



Projeto Inovação Produtiva Cruz Ferramentas e Moldes LDA



Ação 1 – Introdução de Ferramenta Informática de Apoio à Gestão Avançada da Produção
Entregável E1.1 - Definição de requisitos da ferramenta de apoio à gestão da produção
INESC TEC

Índice

Ponto	página
Objetivos e organização do Entregável	5
Apresentação e organização da CFM	7
Requisitos Ferramenta Informática apoio à Gestão Produção	16
Modelo de Capacidade	18
Definição de Artigos	25
Gestão de Pedidos	30
Planeamento	31
Acompanhamento da Produção	35



Ação 1 – Introdução de uma ferramenta informática de apoio à gestão avançada da produção

Objetivos

- Nesta ação será desenvolvido um estudo conducente à implementação de uma ferramenta de apoio à gestão da produção na CFM.
- A ferramenta permitirá gerir as atividades de engenharia de produto e processo, planeamento a execução da produção incorporando fatores inovadores não disponíveis em ferramentas disponíveis no mercado como integração com modelos de CAD para geração de fichas técnicas.



Objetivos e organização do Entregável

- Este entregável tem por objetivo definir os requisitos, do ponto de vista de utilização, de uma ferramenta informática para apoiar a gestão da produção na Cruz Ferramentas e Moldes Lda. (CFM)
- O documento começa por uma apresentação da organização da empresa, seguindo-se a enumeração dos requisitos a que a ferramenta a implementar deverá obedecer.
- Os requisitos foram elaborados com base em sessões de levantamento realizadas junto de colaboradores qualificados da CFM por observação das práticas de operação na empresa.

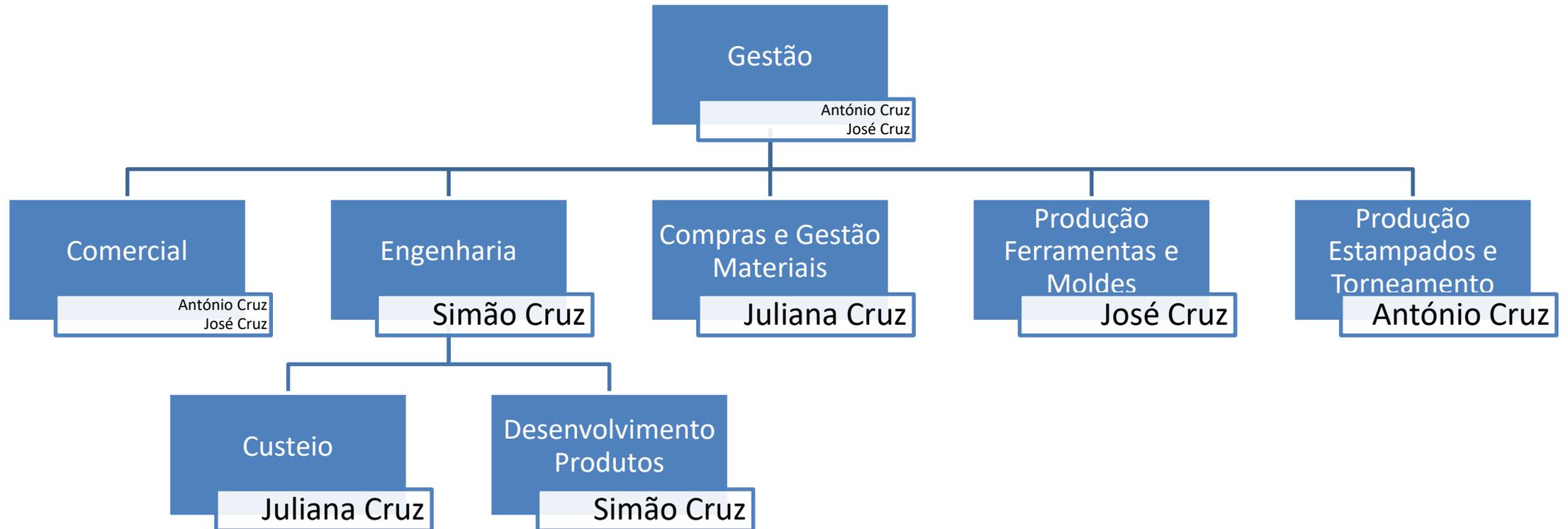


Apresentação e organização da CFM

- A CRUZ FERRAMENTAS E MOLDES (CFM) é uma empresa do setor metalomecânico especializada no fabrico de ferramentas e moldes.
- A CMF está sediada em Ribeirão, Famalicão, conta com 16 colaboradores. Dispõe de recursos tecnológicos atuais, nomeadamente centros de maquinação convencionais e CNC, laboratório de metrologia, software de CAD.
- Para além do fabrico de ferramentas e moldes a CMF também desenvolve uma atividade de produção de componentes metálicos, maioritariamente por processo de estampagem.
- A CFM é uma empresa de cariz marcadamente familiar, sendo a gestão da responsabilidade dos Senhores António Cruz e José Cruz.



Organograma da CMF



Comercial

- O processo Comercial tem por objetivo obter compromissos com clientes.
- A partir de consultas de clientes a CMF realiza pré estudos e apresenta propostas comerciais, que incluem uma descrição técnica, preços e prazos de execução.
- Para a determinação de preços a CMF tem em consideração:
 - consumos de matérias primas e outros materiais, quando estes não são fornecidos pelos clientes
 - custos de transformação realizados nas múltiplas operações de fabrico
 - gastos gerais de fabrico, nos quais se incluem os custos de engenharia
- Para a determinação de prazos a CMF tem em consideração:
 - estimativa do esforço necessário à realização das operações
 - estimativa do plano de carga em curso
- No processo de consulta os clientes podem fornecer:
 - Amostras das peças a fabricar, no caso das ferramentas ou moldes
 - Amostras das peças a fabricar ou desenhos técnicos das peças no caso dos produtos estampados.



Engenharia

- No processo de Engenharia realizam-se as atividades de projeto das peças a fabricar, custeio industrial, planeamento de operações.
- O fabrico de ferramentas e moldes é muito apoiado por desenhos técnicos CAD. Estes desenhos são a base para a geração de programas CAM de maquinaria.
- Por vezes é possível recuperar informação de projetos anteriores.
- O estudo de ferramentas mais complexas implica a simulação de tempos de ciclo de funcionamento.
- Atualmente são criadas de forma manual folhas para registo de operações de fabrico para controlo do custeio efetivo da produção.



Compras e Gestão de Materiais

- No processo de compras realizam-se as encomendas de materiais para stock interno ou para encomendas do cliente
- O stock de materiais da empresa é reduzido, mas é feito um pequeno acompanhamento de modo a garantir o mínimo exigido pela CFM.
- Neste processo também é analisado o custo de materiais para orçamentação de novos produtos



Produção de Ferramentas e Moldes

- Neste processo realizam-se ferramentas, moldes e peças técnicas de acordo com as especificações do cliente.
 - Os pedidos são feitos por amostragem de peças metálicas ou por desenho.
- Nas peças técnicas, normalmente o cliente envia o desenho que na maioria das vezes é em 2D e é feita a conversão para 3D para depois gerar o CAM, para apoio a maquinação das peças.
- No caso das ferramentas, moldes ou peças metálicas é feita a conceção e estudo do projeto, este estudo é apoiado com base no histórico mas também no experiencia dos colaboradores
- Neste processo há clientes que solicitam apenas as ferramentas, mas também temos aqueles que solicitam apenas as peças.
- Neste processo a produção das peças por vezes é única.



Produção de Peças Estampadas e Torneamento

- Neste processo a maioria dos clientes envia a matéria prima e apenas solicitam o torneamento/ estampagem das peças.
- Após a execução da ferramenta no processo de produção de ferramentas, estas são enviadas para a estampagem para a validação ou para produção das peças metálicas de acordo em a encomenda.
- Neste processo a produção é em regime contínuo e as quantidades elevadas.

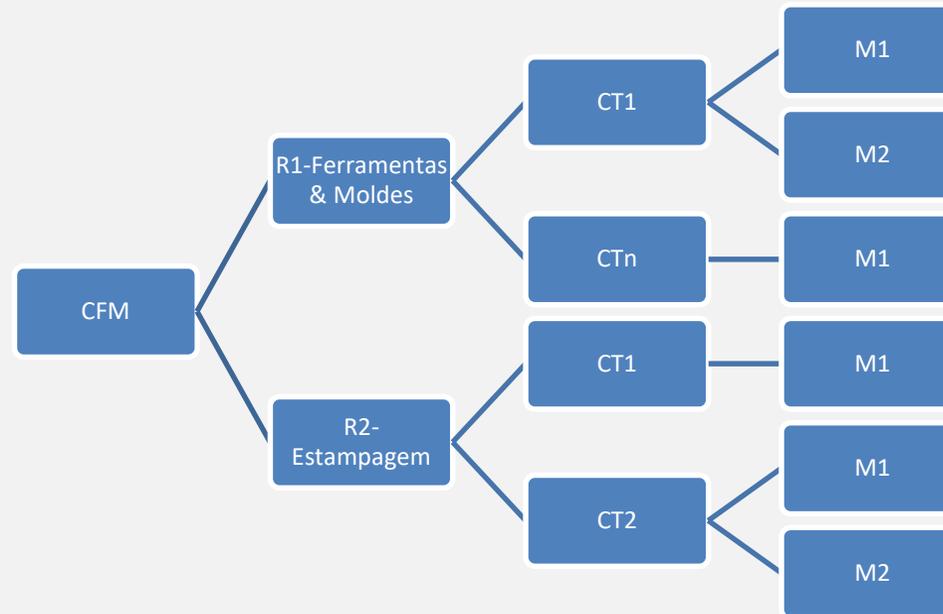


Organização dos Recursos de Produção

Os recursos produtivos da CFM organizam-se em duas secções principais:

- R1 – Dedicada ao fabrico de ferramentas e moldes
- R2 - Dedicada à produção de peças estampadas

Cada uma das secções está organizada em Centros de Trabalho, que por sua vez compreendem máquinas:



Centros de Trabalho e Máquinas

- Foi efetuado um levantamento aos Centros de Trabalho e às Máquinas existentes na CFM:
- <..\1000-CFM\1100-ESPECIFICAÇÃO\CFM.SISTEMAPRODUÇÃO.V0.1.xlsx>



Requisitos Ferramenta Informática apoio à Gestão Produção

O levantamento de requisitos foi elaborado a partir de entrevistas realizadas aos colaboradores qualificados, por observação direta e com base na experiência do INESC TEC.

O requisitos organizam-se nos seguintes pontos:

- Requisitos Gerais
- Definição do Modelo de Capacidade
- Definição dos Artigos
- Definição de Encomendas
- Planeamento de Necessidades e de Operações
- Acompanhamento da Produção

Requisitos Gerais

- A ferramenta informática de apoio à gestão de produção, daqui em diante designada por sistema, deve cobrir o ciclo de vida dos produtos no âmbito da CMF, desde a conceção até à execução.
- O sistema deve ser de fácil e intuitiva utilização.
- O sistema deve poder ser acessível através de browser web, quer nas instalações da empresa quer no exterior, garantido elevados padrões de mobilidade.
- O sistema deve implementar controlo de acesso diferenciado por perfis de utilizadores.
- O sistema deve permitir a utilização de leitores de códigos de barras nas funcionalidades de registo de operações de produção.



Definição do Modelo de Capacidade

- O sistema deve permitir definir um modelo de capacidade que represente o sistema de produção da CFM adequado ao planeamento e controlo das operações de produção internas ou subcontractadas.
- O modelo de capacidade deve considerar as seguintes entidades:
 - Máquinas
 - Pessoas
 - Ferramentas
 - Centros de Trabalho
 - Recursos Partilhados
- O modelo de capacidade deve permitir gerir as disponibilidades das diferentes entidades críticas do planeamento:
 - Horários e calendários

Definição do Modelo de Capacidade

Máquinas

- O sistema deverá permitir definir máquinas (equipamentos produtivos) como elementos atómicos do sistema de Produção.
- A cada máquina deverá ser possível atribuir uma especialização
- A cada máquina deverá se possível atribuir uma disponibilidade



Definição do Modelo de Capacidade

Operadores

- O sistema deverá permitir definir operadores como elementos atómicos do sistema de Produção.
- A cada operador deverá ser possível atribuir uma especialização
- A cada operador deverá se possível atribuir uma disponibilidade



Definição do Modelo de Capacidade

Ferramentas

- O sistema deverá permitir definir ferramentas como elementos atómicos do sistema de Produção.
- A cada ferramenta deverá ser possível atribuir uma especialização
- A cada ferramenta deverá se possível atribuir uma disponibilidade



Definição do Modelo de Capacidade

Centro de Trabalho (CT)

- Devem ser as entidades fundamentais para o planeamento e execução de operações.
 - Os CT devem poder ter várias formas de organização, nomeadamente:
 - Poderem ter competências específicas para a realização de operações
 - Poderem agregar uma ou mais máquinas
 - Poderem agregar uma ou mais pessoas
 - Poderem agregar uma ou mais ferramentas
 - Poderem ser do tipo máquinas ou pessoas
 - Poderem ter capacidade finita
 - Poderem ter disponibilidades diferenciadas
 - Poderem ser do tipo homogéneo, batch, túnel ou externo (subcontratação)



Definição do Modelo de Capacidade

Recursos partilhados

- O sistema deverá permitir a definição de recursos partilhados entre os centros de trabalho dos tipos pessoas e ferramentas.
- Os recursos partilhados reforçarão a capacidade própria de cada centro de trabalho, serão utilizados na realização das operações e libertados após a sua conclusão.
- Cada tipo de recurso partilhado terá uma disponibilidade e especialização.



Definição de Modelo de Capacidade

Gestão de disponibilidade

- O sistema deverá permitir definir de forma flexível a disponibilidade das diferentes entidades que constituem o sistema de produção, i.e. que formam o modelo de capacidade.
- O sistema deve considerar os seguintes conceitos:
 - Horário de funcionamento: períodos horários em que os recursos estão disponíveis
 - Calendário de funcionamento: períodos diários de funcionamento e respetivos horários.



Definição dos Artigos

Requisitos gerais

- O sistema deverá permitir definir os artigos a produzir.
- O sistema deverá diferenciar artigos comprados de artigos fabricados.
- O sistema deverá suportar a existência de variantes.
- O sistema deverá permitir a criação de artigos por cópia de outros artigos.
- O sistema deverá permitir definir diferentes estados para os artigos, diferenciando os que podem ser produzidos de outros estados.
- O sistema deverá permitir definir a dimensão máxima para um lote de produção.
- O sistema deverá permitir a criação de artigos multinível por composição de outros artigos previamente criados.



Definição dos Artigos

Requisitos gerais

O sistema deverá permitir definir:

- Unidades de consumo e produção
- Famílias de materiais, produtos e operações
- Materiais
- Operações
- Produtos



Definição dos Artigos

Operações

Para as Operações o sistema deverá permitir definir:

- Nome, código, descrição
- Família de operação
- Recurso principal de produção
- Recurso alternativos de produção
- Recursos partilhados
 - Pessoas
 - Ferramentas
- Tempo de preparação
- Tempo de execução
- Tipo de sobreposição com a operação subsequente
- Tempo de espera com a operação subsequente



Definição dos Artigos

Ficha técnica de artigos

- O sistema deverá permitir definir, de forma conjunta, as componentes:
 - BOM (Bill of Materiais, estrutura de partes)
 - Gama Operatória (operações de transformação)
- Cada artigo deverá conter pelo menos um material.
 - Os materiais deverão poder ser escolhidos de listas anteriormente criadas
 - Os materiais poderão ser comprados ou fabricados
- Gama operatória
 - As operações deverão poder ser selecionadas de lista previamente criadas
 - Os valores por defeito associados às operações deverão poder ser alterados
- O sistema deverá permitir criar múltiplas versões para cada artigo.
 - As versões poderão estar ativas ou desativadas
 - As versões que já foram produzidas não poderão ser alteradas



Definição dos Artigos

Geração de estrutura a partir de desenhos técnicos

- O sistema deverá permitir definir a geração automatizada de estruturas de artigos a partir de desenhos técnicos CAD em formato STEP.
 - Os desenhos CAD terão que ter as partes devidamente estruturadas em conformidade com o standard STEP AP
- Se as partes já fizerem parte da base de dados de artigos do sistema, este deverá perguntar ao utilizador se a deseja considerar.
- O sistema deverá permitir uma análise multinível
 - Em cada nível, se os desenhos técnicos considerarem múltiplas entradas para a mesma referência, o sistema deverá permitir a sua agregação de forma manual



Requisitos gerais

- O sistema deverá permitir gerir as entidades
 - Clientes
 - Pedidos de Clientes
- Os pedidos deverão poder ser do tipo orçamentos e encomendas firmes.
 - Orçamentos serão utilizados para avaliar a capacidade de fornecer e estimar prazos
 - As encomendas serão utilizadas para planear e gerir a produção
- Os pedidos deverão conter a seguinte informação:
 - Tipo pedido
 - Data pedido
 - Validade do pedido
 - Cliente
 - Artigos pedidos, quantidades e datas pretendidas



Cálculo de necessidades de materiais

- O sistema deverá permitir o cálculo de necessidades brutas de materiais necessárias à satisfação de cada pedido.
 - As necessidades de materiais deverão estar indexadas a datas
- Caso os materiais não possam estar disponíveis nas datas sugeridas, deverá ser possível redefini-las.
- Caso as quantidades pretendidas suplantem as quantidades máximas definidas para cada lote de produção, o sistema deverá propor múltiplas ordens de produção para satisfazer os pedidos.

Planeamento

Planeamento de capacidade

- O sistema deverá calcular datas de conclusão para os pedidos.
 - O cálculo deverá ter em consideração a capacidade necessária para a realização das operações definidas na estrutura de produto, a carga existente no momento do cálculo, disponibilidade dos recursos e a disponibilidade de materiais.
- No cálculo de datas o sistema deverá ter em consideração a prioridade atribuída aos pedidos e os critérios de planeamento definidos.



Geração de Ordens de Fabrico

- O sistema deverá gerar Ordens de Fabrico para acompanhamento da produção.
- A ordem de fabrico deverá conter a seguinte informação:
 - Cliente
 - Artigo
 - Quantidade pretendida, data pretendida, data planeada
 - Operações a realizar
 - Recursos, tempos de preparação, tempos de execução
 - Materiais e respetivas quantidades.
- As ordens de fabrico deverão ter códigos de barras associados para facilitar o registo das operações em chão de fábrica.



Planeamento de operações

- O sistema deverá permitir a visualização do planeamento de operações de forma gráfica através de:
 - Gantts de operações nos centros de trabalho
 - Gantts de ordens de fabrico
 - Histogramas de capacidade nos centros de trabalho
- Os sistema deverá permitir visualizar o planeamento através de indicadores:
 - Cumprimentos de prazos
 - Ocupação de recursos
- O sistema deverá fornecer informação do estado de execução das ordens de fabrico:
 - Estado das ordem de fabrico
 - Estado das operações, quantidade realizada e em falta
 - Datas previstas efetivas

Acompanhamento da Produção

Requisitos gerais

- O sistema deverá permitir o registo e acompanhamento das operações de produção.
- O registo das operações deverá ser realizado de forma simples e intuitiva, através de terminais colocados próximos dos locais de realização das operações.
- O sistema deverá auxiliar os operadores na seleção das operações a realizar, a partir da identificação de cada operador



Acompanhamento da Produção

Registo de operações

- A partir da identificação de cada operador, o sistema deverá sugerir as operações a realizar.
- Para cada registo, o operador deverá indicar e em função da ação:
 - Tipo de ações
 - Recurso em utilização
 - Quantidade produzida
 - Motivo da paragem
- O carimbo de tempo associado a cada registo poderá ser:
 - Automático, com a data hora do momento do registo
 - Diferido no tempo, por solicitação voluntária do operador
- O sistema deverá selecionar as operações/registos possíveis em função do perfil do operador



Acompanhamento da Produção

Quadro de acompanhamento da execução da produção

- O sistema deverá contemplar um quadro de acompanhamento da produção que permita:
 - Conhecer o estado geral das ordens de produção
 - Planeadas e não iniciadas
 - Planeadas e em curso
 - Concluídas
 - Conhecer o estado de cada ordem de produção:
 - Estado de cada operação
 - Quantidade produzida
 - Planeado vs executado





Projeto Inovação Produtiva Cruz Ferramentas e Moldes LDA



Ação 1 – Introdução de Ferramenta Informática de Apoio à Gestão Avançada da Produção
Entregável E1.2 - Ferramenta de apoio à gestão da produção
INESC TEC

Índice

Ponto	página
Objetivos e organização do entregável	5
Gestão de Utilizadores	7
Modelo de Capacidade	9
Modelo de Informação de Engenharia	21
Gestão de Pedidos	36
Planeamento	41
Registo e Acompanhamento da Produção	61



Ação 1 – Introdução de uma ferramenta informática de apoio à gestão avançada da produção

- Nesta ação será desenvolvido um estudo conducente à implementação de uma ferramenta de apoio à gestão da produção na CFM.
- A ferramenta permitirá gerir as atividades de definição da engenharia de produto, planeamento a execução da produção incorporando fatores inovadores não disponíveis em ferramentas disponíveis no mercado como integração com modelos de CAD para geração de fichas técnicas.



Objetivos e organização do entregável E1.2

- Este entregável tem por objetivo apresentar a ferramenta informática de apoio à gestão da produção na Cruz Ferramentas e Moldes Lda (CFM).
- A ferramenta tem por base os requisitos identificados no Entregável E1.1.
- Este entregável organiza-se nos seguintes pontos:
 - Gestão de Utilizadores
 - Modelo de Capacidade
 - Modelo de Informação de Engenharia
 - Gestão de Pedidos
 - Planeamento de Necessidades e de Operação de Produção
 - Registos de Produção
 - Acompanhamento da Produção



Gestão de Utilizadores

- Permite definir perfis de permissões de acesso aos diferentes módulos e funcionalidades do sistema.
- Os direitos de acesso são definidos nos perfis.
- Cada utilizador é assignado a um perfil, herdando desse os direitos de acesso.
- O acesso ao sistema é feito através da identificação do utilizador e controlado por palavra passe.
- Só um utilizador com perfil de Administrador pode alterar os direitos de acesso aos restantes utilizadores.

Editar Perfil
Editar perfil

Nome: Administrator

Descrição: Administrador

Módulo

Acesso

Guardar Cancelar

Criar Utilizador
Criar novo utilizador

Nome: Nome e sobrenome

Nome de Utilizador: Nome de utilizador (sem espaços)

Email: Email

Senha: Senha

Palavra-passe: Palavra-passe (mínimo 8 caracteres) Verificar palavra-passe

Operação: Seleccione a operação (opcional)

Perfis: Administrador, Super Utilizador

Configuração do Sistema

Modelo de Capacidade

- O módulo Modelo de Capacidade abarca a definição do Sistema de Produção e compreende:
 - Gestão de Disponibilidades
 - Gestão de Capacidades
 - Gestão de Recursos
 - Gestão de Subrecursos



Modelo de Capacidade

Gestão de Disponibilidades

- Permite definir os períodos temporais em que os recursos e subrecursos estão disponíveis, diferenciados por:
 - Períodos de Trabalho,
 - Horários,
 - Calendários.



Modelo de Capacidade

Gestão de Disponibilidades: Períodos de Trabalho

- Cada Período de Trabalho é definido por uma hora de início e de fim.
- Pode ter um período de intervalo.
- Tem um nome associado.
- Para períodos de trabalho de 24 horas definir início às 00:00 e fim às 23:59:59
- Para períodos de não trabalho (com duração de zero horas) definir início e fim às 00:00.

Criar Período de Trabalho
Criar novo período de trabalho

Nome:

Início do período:

Fim do período:

Definir intervalo:

Início do intervalo descanso:

Fim do intervalo de descanso:

Guardar
Cancelar

Definir pelo menos um período de trabalho e um período de não trabalho para associar aos dias de folga.

Definir intervalo de almoço

Sugestão: designar por PT Normal.

Modelo de Capacidade

Gestão de Disponibilidades: Horários

- Horários representam as jornadas de trabalho.
- Podem ter um ou mais Períodos de Trabalho.

Panel de controlo

Criar de Utilizadores

Modelo de Capacidade

Criar de Disponibilidades

Períodos de Trabalho

Horários

Novo Horário

Lista Horários

Calendários

Capacidades

Recursos

Subrecursos

M de Informação de Engenharia

Criar de Pedidos

Planejamento

Criar Horário

Criar novo horário

Quitar

Cancelar

Nome

Nome

Nome é necessário

Períodos de Trabalho

Nome	Início do período	Fim do período
Selecione Período de Trabalho...		
I		
Período de não trabalho (00:00 - 00:00)		
24x7 (00:00 - 23:59)		
Intervalo geral (08:00 - 08:00)		
Período de trabalho normal (08:30 - 17:30)		
Período de trabalho Qualidade (09:00 - 18:00)		
Período de trabalho Part-Time (15:00 - 19:00)		
Turno2 (17:00 - 23:00)		

© 2018 Licenciado a NEVES E NEVES - v0.1.1-BETA.23

Definir pelo menos dois horários, um de trabalho e outro de não trabalho.
Sugestão: designar H Normal, etc.

Modelo de Capacidade

Gestão de Disponibilidades: Calendários

- Cada calendário permite a definição de múltiplos horários com períodos de trabalho e não trabalho para cada dia da semana (Seg, Ter, Qua, Qui, Sex, Sab, Dom).
- Cada calendário permite a definição de períodos de férias.
- É possível definir calendários específicos a utilizar por Máquinas, Operadores, Ferramentas e Centros de Trabalho.
- Calendários específicos sobrepõem-se ao calendário genérico.

INESC TEC
Laboratório Associado

Editar Calendário

Editar calendário

Quarta
Cancelar

Ativo

Calendário Principal

Nome CALENDÁRIO NORMAL

Início	Fim
08:00	17:00

Períodos de Validade

Data de Início 2012/2017 Data de Fim 31/12/2020 ✕

01/01/2021 01/01/2021 +

Modelo de Capacidade

Capacidades

- Representam a aptidão para realizar determinada operação ou tarefa.
- O sistema permite definir diferentes tipos de capacidades:
 - Skills: aplicáveis a pessoas (workers) ou grupos de pessoas (workerpool)
 - Capabilities: aplicáveis a máquinas ou workcenters (Centros de Trabalho)
 - Tclass: aplicáveis a ferramentas ou grupos de ferramentas (Toolpools)
- A cada capacidade também é possível definir níveis de especialização (ex.: grau de habilitações).
 - Estes atributos vão auxiliar na definição dos recursos necessários à produção, nos modelos de informação de engenharia.

As Capacidades devem ser definidas na forma verbal. Ex.:

- Cortar
- Maquinar
- Embalar

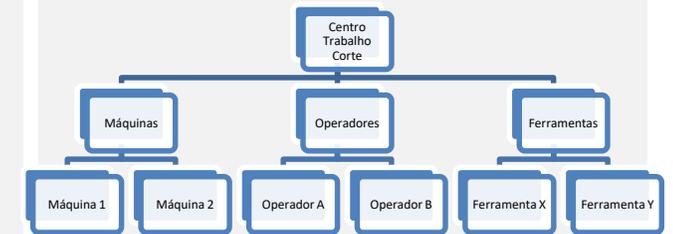
Os níveis de especialização permitem estabelecer diferenciações

Modelo de Capacidade

- Recursos

- São os meios disponíveis para realizar operações.
 - Podem ser
 - Tipo simples:
 - Operários,
 - Máquinas
 - Ferramentas
 - Tipo composto:
 - Centros de Trabalho.
 - Tipo partilhado (sub recursos)
 - Pessoas
 - Ferramentas
- Na definição das operações só podem ser utilizados recursos dos tipos Centros de Trabalho e Sub recursos

Hierarquia de um Centro de Trabalho



Tipos de Centros de Trabalho

- Os Centros de Trabalho podem ser dos tipos:
 - *Batch*: Têm uma capacidade em volume e normalmente um limite máximo de peso que podem suportar. Por vezes designado por tipo “forno”.
 - Túnel: Centro de trabalho onde as peças são processadas em contínuo.
 - CT Homogéneo com Divisão: Centro de Trabalho constituído por n recursos idênticos. O planeamento é efetuado individualmente para cada um dos recursos internos do CT Homogéneo.
 - Homogéneo sem Divisão: Centro de Trabalho constituído por n recursos idênticos, que é considerado como um recurso único, com n recursos internos. O escalonamento efetua-se dividindo o tempo previsto para a operação pelo número de recursos do CT Homogéneo. O CT Homogéneo sem Divisão é o tipo de CT convencional.
 - Subcontratação: Centro de Trabalho externo, onde se realizam as operações subcontratadas.
- Cada Centro de Trabalho tem associada uma eficiência, que afeta o planeamento das operações.
 - Por exemplo se uma determinada operação tem como tempo de execução 60 minutos, se a eficiência do centro de trabalho onde vai ser executado for igual a 80% então a execução demorará $60/80\%$ minutos=75 minutos. Será esse tempo que é considerado em sede de planeamento, embora no documento da Ordem de Fabrico seja afixado o valor original (60 minutos).



Modelo de Capacidade

Tipos de Centros de Trabalho

- Os Centros de Trabalho podem ser do tipo Máquina ou Pessoas
- Podem ter capacidade finita ou infinita
- Cada Centro de Trabalho tem aptidões , o que facilita a seleção de recursos quando se definem gamas operatórias.
- Cada Centro de Trabalho tem associado um Calendário.
- São admitidas exceções aos calendários:
 - Licenças: períodos limitados de tempo em que determinados recursos não estão disponíveis (p.ex. licença de férias)
 - Horas Extras: períodos limitados de tempo em que o horário de trabalho é estendido
 - Mudanças temporárias de Capacidade: redução/aumento temporários da capacidade (por ex. menos uma máquina num centro de trabalho homogéneo)



Modelo de Capacidade

Exemplo de Centro de Trabalho: Estampagem constituído por 5 máquinas e 3 operários

Caracterização Explorador

 **R2ESTAMPAGEM - R2 ESTAMPAGEM**
Centro de trabalho

▲  R2ESTAMPAGEM - R2 ESTAMPAGEM

- ▲  v1
 - ▲  Machines1
 -  EQP0027 - PRENSA 1
 -  EQP0028 - PRENSA 2
 -  EQP0043 - PRENSA 3
 -  EQP0058 - PRENSAT50
 -  EQP0054 - PRENSA T100
 - ▲  Workers1
 - ▲  PT Normal
 -  O005 - HELDER ARAÚJO
 -  O002 - CANDIDA CRUZ
 -  O006 - INES COSTA

Recursos

-  Workers
-  Machines
-  Tools



Modelo de Capacidade

Centros de Trabalho Batch e Túnel

- Para estes Centros de Trabalho é necessário definir um conjunto de informações suplementares denominadas por Túnel Manager ou Batch Manager, respetivamente.
- Cada Manager do CT requer a definição de:
 - Classe de Capacidade
 - Capacidade;
 - Quantidade
- Cada Manager por sua vez necessita da definição de um ou mais ciclos batch/túnel, através da definição de classes de agregação.



Modelo de Capacidade

Subrecursos

- São recursos partilhados entre Centros de Trabalho.
- Podem ser do tipo pessoas ou ferramentas. Todos os elementos constituintes de um determinado subrecurso são considerados equivalentes em termos de capacidade e competências.
- Assume-se que os subrecursos do tipo ferramentas, quando não ocupados estão sempre disponíveis.



Modelo de Capacidade

Tempos de Mudança

- Permitem definir tempos necessários à mudança de referencia de produto nos centros de trabalho e estão associados a características.
- Os tempos de mudança são definidos sob a forma de matrizes e podem substituir, acrescentar ou subtrair tempos aos valores definido por defeito para preparação da operação seguinte.
- Existe ainda a possibilidade de considerar que como incompatível determinados tipos de mudança.

Versão	Matriz Tempos Mudança	Grupo de Características	
Característica		Unidade de Tempo	
DIAMETRO		M	
Valor	100	120	150
100		5 A	6 A
120	4 A		3 A
150	2 R	0 A	

Exemplo:

no centro trabalho Furação
para a caraterística DIAMETRO
passar de 100 mm para 120 implica um
acrécimo de 5 minutos ao tempo pré
definido de preparação.
Passar de 150 mm para 120 implica um
acrécimo de 2 minutos

Modelo de Informação de Engenharia

Configuração do Sistema

- O módulo Modelo de Engenharia abarca a definição dos produtos (artigos) a fabricar.
- Compreende:
 - Famílias
 - Unidades
 - Características
 - Documentos
 - Materiais
 - Operações
 - Produtos



Modelo de Informação de Engenharia

- Famílias

- Famílias são grupos de entidades e facilitam a sua gestão através de atributos genéricos.

- Devem ser definidas famílias para as entidades:

- Produtos
- Materiais
- Operações

Sugestões de codificação:

FPdddddd

FMdddddd

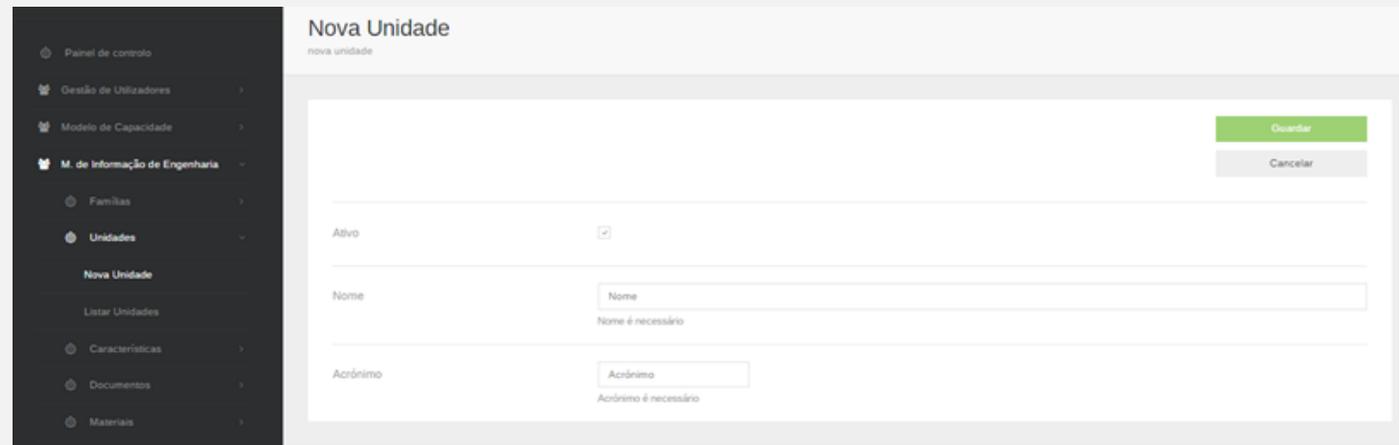
FOdddddd



Modelo de Informação de Engenharia

Unidades

- As unidades servem para quantificar Materiais e Produtos.



The screenshot shows a web application interface for creating a new unit. On the left is a dark sidebar menu with the following items: 'Panel de controlo', 'Gestão de Utilizadores', 'Modelo de Capacidade', 'M. de Informação de Engenharia' (selected), 'Famílias', 'Unidades' (selected), 'Nova Unidade', 'Listar Unidades', 'Características', 'Documentos', and 'Materiais'. The main content area is titled 'Nova Unidade' with the subtitle 'nova unidade'. It contains a form with the following fields: 'Ativo' with a checked checkbox, 'Nome' with a text input field and the label 'Nome' and the note 'Nome é necessário', and 'Acronímico' with a text input field and the label 'Acronímico' and the note 'Acronímico é necessário'. In the top right corner of the form area, there are two buttons: 'Guardar' (green) and 'Cancelar' (grey).

Modelo de Informação de Engenharia

Características

- São propriedades associadas a Produtos, que são utilizadas nas matrizes de tempos de mudanças e nos Produtos Específicos.
- Cada característica possui uma estratégia de organização, que pode ser linear, circular ou recursiva. A estratégia de organização a selecionar deve ser aquela que conduza a uma boa solução no escalonamento de ordens de fabrico, para o objetivo pretendido.
- O significado de cada uma dessas estratégias é o seguinte:
 - Linear: A ordenação segue a lista e quando é atingido o fim da lista, volta para trás.
 - Circular: A ordenação segue a lista e quando é atingido o fim da lista, volta ao início da mesma.
 - Recursiva: A ordenação utiliza sempre o elemento mais próximo da lista, podendo ser para a frente ou para trás.
- É atribuído um conjunto de valores a cada característica.

Exemplo de Característica: Cor

- Branco
- Cinza
- Preto

Editar Característica

Editar característica

Quitar

Cancelar

Ativo

Nome

Estratégia de Organização

Valores

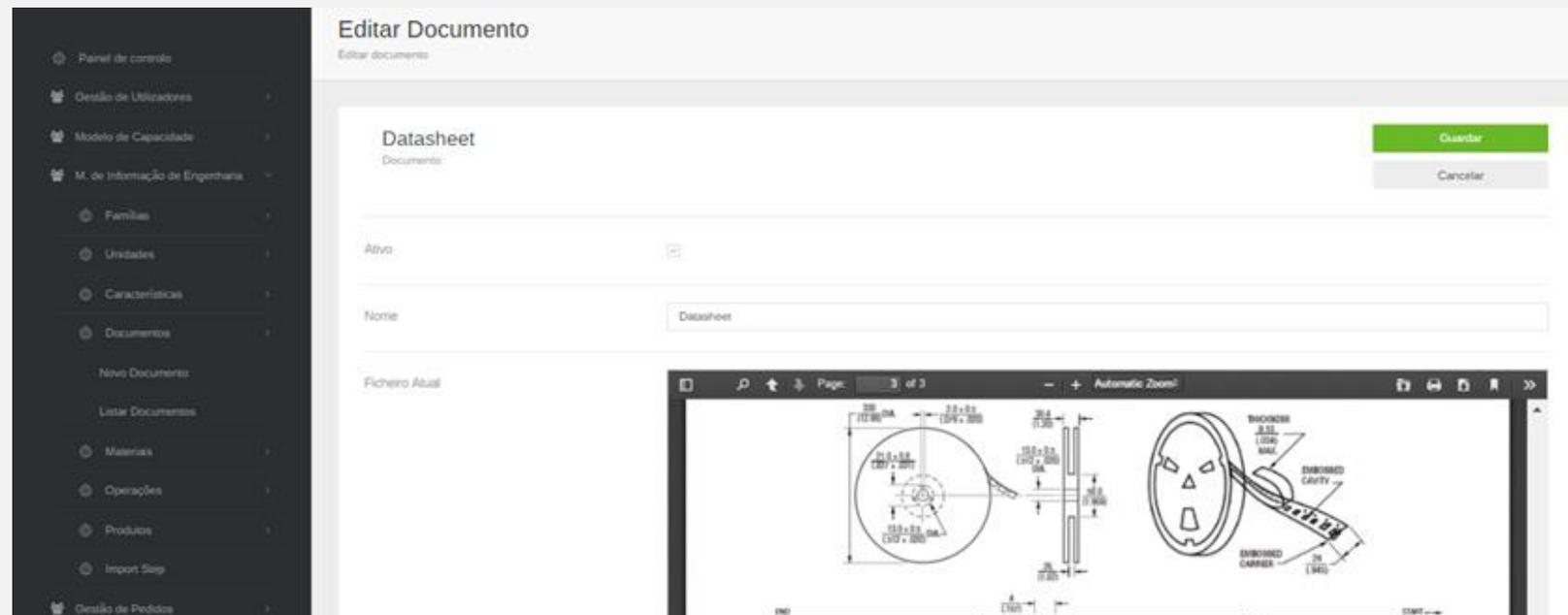
Branco	Editar	Remover
Cinza	Editar	Remover
Preto	Editar	Remover

+ Adicionar Valor

Modelo de Informação de Engenharia

Documentos

- Podem ser associados documentos, em formato pdf, a operações e visualizados no módulo MRD.



Modelo de Informação de Engenharia

Materiais

- São todos os itens comprados diretamente a fornecedores (matérias primas ou componentes) ou seja itens que não sofreram nenhuma operação de transformação na unidade fabril onde a aplicação é utilizada.
 - Cada material possui um identificador único, nome, descrição, fornecedor, custo por unidade.
 - Cada Material tem uma unidade de medida associada.
 - Os Materiais são classificados em Famílias do tipo material.
 - Os Materiais são transformados em Produtos através da execução de Operações.

)- TUBO ALUMÍNIO 3M

Guardar

Cancelar

MOLOS

TUBO ALUMÍNIO 3M

TUBO DE ALUMÍNIO 3M

FORNECEDOR 1

€ 1000

m

TUBOS ALUMÍNIO



Operações

- Representam as transformações realizadas pelos recursos sobre os materiais.
- Cada Operação é realizada num recurso (Centro de Trabalho).
 - Podem ser definidos Centros de Trabalho alternativos
 - Podem ser definidos subrecursos
- Podem ser definidos tempos distintos para Preparação e Execução

Utilizar a forma verbal para definir as operações:

- Cortar
- Maquinar
- Estampar
- Embalar

Utilizar códigos do tipo:

- OPdddd



Modelo de Informação de Engenharia

Operações



Editar Operação
Editar operação

OP0001 - CORTAR
Operação

Quitar
Cancelar

Ativo

Código: OP0001

Abreviatura: CORTAR

Nome: CORTAR

Descrição: CORTAR

Família: CORTE



Recursos

Recurso alternativo 1

Centro de trabalho: CORTE BgstoneCF325BS SD | Prioridade: 1

Preparação: 1 Minutos | Execução: 5 Minutos

Recurso alternativo 2

Centro de trabalho: CORTE Bgstone 2 SD | Prioridade: 0

Preparação: 1 Minutos | Execução: 1 Minutos

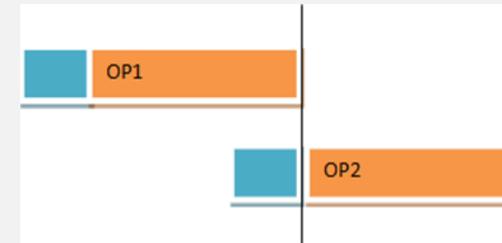
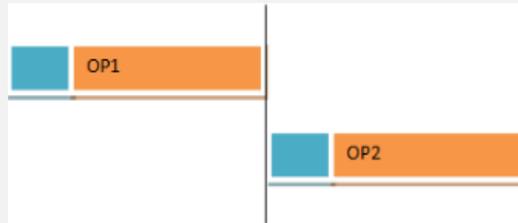
Subcurso 1: TP - POOL DE FERRAMENTAS DE CORTE | Recursos: 1 100% | Preparação [x] Execução [x]

Subcurso 2: WP - POOL DE OPERADORES CORTE | Recursos: 1 100% | Preparação [x] Execução [x]

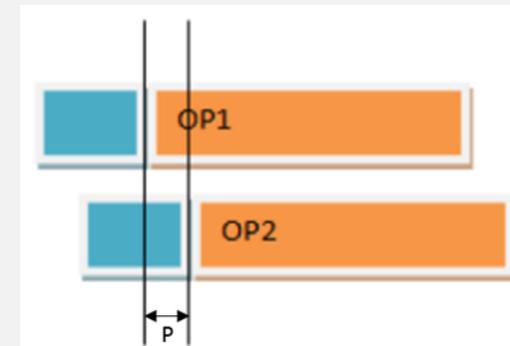
Operações

- Podem ser definidas várias regras de sobreposição entre operações consecutivas:

exemplos: sem sobreposição e sobreposição simples



Sobreposições definidas em n^0 de peças

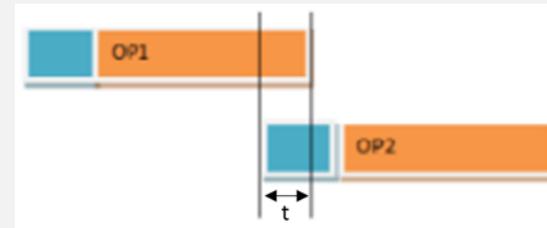


Operações

- Podem ser definidos tempos de espera entre operações consecutivas:

Dois exemplos de definição de tempos de espera:

Condição preparação



Condição execução



Modelo de Informação de Engenharia

Produtos

- Um Produto é uma estrutura BOM, que pode ser multinível.
- É composto por Materiais/ Produtos e Operações, podendo também possuir Documentos associados à sua estrutura.

Editar Produto

Editar produto

Caracterização

Explorador

Produtos Especificos



ABR2288 - ABRAÇADEIRA 228/8

Produto

Ativo



Vendável



Código

ABR2288

Nome

ABRAÇADEIRA 228/8

Descrição

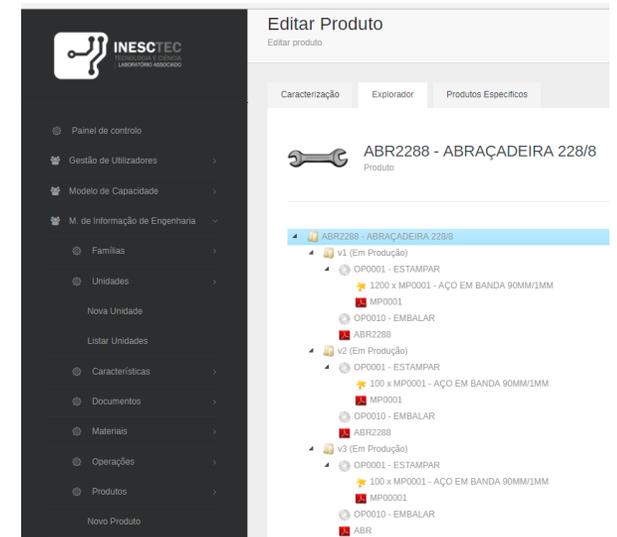
ABRAÇADEIRA 228/8



Modelo de Informação de Engenharia

Produtos: Explorador

- O tabulador Explorador é dedicado à definição técnica da estrutura e da gama operatória dos artigos
 - Em primeiro lugar surgem as versões, que são numeradas sequencialmente pelo sistema. Para cada versão a sequência é:
 - Operações
 - Materiais
 - Documentos
 - A primeira operação tem que conter pelo menos um material
 - As operações são definidas do princípio para o fim
 - Clicando o botão direito do rato acede-se a funcionalidades especiais
 - Copiar
 - Remover
 - Bloco não Sequencial
 - Execução em Paralelo



Produtos: Explorador

- Na parte inferior do écran são definidos os atributos de cada operação. Ao seleccionar uma operação os valores por defeito são copiados para a instância do produto e podem ser alterados.
 - Recursos
 - Sobreposições
 - Tempos de Espera
 - Características
- Todos os valores são referidos ao tamanho do lote standard.
 - Exemplo se o tamanho do lote for definido como 10.000 peças, o tempo de execução de uma operação deverá ser para a produção das 10.000 peças. No Planeamento, se o pedido for para uma quantidade diferente, os tempos serão recalculados.



Produtos: Específicos

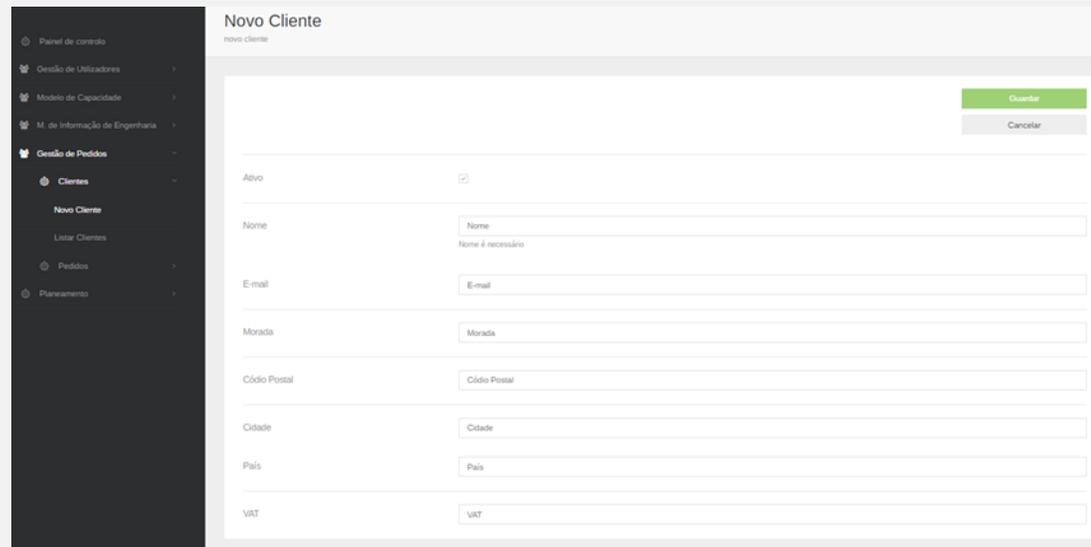
- O tabulador Específicos permite criar variantes sobre o Produto.
- Para cada específico é possível:
 - Selecionar qual das versões ativas utilizar
 - Selecionar a(s) Característica(s)
 - Selecionar os materiais
- Dessa forma é possível com uma só configuração genérica criar múltiplas variações.
- As encomendas e em consequência as Ordens de Fabrico, referem-se sempre a produtos específicos.



Outras Configurações do Sistema

Clientes

- Para criar pedidos é necessário configurar entidades tipo Clientes
- Cada cliente possui um identificador unívoco e um conjunto de informações pessoais, nomeadamente: Nome, E-mail, Morada, Código Postal, Cidade, País e VAT.
- Códigos de Clientes são gerados de forma automática, iniciam-se com a letra C



The screenshot shows a web application interface for creating a new client. On the left is a dark sidebar menu with options like 'Painel de controlo', 'Gestão de Utilizadores', 'Modelo de Capacidade', 'M. de Informação de Engenharia', 'Criação de Pedidos', 'Clientes', 'Novo Cliente', 'Listar Clientes', 'Pedidos', and 'Planeamento'. The main content area is titled 'Novo Cliente' and contains a form with the following fields: 'Ativo' (checkbox), 'Nome' (text input with a note 'Nome é necessário'), 'E-mail' (text input), 'Morada' (text input), 'Código Postal' (text input), 'Cidade' (text input), 'País' (text input), and 'VAT' (text input). At the top right of the form are 'Guardar' and 'Cancelar' buttons.

Gestão de Pedidos

- Pedidos são solicitações de clientes e podem ser de dois tipos:
 - Encomendas
 - Orçamentos



Encomendas

Encomendas representam solicitações firmes de clientes.

- Um pedido possui um identificador único, uma data pretendida, uma data de fim e uma prioridade.
- Cada pedido está associado um Cliente, que é selecionado com base nos valores introduzidos em “Clientes”.
- Cada pedido pode ter várias linhas. A cada linha corresponde a um produto.
- A cada pedido está associada uma prioridade. Quanto menor for o valor, maior é a prioridade.
 - Sugestão: por defeito atribuir prioridade 5
- Cada linha pode ter entregas parciais. Uma entrega parcial consiste na entrega de uma parte da quantidade total de unidades de um pedido. Para cada entrega parcial, é definido um identificador único, uma quantidade parcial de unidades, um valor líquido, uma data pretendida e uma data de início.



Gestão de Pedidos

Encomendas

Estado	Concluída
Código Encomenda	ENC00000001
Código ERP	ENC00000001
Data Pedido	21/12/2017
Data Expiração	21/01/2018

Encomenda

Cliente

C00000001 - CLIENTE TESTE

CLIENTE TESTE Ref. C00000001
VAT

#	Produto Específico	Quantidade	Estado
1	ABR2288001 - ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 1 - v1	139000	Concluída

Entregas Parciais

#	Quantidade	Prioridade	Valor Líquido	Data Pretendida	Estado
1	139000	5	0	26/12/2017	Concluída



Orçamentos

- Orçamentos são semelhantes a Encomendas em termos de captura de informação, mas não geram Ordens de Fabrico.
- São utilizados para efeitos de simulação de capacidade de resposta (prazos de entrega).
- Podem ser transformados em encomendas



Modelo de Capacidade e de Informação de Engenharia

Sugestões de codificação por classe de objetos

Classe de objeto	Codificação
Máquina	Mdddd
Ferramenta	Fdddd
Centro Trabalho	CTdddd
Operário	Odddd
PoolWorkers	PWdddd
PoolTools	PTdddd
Operações	OPdddd
Família materiais	FMdddd
Famílias de Produtos	FPdddd
Materiais	Mdddd
Produtos	Pdddd
Clientes	Cdddd
Pedidos de Cotação	ORdddd
Encomendas	Encdddd ¹

^[1] Gerado automaticamente pelo sistema.

Planeamento

- O Módulo Planeamento permite calcular as necessidades de materiais e planejar as operações de produção para responder aos pedidos.
- Compreende:
 - Configuração do Motor de Planeamento
 - Geração de Ordens de Fabrico
 - Listagem das Ordens de Fabrico
 - Planeamento das Ordens de Fabrico



Geração de Ordens de Fabrico

- Permite a criação de Ordens de Fabrico, a partir das encomendas ou pedidos de cotação existentes, segundo o seguinte fluxo de trabalho:
 1. Seleção de Encomendas ou Pedidos de Cotação
 1. Podem ser utilizados filtros (cliente, produtos, datas, prioridades)
 2. Confirmação da Seleção e definição do horizonte de planeamento
 1. Sugestão: por defiro considerar o horizonte completo
- O sistema calcula as Necessidades Brutas de Materiais para os pedidos selecionados, indicando:
 - As quantidades de materiais necessárias
 - As datas em que são necessários
 - As datas planeadas, i.e. as datas em que os pedidos podem estar concluídos
 - As datas solicitadas pelos clientes, que podem ou não coincidir com as datas propostas



Planeamento

Geração de Ordens de Fabrico

- Se os materiais não estiverem disponíveis nas datas solicitadas, o planeador pode alterá-las e replanear.
- Se as datas pretendidas não puderem ser satisfeitas são assinaladas a vermelho.

The screenshot shows a web application interface for 'Geração Ordens de Fabrico'. The main content area displays a table with the following data:

Entrega Parcial	Qt.	Data Planeada	Data Pretendida
ENC0000002 - 1 - 1	10	2023-01-15	2023-01-15
M011 - TUBO ALUMÍNIO 5M	1	2023-01-15	2023-01-15

At the bottom of the table, there are three buttons: 'Guardar', 'Replanear', and 'Avançar'. The 'Replanear' button is highlighted in orange, indicating that the system has detected a conflict or unavailability for the planned date.

Listagem de Ordens de Fabrico

- Permite listar e imprimir as Ordens de Fabrico
- O nº de Ordens de Fabrico geradas para satisfazer um pedido (linha de Encomenda) depende da quantidade solicitada e do Tamanho do Lote definido na Estrutura de Produto:
 - Se quantidade solicitada for inferior ao Tamanho do Lote
 - Gerada um só Ordem de Fabrico
 - Se a quantidade solicitada for superior ao Tamanho do Lote
 - São geradas várias Ordens de Fabrico, cada uma com quantidade igual ou inferior ao lote, até perfazer a quantidade solicitada



Planeamento

Exemplo de Ordem de Fabrico

- As Ordens de Fabrico são utilizadas para acompanhar os materiais no chão de fábrica e para auxiliar o registo das operações, nomeadamente pela utilização de leitores de códigos de barras.

ORDEM DE FABRICO: OF0000001.1
ProdMAN

CLIENTE: PRIORIDADE:
ENCOMENDA: DATA PEDIDO: DATA PRETENDIDA:
PRODUTO: QUANTIDADE:
OBSERVACOES:

OPERACAO / MATERIAL	CENTRO DE TRABALHO	PREP.	EXEC.	QTD.	COD.BARRAS
10 OP0001 ESTAMPAR	R2ESTAMPAG EM R2 ESTAMPAGEM	60.0min.	3225.0in.	13900 Pg 0.00	 OF0000001.1.1
MP0001 AÇO EM BANDA 90MM/1MM				1112.0 m 0	
20 OP0010 EMBALAR	R2EMBALAGE M R2 EMBALAGEM	15.0min.	240.0min.	13900 Pg 0.00	 OF0000001.1.2



Planeamento

Ordem de Fabrico – Alteração de Prioridade e Hot lots

- É possível alterar a prioridade das Ordens de Fabrico, mesmo depois de geradas.
- A funcionalidade Hot Lots permite maximizar a prioridade de uma ordem de fabrico.
- OF definidas como Hot Lots têm prioridades sobre as restantes.
- Deve ser utilizada apenas em casos excecionais.

Ordens de Fabrico

Lista de todas as ordens de fabrico

Show 10 entries Search:

	Código	Encomenda	Produto	Cliente	Data Pretendida	Estado	Ações
-	OF00000001	ENC00000001	ABR2288001 - ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 1 - v1	CLIENTE TESTE C00000001	26/12/2017	Concluída	
Código Quantidade Planeada Estado							
OF00000001.1 139000 (Pç) Concluída							
+	OF00000002	ENC00000002	ABR2288002 - ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 2 - v2	CLIENTE TESTE C00000001	29/12/2017	Concluída	
+	OF00000003	ENC00000003	ABR2288002 - ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 2 - v2	CLIENTE TESTE C00000001	29/12/2017	Concluída	
+	OF00000004	ENC00000004	ABR2288003 - ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 3 - v3	CLIENTE TESTE C00000001	29/12/2017	Concluída	
+	OF00000005	ENC00000005	ABR2288004 - ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4 - v4	CLIENTE TESTE C00000001	29/12/2017	Concluída	
+	OF00000006	ENC00000006	ABR2288004 - ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4 - v4	CLIENTE TESTE C00000001	09/01/2018	Concluída	
-	OF00000007	ENC00000007	ABR2288004 - ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4 - v4	CLIENTE TESTE C00000001	09/01/2018	Em Curso	
Código Quantidade Planeada Estado							
OF00000007.1 5000 (Pç) Em Curso							



Configuração do Motor de Planeamento

Antes de se invocar o Motor de Planeamento é necessário proceder à definição de alguns parâmetros de funcionamento:

- Datas;
 - Horizonte planeamento, período turnover, arredondamento e período de congelamento
- Critério;
 - Critério de otimização a utilizar (único ou combinação de vários critérios)

Planeamento

Configuração do Motor de Planeamento

Antes de se invocar o Motor de Planeamento é necessário proceder à definição de alguns parâmetros de funcionamento:

- Datas;
- Critério;



Configuração do Motor de Planeamento: Datas

Parâmetro	Objetivo
Horizonte de Planeamento	Janela temporal, em dias, em que é feito o planeamento. As Ordens de Fabrico cujas datas possíveis de início estejam para além desse horizonte não são consideradas pelo escalonador. No tabulador KPIs é possível verificar se há ordens de Fabrico nessas circunstâncias.
Período de Turnover	Intervalo de tempo a considerar para cálculo do turnover. Apenas aplicável no critério de maximização do turnover.
Timeround	Intervalo mínimo de tempo com que escalonador vai programar, ou seja, a sua resolução em minutos. Os tempos de execução e preparação das operações serão arredondados para este valor.
Período de Congelamento	Período no qual não se efetuam alterações ao que está planeado, definido em dias, horas ou minutos após o início da programação.

Planeamento

Configuração do Motor de Planeamento: Critérios de Otimização

Critérios de otimização que o motor utiliza para fazer o planeamento. Pode ser utilizado um único critério ou a combinação de vários.

No caso de critérios múltiplos, é necessário atribuir a cada um o respetivo peso.

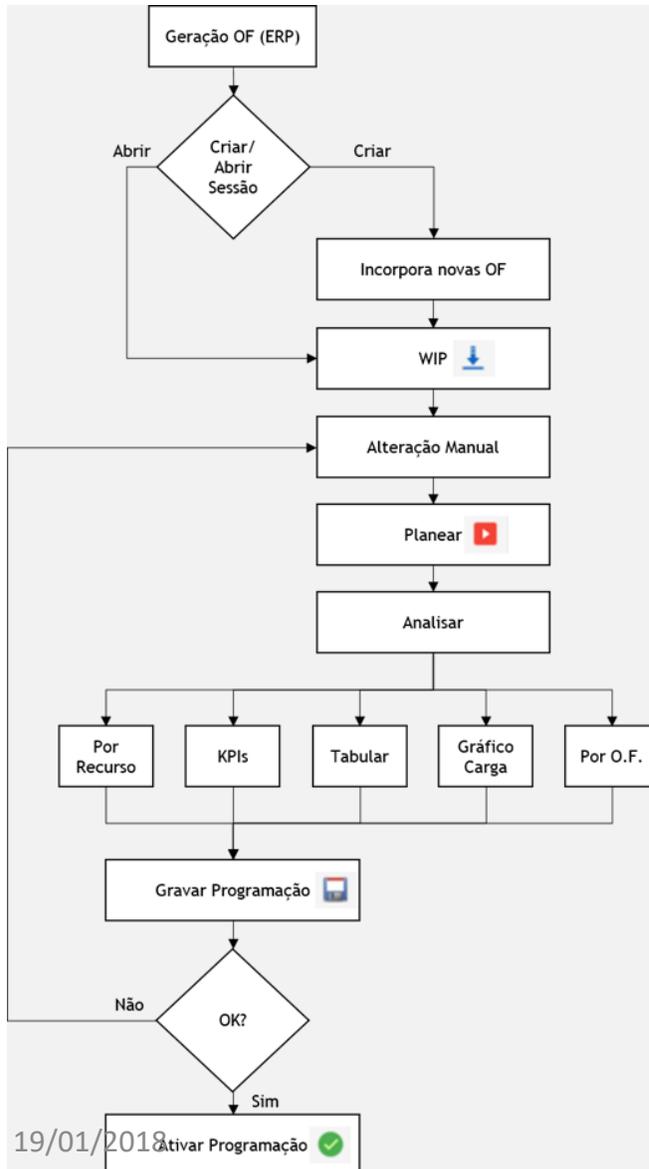
Minimizar Tempos de Preparação	O planeamento agrupa, se o utilizador assim o entender, as ordens de fabrico que sejam do mesmo artigo, ou as que não necessitem de uma mudança de ferramenta (por exemplo) com o objetivo de minimizar os tempos de preparação. No caso de não ser possível realizar esta ação, selecionará a melhor combinação da matriz de transição para que este tempo seja o menor possível.
Minimizar Tempo de Espera Total	Dentro de uma mesma ordem, o produto passará por diferentes centros de trabalho. Entre um recurso e outro, é possível haver tempos de espera entre o final de um trabalho e o início do seguinte. É possível reduzir estas esperas, interligando os trabalhos dos diferentes recursos.
Minimizar Número de Trabalhos em Atraso	Algoritmo que permite reduzir o atraso médio das encomendas. Para além disso, é possível atribuírem-se diferentes prioridades às ordens de fabrico, para adiantar aquelas que mais interessam.
Maximizar Ocupação de Recursos	O objetivo é ter as máquinas com o maior nível de carga possível, devido ao preço elevado das mesmas e a o custo de inatividade. É possível que as máquinas estejam em funcionamento sempre que haja mais trabalho a realizar.
Minimizar Atraso Máximo	Nalguns casos, com o objetivo de conseguir um menor número de encomendas atrasadas, uma delas poder-se-á atrasar demasiado. Assim, é possível reduzir o maior atraso que ocorra entre as ordens de fabrico.
Minimizar Desvio das Datas de Entrega	Cada ordem de fabrico tem associada uma data de entrega. Através deste critério o planificador executa uma programação da produção para trás. Desta forma, o planificador tende a realizar as operações com foco nas datas prometidas ao cliente.
Maximizar Satisfação das Prioridades	Cada ordem de fabrico pode ter associada uma prioridade que que foi definida no pedido. Esta prioridade pode ser relativa à importância de um cliente ou a qualquer outra classificação que se pretende dar às ordens de fabrico. O planificador permite maximizar o cumprimento destas prioridades.
Maximizar Turnover	As ordens de fabrico são planificadas de acordo com o seu valor de mercado. Cada ordem de fabrico tem associado um valor designado por Net Value o qual vai ser utilizado pelo planificador durante a programação da produção.
Maximizar Eficiência Energética	Maximiza a eficiência energética dos recursos.
Minimizar Encomendas Atrasadas	Minimiza o número de encomendas atrasadas.
Minimizar o Tempo de Ciclo pesado por Quantidade	Minimiza o tempo de ciclo utilizando uma medida de ponderação baseada na quantidade
Minimizar Tempo de Ciclo pesado por Quantidade e Prioridade	Minimiza o tempo de ciclo utilizando uma medida de ponderação baseada nas quantidades e prioridade
Minimizar Desvio das Datas de Entrega x Prioridade	Análogo ao minimizar desvio das datas de entrega, mas utilizando uma ponderação baseada na prioridade de cada O.F.

Planeamento e visualização gráfica

- A funcionalidade Planear permite planear novas Ordens de Fabrico bem como as que estão em curso.
- O planeamento funciona com base no conceito de sessão.
- Uma sessão compreende um conjunto de ordens de fabrico.
 - Depois de criada uma sessão, o planeamento só contempla as operações correspondentes às ordens de fabrico que estavam ativas no momento da sua criação.
 - Para capturar eventuais ordens de fabrico criadas posteriormente é necessário criar uma nova sessão.
 - Uma sessão pode ter mais que uma programação, por exemplo configuradas com critérios distintos.



Planeamento de Ordens de Fabrico: diagrama de sequencia



No diagrama representa-se a sequencia de funcionamento do planeamento de operações:

1. Abrangência das Ordens de Fabrico (novas ou as atuais)
2. Atualização do WIP co leitura do estado dos registos de produção
3. Planeamento
4. Análise do resultado
5. Alterações manuais
6. Gravação
7. Atualização para o Chão de Fábrica

Painel Planeamento

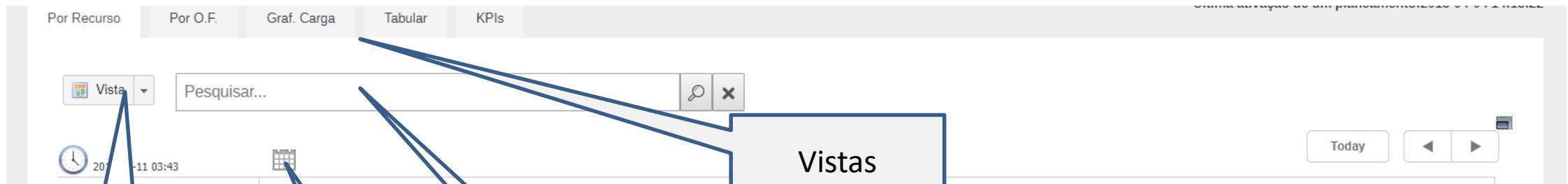
Comandos e informação geral

The screenshot shows the 'Painel Planeamento' interface. At the top left, there is a 'Sessão' header. Below it, a toolbar contains several icons: a gear (Configuration), a download arrow, a red stop sign, a document with a checkmark, and a play button. Callout boxes identify these as 'Configuração', 'Atualização do WIP', '(Re)planeamento', and 'Gravação' respectively. A larger callout box labeled 'Ativação para MRD' points to the red stop sign icon. On the right side, a yellow warning icon with an exclamation mark is labeled 'Necessário Planear!'. Below this, a callout box labeled 'Informação' points to the text 'Última ativação de um'. At the bottom right, there is a 'Today' button and navigation arrows.



Painel Planeamento

Comandos e informação geral



Horizonte vista:
hora, dia, semana,
mês

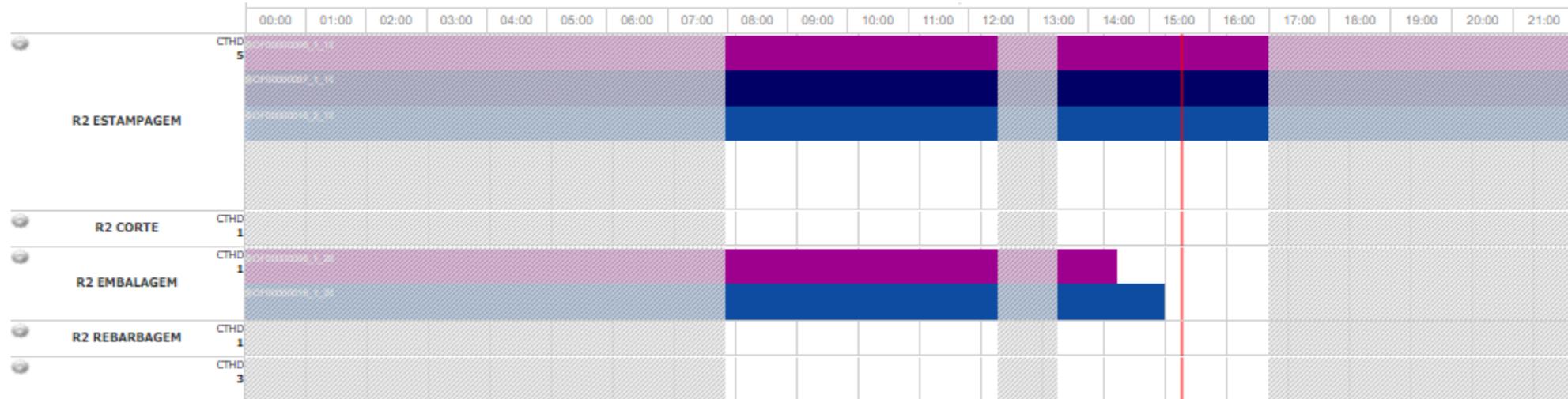
Seleção por
calendário

Procura OFs

Planeamento

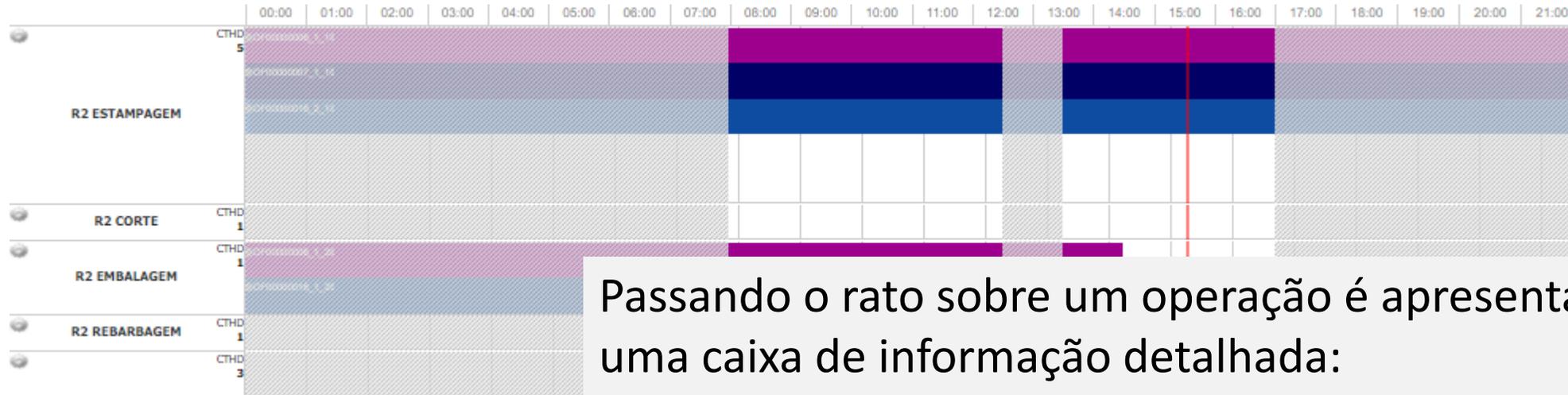
Vista por recursos

- Vista de entrada do planeamento, é apresentado o sequenciamento das Ordens de Fabrico de uma forma agregada por recurso, podendo o utilizador escolher visualizar o sequenciamento por Hora, Dia, Semana, Mês.
- É possível navegar na janela temporal através de botões.



Planeamento

Detalhe de Operação



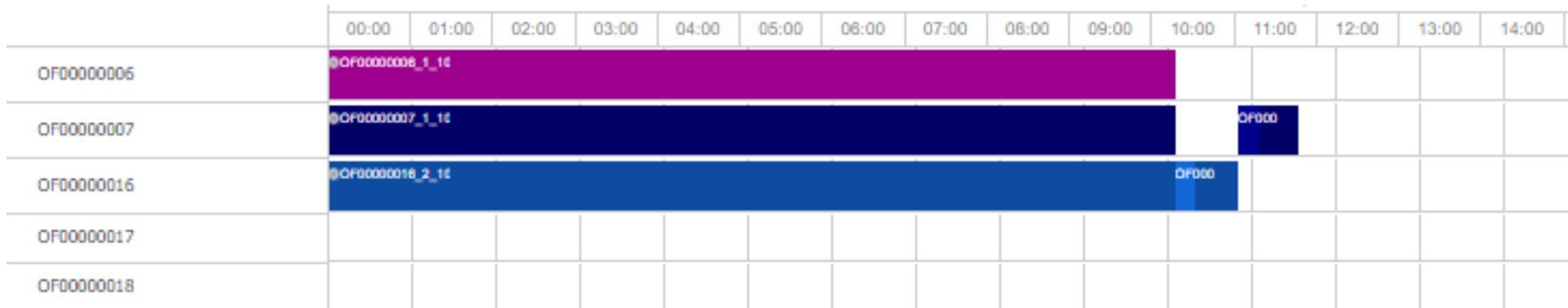
Passando o rato sobre um operação é apresentada uma caixa de informação detalhada:

- Ordem Fabrico a que pertence
- Encomenda, Produto, Prioridade
- Datas
- Tempos
- Recurso utilizado

Planeamento

Vista por Ordem de Fabrico

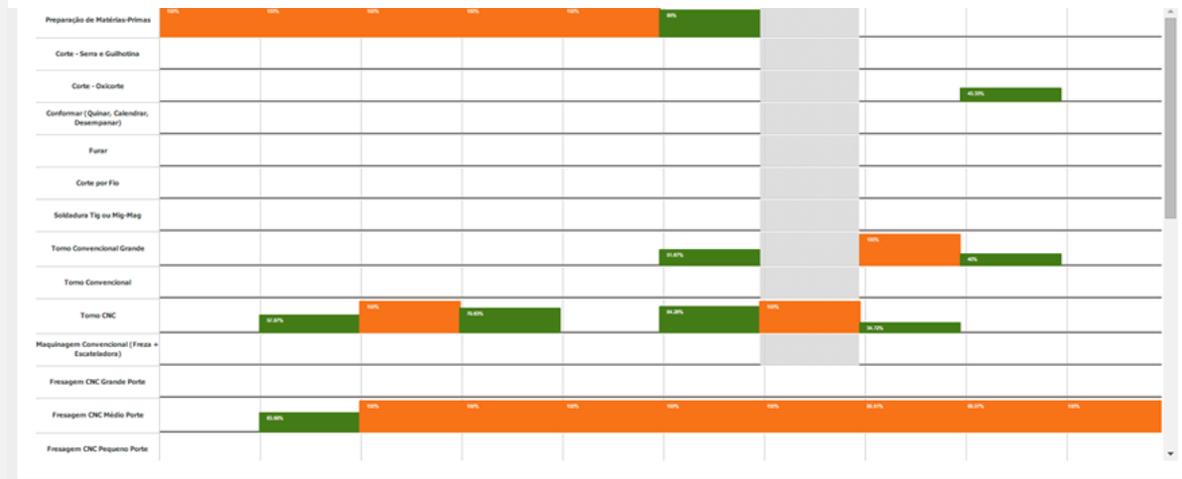
É apresentado o sequenciamento das Ordens de Fabrico de uma forma agregada por Ordem de Fabrico, podendo o utilizador escolher visualizar o sequenciamento por Hora, Dia, Semana, Mês.



Planeamento

Vista por Gráfico de Carga

- Visualiza a carga diária dos recursos (percentagem de utilização) em intervalos de 10 dias.
- A utilização de cada recurso é calculada dividindo a Capacidade Utilizada pela Capacidade do Recurso Total.
- Se um recurso tiver uma percentagem de utilização entre 100% e 90%, aparece representado a laranja indicando uma possível sobre utilização do mesmo.
- Caso tenha uma percentagem de utilização entre 30 a 90% aparece representado a verde.
- Percentagens de utilização inferiores a 30% aparecem representadas a cinzento.
- Percentagens de utilização superiores a 100% são assinaladas a vermelho



Planeamento

Vista Tabular

- Permite visualizar a informação mais crítica relativa a cada Ordem de Fabrico, Lote e Operação:
 - Encomenda
 - Produto
 - Quantidade
 - Prioridade
 - Diferença (Atraso em Dias, dado pela diferença entre a data de entrega e a data prevista fim)
 - Data Prevista Início (Data planeada de início do fabrico)
 - Data Prevista Fim (Data planeada de fim do fabrico)
 - Data de Entrega (Data de entrega definida)

OF > LOTE > OPERAÇÃO	ENCOMENDA	PRODUTO	QTD.	PRIO.	DIF.
OF00000006	ENC00000006	ABR2288004 - ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4 - v4	5000 Pç	5	-86
1	ENC00000006	ABR2288004 - ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4 - v4	5000 Pç	5	-86
10 - OP0001		R2ESTAMPAGEM - R2 ESTAMPAGEM	5000 Pç		0
20 - OP0010		R2EMBALAGEM - R2 EMBALAGEM	5000 Pç		0
OF00000007	ENC00000007	ABR2288004 - ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4 - v4	5000 Pç	5	-86
OF00000016	ENC00000008	ABR2288004 - ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4 - v4	5000 Pç	5	-86
1	ENC00000008	ABR2288004 - ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4 - v4	10000 Pç	5	-85
20 - OP0010		R2EMBALAGEM - R2 EMBALAGEM	10000 Pç		0
2	ENC00000008	ABR2288004 - ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4 - v4	5000 Pç	5	-86
10 - OP0001		R2ESTAMPAGEM - R2 ESTAMPAGEM	5000 Pç		0
20 - OP0010		R2EMBALAGEM - R2 EMBALAGEM	5000 Pç		0
OF00000017	ENC00000016	ABR2288005 - ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 5 - v5	1000 Pç	5	-14



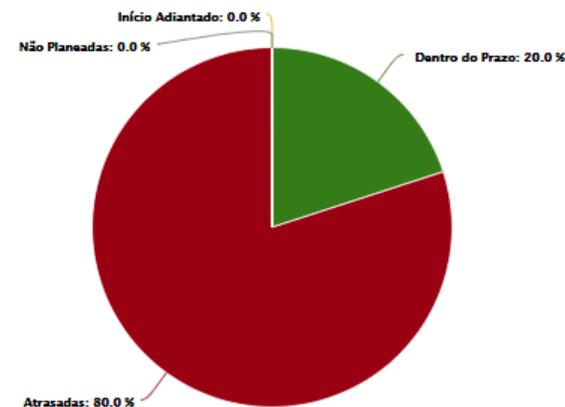
Planeamento

Vista KPIs

- Permite visualizar informação de carácter global relativa às Ordens de Fabrico:
 - Ordens de Fabrico – Informação Global
 - Dentro do Prazo (Ordens de Fabrico planeadas cumprindo as datas de entrega)
 - Atrasadas (Ordens de Fabrico planeadas após as datas de entrega)
 - Adiantadas (Ordens de Fabrico iniciadas antes da sua data possível de inicio)
 - Não Planeadas (Ordens de Fabrico não planeadas)
- Cada um destes itens encontra-se dividido em totais para dentro e fora do horizonte de planeamento. Uma Ordem de Fabrico que termine após o horizonte de planeamento será contabilizada como estando fora do horizonte.

Total de Ordens de Fabrico no Plano : 5
Total de Operações no Plano :11

Ordens de Fabrico	Dentro Hor.	Fora Hor.
Dentro do Prazo	1	0
Atrasadas	4	0
Início Adiantado	0	0
Não Planeadas	N/A	0



Registo e acompanhamento da produção

Registo de operações no chão de fábrica

- O sistema permite registar a execução das operações no chão de fábrica, através do módulo de recolha de dados (MRD)
- Os registos são feitos por operadores, que têm que se ligar ao sistema:



Prodman - Recolha de Dados



Login

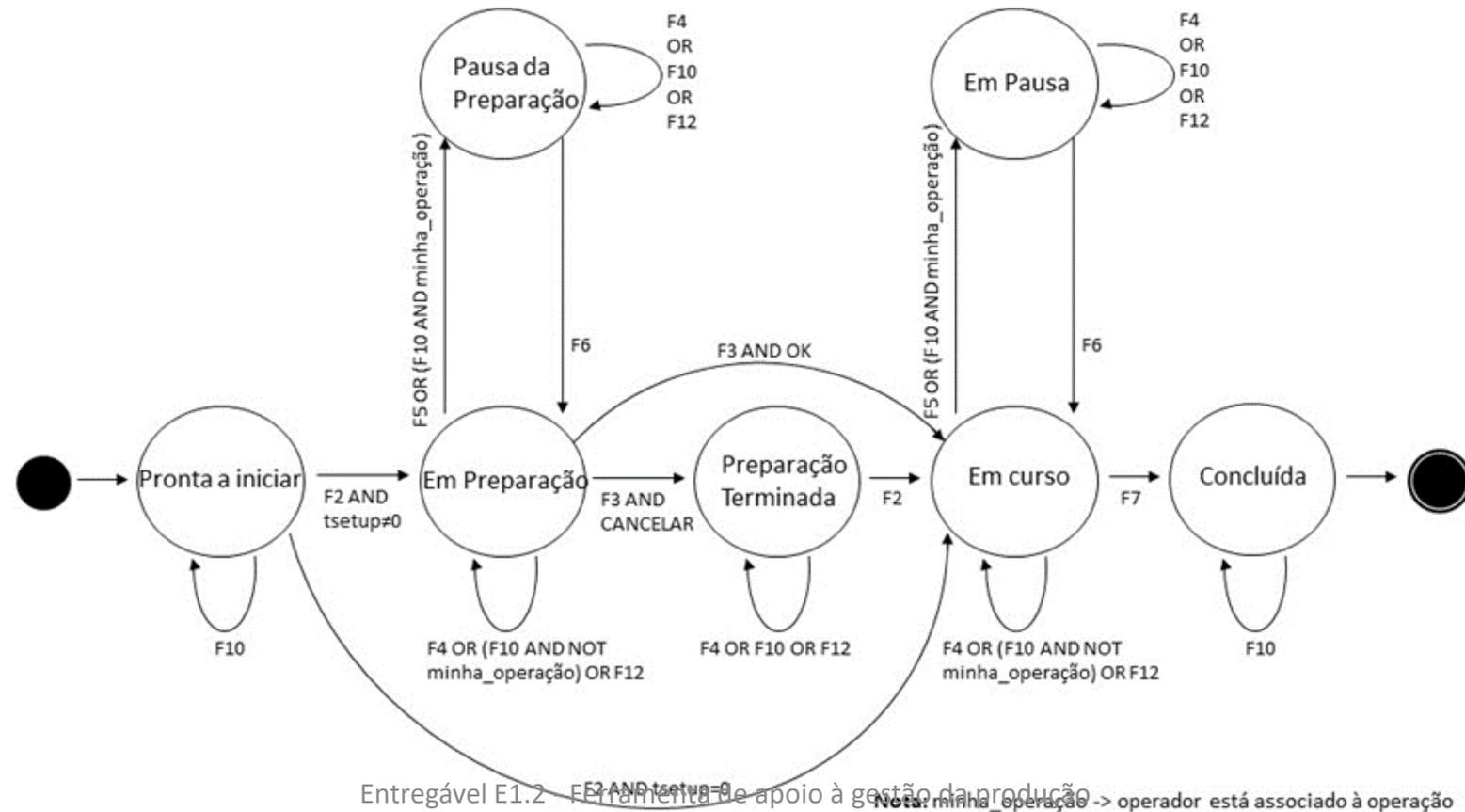
Operário



Registo e acompanhamento da produção

Registo de operações no chão de fábrica: Máquina de Estados do MRD

O módulo de recolha de dados permite registar a execução das operações das Ordens de Fabrico planeadas, no chão de fábrica. Um operador, para ter a cesso ao MRD tem de ser autentificar através do seu código único de colaborador, no formato Oddd



Registo e acompanhamento da produção

Operações de registo de produção

Identificação
operador registado

Seleção grupos
operações

As minhas operações Todas Concluídas

Operação	Ciclo	Produto	Centro Trabalho	Tempos (min)		Data	Estado	Quantidades	
				Setup	Execução			Prevista	Produzida
OF0000006.1.2 EMBALAR		ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4	R2EMBALAGEM	15	30		Em Curso	5000	3000
OF0000016.1.2 EMBALAR		ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4	R2EMBALAGEM	15	60		Em Preparação	10000	0
OF0000016.2.1 ESTAMPAR		ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4	R2ESTAMPAGEM	60	300		Em Preparação	5000	0
OF0000007.1.2 EMBALAR		ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4	R2EMBALAGEM	15	30		Em Pausa da Operação	5000	3000
OF0000016.2.2 EMBALAR		ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4	R2EMBALAGEM	15	30		Pronta a Iniciar	5000	0
OF0000018.1.1 ESTAMPAR		ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 5	R2ESTAMPAGEM	0	60		Pronta a Iniciar	1000	0
OF0000018.1.2 EMBALAR		ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 5	R2EMBALAGEM	0	6		Pronta a Iniciar	1000	0
OF0000017.1.1 ESTAMPAR		ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 5	R2ESTAMPAGEM	0	60		Pronta a Iniciar	1000	0

Operações que podem
ser selecionadas

Das
prop
ostas
para
exec
ução
das
oper
ações

AÇÕES

F1 - Detalhe de Operação F2 - Início de Operação F3 - Fim da Preparação F4 - Início de Operação F5 - Fim de Operação F6 - Pausa Operações do Operador F7 - Fim de Operação F8 - Pausa Operações do Operador F9 - Início de Operação F10 - Pausa Operações do Operador F11 - Associar Operador-Operação F12 - Desassociar Operador-Operação Vídeo Conferência

Ações que podem ser selecionadas

Ações que podem ser executadas sobre a operação selecionada (a preto)



Registo e acompanhamento da produção

Ações de registo de produção

- F1 – Detalhe da Operação
- F2 – Início da Preparação/ Operação
- F3 – Fim da preparação
- F4 – Registo de Produção
- F5 – Pausa da Preparação/ Operação
- F6 – Re-arranque da Preparação/ Operação
- F7 – Fim da Operação
- F10 – Pausa Operações do Operador
- F11 – Associar Operador-Operação
- F12 – Desassociar Operador-Operação
- Vídeo Conferência

As ações possíveis num dado momento variam consoante o estado da operação. Caso a ação seja possível, num determinado instante, é apresentada a azul escuro, caso não seja possível efetuar a ação, esta é apresentada a azul claro.

F1 - Detalhe de Operação

F2 - Início de Operação

F3 - Fim da Preparação

F12 - Desassociar Operador-Operação

Vídeo Conferência

Registo e acompanhamento da produção

F1- Detalhe Operação



F1 - Detalhe de Operação

OF00000018.1.2 - EMBALAR
ABRACADEIRA 228/8 VARIANTE 5
Pronta a Iniciar - Quantidade Total: 1000 - Quantidade já
Produzida: 0

AÇÕES

- F2 - Início de Operação
- F3 - Fim da Preparação
- F4 - Registo de Produção
- F5 - Pausa da Operação
- F6 - Re-arranque da Operação
- F7 - Fim de Operação
- F11 - Associar Operador-Operação
- F12 - Desassociar Operador-Operação

ABR



Cancelar



Registo e acompanhamento da produção

F2- Início Operação

F2 - Início de Operação

OF00000018.1.1 - ESTAMPAR
ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 5
Total: 1000 - Quantidade já Produzida: 0

Data/Hora

Centro de Trabalho
R2ESTAMPAGEM

Máquina
PRENSA 1

- PRENSA 1
- PRENSA 2
- PRENSA 3
- PRENSAT50
- PRENSA T100

- O sistema propõe a data hora do momento do registo, que pode ser alterada pelo operador
- Se estiverem configurados Centros de Trabalho Alternativos é dada liberdade para seleccionar outro para além do sugerido.
- O mesmo se passa em relação às Máquinas

Registo e acompanhamento da produção

F2-Fim de Preparação



F3 - Fim da Preparação

OF00000016.1.2 - EMBALAR
ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4
Total: 10000 - Quantidade já Produzida: 0

Data/Hora

Centro de Trabalho

R2EMBALAGEM

Máquina

i Fim de Preparação

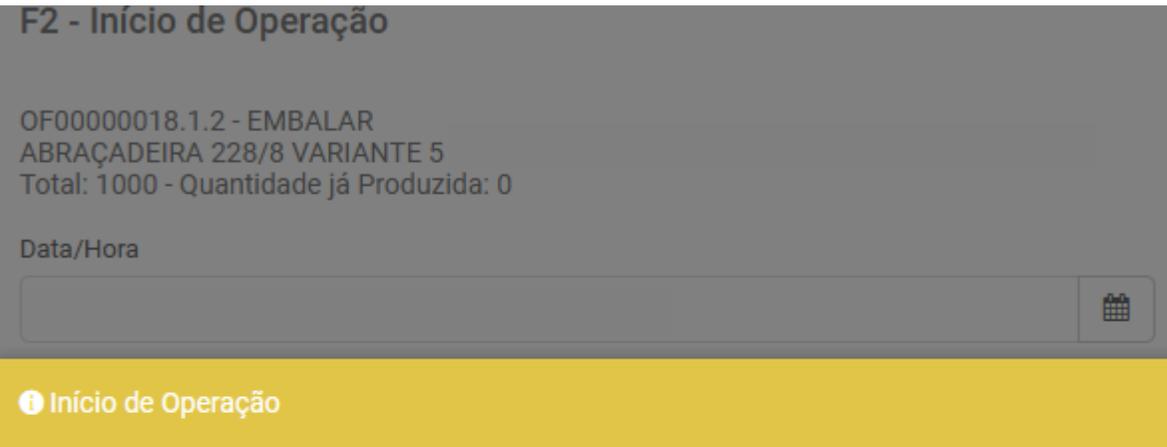
Quer dar início à execução da operação?

Sim Não

- Quando é registado o fim de operação o sistema pergunta se se pretende dar início imediato à execução

Registo e acompanhamento da produção

F2-Início de Operação



F2 - Início de Operação

OF00000018.1.2 - EMBALAR
ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 5
Total: 1000 - Quantidade já Produzida: 0

Data/Hora



 Início de Operação

Tentativa de início de operação sem que as precedentes tenham sido iniciadas. Que estado pretende atribuir às operações anteriores?

- Em Curso
- Concluída

Confirmar

Cancelar

- Quando se pretende registar o início de uma operação, sem que a anterior tenha sido iniciada, é afixada mensagem e solicitado o estado pretendido para as operações anteriores:
 - em curso
 - concluídas



Registo e acompanhamento da produção

F4-Registo Avanço da Produção

F4 - Registo de Avanço de Produção

OF00000006.1.2 - EMBALAR
ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4
5000 - Quantidade já Produzida: 3000

Quantidade Total: 5000 Pç

Quantidade já Produzida: 3000 Pç

Quantidade a Registrar: Pç

Data/Hora: 

Centro de Trabalho: R2EMBALAGEM

Máquina:

- Durante a execução ou quando a operação é terminada, regista-se a produção:
 - Se a quantidade a produzir é unitário o registo é em percentagem
 - Se for superior a uma unidade o registo é feito em nº de peças
 - Os registos acumulam-se aos anteriores

Registo e acompanhamento da produção

F5-Pausa

F5 - Pausa da Preparação

OF00000016.2.1 - ESTAMPAR
ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4 - 26-03-2018 14:40:15 - Em Preparação - Quantidade Total: 5000 - Quantidade já Produzida: 0

Motivo

Normal

Outro

Motivo da pausa da operação

O campo é obrigatório.

Data/Hora

Centro de Trabalho

R2ESTAMPAGEM

Máquina

PRENSA T100

Validar Cancelar

- As pausas poderão ser por motivos normais (interrupção temporária do período de trabalho) ou por outros motivos não previstos.
- Nessas situações é obrigatória a apresentação de uma justificação.

Se um operador estiver a executar várias operações, pode pará-las com um só comando F10:

Pausa de Todas as Operações do Operador

Tem a certeza que pretende colocar Em Pausa todas as operações do operador que se encontram Em Preparação ou Em Curso?

Sim Não

Registo e acompanhamento da produção

F11-Associação de Operador a Operação

F11 - Associação de Operador a Operação

OF00000016.2.1 - ESTAMPAR
ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4
Total: 5000 - Quantidade já Produzida: 0

Em Preparação - Quantidade

Data/Hora

Centro de Trabalho

R2ESTAMPAGEM

Máquina

PRENSA T100

- O Comando F11 permite associar mais operadores à operação, para além do que lhe deu início.
- Quando a operação for parada ou concluída, todos os operadores serão desassociados



Registo e acompanhamento da produção

Edição dos Registos de Produção

Edição de registos de produção

Edição de registos de produção

Ação
Fim da Preparação

Operação
OF00000006.1.1 ESTAMPAR

Produto
ABR2288004 ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4 - v4

Centro de trabalho
R2ESTAMPAGEM R2 ESTAMPAGEM

Máquina

Operário
O001 ANTÓNIO CRUZ

Data
19/12/2017 11:41:49

Notas

Registos Relacionados: OF00000006.1.1 - ESTAMPAR

- É possível editar manualmente alguns dos registos de produção realizados pelos operadores
- Datas, quantidades, notas

Código Barras OP	Operação	Código CT	CT	Código Operário	Operário	Data	Ação
OF00000006.1.1	ESTAMPAR	R2ESTAMPAGEM	R2 ESTAMPAGEM	O001	ANTÓNIO CRUZ	18/12/2017 13:51:38	Início de Preparação
OF00000006.1.1	ESTAMPAR	R2ESTAMPAGEM	R2 ESTAMPAGEM	O001	ANTÓNIO CRUZ	19/12/2017 11:41:49	Início de Operação
OF00000006.1.1	ESTAMPAR	R2ESTAMPAGEM	R2 ESTAMPAGEM	O001	ANTÓNIO CRUZ	19/12/2017 11:41:49	Fim da Preparação
OF00000006.1.1	ESTAMPAR	R2ESTAMPAGEM	R2 ESTAMPAGEM	O001	ANTÓNIO CRUZ	11/01/2018 18:12:04	Fim de Operação

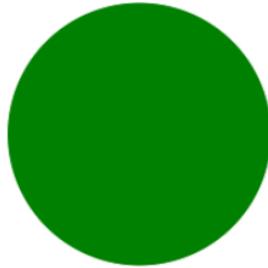


Registo e acompanhamento da produção

Produção

Período

12/12/2016 a 15/01/2018



#	Estado OF	Nr OF	%
1	OFs planeadas e não iniciadas	0	0%
2	OFs planeadas e iniciadas	0	0%
3	OFs planeadas e concluídas	7	100%
4	Hotlots	0	

OFs planeadas e concluídas

Show 10 entries

Search:

Encomenda	OF	Cliente	Prioridade	Produto	Quantidade	Data Entrega
ENC00000001	OF00000001	CLIENTE TESTE	5	ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 1	139000	05/01/2018
ENC00000002	OF00000002	CLIENTE TESTE	5	ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 2	10000	29/12/2017
ENC00000003	OF00000003	CLIENTE TESTE	5	ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 2	5000	29/12/2017
ENC00000004	OF00000004	CLIENTE TESTE	5	ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 3	10000	29/12/2017
ENC00000005	OF00000005	CLIENTE TESTE	5	ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4	10000	29/12/2017
ENC00000009	OF00000009	CLIENTE TESTE	5	ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 4	15000	11/01/2018
ENC00000010	OF00000010	CLIENTE TESTE	5	ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 5	10000	10/01/2018

Showing 1 to 7 of 7 entries

Previous 1 Next

- Permite a visualização do estado geral da execução das Ordens de Fabrico e dos seus detalhes



Registo e acompanhamento da produção

Painel de Controlo: Detalhe de OF

Ordem de Fabrico

Ordem de Fabrico

Detalhe OF nº OF00000002

Código Encomenda	Data Pedido	Data Pretendida	Data Planeada	Prioridade
ENC00000002	22/12/2017	29/12/2017	28/12/2017	5
Produto	Quantidade Prevista	Quantidade Produzida		
ABR2288002 ABRAÇADEIRA 228/8 VARIANTE 2	10000 Pç	10000 Pç		
Cliente				
C00000001 CLIENTE TESTE				

Operações

Operação	Descrição	Recurso	Precedências	Estado
OF00000002.1.1	ESTAMPAR	R2ESTAMPAGEM - R2 ESTAMPAGEM		Concluída
OF00000002.1.2	EMBALAR	R2EMBALAGEM - R2 EMBALAGEM	OF00000002.1.1	Concluída



Exemplo de aplicação Planeamento de Atividades Engenharia

Criação de Entidades para Planeamento de Atividades de Engenharia

- Pretende-se planear as atividades de engenharia associadas ao desenvolvimento de produtos do tipo ferramenta:
 - Desenvolver o conceito
 - Desenhar o produto
 - Procurar materiais
 - Aprovar a proposta
 - Criar estrutura informação
 - Comprar materiais
- Os recursos envolvidos são:
 - Engenharia
 - Compras
- Necessário criar as classes
 - Produto
 - Família
 - Produto
- Recursos



Exemplo de criação de um novo produto

Etapas

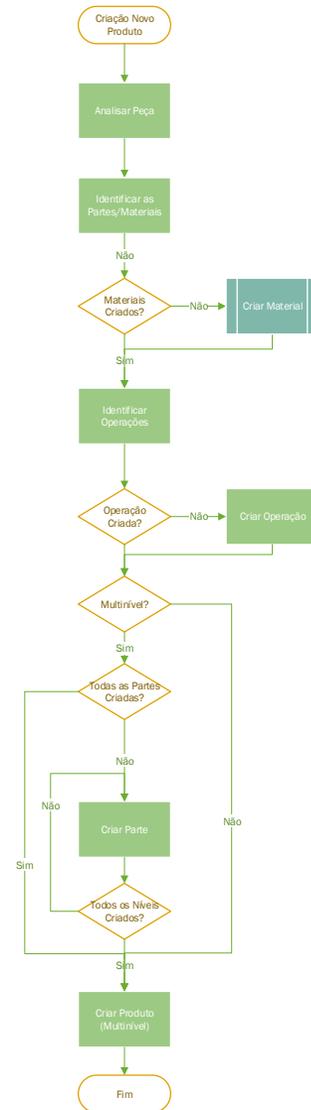
Na criação de um novo produto devem ser seguidas as seguintes etapas:

- Análise do produto para identificação das partes
- Criação de Materiais caso não existam
- Criação de Operações caso não existam
- Se o produto for multinível
 - Criação das partes, começando pelo último nível
- Se for mononível
 - Criação do produto

Fluxograma
Criação Novo
Produto

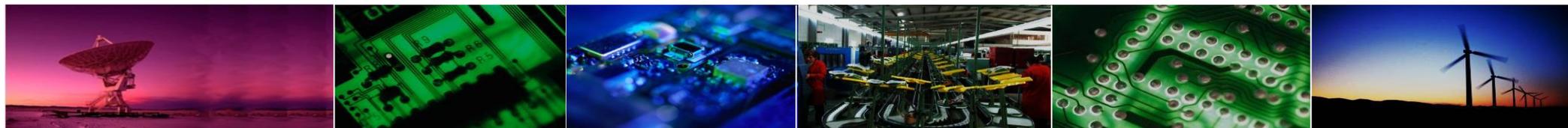


Exemplo de criação de um novo produto





Projeto Inovação Produtiva Cruz Ferramentas e Moldes LDA



Ação 2 – Processos CAD-CAM e Impressão 3D E2.1 INESC TEC

Investigação e Desenvolvimento Tecnológico | Transferência e Valorização de Tecnologia | Formação Avançada
Consultoria | Pré-incubação de empresas de base tecnológica

Processos CAD CAM 3D PRINTING

Contexto

Ferramentas e moldes são produtos com um grau de complexidade elevada que obrigam a estudos técnicos detalhados antes da fase de produção.

No modelo de negócio da Cruz Ferramentas e Moldes (CFM), a empresa é frequentemente solicitada a desenvolver soluções de ferramentas /moldes para a produção de peças finais.

A CFM tem que conceber soluções que, para além de produzirem peças finais com a funcionalidade e qualidade desejadas também tenham tempos de ciclo adequados às taxas de produção que os clientes pretendem.

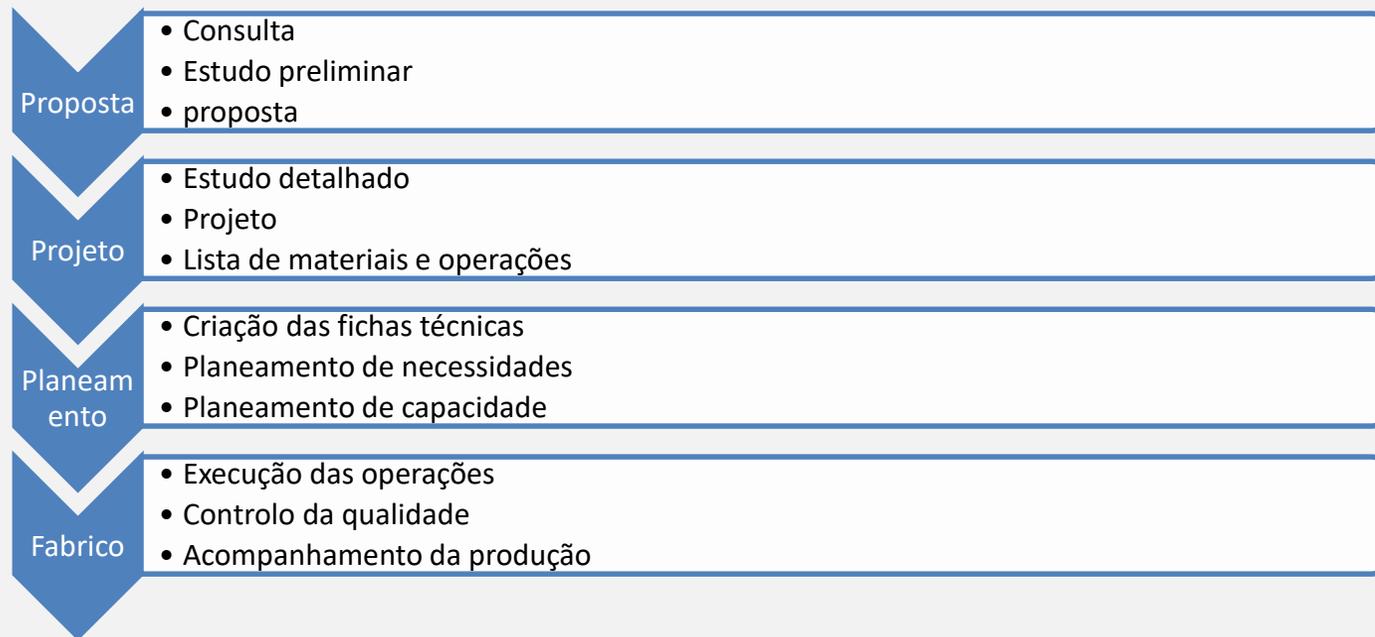
As ferramentas também têm que ser concebidas por forma a facilitarem o processo de montagem e desmontagem, com vista à redução dos tempos de setup, e sejam fáceis de manter.



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Fluxo de processos: da proposta à entrega

O fluxo de processos está representado na figura em baixo:



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Fluxo de processos: proposta

Na proposta a CFM começa por analisar a consulta do cliente.

A consulta pode ser de diferentes tipos:

- Baseada em desenhos técnicos para as peças que se pretendem obter com utilização das ferramentas
- Baseada em desenhos técnicos das ferramentas a fabricar
- Baseadas em amostras das peças a obter

Os desenhos técnicos podem ser em 2D ou 3D.

As ferramentas CAD devem estar preparadas para ler documentos em múltiplos formatos, nomeadamente:

DWG, DXF, IGES, STEP, VDA, Parasolid and SAT (ACIS)



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Wokflow: proposta

No estudo preliminar define-se o principio de funcionamento da ferramenta e a sua arquitetura em termos de módulos.

É importante identificar a existência de projetos anteriores semelhantes para avaliar a possibilidade de reutilização de componentes já desenvolvidos.

A pesquisa deve poder ser realizada na base da dados de projetos de desenhos com base em critérios como:

- Cliente
- Intervalo de datas
- Código
- Função
- Família
- Material
- Forma
- Notas

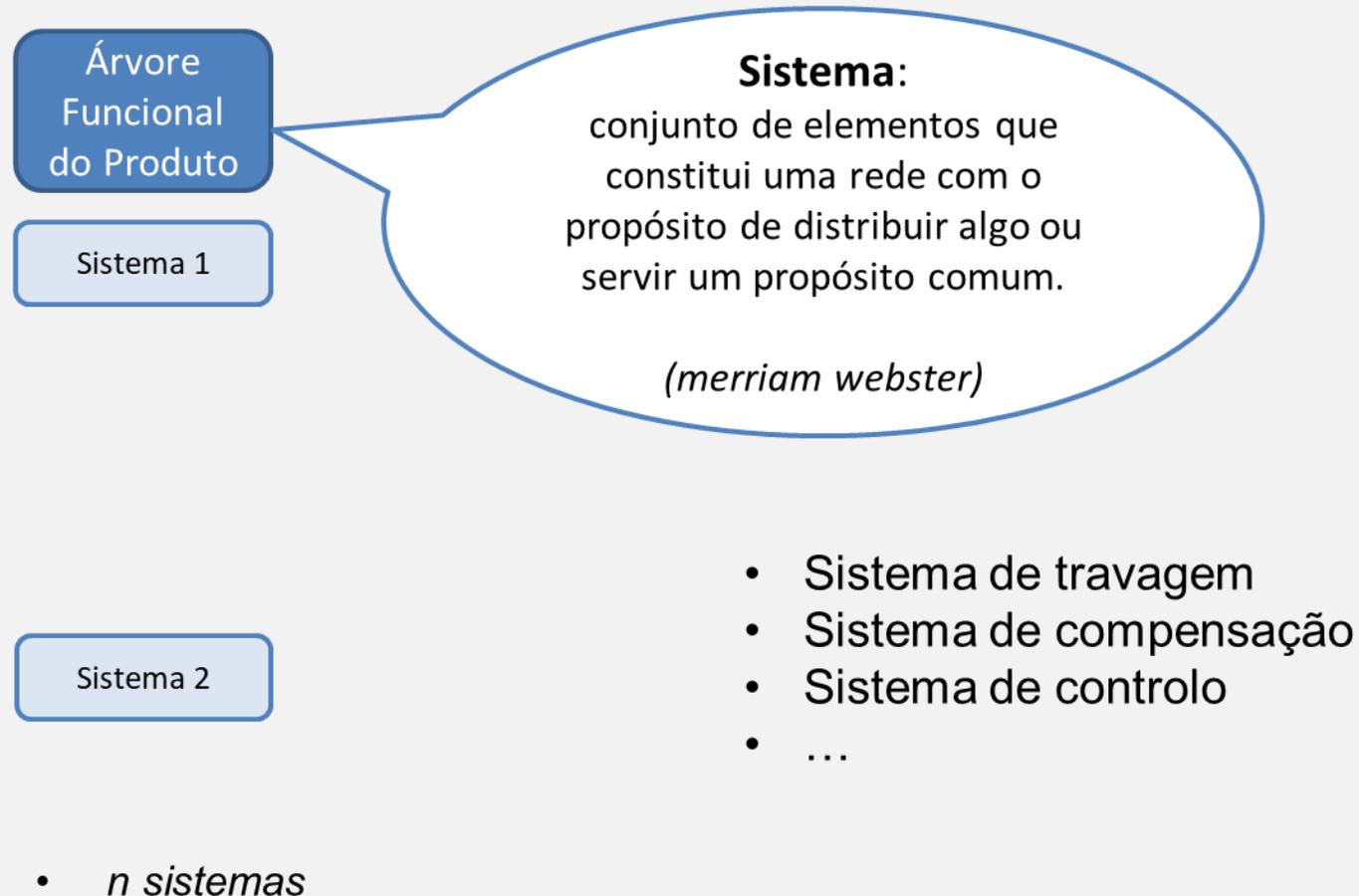
A classificação de componentes desenhos (módulos) de forma sistemática é um procedimento fundamental para facilitar a sua reutilização



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Wokflow: da proposta

- A arquitetura da ferramenta deve ser construída com base sistemas:



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Wokflow: da proposta

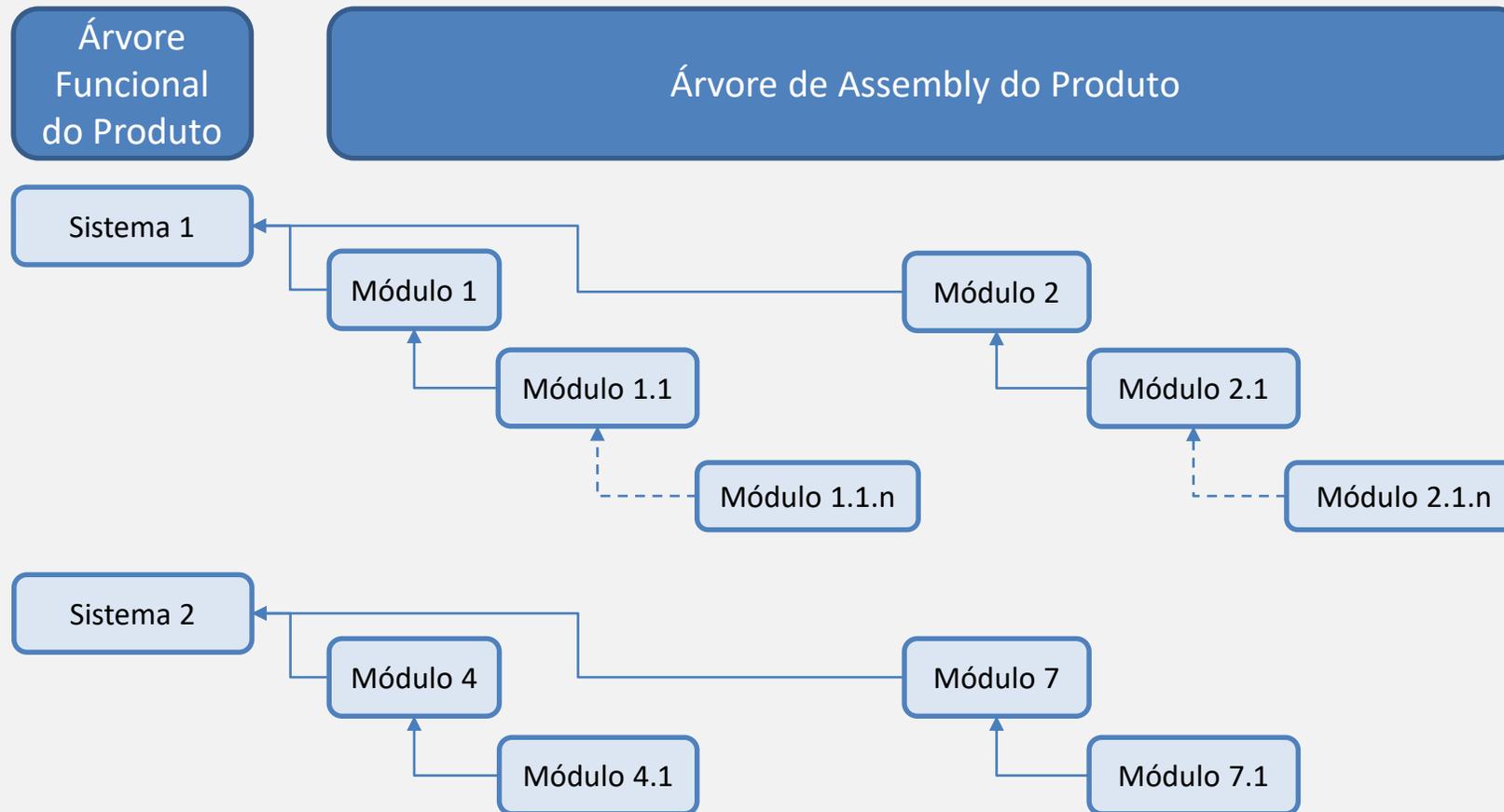
- O conceito de sistema está associado à função que desempenho no produto.
- Ao sistema devem ser associados os atributos adequados para permitir a sua caracterização e pesquisa em reutilizações futuras.
- O sistema também deve ter definido a que tipos de produtos se poderá aplicar
- Cada sistema por sua vez é constituído por módulos
- O conceito de módulo está associado à componente física do produto, conforme de pode ver no esquema da próxima página



ProcessosCAD CAM 3D PRINTING

Wokflow: proposta

- Sistemas que se desdobram em módulos:



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Wokflow: proposta

Na proposta basta muitas vezes identificar os sistemas que vão constituir a solução final para ser possível estimar o custo e a partir daí o preço da solução.

Existindo uma biblioteca de sistemas e módulos, a partir da especificação da solução pretendida pelo cliente pode ser criado uma primeira versão com base em projetos anteriormente desenvolvidos

O custo, também poderá ser ser estimado com base em desenvolvimentos anteriormente realizados, dado existir um sistema de registo de operações na produção e do respetivo custeio.

Os prazos de fornecimento são normalmente baseados na estimativa do esforço associado ao desenvolvimento do projeto e da sua execução multiplicado por fator de disponibilidade dos recursos.

Com a introdução da ferramenta de gestão de produção, o planeamento passará a ser realizado de forma mais precisa com base na efetiva utilização da capacidade disponível



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Wokflow: projeto

O projeto das ferramentas é realizado no âmbito do processo desenvolvimento de produto.

Nesta fase é necessário proceder ao desenho de todos os detalhes do produto.

A abordagem baseada na arquitetura de sistemas e módulos, iniciada na fase de proposta deve ser agora desenvolvida.



Os desenhos técnicos podem ser do tipo 2D ou 3D, sendo de privilegiar estes últimos pela riqueza de informação e potencialidades permitidas

Processos CAD CAM 3D PRINTING

Wokflow: projeto

É durante o projeto que se procede ao estudo detalhado da solução, nomeadamente do desempenho da ferramenta em termos de tempo de ciclo.

Na fase de projeto devem ser utilizadas abordagens que otimizem o processo de fabrico, bem como a utilização e manutenção do resultado final pelo cliente.

Em termos de desenho para o fabrico (design for manufacturing) devem ser tidas em consideração boas práticas que conduzam à simplificação da produção, reduzindo sempre que possível a complexidade da sua produção.



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Wokflow: projeto

Segundo Baptista(1) em Metodologia Lean Design for x, e em relação a variáveis e métricas para os vários critérios de design estudados são de considerar os seguintes tipos de complexidade:

- 1 Design for Manufacturing / Cost
- 2 Design for LCA
- 3 Design for Optimization
- 4 Design for Modularity
- 5 Design for Maintenance

Consideram-se aqui especialmente pertinentes os pontos 1 e 5, pelo que são transcritos.



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Wokflow: projeto - Design for Manufacturing / Cost

Baptista descreve-se uma metodologia de cálculo inovadora e designada por “Abordagem 0-3D”, que permite categorizar os diferentes tipos de peças e respetivos processos de fabrico em quatro classes:

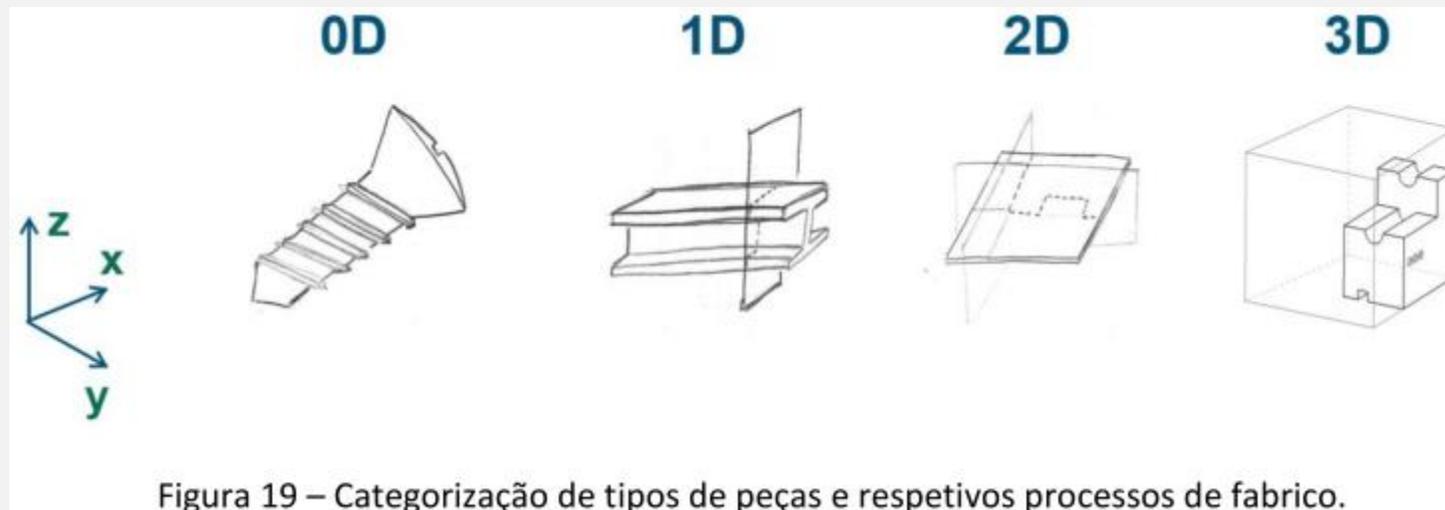


Figura 19 – Categorização de tipos de peças e respetivos processos de fabrico.

Processos CAD CAM 3D PRINTING

Wokflow: projeto - Design for Manufacturing / Cost

TIPO 0D:

- Os componentes de Tipo 0D são considerados como “Standardizados” ou Normalizados.
- Deve procurar-se reduzir o número de variantes e referências de compra, de modo a obterem-se ganhos na redução de custos gestão de referências, compras, etc.
- Exemplos de Subtipos 0.X
 - Por tipo de função do normalizado
 - Fixação
 - Guiamento
 - Suporte
 - acionamento, etc.



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Wokflow: projeto - Design for Manufacturing / Cost

TIPO 1D:

- Os materiais são trabalhados modificada essencialmente apenas numa direção (X) ou, em caso de conformação, há duas direções base que se mantêm constantes (Y,Z);
- Processos típicos de processamento no Tipo 1D:
 - Corte de perfis, Dobragem de perfis, Dobragem de tubos, etc;
- O fabrico de componentes associados ao Tipo 1D é normalmente de custo mais reduzido quando comparados com os Tipo 2 ou Tipo 3.



Wokflow: projeto - Design for Manufacturing / Cost

TIPO 2D:

- Os materiais são trabalhados essencialmente em 2 dimensões (X,Y)
- Processos típicos de processamento no Tipo 2D:
 - Puncionamento,
 - Corte em prensa,
 - Corte jato de água,
 - Corte Laser,
 - Estampagem,
 - Quinagem, etc;
- O fabrico de componentes associados ao Tipo 2D são normalmente de menor custo relativamente aos processos Tipo 3D e usados em médias ou grandes séries.



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Wokflow: projeto - Design for Manufacturing / Cost

TIPO 3D:

- Os materiais são trabalhados nas 3 dimensões (X,Y,Z);
- Processos típicos de processamento no Tipo 3D:
 - Fundição,
 - Maquinagem,
 - Electro- erosão,
 - Fabrico Aditivo, etc;
- O fabrico de componentes associados ao Tipo 3D são normalmente de custo elevado e na maioria dos casos relativos a séries pequenas de produção.



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Wokflow: projeto - Design for Manufacturing / Cost

Ainda segundo Baptista, a abordagem 0-3D é aplicada da forma que se apresenta de seguida:

- Criar definição das sub-tipologias na empresa; ? Instruir os projetistas sobre a catalogação de peças nas tipologias 0-3D (formação em processos de fabrico);
- Inserir um campo extra nas BOM (Bill of Materials) para os projetistas procederem à catalogação das peças;
- Avaliar com estatística simples a dispersão das peças pelas tipologias (radares, histogramas);
- Correlacionar as tipologias das peças do equipamento com os custos de fabrico associados;
- Estabelecer KPI e metas para cada uma tipologia para um novo projeto equipamento;
- Avaliar os ganhos e disseminar a metodologia noutros projetos.



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Wokflow: projeto - Design for Maintenance

- No mesmo trabalho, Baptista defende que em relação à vertente manutenção, o projeto deve ter em consideração:
- Acessibilidade de módulos/componentes:
 - O mau atravancamento de componentes é um dos motivos principais de desperdício de tempo, isto é, perde-se mais tempo a desmontar diversos componentes para “abrir caminho”, do que a reparação da peça danificada.
- Uso de peças e ferramentas standard:
 - Por vezes a complexidade de alguns componentes torna extremamente difícil a reparação ou substituição dos mesmos.
- Movimentações e Instalação:
 - Complementando o ponto anterior, o parâmetro da instalação tem como objetivo perceber o grau de dificuldade de instalação e troca de componentes.
- Tempo de vida esperado:
 - Este parâmetro visa a avaliar o projeto dos componentes dum ponto de vista mais técnico. Dentro do dimensionamento de peças, a possibilidade de incorporar critérios mais exigentes de fratura e fadiga ou se a seleção de equipamento que garanta maior número de horas em serviço foi tida em conta.



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Workflow: projeto- o standard STEP

O Standard STEP (Standard for Exchange of Product) foi criado para facilitar a interoperabilidade entre diferentes sistemas CAD, que na sua origem utilizavam formatos proprietários.

O STEP é uma família de standards ISO 10303 tem como objetivo descrever de forma precisa e completa a definição de um produto ao longo do seu ciclo de vida.

O STEP contempla várias *Parts*, entre as quais Application Protocol.

Dessas *parts* o AP 203 é particularmente interessante para permitir capturar dos Modelos CAD a estrutura de componentes por um sistema de gestão de produção, automatizando dessa forma a geração de fichas técnicas, imprescindíveis para o planeamento da produção.



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Workflow: projeto- o standard STEP

A extração de informação dos modelos de CAD via STEP facilitam a definição da estrutura de materiais e das operações, necessárias ao calculo de necessidades e ao planeamento de operações.

Ambas, normalmente designados por BOM (Bill of Materials) e Gammas Operatórias constituem o dossier de fabrico, que complementam as peças desenhadas.

Durante a fase de projeto é boa prática apresentar os modelos desenvolvidos aos clientes para pré validação.

A partir dos modelos (desenhos técnicos), e recorrendo a ferramentas de CAM, é também possível proceder a testes de simulação para verificar a exequibilidade do fabrico em particular nos componentes tipo 3D, para despistar eventuais problemas como colisões, que possam danificar materiais, peças, ferramentas ou mesmo equipamentos.

De entre as ferramentas disponíveis o POWERMILL apresenta-se como bastante adequada aos processos desenvolvidos na CFM



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Workflow: Planeamento

A extração de informação dos modelos de CAD via STEP facilitam a definição da estrutura de materiais e das operações,.

Ambas, normalmente designados por BOM (Bill of Materials) e Gammas Operatórias constituem o dossier de fabrico, que complementam as peças desenhadas.

O Planeamento contempla duas grandes atividades:

- cálculo de necessárias necessidades de materiais
- planeamento de operações

No cálculo de necessidades procede-se ao cálculo das quantidades de materiais que são necessários para fabricar os produtos, diferidos no tempo.

Para tal é necessário que a ficha de produto identifique todas as referencias de produtos e as respetivas fases de incorporação

No planeamento de operações procede-se à distribuição das operações de transformação necessárias pelos recursos disponíveis.



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Workflow: Planeamento

Ambas as atividades são facilitadas pelo recurso a Processos de gestão de produção. Durante o planeamento os problemas mais críticos são normalmente os relacionados com a falta de capacidade disponível para responder nas datas solicitadas pelos clientes.

Para os resolver é por vezes necessário tomar decisões sobre prioridades na execução dos trabalhos.



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Wokflow: Fabrico

A última etapa do fluxo de trabalho é o fabrico, em que os produtos projetados são executados nos recursos de produção.

É nesta etapa que

- os materiais são fornecidos aos postos de trabalho em que as operações vão ser executadas
- os programas de maquinação, gerados pelas ferramentas CAM são carregados nos equipamentos cnc
- as ferramentas são fornecidas aos postos de trabalho e montadas nos respetivos equipamentos
- todos os equipamentos são preparados para o arranque da produção



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Wokflow: Fabrico

Nos casos em que as quantidades a produzir são elevadas, é usual produzir uma pré-série para validar que o produto está conforme as especificações.

As validações são normalmente realizadas através de inspeções visuais, comparações com *gabarits*, medições no local ou por inspeções qualitativas e quantitativas em laboratório.

Também é recomendável que se proceda ao registo do avanço da produção, nomeadamente de:

- Materiais utilizados
- Operações realizadas
- Quantidades produzidas
- Paragens não programadas

Para permitir o controlo da produção e a rápida reação no caso de problemas.



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Workflow: fabrica aditivo

De entre as tecnologias emergentes o fabrico aditivo tem-se vindo a afirmar como uma das mais promissoras.

No momento atual o fabrico de peças funcionais no cenário da CFM ainda implica elevados investimentos, no entanto, e para fabrico de protótipos para validação de conceito já é perfeitamente justificável.



Processos CAD CAM 3D PRINTING

Referencias

- (1) Baptista, A. e all – Projeto TOPMAT-Modularidade, Standardização e Design-for-X
Resultados de casos de estudo
- (2) Baptista, A; Alves, A.C- Projeto PLM4all

