabricação, flexibilidade e custo (Machado e Moraes 2008). Para dar o suporte necessário ao sucesso da implementação da customização em massa, a utilização de sistemas de informação, aliando tecnologias avançadas de produção, é fundamental.

2.9 O configurador

O configurador de produto permite projectar o seu próprio produto combinado características de acordo com as suas necessidades (Liechty, Ramaswamy, e Cohen 2001). O configurador é uma interface que permite o encadeamento de opções pré-determinadas para a configuração do produto final até sistemas mais complexos que permitem a intervenção no processo do projecto, comparação e actualização dos custos para a customização (Urban e Hauser 2004).

A utilização do configurador de produto como ferramenta de apoio a estratégia da customização em massa é uma importante ferramenta comercial que permite ao cliente escolher o seu produto de acordo com as suas necessidades (Fogliatto e da Silveira 2010; Liechty, Ramaswamy, e Cohen 2001; Piller, Moeslein, e Stotko 2004). Existem no entanto desvantagens adopção da estratégia da customização em massa, visto que reduz o desempenho operacional da empresa, provoca maiores custos de produção, custos indirectos, altos níveis de *stocks* e maiores tempos de produção (Salvador, Forza, e Rungtusanatham 2002). Os custos relacionados com o desenvolvimento e a manutenção do configurador são variáveis a ter em conta na escolha desta estratégia.

Em contrapartida, os principais benefícios de um configurador são:

- Especificar recursos e opções;
- Definir os relacionamentos entre recursos e opções
- Gerar listas de peças configuradas;
- Criar roteiros configurados;
- Reduzir o lead time dos pedidos;
- Melhorar o serviço de atendimento ao cliente;
- Criar menos números de peças finais.

O configurador garante também que os comerciais responsáveis pela venda de produtos não precisem de conhecer com detalhe o produto para gerar uma encomenda, visto que o configurador gera uma mensagem de erro sempre que uma opção não for válida. Depois que uma encomenda é feita, o configurador transmite ao departamento de engenharia e compras para que procedam à criação da máquina pedida.

3 O sistema de planeamento na Adira

3.1 Os produtos

A empresa onde este projecto foi realizado dedica-se a concepção de máquinas ferramentas. As máquinas em questão para o estudo são as quinadoras PM e PA e as guilhotinas SM e GH. As quinadoras PM são máquinas *low cost*, menos sofisticadas, com preços bastante competitivos. Dentro da gama PM podemos ter vários modelos com 60, 90, 135, 160 e 220 toneladas de capacidade de força de quinagem e de comprimentos de 2, 2,5, 3 e 4 metros de comprimento de quinagem. Já a gama PA permite um leque muito mais alargado de opções de equipamento, a partir das versões básicas com as mesmas características de força de quinagem e comprimentos da gama PM. Na figura seguinte podemos ver uma ilustração dos dois modelos.



Figura 7 - Quinadoras PM e PA (fonte: Adira)

Relativamente às guilhotinas, dentro da gama *low cost*, as SM são de 3 metros para 3, 10 e 13 mm de espessura de corte de chapa e a gama GH permite um maior leque de escolha e múltiplas espessuras e tamanhos, nomeadamente com comprimentos de 2, 3, 4 e 6 m e para espessuras de corte de 4, 6, 10 e 13 mm. Podemos observar estas duas gamas na ilustração seguinte.

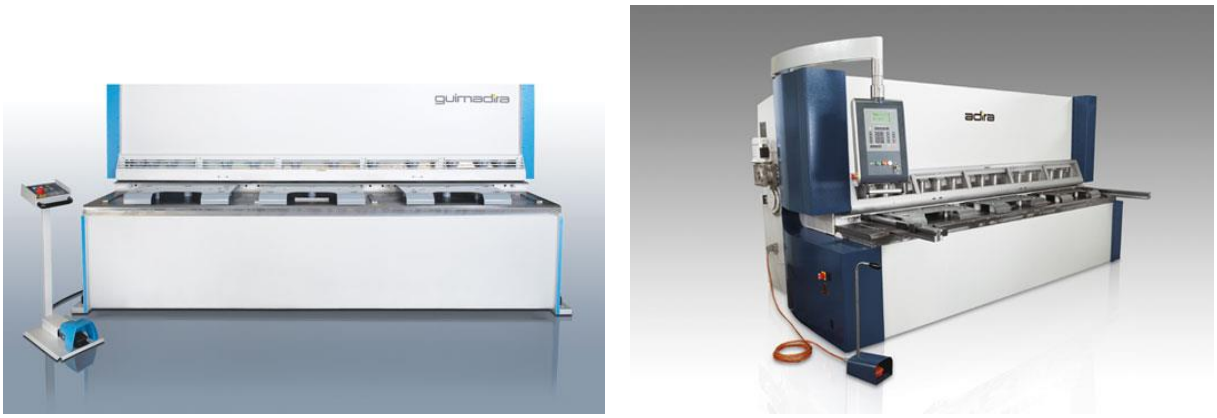


Figura 8 - Guilhotinas SM e GH (fonte: Adira)

Existem no entanto máquinas especiais, não tão relevantes para este projecto, onde se encontram as quinadoras PF, rápidas, de elevada precisão e alta performance e as PH, máquinas de elevada tonelagem e com soluções em tandem (sincronização de duas ou mais máquinas a trabalhar em conjunto). As máquinas a laser têm quatro gamas, LP,LE, LF e BL. No quadro seguinte podemos ter uma ideia do número de modelos existentes na Adira dentro de cada gama de máquina.

Tabela 2 – Número de modelos por cada gama de máquina

	Quinadoras					Guilhotinas			Laser	
Gama	PM	PA	PF	PH	GB/BB	SM	GH	GV	LE/BL	LP/LF
Nº modelos	7	8	7	26	1	3	9	4	1	3

3.2 Planeamento atual

Sempre que é colocada uma encomenda via correio eletrónico ou pessoalmente, o colaborador da área comercial descreve a máquina com os requisitos do cliente (partes customizáveis). O cliente poderá ter uma gama muito alargada de opções relativamente à customização da máquina, que estão descritas na lista de preços. As quinadoras PM e PA podem ter várias opções quanto ao tipo de comando numérico (mais de 7 opções), tipo de segurança (CE ou não CE), tipo de mesa (bombeada ou não), eixos (X, X1, R, Z1,Z2), braços de apoio entre outras. Quantos às guilhotinas SM e GH o tipo de opções customizáveis são idênticas embora adequadas ao tipo de máquina. É um processo demorado, visto que existem inúmeras opções para o cliente e consoante as escolhas também lhe pode ser atribuído um desconto ou oferta de vários acessórios. O acordo com o cliente pode assim demorar pouco tempo, se este já tiver definido a sua máquina como pode ser um processo longo de troca de *e-mails* ou ajuste de detalhes. A encomenda final segue para o departamento de engenharia e planeamento para que se possa tomar as providências necessárias para se lançar a máquina em fabrico. Se ainda assim o cliente decidir fazer alterações à máquina encomendada, é necessário fazer um aditamento ao processo, o que ainda prolonga mais a sua espera pela máquina. Em suma, a encomenda de uma máquina à Adira atualmente atravessa os seguintes departamentos:



Figura 9 - Etapas do processamento de uma máquina da sua encomenda à produção

A Oxisol é responsável pela produção da estrutura da máquina. É uma extensão fabril da Adira, que realiza diversas tarefas nas estruturas das máquinas nomeadamente oxicorte, soldadura, decapagem, pintura, desempeno, corte por laser entre outras. A Oxisol tem um *lead time* de fabrico da estrutura de sensivelmente 4 semanas. Ou seja, isso garante a todos os departamentos algum tempo necessário para compilar as listas de materiais e comprar ou fabricar os componentes necessários.

O departamento de Engenharia fica responsável por gerar a lista de materiais (BOM's) com os componentes que a máquina X do cliente Y leva.

Relativamente às necessidades na ADIRA, estas são tratadas pelo MRP (*Materials Requirements Planning*) que a Adira possui, o Baan IV. A partir de um conjunto de dados como prazos de entrega, tempos e sequências de produção, consumo previsto de matérias e existências é possível determinar as necessidades de materiais.

Quando a estrutura da máquina chega à Adira, a máquina é já destinada a um cliente com as especificações (partes customizadas) do seu pedido. Os materiais, tanto das partes *standard* como das customizadas vão chegando â linha de montagem para serem colocadas na máquina.

É necessário também proceder a actualização das listas de materiais (BOM's), com o conceito da modularização em mente, alocação dos diferentes materiais às determinadas operações e tarefas de maneira a fazer chegar os materiais à linha de montagem no tempo certo para serem montadas na máquina.

3.3 Super pré-montagem e customização

A Adira está a implementar duas fases de montagem de máquinas na linha de produção: a super pré-montagem e a customização. Na Adira entende-se por super pré-montagem (SPM) tudo aquilo que pode ser montado nas diversas máquinas e que não especifica nenhum cliente. Ou seja, os materiais comuns dentro de cada gama de máquina que são nela colocados antes de ela ser destinada a um cliente. Denomina-se por "super" por ser uma montagem rápida e com o maior número de componentes comuns que podem ser montados por forma a tornar flexível a transformação da máquina para um determinado cliente. É de todo o interesse que a super pré-montagem seja o mais extensa possível, pois quanto mais tempo a máquina estiver "anónima", maior flexibilidade se consegue na mudança de planos eventualmente existentes. A super pré- montagem só é iniciada aquando da chegada da estrutura proveniente da Oxisol. A super pré-montagem e a customização definem uma máquina completa, *standard.* Na figura 10 podemos ver a sequência de operações nas instalações da Adira em Gaia e no Porto.

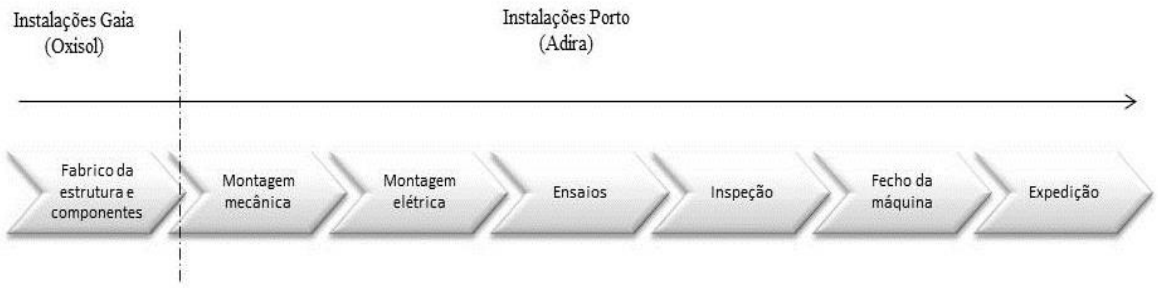


Figura 10 - Fluxo de materiais entre a Oxisol e a Adira no Porto

Quanto à customização (C), pode dizer-se que são os artigos opcionais que cada cliente pode escolher para a sua máquina.

Quando termina a super pré-montagem encontramos o ponto de desacoplamento, que diferencia as operações puxadas (*pull*) das empurradas (*push*), como se pode ver no *flowchart* seguinte.

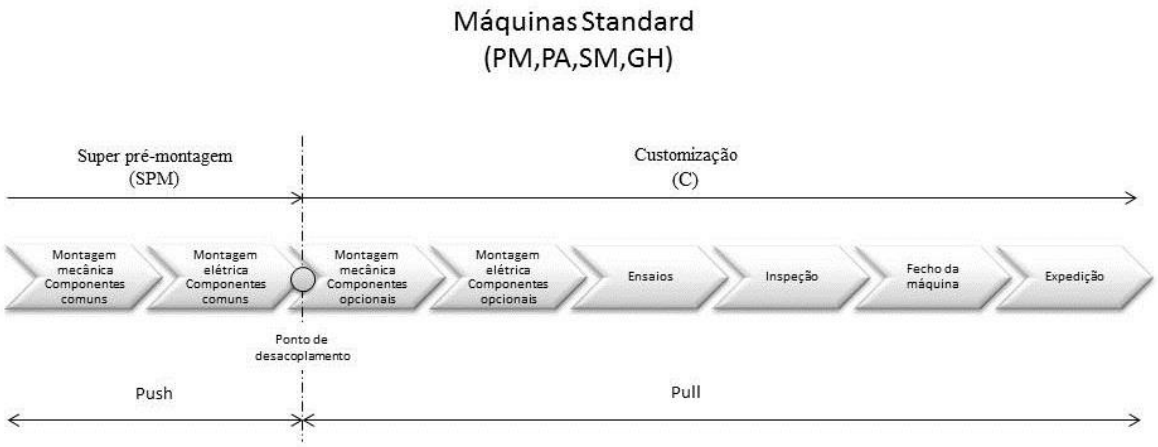


Figura 11 - Super pré montagem e customização das máquinas standard

Como é possível ver na figura 10 e 11 o processo de montagem de uma máquina, seja ela uma quinadora ou uma guilhotina pode dividir-se em seis fases gerais:

- Montagem mecânica;
- Montagem eléctrica (realizada por uma empresa subcontratada pela Adira, a Quadtel);
- Ensaios;
- Inspecção;
- Fecho da máquina;
- Expedição.

A super pré-montagem é constituída pela montagem mecânica e eléctrica dos componentes comuns enquanto a customização é constituída pela montagem eléctrica e mecânica dos componentes opcionais, pelos ensaios, inspecção, fecho da máquina e expedição.

As máquinas *standard* diferem das máquinas "especiais" visto que estas são totalmente puxadas (*pull*) pelos clientes pela especificidade das opções dos clientes, pelo que não se pode adotar a super pré-montagem e customização.

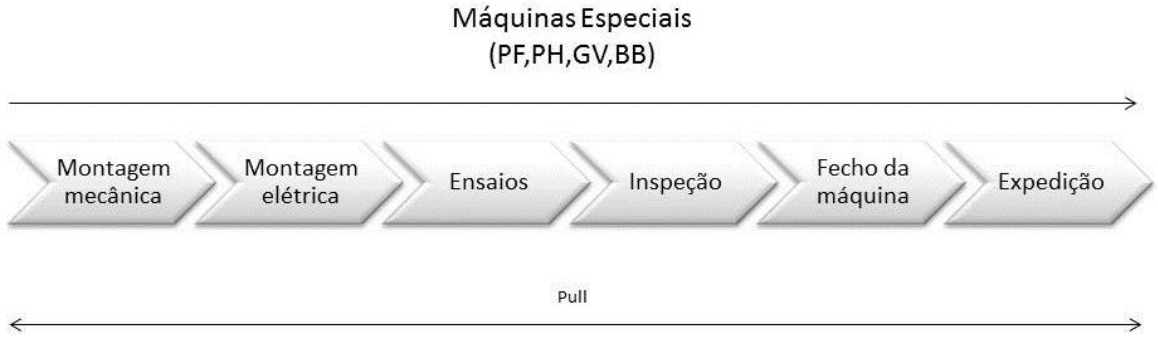


Figura 12 - Máquinas especiais

Nestas duas fases de montagem da máquina (SPM e C) é necessário ter em consideração os seguintes aspectos:

- Quanto à super pré-montagem, esta deve ser focada no custo, numa cadeia de abastecimento eficiente;
- A customização deve ser focada no nível de serviço, devido a baixa previsibilidade, numa cadeia de abastecimento ágil.

Pode-se lançar uma máquina em fabrico ainda que esta não tenha sido ainda encomendada, visto que se pode ir concebendo e encomendando as partes da super pré-montagem. A Adira faz este planeamento com base numa análise de quais os tamanhos de máquinas mais vendidos e assim lança "*slots*" (cria espaços para dar origem a super pré-montagens) de máquinas ainda sem cliente para que se possa adiantar trabalho visto que a organização de todo o planeamento ainda é um processo demorado. Ainda assim o lead time dado ao cliente para a máquina pronta é contabilizado a partir do momento em que se inicia o fabrico da máquina, ao contrário do desejado, que é a partir do momento em que se inicia a customização.

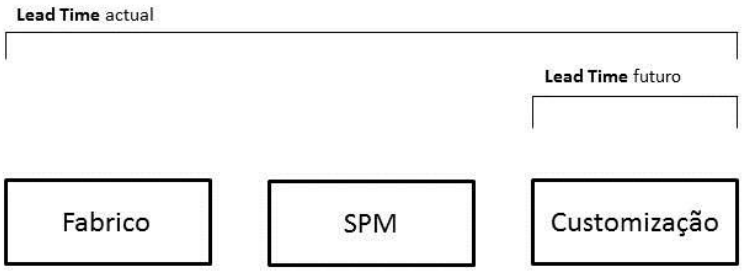


Figura 13 - Lead Time actual vs Lead Time futuro

Para o caso da máquina mais comercializada pela Adira dentro das quatro gamas analisadas (a PM013530) o *lead time* dado a um cliente para esta máquina depende dos extras que escolhe. Este *lead time* é contabilizado deste o fabrico até à customização como mostrado na figura. O *lead time* actual do fabrico atribuído pela empresa é de 160 horas, o correspondente às operações de super pré-montagem é de 35 horas e o de customização é, no máximo, 33 horas, o cliente tem um tempo de resposta ao seu pedido de sensivelmente 293 horas (36,6 dias).

Com o objectivo de automatizar este processo, por forma a reduzir tempos desnecessários de compilação de máquinas, poupar tempo à Engenharia, ganhar tempo nas Compras (como forma de negócio com os fornecedores e poupar material que eventualmente poderá ficar cativo em armazém) e flexibilidade do sistema produtivo, a Adira viu-se na necessidade de criar uma ferramenta de apoio à estratégia da CM.

3.4 Situação futura

Para a produção destas máquinas customizadas é necessário proceder à recolha de toda a informação de uma máquina base e ainda pesquisar, resolver e criar soluções para as opções de escolha dos clientes. Assim a Adira pensa num modo de conjugar toda essa informação num sistema ERP, por forma a dar ao seu cliente mais variada oferta a menor custo de produção. O objectivo será criar uma arquitectura de informação que categorize os dados armazenados no sistema, modelando-os.

Com isto em mente, tornou-se então necessário criar um configurador de produtos que, a partir de um pedido de uma encomenda, gera logo a lista de materiais, operações, tarefas e planeamento de toda uma máquina. As operações e tarefas às quais o configurador de produtos irá alocar os materiais da BOM estariam previstas para a nova linha de montagem da Adira. Esta nova linha está projectada para as instalações da Oxisol, em Vila Nova de Gaia que decorrerá num futuro próximo.

Pretende-se conceber o configurador em questão no sistema ERP da Adira, o Baan IV.

Existem inúmeros fornecedores de sistemas de ERP entre os quais constam: o SAP, Baan, Oracle Applications, Peoplesoft, etc. O Baan IV é um *software* de sistema de informação da Infor Global Solutions.

O Baan é constituído por inúmeros módulos para as diversas actividades da empresa, estando estes módulos divididos em três camadas que permitem manter, consultar ou listar dados. Através destas sessões é possível manipular informação que está guardada na base de dados, como por exemplo efectuar uma encomenda, consultar o disponível para venda, ordem de trabalhos, etc. Este será o *software* usado, nomeadamente o módulo do Planeamento> Configurador do Produto.

O configurador de produtos será utilizado pelo comercial da Adira sempre que este vender uma máquina.

Embora a ideia inicial fosse um configurador único para as quinadoras e guilhotinas, a Adira decidiu fazer um configurador para cada tipo de máquina, isto é, cada máquina de uma determinada gama e modelo teria o seu próprio configurador. Isto deve-se à facilidade de utilização deste por parte dos comerciais e por motivos inerentes às limitações do *software* Baan IV. Foram assim criados no total 23 configuradores (um só conceito que funciona em 23 versões diferentes), em que cada um é designado por um artigo genérico, por forma a serem diferenciados (CONF_PM013530-32 por exemplo). Na figura 14 podemos observar os configuradores que se pretende criar para cada versão.

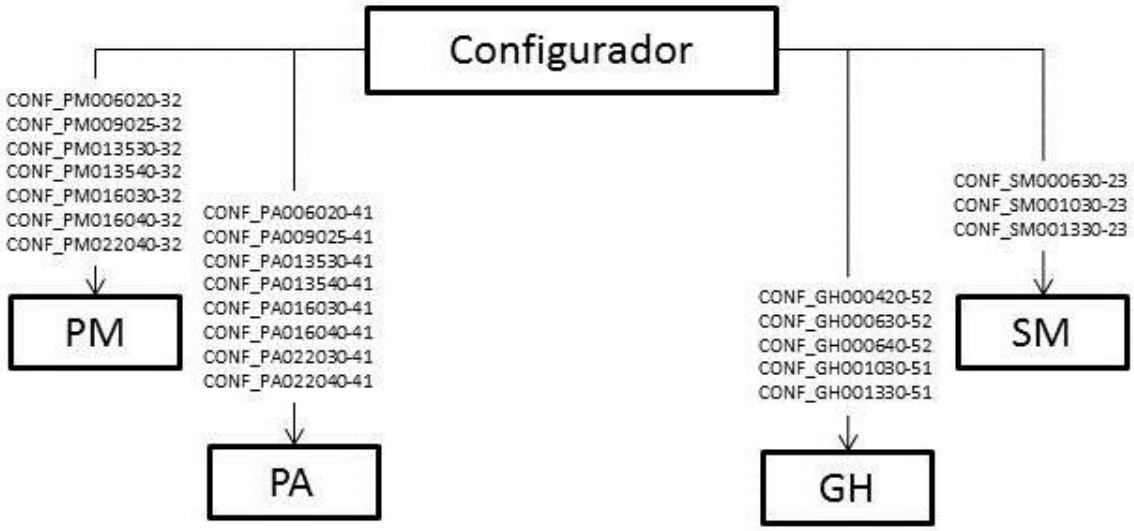


Figura 14 - Diferentes versões de configuradores para cada gama e modelo de máquina

4 Abordagem ao problema

4.1 Organização das BOM's

Para a concepção do configurador de produto das máquinas da gama PM, PA, SM e GH foi necessário proceder à organização das listas de materiais relativas a cada uma.

Nas máquinas da gama PM e PA e nas máquinas da gama SM e GH as listas de materiais estavam organizadas por categorias como se mostra na figura seguinte:

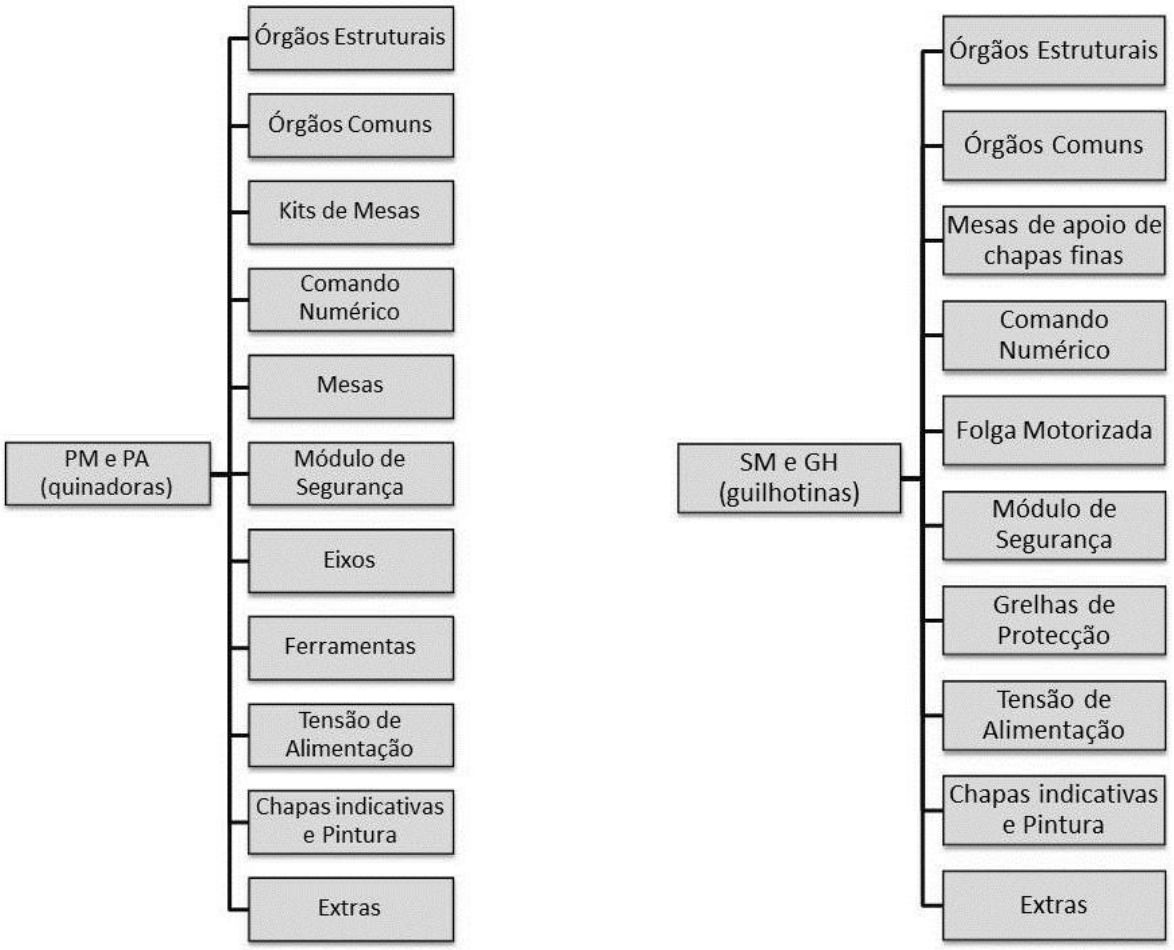


Figura 15 - Categorias da BOM

No entanto este tipo de organização não é o ideal para a criação do configurador de produtos visto que é preciso alocar os diferentes materiais às operações. Esta organização, concebida pelo departamento de Engenharia, limita-se a agrupar todos os artigos que pertencem a uma dada opção, sem diferenciar os componentes mecânicos dos eléctricos, por exemplo. Esta separação dos componentes em artigos eléctricos e mecânicos é necessária para a alocação destes aos postos de trabalho da linha de montagem da Adira, abordado posteriormente. Necessitamos duma BOM organizada pela mesma ordem de ideia que a anterior mas com a diferenciação dos componentes mecânicos e eléctricos dentro de cada categoria. Pode-se consultar o exemplo de uma árvore do produto PM013530 no anexo A em que se pode ver os diferentes componentes mecânicos e eléctricos alocados a operações respectivas.

No *software* ERP da Adira, existem diferentes artigos que estão divididos em:

- Artigos de compra (não possuem estrutura);
- Artigos de fabrico (têm uma estrutura e uma gama operatória definida);
- Artigos genéricos (gerados no Configurador de Produtos);
- Artigos de custo (utilizados para debitar custos a uma ordem);
- Artigos de serviço (utilizados para debitar custos a uma ordem relacionada com serviços);
- Artigos de subcontratação (usados para subcontratar operações)

A estrutura destes artigos não é mais que a lista de materiais necessários à sua produção. Estes artigos por sua vez encontram-se numa estrutura genérica, criada para cada modelo de máquina. A estrutura genérica de um artigo genérico é uma lista dos materiais (artigos) que poderão ser utilizados na sua produção. O artigo genérico denominado de "pai" é constituído por inúmeros "filhos" que por sua vez podem ter estrutura. Assim a estrutura genérica de um artigo genérico irá ter diversos níveis, como no exemplo da figura 16:

1	101	1	QU1-0063-32-0001	SUPER PRÉ-MONTAGEM PMD13530	15/10/13	1,0000	100	SPM 13530
.2	10	1	QU1-0101-00-0065	CORPO DA ESTRUTURA	10/10/13	1,0000		
..3	10	1	QU2-0102-00-0055	CHAPA DO MONTANTE	04/01/13	2,0000		
...4	10	1	110102040	S235JR EN 10025-2:2004 - esp.	12/03/10	2350,0000		
..3	20	1	QU2-0102-00-0056	SUPORTE POSTIÇO DA GUIAGEM	04/01/13	4,0000		
...4	10	1	110102025	S235JR EN 10025-2:2004 - esp.	12/03/10	580,0000		
..3	30	1	QU2-0102-00-0057	CHAPA DE ESPAÇAMENTO	04/01/13	4,0000		
..3	40	1	QU2-0102-00-0058	PATELA DA GUIAGEM	04/01/13	2,0000		
...4	10	1	110102040	S235JR EN 10025-2:2004 - esp.	12/03/10	30,0000		
..3	50	1	QU2-0103-00-0041	CHAPA AVENTAL FIXO	04/01/13	1,0000		
...4	10	1	110102040	S235JR EN 10025-2:2004 - esp.	12/03/10	895,0000		
..3	60	1	QU2-0103-00-0042	REFORÇO AVENTAL FIXO	04/01/13	1,0000		
...4	10	1	110102040	S235JR EN 10025-2:2004 - esp.	12/03/10	320,0000		
..3	70	1	QU2-0103-00-0043	CALÇO DAS CUNHAS	04/01/13	2,0000		
...4	10	1	110102025	S235JR EN 10025-2:2004 - esp.	12/03/10	115,0000		
..3	80	1	QU1-0107-00-0034	SUPORTE DO CILINDRO DIREITO	04/01/13	1,0000		
...4	10	1	QU2-0104-00-0058	CUTELO INTERIOR DIREITO	08/01/13	1,0000		
....5	10	1	110102025	S235JR EN 10025-2:2004 - esp.	12/03/10	87,0000		
...4	20	1	QU2-0104-0E-0080	CUTELO EXTERIOR ESQUERDO	08/01/13	1,0000		
....5	10	1	110102025	S235JR EN 10025-2:2004 - esp.	08/01/13	87,0000		
...4	30	1	QU2-0104-00-0059	REFORÇO INTERIOR	08/01/13	1,0000		
....5	10	1	110102025	S235JR EN 10025-2:2004 - esp.	12/03/10	6,5000		
...4	40	1	QU2-0107-00-0025	PATELA INF. DO CILINDRO	08/01/13	1,0000		
....5	10	1	110102040	S235JR EN 10025-2:2004 - esp.	12/03/10	30,0000		
...4	50	1	QU2-0107-00-0024	PATELA SUP. DO CILINDRO	08/01/13	1,0000		
....5	10	1	110102040	S235JR EN 10025-2:2004 - esp.	12/03/10	30,0000		
..3	90	1	QU1-0107-0E-0034	SUPORTE DO CILINDRO ESQUERDO	04/01/13	1,0000		
...4	10	1	QU2-0104-0E-0058	CUTELO INTERIOR ESQUERDO	08/01/13	1,0000		
....5	10	1	110102025	S235JR EN 10025-2:2004 - esp.	12/03/10	87,0000		
...4	20	1	QU2-0104-00-0080	CUTELO EXTERIOR DIREITO	08/01/13	1,0000		
....5	10	1	110102025	S235JR EN 10025-2:2004 - esp.	08/01/13	87,0000		
...4	30	1	QU2-0104-00-0059	REFORÇO INTERIOR	08/01/13	1,0000		
....5	10	1	110102025	S235JR EN 10025-2:2004 - esp.	12/03/10	6,5000		
...4	40	1	QU2-0107-00-0025	PATELA INF. DO CILINDRO	08/01/13	1,0000		
....5	10	1	110102040	S235JR EN 10025-2:2004 - esp.	12/03/10	30,0000		
...4	50	1	QU2-0107-00-0024	PATELA SUP. DO CILINDRO	08/01/13	1,0000		
....5	10	1	110102040	S235JR EN 10025-2:2004 - esp.	12/03/10	30,0000		
..3	110	1	QU2-0105-00-0006	SAPATA	04/01/13	2,0000		
...4	10	1	110102040	S235JR EN 10025-2:2004 - esp.	12/03/10	10,0000		
..3	140	1	NM2-0104-00-0009	CASQUILHO	04/01/13	16,0000		

Figura 16 - Exemplo de uma estrutura genérica

Enquanto a estrutura genérica mostra que materiais são usados e em que quantidades, a gama operatória indica as operações a que cada artigo é sujeito para ser transformado noutro, quais as máquinas utlizadas e o tempo de cada operação. No Baan IV o módulo da gama operatória fica definido pelas operações, tarefas, máquinas e centros de trabalho. Torna-se necessário que a informação contida na gama operatória seja a mais aproximada possível da realidade visto que permite ao planeamento calcular o tempo de fabrico de um artigo e o lead time de cada máquina. Permite ainda determinar os custos operacionais de um produto, a carga das máquinas utilizadas e os centros de trabalho.

Cada artigo genérico tem também a sua gama operatória genérica, com todas as operações, tarefas, máquinas e centros de trabalho.

4.2 Análise da sequência de montagem das máquinas

A secção de montagem das máquinas *standard* é a zona onde se cria uma máquina *standard* (quinadora ou guilhotina).Todos os componentes que uma máquina leva podem ser montados nesta secção. Os componentes que podem ser pré-montados são realizados em secções paralelas à unidade de montagem *standard*, em espaços designados para o efeito. Esta unidade opera 8 horas por dia, 5 dias por semana (das 8h às 12h30 e das 13h30 às 17h).

Como já foi referido, o processo de montagem de uma máquina, seja ela uma quinadora ou uma guilhotina, pode dividir-se em seis fases gerais: montagem mecânica, montagem eléctrica, ensaios, inspecção, fecho da máquina e expedição.

Cada fase inclui várias operações e é realizada, apenas, por um operador, excepto na montagem eléctrica, onde são precisos 2 operadores.

A recolha dos tempos referentes a cada operação foi realizada previamente, num estudo que se fez seis meses antes da necessidade da criação do configurador de produtos. Utilizou-se a técnica da cronometragem para comparação dos tempos normalizados (gama operatória, já definida no Baan IV) e os tempos medidos. Foram seleccionadas as operações mais críticas para cada tipo de máquina, visto que uma análise a todas as operações se tornaria impossível.

Estas operações foram previstas para quatro postos de trabalho, na nova linha de montagem da Adira, projectada para as instalações da Oxisol. Cada posto tem um tempo disponível para trabalho de 450 minutos, correspondendo a um dia de trabalho de 7,5 horas. Nestes quatro postos estão previstos trabalhos de super pré-montagem com a duração total de, no máximo, 1800 minutos. Nesta nova linha de montagem também é pressuposto existirem dois postos de pré-montagem.

Quanto à customização não se pode definir um tempo total de trabalho, visto que é dependente dos opcionais escolhidos pelos clientes. Toda a customização de uma máquina é feita no mesmo posto de trabalho e, logo que esteja concluída, a máquina é ensaiada, inspeccionada, fechada e expedida, dando lugar a mais uma máquina em trabalhos de customização.

Na nova linha da Adira existirá o seguinte *layout*, ainda em estudo (figura 17), mas o utilizado para este trabalho.

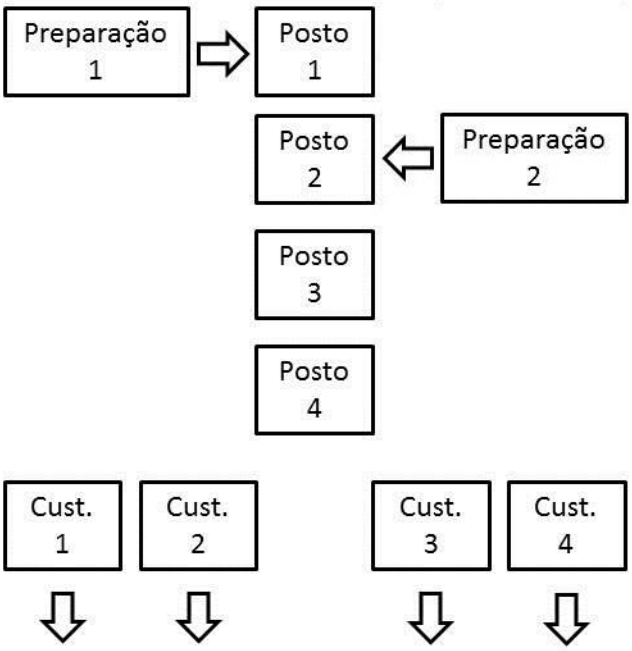


Figura 17 - Novo layout da linha de montagem de quinadoras e guilhotinas standard

As preparações 1 e 2 ficam reservadas para a montagem de componentes modulares e para as pré-montagens dos aventais móveis e porta-lâminas. Nos postos 1, 2, 3, 4 faz-se a super pré-montagem, e nos restantes a customização. Os quatro postos de customização foram definidos por estudos prévios feitos pela Adira e por limitações de espaço na nova linha de montagem. A montagem da máquina efectua-se através dos 4 postos da super pré-montagem e de seguida "ocupa" um posto na customização até ao final da sua montagem.

4.3 Pré-montagem

Os postos de preparação são destinados à montagem de componentes modulares. Desta forma analisaram-se os componentes que pudessem ser pré-montados na máquina numa operação paralela à montagem por forma a diminuir o tempo de produção. Assim, no caso das quinadoras, o avental móvel (que, como o próprio nome indica, é o avental que está ligado às hastes dos cilindros hidráulicos, que lhe imprimem o movimento vertical), e no caso das guilhotinas, o porta-lâminas, são exemplos de conjuntos de materiais que podem ser montados nas fases anteriores ao processo de montagem. Nas listas organizadas pela engenharia, dos órgãos estruturais retiraram-se os elementos que pertenciam as estas pré-montagens e criou-se um artigo denominados "Pré-montagem Avental Móvel" e "Pré-Montagem Porta Lâminas". Foi necessário proceder a recolha de todos os artigos que podiam ser montados nestes módulos através de informações recolhidas junto dos operários da Adira. Como exemplo temos a montagem do avental móvel da máquina PM013530. O avental móvel é constituído pelo corpo do avental, pelas blindagens esquerda e direita, guiamentos, parafusos e anilhas. Estes componentes são pré-montados separadamente do resto da máquina e só depois são adicionados à máquina na super pré-montagem.

4.4 Super pré-montagem e customização

A divisão dos componentes em super pré montagem e customização foi realizada em conjunto com a engenharia do produto, tendo sido analisados todos os grupos de peças que poderiam ser montados na máquina sem que isso implicasse custumizá-la. As operações que pertencem à super pré-montagem foram analisadas primeiro.

De seguida, foi feita uma análise à totalidade dos componentes que podem ser montados em super pré-montagem sem que implique customizar uma máquina. Ou seja, procurou-se antecipar todas as actividades que não implicam diferenciação do produto para antes do ponto de desacoplamento, por forma a mante-lo neutro até a última fase do processo. Depois da análise exaustiva das listas de materiais fornecidas pela engenharia e através de informações junto dos operários da Adira foi possível definir o ponto de desacoplamento. Assim o adiamento da adição dos componentes que diferenciam a máquina até a última fase do processo reduz o lead time de resposta ao cliente.

Os artigos atribuídos à customização são todos aqueles que definem os opcionais do cliente. Da super pré-montagem e da customização, consoante os opcionais do cliente, surge uma máquina *standard*.

4.5 Operações e tarefas

A empresa definiu que a linha de montagem deve produzir 5 produtos por semana, ou seja, 1 produto por dia de 7.5 horas de trabalho. Procurou-se então agrupar as operações nos postos de trabalho, tentando sempre aproximar o valor de tempo de ciclo ao *takt time*. O *takt time* é calculado da seguinte forma:

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ disponível\ para\ produção}{Procura\ do\ cliente} = \frac{7{,}5}{1} = 7{,}5\ horas$$

Assim cada posto de trabalho terá de possuir um tempo de ciclo igual ou inferior ao *takt time* de 450 minutos. A soma do tempo das operações de cada posto é de 450 minutos (7,5 horas) excepto no posto 4 onde não se utiliza todo o tempo disponível, como se pode verificar na figura 18.

SPM

	OPERAÇÃO		TEMPO	TAREFA
Posto 1	101	Nivelamento da estrutura	40	601
	102	Montagem do esbarro na estrutura	80	633
	103	Montagem dos cilindros na estrutura	60	604
	104	Montagem do grupo energético na estrutura	30	605
	105	Montagem do circuito hidraúlico+mangueiras na estrutura	40	606
	106	montagem do pendural na estrutura	40	603
	107	Montagem do avental na estrutura	85	636
	108	Colocar óleo no grupo energético	30	608
	109	Montagem das réguas de leitura	45	715
Posto 2	109	Montagem das réguas de leitura	55	715
	201	Montagem do quadro elétrico	90	602
	202	Fixar calhas	60	1098
	203	Eletrificar válvulas	200	1098
	204	Fixar comando no pendural	45	1098
Posto 3	204	Fixar comando no pendural	15	1098
	301	Passar cabos no pendural	60	1098
	302	Eletrificar comando	140	1098
	303	Ligar cabos quadro elétrico (potência e válvulas)	200	1098
	304	Ligar cabos quadro elétrico (comando)	35	1098
Posto 4	304	Ligar cabos quadro elétrico (comando)	210	1098
	401	Eletrificação do esbarro X/R	30	1098
	402	Soldar fichas dos captadores e sensores	60	1098
	403	Arranque da máquina	60	1098
	404	Identificar componentes elétricos de acordo com o esquema	90	1098

Figura 18 - Operações e tarefas da Super Pré-Montagem

Os artigos das listas de materiais foram atribuídos a estas operações, sempre com o conceito da modularização em mente. Isto é, a montagem do avental na estrutura por exemplo (operação 107) refere-se à montagem dos componentes relativos a pré-montagem do avental móvel na estrutura da máquina, isto é, estes componentes já foram agrupados anteriormente. Pode dizer-se o mesmo do grupo energético, grupo hidráulico ou pendural, exemplos de componentes modulares. É fundamental ter uma SPM com o maior número de artigos atribuídos. A super pré-montagem fica assim concluída em cerca de 30 horas, reduzindo 5 horas à super pré-montagem atual. Estas 5 horas referem-se a componentes que podem ser montados em operações paralelas à linha de montagem.

Na customização o processo foi idêntico, os artigos das listas de materiais foram atribuídas a diferentes operações e tarefas.

CUSTOMIZAÇÃO

OPERAÇÃO		TEMPOS	TAREFA
105	montagem das guardas e blindagens	120	614
110	montagem da régua do esbarro	30	713
115	montagem eixo R	90	619
120	montagem eixo Z	90	714
125	montagem células posteriores	60	613
130	montagem intermediários	50	625
135,1	montagem mesa standard	30	622
135,2	montagem mesa bombeada	70	624
140	montagem barras aperto matriz	60	626
145	montagem laser safe	70	616
150,1	montagem braço apoio fixo	90	617
150,2	montagem braço apoio carril	120	617
205	electrificar guardas laterais	120	716
215	electrificação eixo R	150	717
220	electrificação eixo Z	150	718
225	electrificar células posteriores	90	719
235	electrificar mesa bombeada	45	720
245	electrificar laser safe	60	721
300	ensaios	450	900
400	pintura	45	411
500	inspeção	220	999
600	fecho-ACABAMENTOS FINAIS E COLOCAÇÃO CHAPAS	100	722
700	embalagem e expedição	20	639

Figura 19 - Operações e tarefas da Customização

Estando a super pré-montagem e a customização definidas, esta informação serviu para a criação das "árvores" do produto, árvores estas que serviram de guia para estruturar a informação toda no ERP. Foram criadas árvores para cada modelo e gama de máquina, 23. Na tabela 3 podemos observar um excerto de uma árvore para a máquina PM013530, que se encontra na totalidade no anexo A.

Tabela 3 – Excerto da árvore do produto PM013530

PM13530-32					
SPM				QTD	OPERAÇÃO
	QU1-0101-00-0065	**CORPO DA ESTRUTURA**		1	101
	QU1-0128-00-0016	AMARRAÇÃO DO CILINDRO		2	110
	QU1-0350-00-0021	MONTAGEM PROFUNDIDADE QUINAGEM		2	110
	QU1-0200-00-0035	MONTAGEM CIRCUITO HIDRAULICO		1	110
	QU1-0251-00-0003	MICROS DE INCLINAÇÃO E FIM DE		1	110
	120807111	PARAF CIL SXT INT M10x35 DIN91		30	110
	120805119	(PCSE) PARAF. DIN933-8.8-M24x1		4	110
	182550012	VALVULA PROP. PIL500PC06P12-LC		2	110
	NM1-0201-00-0085	**MONTAGEM CILINDRO**		2	103
	NM1-0205-00-0026	**MONTAGEM DO GRUPO ENERGÉTICO**		1	104
	QU1-0500-0D-0001	**M.Q.E. SUPER PRE MONTAGEM BASE**		1	201
	QU1-0500-0D-0002	**M.E.E. MONTAGEM GENERICA EXTER**		1	201
C	…	**…**			
	MESA 1	QU9-0272-00-0068	**KIT DE MESA STANDARD**	11	140
		QU9-0273-00-0003	**ACESSÓRIOS ROTAÇÃO MATRIZ**	1	140
	MESA 2	QU1-0272-00-0066	**MONTAGEM DA BARRA DE CENTRAGEM**	6	140
		QU9-0273-00-0003	**ACESSÓRIOS ROTAÇÃO MATRIZ**	1	140
	MESA 3	QU1-0272-00-0056	**KIT DE MESA III (RASGO 13 mm)**	1	140
		QU9-0273-00-0003	**ACESSÓRIOS ROTAÇÃO MATRIZ**	1	140
	AD 10	QU1-0522-00-0010	**M.Q.E.OPÇÃO AdControl 10**	1	201
	AD 10+	QU1-0522-00-0012	**M.Q.E.OPÇÃO AdControl 10 OPT**	1	201
	AD 15	QU1-0522-00-0015	**M.Q.E.OPÇÃO AdControl 15**	1	201
	DNC64	QU1-0522-0B-0001	**M.Q.E.OPÇÃO DNC 64 PS**	1	201
	DNC 884	QU1-0522-0B-0002	**M.Q.E.OPÇÃO DNC 884 PS**	1	201
	…	…	**…**		

Nesta imagem podemos observar alguns componentes atribuídos à super pré-montagem e à customização e dentro da customização as categorias divididas por opcionais (neste caso tipo de mesas e comando numérico). Também se pode observar as operações a que foram alocados os componentes. As árvores permitem facilitar o processo de introdução dos dados no Baan IV.

Estamos assim em condições de transpor toda esta informação para o ERP Baan V.

4.6 Configurador

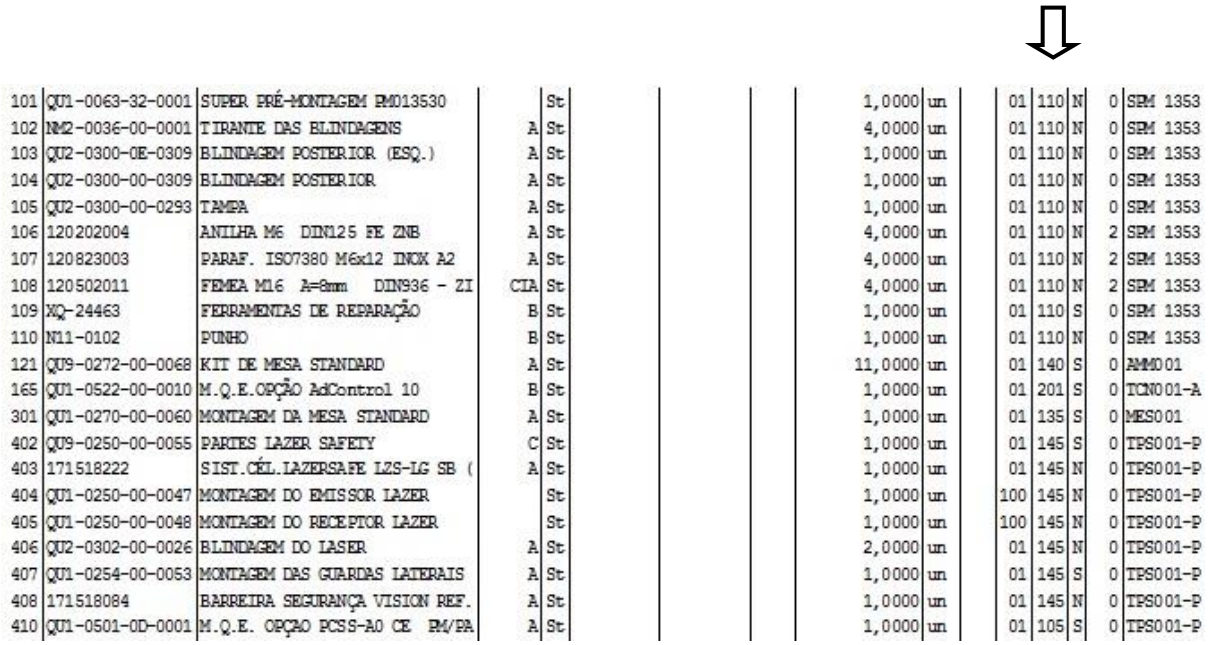
O Baan IV é constituído por inúmeros módulos, estando estes módulos divididos em três camadas que permitem manter, consultar ou listar dados. O módulo Planeamento integra o submódulo Configurador de Produtos que permite o utilizador consultar as características do produto, os artigos genéricos, os códigos e descrição, as estruturas genéricas, as gamas operatórias genéricas, entre outros. Neste submódulo podemos inserir as informações acima tratadas. Na opção "Estruturas genéricas" criamos a estrutura de cada configurador com todas as opções de customização possíveis. Para isso basta inserir uma posição, o código dos artigos e atribuir-lhe uma operação. Depois de criadas as estruturas genéricas de cada configurador foi preciso criar restrições para que, ao seleccionar uma característica, o programa só seleccione o que pretendemos. As restrições são usadas como regra de decisão e permitem ao configurador determinar quais os materiais de cada opção, seleccionando só o previsto nas quantidades previstas para determinada máquina bem como as gamas operatórias usadas. São inúmeras as restrições necessárias e a cada artigo foi alocado à sua operação e tarefa um a um e manualmente.

No módulo "Gamas Operatórias Genéricas" criaram-se as gamas operatórias para cada um dos configuradores, onde introduzimos a operação, a tarefa, o centro de trabalho e o tempo que definimos anteriormente. Também é necessário criar gama operatória para todas as operações paralelas à linha de montagem, nomeadamente a pré-montagem do avental móvel ou do porta-lâminas.

É necessário também definir as características do produto. As características não são mais que as opções de customização do produto. São exemplo de características o tipo de comando numérico ou a segurança. Estas características são baseadas na lista de preços que a Adira disponibiliza para os seus produtos. Nesta lista de preços encontram-se as opções de customização do produto que cada cliente pode escolher. São estas as perguntas que vão ser feitas na interface ao comercial para selecção do pretendido.

No Baan IV também é possível que o configurador de produtos tenha uma descrição e um código de artigo, bastando para isso ir ao menu "Artigos genéricos".

A partir do momento em que o utilizador selecciona as opções de customização do produto, automaticamente o configurador de produtos gera as estruturas e gamas operatórias personalizadas, fazendo com que a encomenda não tenha que passar no departamento de engenharia e se processe directamente do departamento comercial para o planeamento seguido da produção. A lista retirada do Baan dá já todos os materiais, operações gamas operatórias e opções seleccionadas de configuração do produto como se mostra na figura 20.



101	QU1-0063-32-0001	SUPER PRÉ-MONTAGEM RM013530		St				1,0000	un		01	110	N	0	SPM 1353
102	NM2-0036-00-0001	TIRANTE DAS BLINDAGENS		A St				4,0000	un		01	110	N	0	SPM 1353
103	QU2-0300-0E-0309	BLINDAGEM POSTERIOR (ESQ.)		A St				1,0000	un		01	110	N	0	SPM 1353
104	QU2-0300-00-0309	BLINDAGEM POSTERIOR		A St				1,0000	un		01	110	N	0	SPM 1353
105	QU2-0300-00-0293	TAMPA		A St				1,0000	un		01	110	N	0	SPM 1353
106	120202004	ANILHA M6 DIN125 FE ZNB		A St				4,0000	un		01	110	N	2	SPM 1353
107	120823003	PARAF. ISO7380 M6x12 INOX A2		A St				4,0000	un		01	110	N	2	SPM 1353
108	120502011	FEMEA M16 A=8mm DIN936 - ZI	CIA	St				4,0000	un		01	110	N	2	SPM 1353
109	XQ-24463	FERRAMENTAS DE REPARAÇÃO		B St				1,0000	un		01	110	S	0	SPM 1353
110	N11-0102	PUNHO		B St				1,0000	un		01	110	N	0	SPM 1353
121	QU9-0272-00-0068	KIT DE MESA STANDARD		A St				11,0000	un		01	140	S	0	AMM001
165	QU1-0522-00-0010	M.Q.E.OPÇÃO AdControl 10		B St				1,0000	un		01	201	S	0	TCN001-A
301	QU1-0270-00-0060	MONTAGEM DA MESA STANDARD		A St				1,0000	un		01	135	S	0	MES001
402	QU9-0250-00-0055	PARTES LAZER SAFETY		C St				1,0000	un		01	145	S	0	TPS001-P
403	171518222	SIST.CÉL.LAZERSAFE LZS-LG SB (		A St				1,0000	un		01	145	N	0	TPS001-P
404	QU1-0250-00-0047	MONTAGEM DO EMISSOR LAZER		St				1,0000	un		100	145	N	0	TPS001-P
405	QU1-0250-00-0048	MONTAGEM DO RECEPTOR LAZER		St				1,0000	un		100	145	N	0	TPS001-P
406	QU2-0302-00-0026	BLINDAGEM DO LASER		A St				2,0000	un		01	145	N	0	TPS001-P
407	QU1-0254-00-0053	MONTAGEM DAS GUARDAS LATERAIS		A St				1,0000	un		01	145	S	0	TPS001-P
408	171518084	BARREIRA SEGURANÇA VISION REF.		A St				1,0000	un		01	145	N	0	TPS001-P
410	QU1-0501-0D-0001	M.Q.E. OPÇAO PCSS-A0 CE RM/PA		A St				1,0000	un		01	105	S	0	TPS001-P

Figura 20 - Lista de materiais alocados às operações

O configurador de produtos ajuda à redução do tempo de concepção de uma máquina, nomeadamente à engenharia. As listas geradas pelo configurador só necessitam de ser conferidas por este departamento e de seguida faz-se o planeamento das necessidades e da produção da máquina.

Relativamente ao comercial, este poderá dar ao cliente um *lead time* de resposta à encomenda correspondente à customização. O configurador de produtos selecciona as opções de escolha do cliente e uma máquina que já se encontre em super pré-montagem o configurador rapidamente selecciona quais os opcionais diminuindo assim o *lead time* estabelecido anteriormente e passando a fixar-se apenas no valor máximo da customização (cerca de 33 horas). Tal só é possível se já existir uma máquina em produção. No caso de uma máquina já estar destinada a um cliente, se ainda se encontrar em SPM é possível ter a flexibilidade de lhe ser atribuído outro cliente que tenha mais urgência na aquisição de uma máquina.

5 Desenvolvimento do protótipo do configurador de produtos

O configurador de produtos apresenta-se ao utilizador sob a forma de um quadro com várias perguntas e, consoante as respostas, as estruturas são criadas, as gamas operatórias são definidas e a máquina é configurada, o que faz reduzir fichas técnicas e apresenta maior flexibilidade de produção por encomenda. Isto é controlado por um conjunto de regras de decisão (restrições). Estas restrições indicam que componentes e operações vão ser utilizadas na criação de uma máquina.

A concepção e o desenvolvimento do configurador de produtos passam por diversas etapas de programação no *software* Baan IV. Estas etapas são criadas antes da utilização do configurador por parte do utilizador. O módulo de configuração do produto no Baan IV permite criar um modelo de produto com todas as suas características definidas.

Como referido no capítulo anterior, a criação do configurador de produtos no *software* ERP Baan IV, implica o domínio do módulo planeamento.

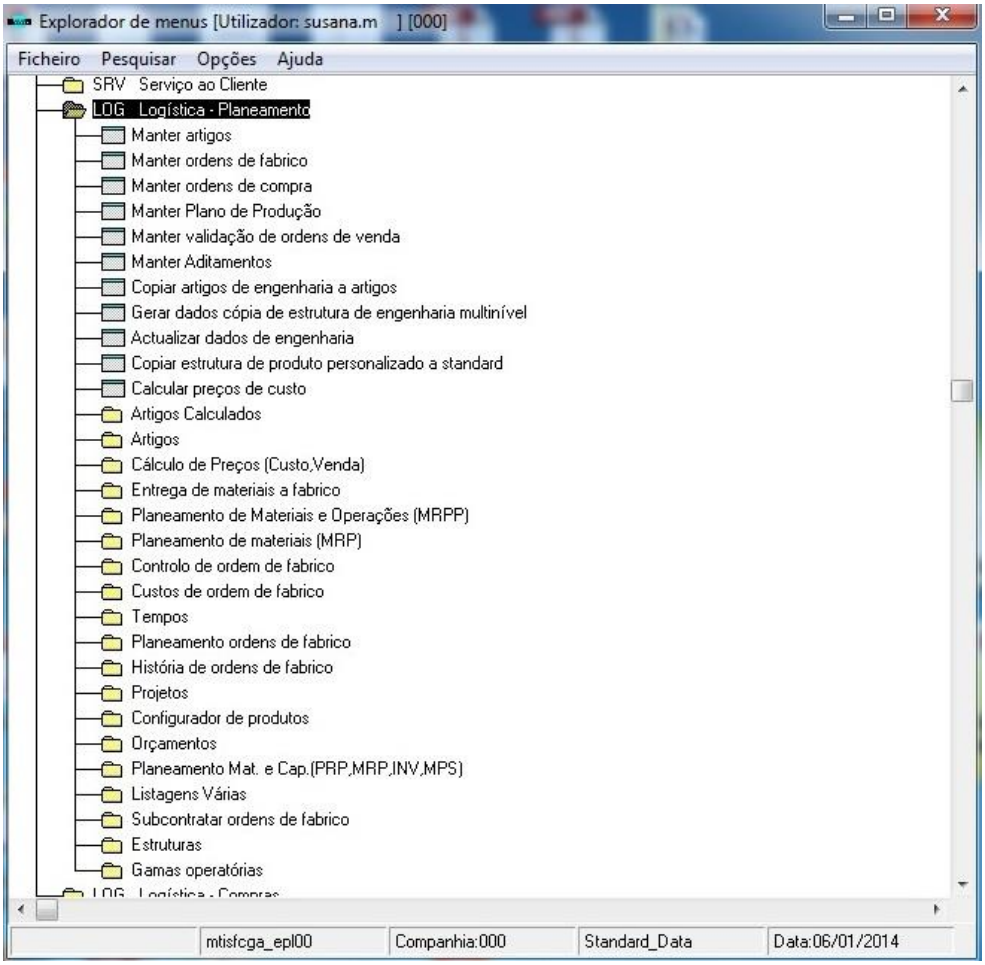


Figura 21 - Módulo Planeamento no Baan IV

Neste módulo podemos ver o Configurador de produtos, submódulo que será o que usaremos para a criação dos vários configuradores. Para tal devemos analisar alguns pontos necessários à sua programação:

1. Características do produto;
2. Artigos genéricos: código e descrição;
3. Estrutura genérica;
4. Gama operatória genérica;
5. Características do produto por artigo genérico;
6. Variante do produto.

Cada um destes pontos pertence a submódulos do configurador de produtos que serão analisados individualmente.

5.1 Características de produto

As características de produtos são as opções que o cliente pode escolher dentro de cada máquina. Ou seja, no caso das quinadoras pode referir-se por exemplo aos eixos, ao comando numérico ou à segurança enquanto nas guilhotinas pode ser o tipo de guardas, a folga ou a mesa de apoio de chapas finas. Estas características de produto podem ter várias opções de escolha e são independentes do produto. Dando um exemplo, no tipo de comando numérico foi escolhido o código TCN000 as opções são mostradas na figura:

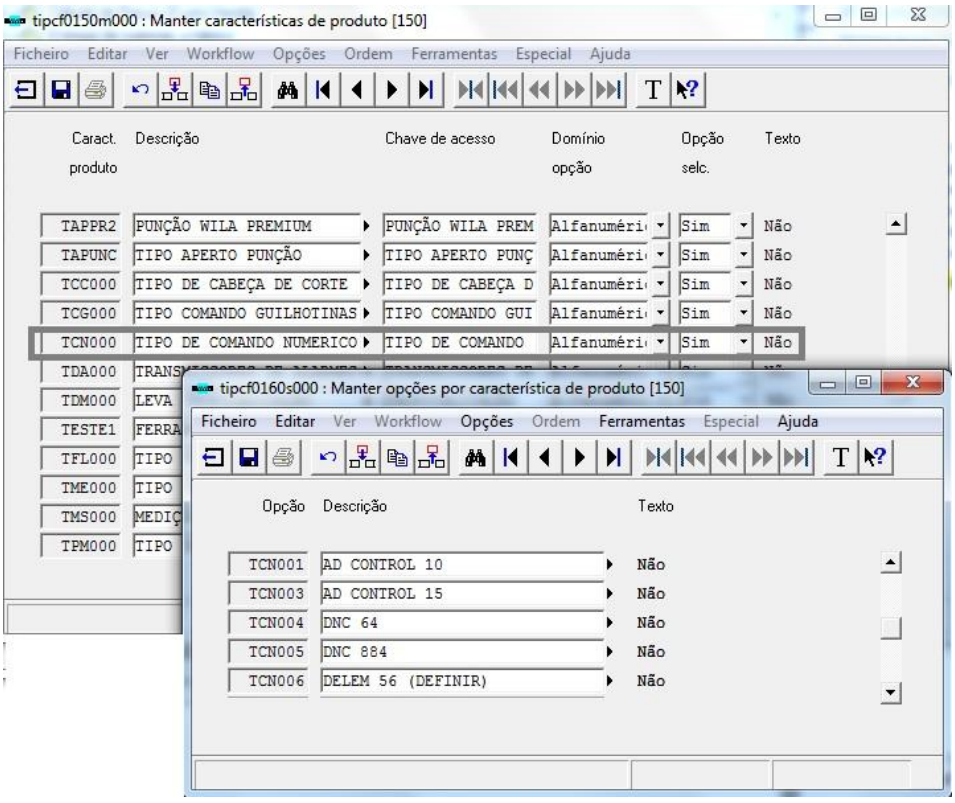


Figura 22 - Menu "Manter características do produto"

As características mais importantes também são mostradas na descrição do artigo configurável por forma de siglas.

5.2 Artigos: Descrição e Código

Os artigos genéricos criados foram, como já foi referido no capítulo 3, 23. Para este exemplo, foi seleccionado um como exemplo prático de um configurador de produtos, o CONF_PM013530-32.

5.2.1 Descrição

Cada artigo criado no Baan IV fica definido pelo seu código e descrição. O código indica o número de série e a descrição inclui, além da gama e modelo da máquina, algumas características da mesma, como é o caso do tipo de mesa ou qual o tipo de comando numérico. No exemplo seguinte podemos ver a descrição de uma PM013530.

PM013530 PLS A1 MST X,R,Z12

Neste caso PM013530 refere-se à quinadora PM de 135 toneladas e 3 metros de comprimento, com sistema de segurança PLS (usado na União Europeia), com mesa *standard* (BMB se for mesa bombeada) com os eixos X,R,Z1 e Z2. Torna-se mais perceptível se estas características estiverem na descrição do artigo para eventual rapidez de identificação da máquina. A descrição do artigo pode ser programada no Baan no menu "Artigos genéricos→Manter artigos genéricos":

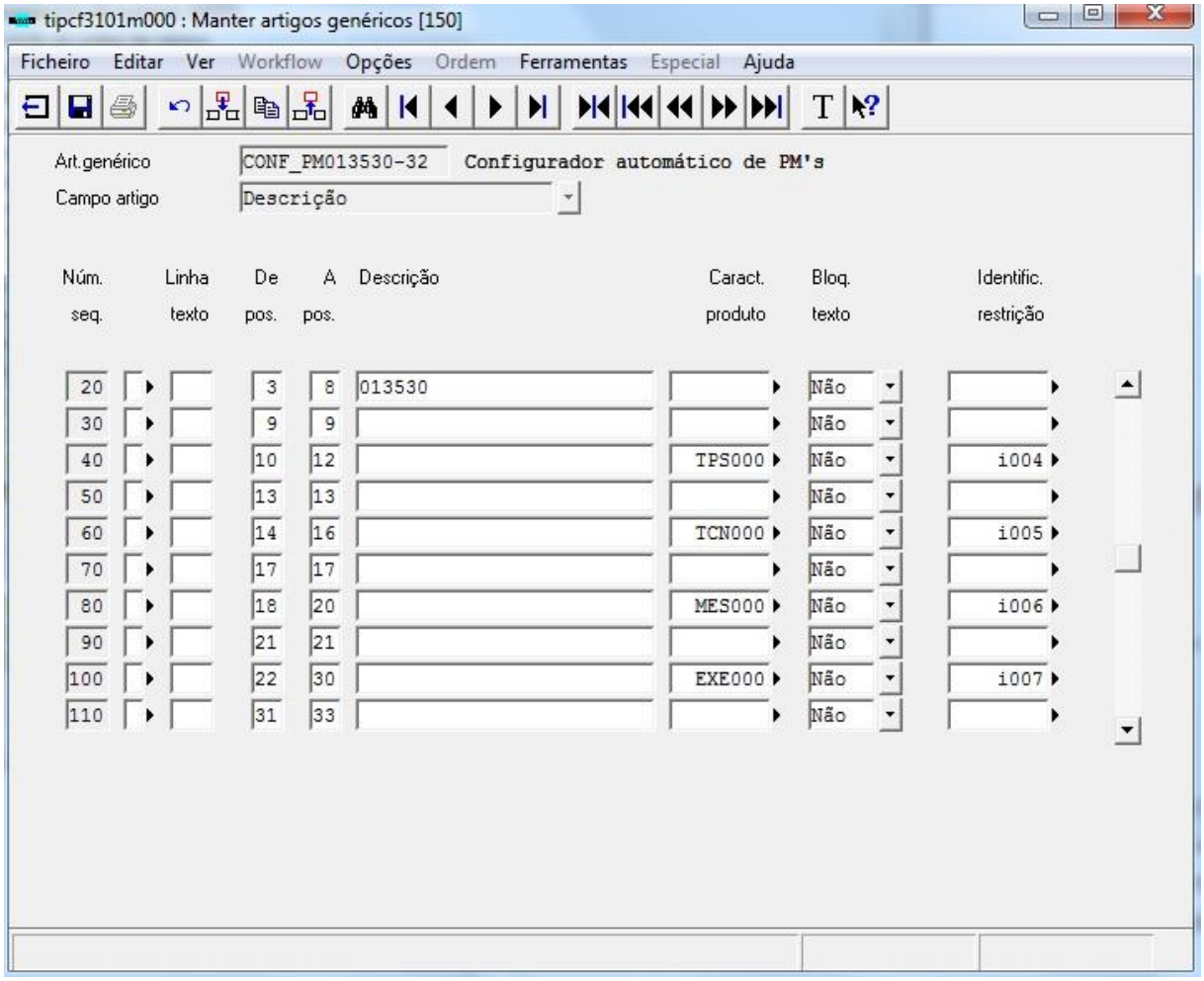


Figura 23 - Menu "Manter artigos genéricos (descrição) "

5.2.2 Código

No caso das quinadoras PM e PA o código é constituído por 16 caracteres. Neste código podem ser identificados a família, o tipo de artigo, o número de série, o número de posição e o número de série do equipamento. Dando o mesmo exemplo de uma PM013530:

QU0-0063-32-0001

QU refere-se à família (neste caso quinadoras, GL para as guilhotinas). O primeiro número que aparece representa o tipo de artigo (0 para produtos acabados, 1 para conjuntos, 2 para peças, 3,4,5 para esquemas eléctricos, pneumáticos e hidráulicos respectivamente, 7 para desenhos de *layout*, 8 para documentos e 9 para conjuntos fantasmas). De seguida aparecem 4 dígitos que dizem respeito ao número de sequência e os dois seguintes referem-se ao número de posição ou versão da máquina (neste caso para a quinadora PM a versão actual é a 3.2) e os últimos quatro dígitos são o número de série do equipamento.

Também neste caso o *software* Baan IV devidamente programado é capaz de gerar este código excepto o número de série que é inserido manualmente pelo comercial e que se relaciona com a ordem de venda. A programação do código do artigo pode executar-se no mesmo menu da descrição do artigo genérico:

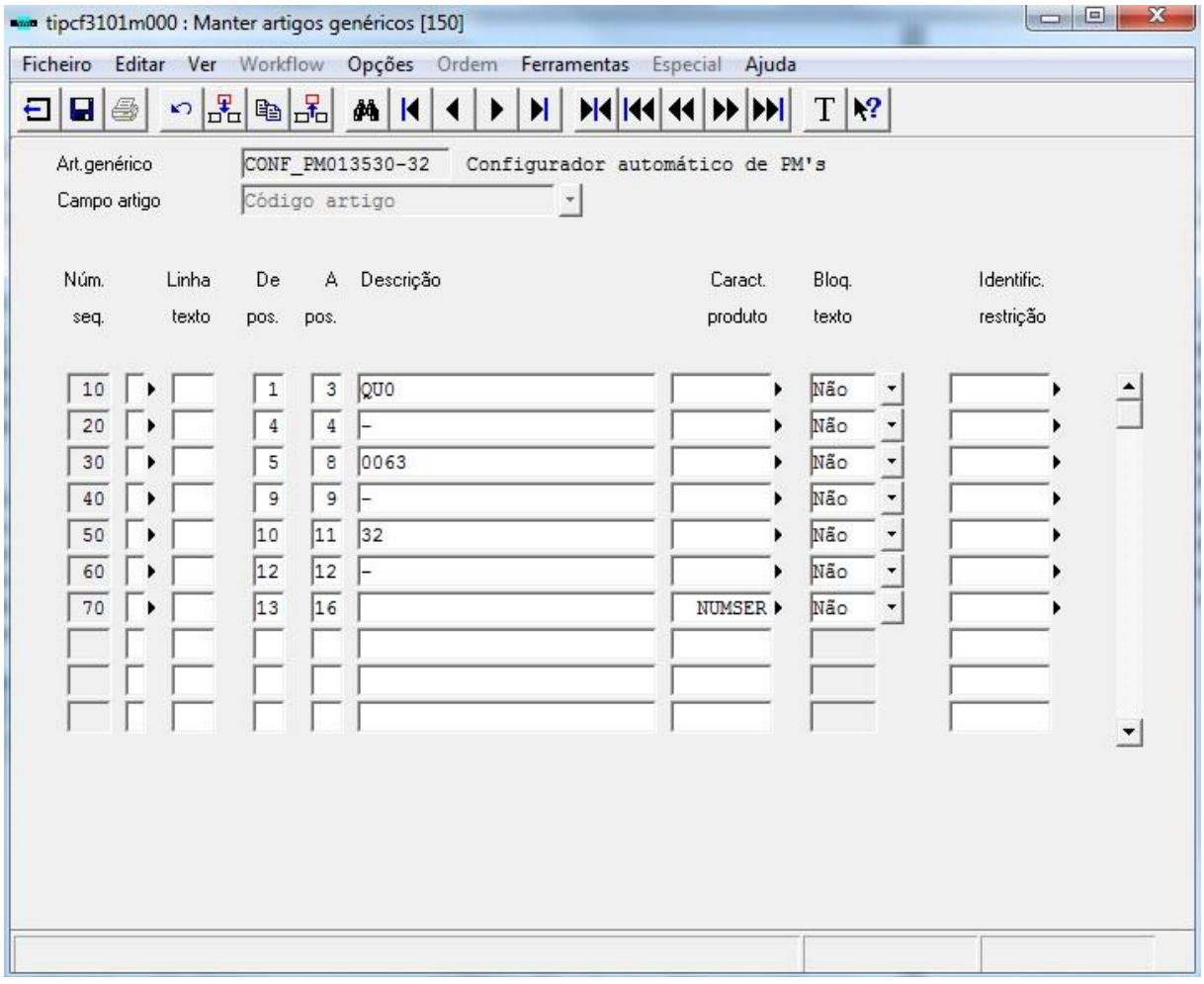


Figura 24 - Menu "Manter artigos genéricos (código artigo) "

5.3 Estrutura genérica

As estruturas genéricas são essenciais para os sistemas de planeamento da produção. As estruturas genéricas já organizadas de forma a poder alocar os diferentes materiais à gama operatória genérica foram reorganizadas previamente. Assim cada artigo genérico tem a sua estrutura genérica contendo todas as opções possíveis de customização do cliente. Só serão lançadas pelo configurador os opcionais que se definir através de restrições impostas aos "pais" e "filhos" destas estruturas. Para depois se consultarem as estruturas basta executar o menu "Manter estruturas genéricas":

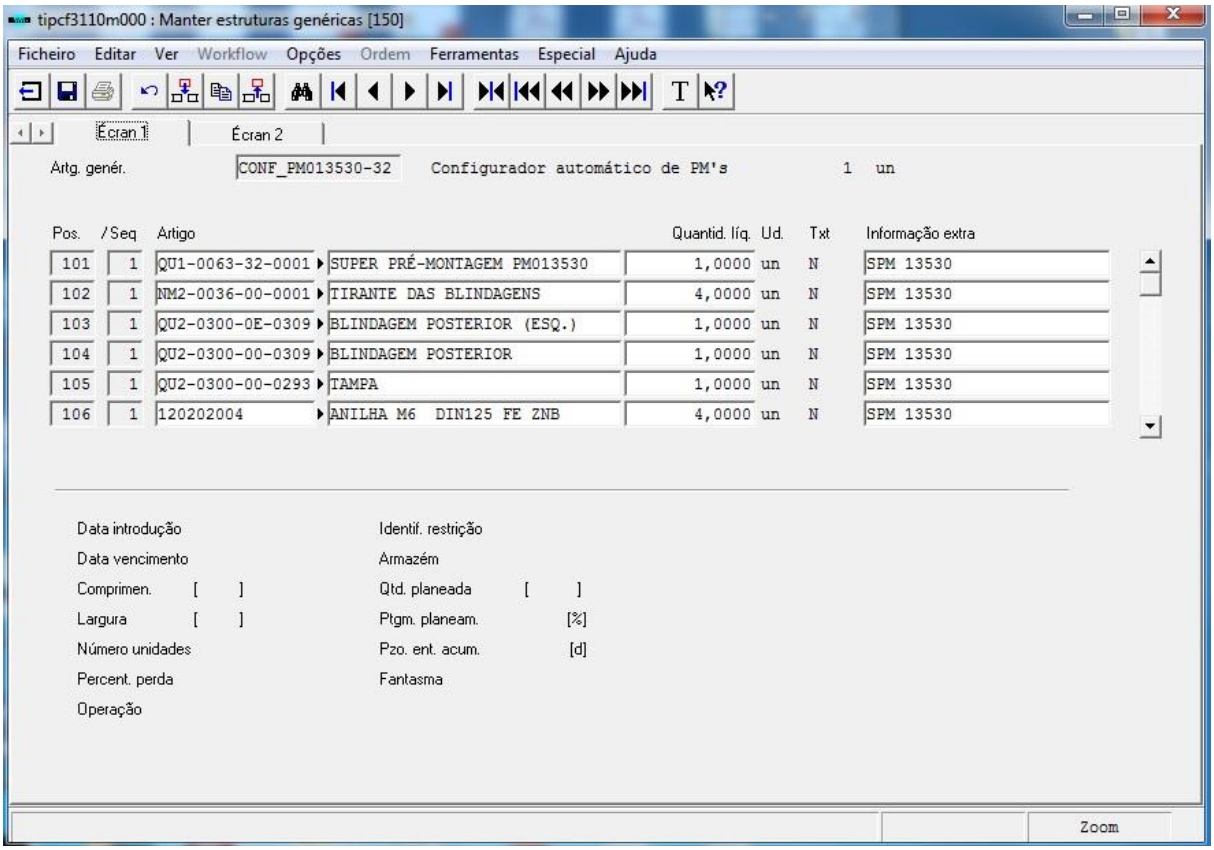


Figura 25 - Menu "Manter estruturas genéricas"

Os artigos das estruturas genéricas estão organizados por posições, como se pode ver na figura. Estas posições estão em concordância com as estruturas que o departamento de engenharia cria. Introduz-se a quantidade necessária de cada artigo e informação extra que se pense relevante. A operação para cada artigo também pode ser introduzida bem como a restrição a ele associada. Existem ainda campos que podem ser preenchidos mas que não foram comtemplados neste protótipo.

5.4 Gama operatória genérica

A gama operatória de um artigo define uma sequência de operações e tarefas pelas quais o artigo é sujeito, centros de trabalho, tempos e máquinas. Executando o menu "Manter gama operatória genérica" e escolhendo o artigo configurável pretendido podem ser preenchidos diversos campos de interesse, nomeadamente a operação, a tarefa, os centros de trabalho, o tempo despendido em cada tarefa e restrições a ela associados.

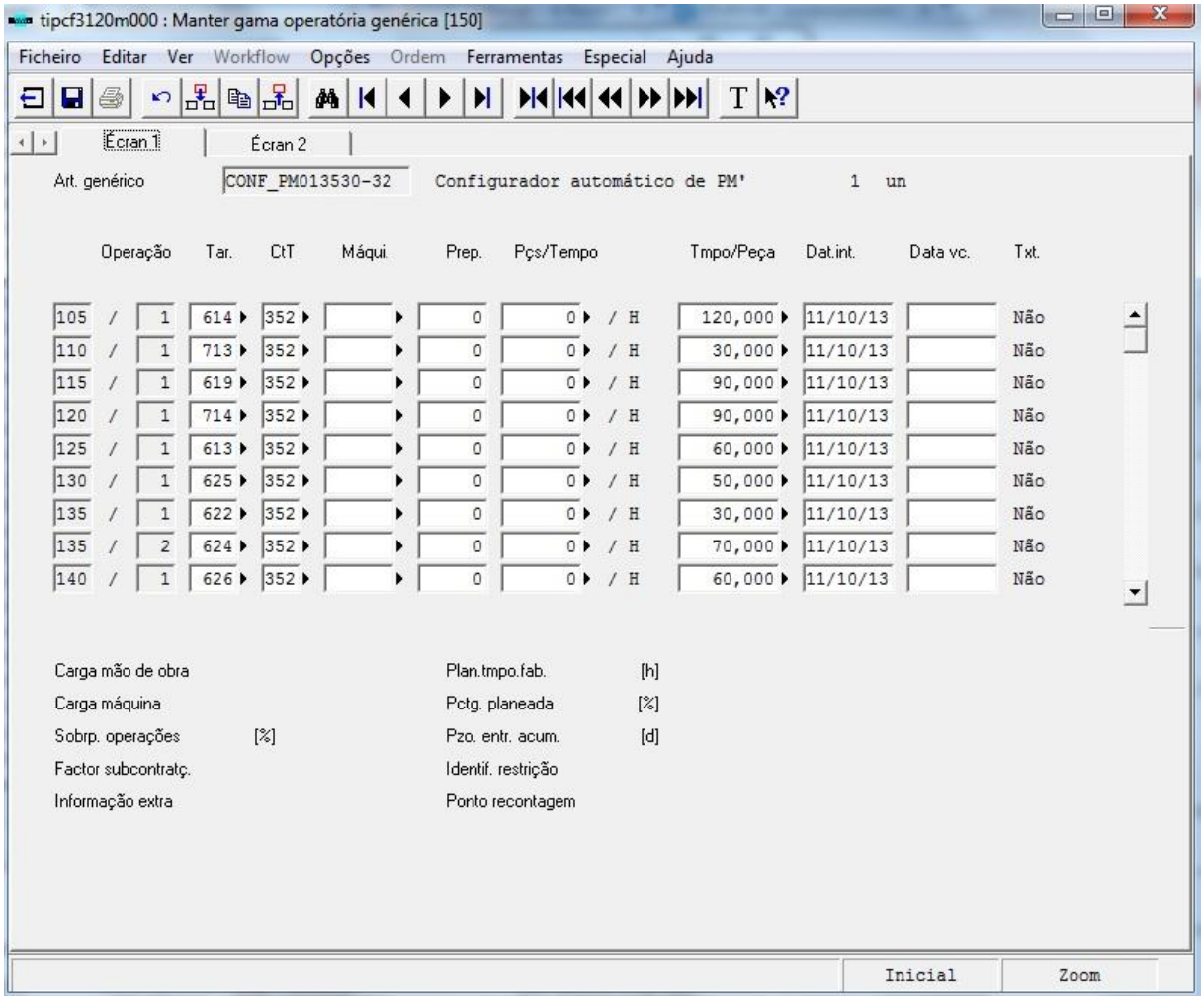


Figura 26 - Menu "Manter gama operatória genérica"

As tarefas e operações estavam neste caso já definidas no Baan IV por outros utilizadores da Adira, mas as mesmas podem ser criadas num outro módulo do configurador.

De notar que para o caso das operações realizadas pela empresa subcontratada pela Adira, a Quadtel, há que ter em conta o factor de subcontratação, dado que o preço-hora de um operador da Quadtel não é idêntico ao preço-hora de um operador da Adira.

Neste tipo de menu também é possível utilizar as restrições para impedir que se definam gamas operatórias não utilizadas durante a concepção do produto.

5.5 Características de produto por artigo genérico

As características de cada produto final podem ser comuns a vários produtos, como por exemplo, o tipo de comando numérico é idêntico entre as quinadoras PM e as PA. Para isso é necessário definir quais as características que queremos associadas a cada artigo genérico. São estas características que representam as perguntas que o comercial terá que responder de forma a escolher a máquina com os requisitos específicos de cada cliente.

Esta programação pode ser feita no menu "Manter características de produto por artigo genérico" como mostra a figura 27.

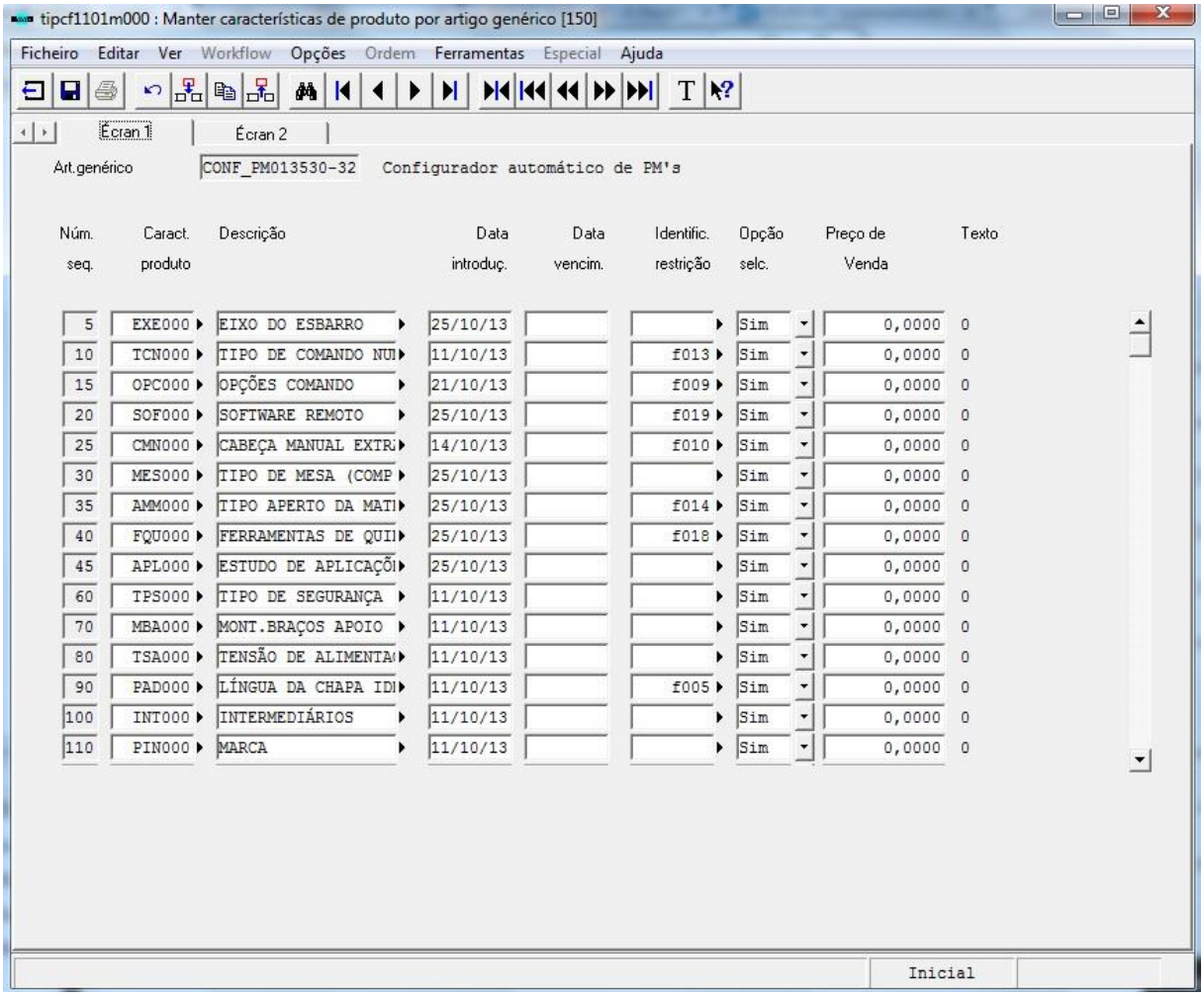


Figura 27 - Menu "Manter características de produto por artigo genérico"

Este menu permite formatar as perguntas pela ordem desejada de resposta. Consoante as respostas do comercial, as restrições impostas podem "fazer desaparecer" algumas perguntas que deixam e fazer sentido à medida que se vai avançando na configuração. Também emitem uma mensagem de erro cada vez que o comercial tentar introduzir uma opção não válida com outra já introduzida anteriormente. No fim destas perguntas-respostas o comercial só terá que introduzir o número de série associado à ordem de venda e assim pode-se listar a lista de materiais seleccionados para a máquina customizada.

5.6 Restrições

As restrições são utilizadas nas características de produto, artigos genéricos, estruturas genéricas e gamas operatórias. Estas garantem em que condições algumas combinações são aceitáveis para a definição do produto. São usadas portanto como regra de decisão. Permitem decidir quais os artigos que queremos seleccionados da BOM de um determinado artigo configurável, qual a descrição do artigo e código que queremos utilizar e quais as gamas operatórias usadas.

Existe uma sessão de edição de restrições que utiliza uma linguagem própria para a definição das restrições. São 3 os tipos de restrição que podemos ter: para antes da introdução, validação e substituição de parâmetro.

A restrição antes da introdução permite que sejam apresentadas ou escondidas algumas opções de escolha, dependendo das escolhas já escolhidas previamente. Por exemplo se uma característica não for compatível com outra, ao seleccionarmos a primeira, a segunda torna-se automaticamente invisível para o utilizador.

A restrição de validação seleciona as várias opções validando-as, excluindo-as ou exibindo mensagens.

A restrição de substituição de parâmetro assegura que um determinado valor calculado ou um valor que é baseado nas selecções seja introduzido.

Não se pretende ter um estudo exaustivo das restrições que foram usadas neste trabalho, pois tornar-se-ia moroso, portanto num breve resumo mostram-se as combinações das restrições usadas em cada secção de configuração do produto.

Tabela 4 – Possíveis combinações de restrições

Restrição	Antes da introdução	Validação	Substituição de parâmetro
Características de produto	X	X	
Artigo genérico		X	
Estrutura genérica		X	X
Gama operatória genérica		X	X

São utilizadas inúmeras restrições em todas as fases da configuração, numa sessão de edição de restrições muito pouco "*user-friendly*" para o programador das mesmas e com bastantes limitações (não permite copiar, seleccionar o texto, etc.).Como exemplo mostra-se uma restrição utilizada numa lista de materiais do artigo genérico CONF_PM013530-32.

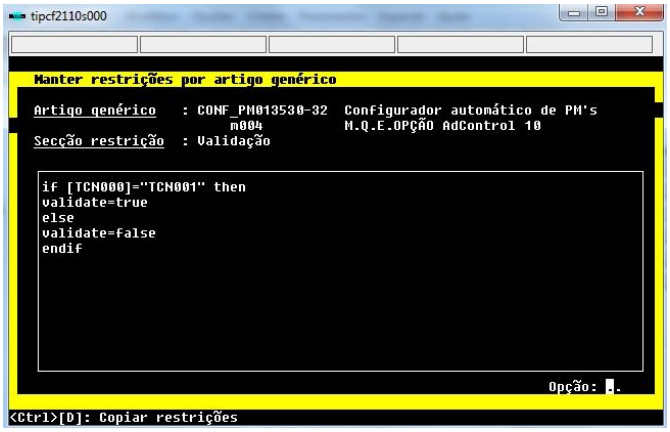


Figura 28 - Restrição de validação do comando numérico

5.7 Realização de testes

Na fase de desenvolvimento do configurador produto, as limitações devem ser testados para garantir que não foram detectados erros, de modo a que o modelo possa ser utilizado na situação operacional.

Para a realização de um teste de funcionamento do configurador criado usamos o menu "Gerar estrutura variante do produto para projecto" no qual seleccionamos qual a versão do configurador a usar (como já foi referido existem 23 versões usando o mesmo conceito). Neste caso decidiu usar-se o CONF_PM013530-32 como nas questões anteriores. São apresentadas as perguntas definidas anteriormente nas características do produto por artigo genérico, como apresentado na figura. Estamos perante o configurador de produtos que pretendíamos criar inicialmente.

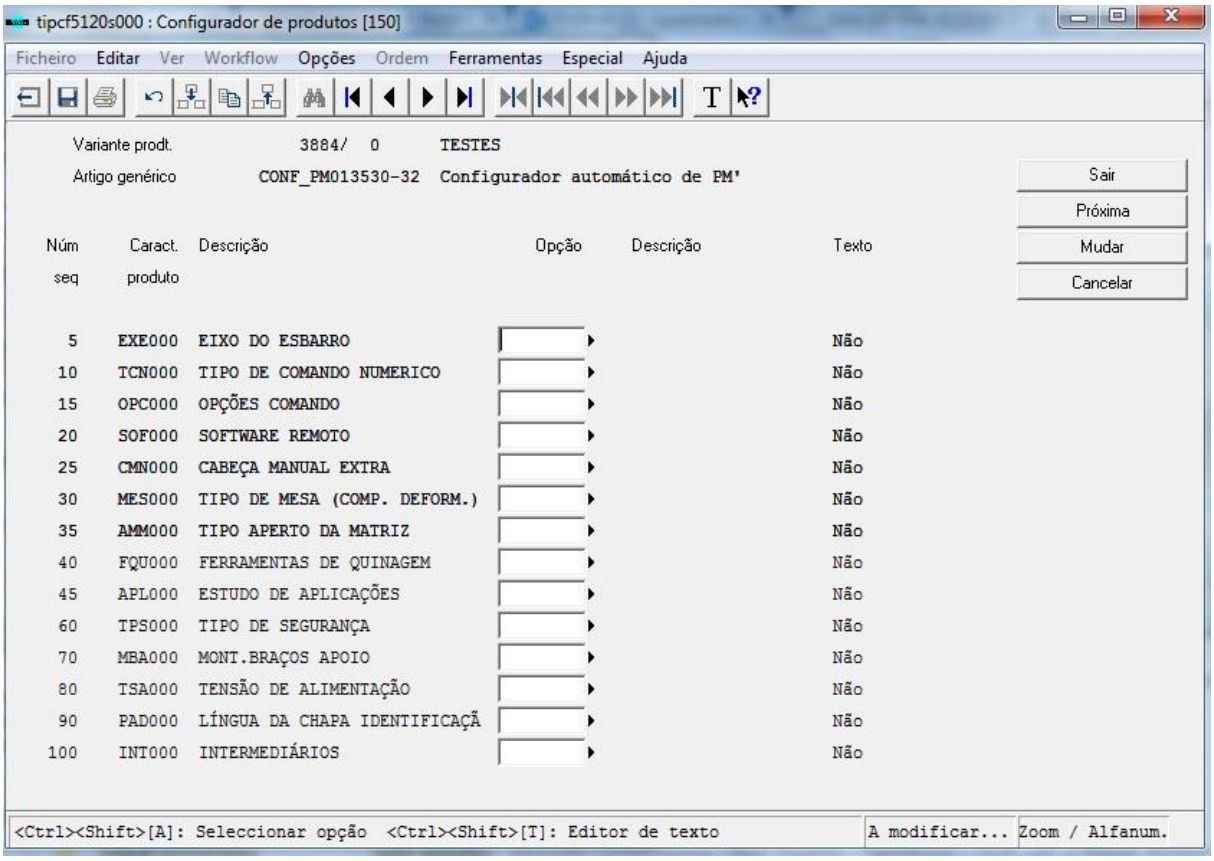
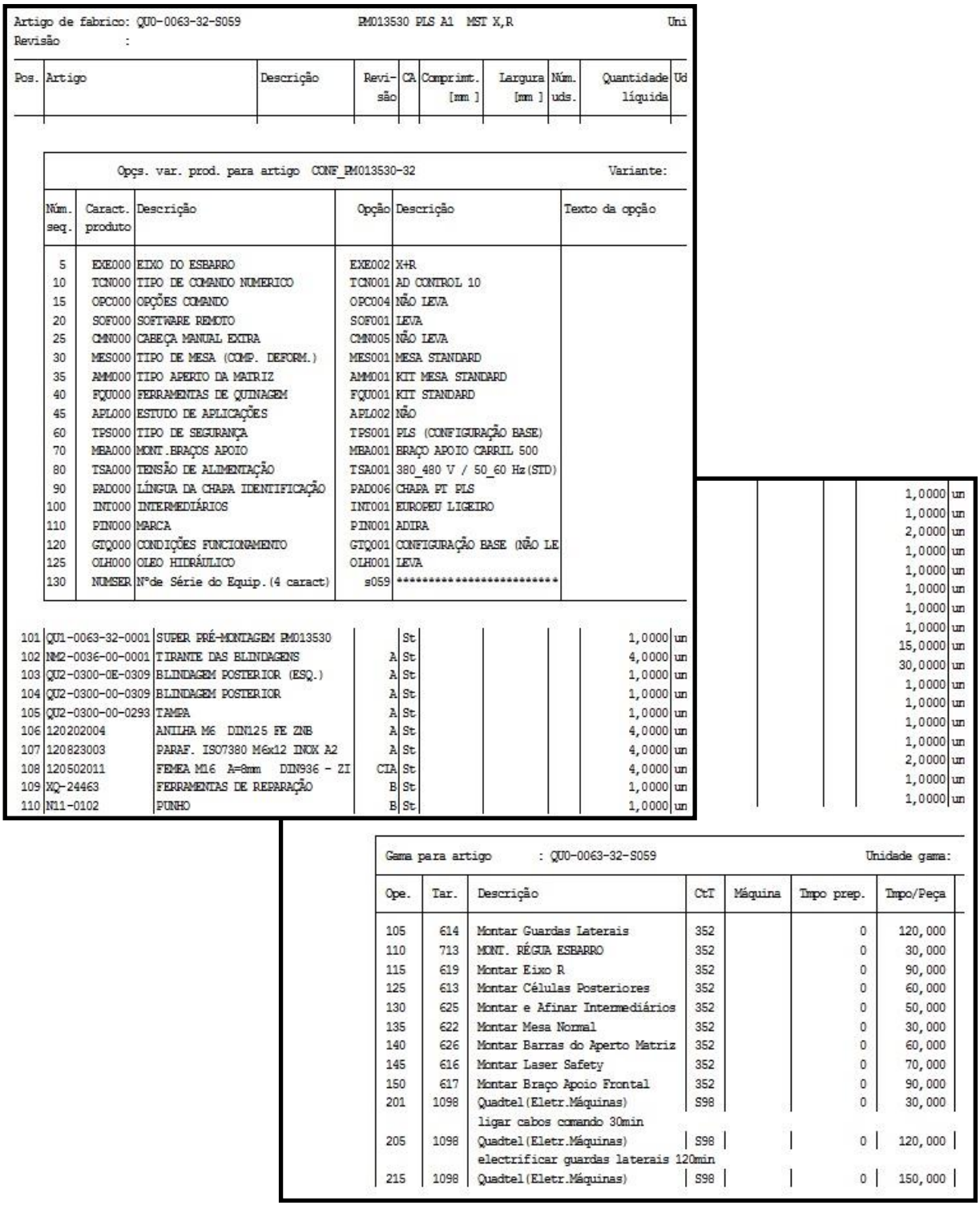


Figura 29 - Configurador de produtos

Premindo a seta na opção de cada característica de produto são apresentadas as opções customizáveis da máquina. Chegando ao fim deste processo introduz-se manualmente o número de série e o configurador gerou uma variante para o configurador. Para podermos saber os resultados necessitamos de ir a outra sessão do Baan IV, o módulo Projetos em "Projetos→Engenharia de Projeto→Listar →Listar estruturas personalizadas a primeiro nível".

5.8 Resultados

O resultado obtido na configuração deste produto CONF_PM013530-32 foi listado no menu "Projetos→Engenharia de Projeto→Listar→Listar estruturas personalizadas a primeiro nível", em que se pode ver quais os artigos seleccionados para a máquina em questão e toda a gama operatória da máquina (figura 30).



Artigo de fabrico: QU0-0063-32-S059 RM013530 PLS A1 MST X,R Uni
Revisão :

Pos.	Artigo	Descrição	Revisão	CA	Comprimt. [mm]	Largura [mm]	Núm. uds.	Quantidade líquida	Ud
101	QU1-0063-32-0001	SUPER PRÉ-MONTAGEM RM013530		St				1,0000	un
102	NM2-0036-00-0001	TIRANTE DAS BLINDAGENS	A	St				4,0000	un
103	QU2-0300-0E-0309	BLINDAGEM POSTERIOR (ESQ.)	A	St				1,0000	un
104	QU2-0300-00-0309	BLINDAGEM POSTERIOR	A	St				1,0000	un
105	QU2-0300-00-0293	TAMPA	A	St				1,0000	un
106	120202004	ANILHA M6 DIN125 FE ZNB	A	St				4,0000	un
107	120823003	PARAF. ISO7380 M6x12 INOX A2	A	St				4,0000	un
108	120502011	FEMEA M16 A=8mm DIN936 - ZI	CIA	St				4,0000	un
109	XQ-24463	FERRAMENTAS DE REPARAÇÃO	B	St				1,0000	un
110	N11-0102	PUNHO	B	St				1,0000	un

Opçs. var. prod. para artigo CONF_PM013530-32 Variante:

Núm. seq.	Caract. produto	Descrição	Opção	Descrição	Texto da opção
5	EXE000	EIXO DO ESBARRO	EXE002	X+R	
10	TCN000	TIPO DE COMANDO NUMERICO	TCN001	AD CONTROL 10	
15	OPC000	OPÇÕES COMANDO	OPC004	NÃO LEVA	
20	SOF000	SOFTWARE REMOTO	SOF001	LEVA	
25	CMN000	CABEÇA MANUAL EXTRA	CMN005	NÃO LEVA	
30	MES000	TIPO DE MESA (COMP. DEFORM.)	MES001	MESA STANDARD	
35	AMM000	TIPO APERTO DA MATRIZ	AMM001	KIT MESA STANDARD	
40	FQU000	FERRAMENTAS DE QUINAGEM	FQU001	KIT STANDARD	
45	APL000	ESTUDO DE APLICAÇÕES	APL002	NÃO	
60	TPS000	TIPO DE SEGURANÇA	TPS001	PLS (CONFIGURAÇÃO BASE)	
70	MBA000	MONT.BRAÇOS APOIO	MBA001	BRAÇO APOIO CARRIL 500	
80	TSA000	TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO	TSA001	380_480 V / 50_60 Hz(STD)	
90	PAD000	LÍNGUA DA CHAPA IDENTIFICAÇÃO	PAD006	CHAPA PT PLS	
100	INT000	INTERMEDIÁRIOS	INT001	EUROPEU LIGEIRO	
110	PIN000	MARCA	PIN001	ADIRA	
120	GTQ000	CONDIÇÕES FUNCIONAMENTO	GTQ001	CONFIGURAÇÃO BASE (NÃO LE	
125	OLH000	OLEO HIDRÁULICO	OLH001	LEVA	
130	NUMSER	Nºde Série do Equip.(4 caract)	s059	**********	

Gama para artigo : QU0-0063-32-S059 Unidade gama:

Ope.	Tar.	Descrição	CtT	Máquina	Tmpo prep.	Tmpo/Peça
105	614	Montar Guardas Laterais	352		0	120,000
110	713	MONT. RÉGUA ESBARRO	352		0	30,000
115	619	Montar Eixo R	352		0	90,000
125	613	Montar Células Posteriores	352		0	60,000
130	625	Montar e Afinar Intermediários	352		0	50,000
135	622	Montar Mesa Normal	352		0	30,000
140	626	Montar Barras do Aperto Matriz	352		0	60,000
145	616	Montar Laser Safety	352		0	70,000
150	617	Montar Braço Apoio Frontal	352		0	90,000
201	1098	Quadtel(Eletr.Máquinas) ligar cabos comando 30min	S98		0	30,000
205	1098	Quadtel(Eletr.Máquinas) electrificar guardas laterais 120min	S98		0	120,000
215	1098	Quadtel(Eletr.Máquinas)	S98		0	150,000

Figura 30 - Menu "Listar estruturas personalizadas a primeiro nível"

O configurador de produtos permitiu à engenharia reduzir de cerca de um dia (7 horas de trabalho) a compilar uma lista de materiais para apenas uma questão de minutos que se destinam à verificação desta lista que foi gerada pelo configurador.

O configurador de produtos gera de forma rápida todos os dados que necessitamos para lançar uma máquina em fabrico mas não se pode deixar de referir que é um processo demorado a introdução de todos estes dados no Baan IV (que como já referi tem uma interface pouco "*user-friendly*"). É impossível deixar de parte que também é necessário a sua constante manutenção, visto que estão sempre a ser criados novos artigos e novas opções de configuração de máquinas.

A execução de uma série de testes, tanto no exemplo dado como nos outros 22 configuradores, permitiu corrigir todos os erros de codificação até obter um funcionamento correcto.

5.9 Utilização do configurador

As várias versões do configurador de produtos criadas começaram a ser usados pelo departamento Comercial e durante este período ainda foram lançadas algumas máquinas via configurador que estavam a cumprir as respectivas gamas operatórias e os materiais estavam a chegar à linha de montagem correctamente e no tempo certo para serem montados. Foi preciso dar "formação" sobre o uso do configurador de produto aos comerciais responsáveis por essa tarefa e assim foi possível fazer uma ordem de venda a partir do configurador. Os comerciais não têm que configurar nenhum dos parâmetros mencionado neste capítulo nem acesso às restrições, apenas podem "responder" às perguntas efectuadas pelo configurador de produtos. No entanto, depois de se lançarem "*slots*" de máquinas (super pré-montagem de uma máquina de qualquer tamanho) chegaram encomendas de clientes e foi possível dar ao cliente um *lead time* muito mais reduzido do que o previamente definido.

6 Conclusões e trabalhos futuros

6.1 Conclusões

O aumento do nível de exigência dos clientes, num ambiente marcado pela rivalidade entre concorrentes, a customização em massa contribui para o alcance das vantagens competitivas.

A possibilidade de se poder configurar produtos, rapidamente e a baixo custo permite obter economias de escala e alcance, fundamentais para o objectivo da estratégia de customização em massa.

Para as empresas que oferecem uma extensa variedade de alternativas de customização para o mercado no seu processo produtivo, a utilização de um *software* configurador de produto contribui, para aumentar a eficiência da estratégia de customização em massa.

São várias as vantagens do uso da tecnologia de informação nomeadamente o aumento da velocidade e flexibilidade, redução de tempos e custos produtivos, do controle de informações, agilidade no fluxo de informações, por meio da rápida interacção entre as áreas, em particular o sector comercial e as áreas envolvidas no processo de customização, como o planeamento e as compras. Neste caso a flexibilidade do sistema de produção pode ser aumentada, visto que se consegue manter o produto em estado neutro até ao último momento possível do processo (super pré-montagem e customização) assente na filosofia da postergação. O uso de componentes modulares também permitiu reduzir o tempo da super pré-montagem visto que são componentes que podem ser agrupados em operações paralelas à linha de montagem. Outra vantagem dos componentes modulares é serem pensados para que possam ser adaptados a máquinas com diferentes opções, pelo que montando numa ou noutra máquina não precisem de qualquer outro ajuste, permitindo também essa flexibilidade.

O configurador de produto tornou-se uma ferramenta útil na configuração das opções de customização do produto e com base no protótipo construído, podemos concluir que o processo de encomenda de uma máquina se tornou mais fácil, ágil, menos moroso e com menos erros. Os engenheiros do produto ganhariam cerca de sete horas de trabalho desnecessário na revisão da encomenda e lançamento em fabrico. O comercial responsável por configurar uma máquina não precisou também de conhecer em pleno o produto visto que este emite uma mensagem de erro sempre que se quiser seleccionar uma opção não válida.

Não se pode deixar de referir, no entanto, a necessidade de constante manutenção do configurador para atender às constantes alterações das necessidades dos clientes.

6.2 Trabalhos futuros

Como oportunidades para futuros trabalhos sugere-se o desenvolvimento de uma interface mais "*user-friendly*" para o utilizador do departamento comercial.

Posteriormente a criação do configurador de vendas *online* permitiria ao cliente ter a possibilidade de configurar a sua própria máquina com uma proposta de preço e de *lead time* na resposta à encomenda efectuada. Esta ferramenta colocaria ainda à disposição dos utilizadores funcionalidades de pesquisa e comparação de produtos e poderia ser usada como uma maneira de envolver mais o cliente e obter mais informação sobre as suas necessidades.

Sugere-se também, com base num estudo de engenharia, o aumento de componentes modulares, para que se possa retirar o maior número de vantagens que estes componentes oferecem ao nível da produção.

Com a migração para o novo sistema ERP que a Adira irá possuir seria imprescindível proceder a melhorias nos protótipos dos configuradores criados, nomeadamente tornar os configuradores de cada gama e modelo de máquina num só configurador para toda a gama. Existem mais modelos de máquinas que também não foram contemplados com configurador, que seria uma importante evolução.

Referências

Carliss, Y.B. e B.C. Kim. 1997. *Managing in an Age of Modularity*.

Davis, S.M. 1997. *Future perfect*. Addison-Wesley Publishing.

Dornier, P. 2000. *Logística e operações globais: textos e casos*. Atlas.

Feitzinger, E. e H. Lee. 1997. "Mass customization at Hewlett-Packard: The power of postponement." *Harvard Business Review* no. 75.

Fogliatto, F.S. e G.J.C. da Silveira. 2010. *Mass Customization: Engineering and Managing Global Operations*. Springer.

Jacobs, F.R., R.B. Chase e R.R. Lummus. 2011. *Operations and Supply Chain Management*. McGraw-Hill Irwin.

Jiao, J., Q. Ma e M.M. Tseng. 2001. "Towards high value-added products and services: mass customization and beyond." *Technovation* no. 23.

Kotha, Suresh. 1995. "Mass customization: implementing the emerging paradigm for competitive advantage." *Strategic Management Journal* no. 16 (S1):21-42.

Liechty, John, Venkatram Ramaswamy e Steven H Cohen. 2001. "Choice menus for mass customization: An experimental approach for analyzing customer demand with an application to a Web-based information service." *Journal of Marketing Research*.

Liker, J. e D. Meier. 2005. *The Toyota Way Fieldbook*. Mcgraw-hill.

Machado, André Gc e Walter Fa Moraes. 2008. "Estratégias de customização em massa: evidências e análises em empresas do setor de confecção de artigos de vestuário." *Base: Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos, São Leopoldo*.

Monden, Yasuhiro. 1983. *Toyota production system: practical approach to production management*. Industrial Engineering and Management Press, Institute of Industrial Engineers Norcross, GA.

Piller, Frank T, Kathrin Moeslein e Christof M Stotko. 2004. "Does mass customization pay? An economic approach to evaluate customer integration." *Production planning & control* no. 15 (4).

Pine, B.J. 1993. *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*. Harvard Business School Press.

Pinto, J.P. 2010. *Gestao De Operaçoes: Na Indústria E Nos Serviços*. LIDEL.

Rother, M., J. Shook e Lean Enterprise Institute. 2003. *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Taylor & Francis.

Salvador, Fabrizio, Cipriano Forza e Manus Rungtusanatham. 2002. "Modularity, product variety, production volume, and component sourcing: theorizing beyond generic prescriptions." *Journal of Operations Management* no. 20 (5).

Slack, N., S. Chambers e R. Johnston. 2007. *Operations management*. Prentice Hall/Financial Times.

Starr, M.K. 1989. *Managing production and operations*. Prentice Hall.

Urban, Glen L e John R Hauser. 2004. "" Listening In" to Find and Explore New Combinations of Customer Needs." *Journal of Marketing*.

Van Hoek, R. I. 2001. "The rediscovery of postponement a literature review and directions for research." *Journal of Operations Management* no. 19.

Womack, J.P. e D.T. Jones. 2010. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press.

Zinn, W. 1990. "O retardamento da montagem final de produtos como estratégia de marketing e distribuição." *Revista de Administração de Empresas* no. 30.

http://www.slideshare.net/Comunidade_Lean_Thinking/lean-thinking?from_search

http://www.grupoi68.com/pt/articulo/30-configurador

http://paginas.fe.up.pt/gowww/baan/baan.html

http://docs.oracle.com/cd/E12293_01/jded/acrobat/SCM89PCF0309.pdf

http://baansupport.wordpress.com/2012/08/16/baan-erp-iv-manufacturing-product-configuration-part-1/

ANEXO A: Árvore do produto PM013530

PM13530-32

				QTD	OPERAÇÃO
SPM					
	QU1-0101-00-0065	**CORPO DA ESTRUTURA**		1	101
	QU1-0128-00-0016	AMARRAÇÃO DO CILINDRO		2	110
	QU1-0350-00-0021	MONTAGEM PROFUNDIDADE QUINAGEM		2	110
	QU1-0200-00-0035	MONTAGEM CIRCUITO HIDRAULICO		1	110
	QU1-0251-00-0003	MICROS DE INCLINAÇÃO E FIM DE		1	110
	120807111	PARAF CIL SXT INT M10x35 DIN91		30	110
	120805119	(PCSE) PARAF. DIN933-8.8-M24x1		4	110
	182550012	VALVULA PROP. PIL500PC06P12-LC		2	110
	NM1-0201-00-0085	**MONTAGEM CILINDRO**		2	103
	NM1-0205-00-0026	**MONTAGEM DO GRUPO ENERGÉTICO**		1	104
	QU1-0500-0D-0001	**M.Q.E. SUPER PRE MONTAGEM BASE**		1	201
	QU1-0500-0D-0002	**M.E.E. MONTAGEM GENERICA EXTER**		1	201
	NM1-0151-01-0100	**CABOS VÁLVULAS 5,5m PM v30**		1	203
	NM1-0151-00-0404	**CABOS REGUAS LINEARES 3,5/7m**		1	303
	NM1-0151-01-0150	**CABOS M.INCLINAÇÃO FIM DE DESC**		1	304
	NM1-0033-00-0054	**MONTAGEM DO PENDURAL**		1	106
	QU9-0140-00-0053	**PARTES COMUNS EIXO X**		1	102
	QU1-0140-00-0023	**MONTAGEM BRAÇO C/ MOTOR**		1	102
	QU1-0140-00-0025	**MONT. BRAÇO DIREITO FUSO 25x25**		1	102
	QU1-0159-00-0060	**MONT. DA REGUA DO ESBARRO**		1	102
	131203120	**CORREIA DENTADA 25T10/5140 PAZ**		1	102
	NM1-0151-00-1800	**CABO PRE-MONTAGEM ENCODER LX32**		1	304
	110903004	**OLEO HIDRAULICO ISO HVG46**		115	108
	110903004	**OLEO HIDRAULICO ISO HVG46**		15	108
	171303181	**MOT.EL. 7.50kW,1500,400V-50Hz,**		1	104
	QU1-0515-0B-0001	**M.Q.E.PM OPÇAO POTENCIA 7,5/9**		1	303
	NM1-0151-00-0219	**CABO MOTOR ELECTRICO PRINCIPAL**		1	303
C					
	NM1-0156-00-0003	**M.E.MONTAGEM PEDAL ELECT.3 POS**		1	245
AMM001	QU9-0272-00-0068	**KIT DE MESA STANDARD**		11	140
	QU9-0273-00-0003	**ACESSÓRIOS ROTAÇÃO MATRIZ**		1	140
AMM002	QU1-0272-00-0066	**MONTAGEM DA BARRA DE CENTRAGEM**		6	140
	QU9-0273-00-0003	**ACESSÓRIOS ROTAÇÃO MATRIZ**		1	140
AMM003	QU1-0272-00-0056	**KIT DE MESA III (RASGO 13 mm)**		1	140
	QU9-0273-00-0003	**ACESSÓRIOS ROTAÇÃO MATRIZ**		1	140
TCN001	QU1-0522-00-0010	**M.Q.E.OPÇÃO AdControl 10**		1	201
TCN002	QU1-0522-00-0012	**M.Q.E.OPÇÃO AdControl 10 OPT**		1	201
TCN003	QU1-0522-00-0015	**M.Q.E.OPÇÃO AdControl 15**		1	201

TCN004	QU1-0522-0B-0001	**M.Q.E.OPÇÃO DNC 64 PS**	1	201
TCN005	QU1-0522-0B-0002	**M.Q.E.OPÇÃO DNC 884 PS**	1	201
SCD001	QU1-0270-00-0060	**MONTAGEM DA MESA STANDARD**	1	135,1
SCD002	QU1-0270-00-0086	**MONTAGEM DA MESA STANDARD (L=1**	1	135,1
SCD003	QU1-0270-00-0043	**MONTAGEM DA MESA BOMBEADA**	1	135,2
	NM1-0151-00-0908	**CABOS MESA BOMBEADA 8m**	1	135,2
	QU9-0270-00-0101	**MONTAGEM BARRAS NIVELAMENTO**	1	135,2
SCD004	QU1-0270-00-0074	**MONTAGEM DA MESA BOMBEADA (L=1**	1	135,2
	NM1-0151-00-0908	**CABOS MESA BOMBEADA 8m**	1	135,2
	QU9-0270-00-0101	**MONTAGEM BARRAS NIVELAMENTO**	1	135,2
TPS000	QU9-0250-00-0055	**PARTES LAZER SAFETY**	1	145
	171518222	**SIST.CÉL.LAZERSAFE LZS-LG SB (**	1	145
	QU1-0250-00-0047	**MONTAGEM DO EMISSOR LAZER**	1	145
	QU1-0250-00-0048	**MONTAGEM DO RECEPTOR LAZER**	1	145
	QU2-0302-00-0026	**BLINDAGEM DO LASER**	2	145
	QU1-0254-00-0053	**MONTAGEM DAS GUARDAS LATERAIS**	1	145
	171518084	**BARREIRA SEGURANÇA VISION REF.**	1	145
	QU1-0274-00-0122	**MONTAGEM DO BRAÇO FIXO**	2	145
	QU1-0501-0D-0001	**M.Q.E. OPÇAO PCSS-A0 CE PM/PA**	1	105
	NM1-0151-00-0312	**CABOS MONITORES VALVULAS 5,5m**	1	105
	NM1-0151-00-0706	**CABOS EMISSOR/RECEPTOR LASER 4**	1	105
	NM1-0151-00-0604	**CABOS GUARDAS LATERAIS 5,5/7,5**	1	105
	QU1-0501-0C-0009	**M.Q.E.OPÇÃO CELULAS POSTERIORE**	1	105
	NM1-0151-00-0684	**CABOS OPÇÃO REER 4/8,5 metros**	1	105
TPS000	QU1-0501-0D-0002	**M.Q.E. OPÇAO PCSS-A0 NCE PM/P**	1	105
EIXO X	QU9-0158-00-0029	**CABEÇA MANUAL**	2	110
	QU1-0503-00-0021	**M.Q.E. MATERIAL EIXO ESBARRO (**	1	201
EXE001	QU9-0142-00-0046	**PARTES COMUNS EIXO R**	1	115
	QU1-0158-0E-0016	**MONT. DA CABEÇA MOT. (ESQ.)**	1	115
	QU1-0158-00-0016	**MONT. DA CABEÇA MOT.**	1	115
	QU1-0158-00-0028	**MONT. DOS FREIOS CABEÇA MOT.**	2	115
	QU1-0503-0D-0002	**M.Q.E.EIXOS LX32 Rx2 PM V30**	1	215
	NM1-0151-00-0842	**CABOS LX32 R 10m**	1	215
	170510204	**CABO RJ45 - VS-RJ45 (0,5m)**	1	215
	NM1-0151-00-1800	**CABO PRE-MONTAGEM ENCODER LX32**	1	215
	QU1-0503-00-0021	**M.Q.E. MATERIAL EIXO ESBARRO (**	1	201
SEM R	QU1-0542-00-0005	**Pré-Instalação EIXO Rx2**	1	215
EXE002	QU9-0145-00-0037	**PARTES COMUNS EIXO Z**	1	120

	QU1-0145-00-0002	**MONTAGEM DA UNIDADE DO EIXO Z1**	1	120
	QU1-0145-00-0003	**MONTAGEM DA UNIDADE DO EIXO Z2**	1	120
	QU1-0503-00-0011	**M.Q.E.EIXOS LX32 Z1+Z2 PF**	1	220
	NM1-0151-00-0840	**CABOS LX32 Z1+Z2 5+10m**	1	220
	NM1-0151-00-1800	**CABO PRE-MONTAGEM ENCODER LX32**	2	220
	QU1-0503-00-0021	**M.Q.E. MATERIAL EIXO ESBARRO (**	1	201
	QU1-0522-0B-0012	**M.Q.E.OPÇÃO MAX300/A DNC880 Z1**	1	201
SEM Z	QU1-0542-00-0001	**Pré-Instalação EIXOS Z12**	1	220
INT001	730901151	**INTERM. AJUST. H125,9**	15	130
	220503027	**(MLH) MOLA HELIC. N01-0027**	30	130
INT002	731301151	**INTERM. AJUST. H125 C/POSIÇÃO**	15	130
	XQ-07773	**BARRA DE APERTO**	15	130
	220503027	**(MLH) MOLA HELIC. N01-0027**	30	130
TSA001	NM1-0502-00-0010	**OPÇAO AUTO.TRF. 220V/400V 25KV**	1	105
PAD001	FQ-00249	**RELAÇÃO DE CHAPAS PM (EUA) COM**	1	105
PAD002	FQ-00250	**RELACAO DE CHAPAS PM (ESPANHOL**	1	105
	FQ-00187	**RELACAO DE CHAPAS C/ SEG. QHD**	1	105
	100511008	**CH.IND(E)CARACTERISTICAS DO CO**	1	105
PAD003=FR	FQ-00251	**RELACAO DE CHAPAS PM (FRANCÊS)**	1	105
	FQ-00185	**RELACAO DE CHAPAS C/ SEG. QHD**	1	105
	100501044	**CH.IND(F)CARACTERISTICAS DO CO**	1	105
PAD004=ING	FQ-00252	**RELACAO DE CHAPAS PM (INGLÊS)**	1	105
	FQ-00191	**RELACAO DE CHAPAS C/ SEG. QHD**	1	105
	100502176	**CH.IND(GB)CARACTERISTICAS DO C**	1	105
PAD005=PT	FQ-00253	**RELACAO DE CHAPAS PM (PORTUGUÊ**	1	105
	FQ-00179	**RELACAO DE CHAPAS C/ SEG. QHD**	1	105
	100510034	**CH.IND(P)CARACTERISTICAS DO CO**	1	105
PAD006=SUE	FQ-00254	**RELACAO DE CHAPAS PM (SUECO) C**	1	105
	FQ-00181	**RELACAO DE CHAPAS C/ SEG. QHD**	1	105
PAD007=ALE	FQ-00189	**RELACAO DE CHAPAS C/ SEG. QHD**	1	105
	100504022	**CH.IND(D)CARACTERISTICAS DO CO**	1	105
PAD008=ITA	FQ-00183	**RELACAO DE CHAPAS C/ SEG. QHD**	1	105
FQU001	QU9-0129-00-0001	**KIT FERRAMENTAS STANDARD**	1	135
FQU002	QU9-0129-00-0002	**KIT FERRAMENTAS I**	1	135
FQU003	QU9-0129-00-0003	**KIT FERRAMENTAS II**	1	135
FQU004	QU9-0129-00-0004	**KIT FERRAMENTAS III**	1	135
MBA001	QU9-0274-00-0113	**PARTES BRAÇO APOIO FRONTAL EM**	1	150,2

	QU1-0274-00-0089	**MONTAGEM BRAÇO APOIO DE 500**	2	150,2
MBA002	QU9-0274-00-0113	**PARTES BRAÇO APOIO FRONTAL EM**	1	150,2
	QU1-0274-00-0100	**MONTAGEM BRAÇO APOIO DE 800**	2	150,2
PIN001	QU9-0334-00-0006	**PINTURA DA MÁQUINA GUIMADIRA**	1	400
	QU9-0335-00-0002	**KIT AUTOCOLANTES GUIMADIRA**	1	400
PIN002	QU9-0334-00-0007	**PINTURA DA MÁQUINA PRIMA**	1	400
	100511098	**KIT AUTOCOLANTES PM 3M P/ PRIM**	1	400
AC	QU1-0510-00-0008	**OPÇÃO AR CONDICIONADO TX-EGO04**	1	110
PC	QU1-0200-00-0047	**APLICAÇÃO PERMUTADOR CALOR**	1	110
	QU1-0510-00-0015	**OPÇÃO PERMUTADOR CALOR (HYDAC)**	1	110

	NM2-0036-00-0001	TIRANTE DAS BLINDAGENS	4	110
	QU2-0300-0E-0309	BLINDAGEM POSTERIOR (ESQ.)	1	110
	QU2-0300-00-0309	BLINDAGEM POSTERIOR	1	110
	QU2-0300-00-0293	TAMPA	1	110
	120202004	ANILHA M6 DIN125 FE ZNB	4	110
	120502011	FEMEA M16 A=8mm DIN936 - ZI	4	110
	120823003	PARAF. ISO7380 M6x12 INOX A2	4	110
	XQ-24463	FERRAMENTAS DE REPARAÇÃO	1	110
	N11-0102	PUNHO	1	110