



**Definição do Modelo de Planeamento de Produção de uma empresa  
de Construção Civil**

**INESC Porto**

*Daniel Filipe Monteiro de Oliveira*

**Dissertação de Mestrado**

Orientador na FEUP: Prof. José Soeiro Ferreira

Orientador no INESC Porto: Eng. António Correia Alves



**FEUP**

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica – Opção Gestão da Produção**

2011-01-28

*A todos os que acompanharam e contribuíram para a minha formação como homem e como profissional. Esta é a conclusão de uma etapa de um processo que nunca acaba.*

## Resumo

Num contexto de desenvolvimento de um projecto de revisão dos processos de uma empresa do sector da construção civil, surge a oportunidade de estudar os métodos de planeamento da produção disponíveis e desta forma desenvolver um modelo de planeamento para a produção na construção civil, o PlanS-CC. Baseado neste modelo é posteriormente detalhado o modelo de planeamento da produção a implementar na empresa em estudo, detalhando-se as suas actividades.

Uma nova filosofia de produção na construção civil, a *Lean Construction*, procura implementar no sector os princípios *lean*. Com base nesta filosofia e partindo dos métodos existentes para o planeamento da produção propõe-se o PlanS-CC, que define a forma como os planos de trabalho para os projectos de construção civil devem ser elaborados. Este modelo procura tirar partido das vantagens individuais de métodos como o CPM, *Critical Chain* ou *Location-Based Planning* para, integrando-os e aplicando-os sequencialmente, produzir um plano de trabalhos optimizado. Por fim, este modelo propõe que se recorra ao *Last Planner System* para o controlo da produção e a revisão do plano.

Com base no PlanS-CC, estabelece-se um conjunto de actividades relacionadas com o planeamento da produção a serem adoptadas pela empresa nos seus processos, dando corpo a um modelo de planeamento da produção para a empresa estudada. As actividades deste modelo são adaptadas às suas necessidades e procuram satisfazer os requisitos decorrentes da legislação portuguesa, em particular para a contratação pública. Por fim, definem-se os requisitos necessários para o *software* de apoio às actividades do modelo de planeamento desenhado para a empresa, apresentando-se uma comparação em relação às ferramentas que esta dispõe, o CCS Candy e o MS Project.

Pretende-se com este trabalho oferecer uma visão global do processo de planeamento para a construção civil, propondo a integração de métodos diferentes e muitas vezes vistos como antagónicos. Espera-se também que o modelo desenhado e especificado para a empresa estudada possa servir como uma ferramenta para a melhoria significativa da sua produtividade, assim que esta incorpore a filosofia *lean* que o suporta.

## **Definition of a production planning method for a construction company**

### **Abstract**

For the revision of the internal processes of a construction company, comes the opportunity to study the planning methods available and design a theoretical model for the production planning in the construction sector, the PlanS-CC. This model should then be the base for the planning model and its activities in the company.

A new construction philosophy, Lean Construction, proposes the implementation of lean principals in the sector. Based in this philosophy and in the existing planning methods, it's proposed a theoretical model PlanS-CC to define the way construction projects should be planned. The PlanS-CC looks to integrate methods like CPM, Critical Chain or Location-Based Panning to produce an optimized plan. Then, it's proposed the use of Last Planner System to control production and revise the production plan.

Based in the PlanS-CC, it's presented a series of activities that embody the planning model for the studied company, with is adapted to the company needs and the legal requisites for construction projects in Portugal. Finally, the requisites for the software to support the company's planning model are defined and the tools available in the company, the CCS Candy and MS Project, are compared against the requisites.

It's expected to be offered by this work a global vision of the construction projects panning process, proposing the integration of methods sometimes seen as opposites. The planning model adapted to the company needs should be a tool to increase its productivity.

## **Agradecimentos**

Agradeço ao INESC Porto, instituição que me recebeu e permitiu que desenvolvesse este trabalho. Pela oportunidade proporcionada, pela confiança e pelo apoio, agradeço ao Engenheiro Correia Alves, meu orientador na instituição. Agradeço ao pessoal do 1.24, em particular aos do quadrado central, pelo companheirismo e bons momentos que passamos. O meu obrigado para as meninas do 1.21 pela rápida resolução dos problemas e pelo sorriso constante. Agradeço também às meninas do 1.10 pelos ensinamentos e acompanhamento. O meu obrigado a todos no INESC Porto pela boa recepção e bom ambiente que criam.

O meu obrigado ao Professor Soeiro Ferreira, meu orientador na FEUP, pela supervisão e aconselhamento ao longo do trabalho realizado. Agradeço ao Professor Amorim Faria por me ter recebido e aconselhado quando procurava novos conhecimentos. Agradeço também ao Professor Barros Basto pela disponibilidade e bons ensinamentos.

Agradeço aos meus pais, Alberto e Helena, pelo carinho e pelas condições que me proporcionaram para que pudesse fazer esta caminhada. Obrigado à minha namorada, Catarina, pelo apoio e pelo carinho e pelo sonho que me deu. Agradeço também à minha família pelo acompanhamento e apoio, bem como aos meus amigos, pela amizade e alegrias que vivemos.

Finalmente, agradeço à FCT, Fundação para a Ciência e a Tecnologia, pelo apoio financeiro que muito facilitou o meu dia-a-dia.

## Índice de Conteúdos

1. Introdução e contextualização.....	1
1.1. Apresentação do INESC Porto.....	1
1.2. Projecto de revisão de processos numa empresa de construção civil.....	2
1.3. A definição do modelo de planeamento de produção.....	2
1.4. Definição do âmbito do projecto.....	3
1.5. Método para o desenvolvimento do projecto.....	4
1.6. Principais contribuições do projecto.....	5
1.7. Organização da dissertação.....	6
2. Análise à construção civil e à gestão de projectos.....	7
2.1. A construção como um caso especial de produção.....	7
2.2. Novos paradigmas da construção: <i>Lean Construction</i> .....	8
2.3. Teoria TFV da construção.....	9
2.4. <i>Lean</i> na gestão de projectos.....	10
2.5. Planeamento de projectos: WBS, Gantt, CPM e PERT.....	11
2.6. <i>A Theory of Constraints</i> na gestão de projectos.....	12
2.7. Planeamento baseado no local vs complexidade da construção.....	12
2.8. Controlo da produção com o <i>Last Planner System</i> .....	13
3. Os desafios do planeamento e análise aos processos na empresa.....	14
3.1. Desafios do Código dos Contratos Públicos.....	14
3.2. O planeamento da produção na empresa estudada.....	17
4. <i>Software</i> de planeamento disponível na empresa.....	19
4.1. Análise ao Candy, da CCS.....	19
4.2. Análise ao Project, da Microsoft.....	21
5. PlanS-CC para o planeamento de produção na construção civil.....	23
5.1. Definição da estrutura de tarefas.....	23
5.2. Obtenção do caminho crítico e distribuição temporal das tarefas.....	24
5.3. Reorganização do plano com base no local de execução das tarefas.....	26
5.4. Protecção do caminho crítico.....	29
5.5. Integração de controlo e planeamento pelo <i>Last Planner</i> .....	31
5.6. O PlanS-CC como modelo teórico de planeamento.....	32
6. Modelo de planeamento da produção na empresa em estudo.....	35
6.1. Adaptação do PlanS-CC para o planeamento de produção da empresa.....	35
6.2. Requisitos para o SI de suporte ao planeamento.....	41
6.3. <i>Software</i> disponível vs. requisitos de suporte.....	46
7. Conclusões.....	48
7.1. Perspectivas de trabalhos futuros.....	48
Referências.....	50
ANEXO A: Fluxograma do Procedimento de Concurso Público.....	52
ANEXO B: Guião para elaboração de planos de trabalho no Candy.....	54
ANEXO C: Apresentação do Microsoft Project.....	60

## **Siglas**

CC – Construção Civil

CCOP – Construção Civil e Obras Públicas

CCP – Código dos Contratos Públicos

CP – Concurso Público

CPM – *Critical Path Method*

EOP – Empreitadas de Obras Públicas

EUA – Estados Unidos da América

INE – Instituto Nacional de Estatística

LBP – *Location-Based Planning*

LPS – *Last Planner System*

MTQ – Mapa de Trabalhos e Quantidades

PERT – *Program Evaluation and Review Technique*

PIB – Produto Interno Bruto

PMBOK – *Project Management Body of Knowledge*

PPC – *Percent Plan Complete*

TFV – *Transformation-Flow-Value*

TOC – *Theory of Constraints*

TPS – *Toyota Production System*

UE – União Europeia

WBS – *Work Breakdown Structure*

WWP – *Weekly Work Plan*

## Índice de Figuras

Figura 1 - Esquema do âmbito do trabalho. ....	4
Figura 2 – Rede documental das Peças do Procedimento e das Peças da Proposta para Empreitadas de Obras Públicas .....	15
Figura 3 – Composição resumida do recurso “Betão Armado” .....	20
Figura 4 – Rede de tarefas para a determinação do caminho crítico. Adaptado de Chase et al. (2006). ....	24
Figura 5 – Imagem do plano de trabalho desenvolvido em MS Project, numa perspectiva de transformação. ....	27
Figura 6 – Imagem do plano, em MS Project, reformulado com vista à conclusão das tarefas em cada zona. ....	27
Figura 7 – Imagem do plano, elaborado em MS Project, com as tarefas realizadas numa lógica de fluxo entre as diferentes zonas da obra. ....	28
Figura 8 – Plano, a partir de MS Project, com o método <i>Critical Chain</i> aplicado.....	30
Figura 9 – Plano, a partir de MS Project, com os ajustes decorrentes dos atrasos nas tarefas.....	31
Figura 10 – <i>Last Planner System</i> . Adaptado de Ballard (2000). ....	32
Figura 11 - O PlanS-CC. ....	34
Figura 12 - Composição de tarefas a partir de operações. ....	38
Figura 13 - Desagregação das tarefas em diferentes locais de execução.....	40
Figura 14 - Modelo de planeamento de produção para a empresa. ....	41



## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Lista das actividades a realizar ao longo do projecto e resultado esperado .....	4
Tabela 2 – Exemplo da determinação de um caminho crítico.....	25
Tabela 3 – Exemplos de requisitos convertidos em restrições para o planeamento. ....	25
Tabela 4 – Resumo dos resultados dos planos apresentados.....	28
Tabela 5 – Dimensionamento de <i>buffers</i> .....	30
Tabela 6 – Actividades para o planeamento da elaboração de propostas. ....	36
Tabela 7 – Actividades para a elaboração do plano de trabalhos.....	37
Tabela 8 - Actividades para o planeamento da execução da obra. ....	39
Tabela 9 - Comparação entre os requisitos e o <i>software</i> disponível.....	46

## 1. Introdução e contextualização

A maior relevância imposta ao planeamento pela nova legislação para as obras públicas, bem como a necessidade sempre presente de redução de custos e optimização da utilização dos recursos, convidam à reflexão quanto à forma como o planeamento é abordado e quanto aos meios disponibilizados para a sua realização. Por outro lado, novas teorias de produção e de gestão de projectos de Construção Civil, procurando implementar a filosofia *lean* ao sector, oferecem um campo vasto de oportunidades de melhoria que importa explorar.

Nesse sentido, e como parte integrante de um projecto desenvolvido no INESC Porto para a revisão dos processos internos de uma empresa, surge a necessidade de definir um modelo de planeamento adequado ao sector da Construção Civil e Obras Públicas e adaptado à realidade da empresa.

Como resultados deste trabalho destacam-se, entre outros:

- O PlanS-CC, um modelo teórico para o planeamento na CC;
- O modelo de planeamento da produção para a empresa estudada, com as suas actividades definidas;
- O levantamento dos requisitos para o sistema de suporte ao planeamento na empresa.

### 1.1. Apresentação do INESC Porto

O trabalho do qual se apresenta como resultado o presente documento decorreu no Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto. O INESC Porto<sup>1</sup> é uma instituição de capital privado, sem fins lucrativos, que adquiriu desde 2002, o estatuto de Laboratório Associado.

Tendo como principais associados a UP, o INESC e a FEUP, a instituição define como sua missão:

- Executar tarefas de I&D, gerando ciência e tecnologia competitivas nacional e internacionalmente;
- Funcionar como interface entre a universidade e as empresas, instituições públicas e serviços;
- Contribuir activamente para o desenvolvimento da ciência portuguesa e do sistema de ensino superior.

O INESC Porto exerce actividades de investigação e desenvolvimento, consultoria, formação avançada e transferência de tecnologia em áreas como as Telecomunicações e Multimédia, Energia, Gestão da Produção ou Sistemas de Informação, entre outras.

Tendo em conta as diferentes áreas de intervenção, o INESC Porto encontra-se estruturado por unidades especializadas:

- UTM – Telecomunicações e Multimédia;
- USIG – Informação e Computação Gráfica;
- USE – Sistemas de Energia;

---

<sup>1</sup> Para mais informação sobre o INESC Porto, consultar: [www2.inescporto.pt/](http://www2.inescporto.pt/) (último acesso em 2010-12-16)

- UOSE – Optoelectrónica e Sistemas Electrónicos;
- UITT – Inovação e Transferência de Tecnologia;
- UESP – Sistemas de Produção.

A UESP<sup>2</sup>, unidade onde o presente trabalho foi realizado, desenvolve a sua actividade na área da Produção e da Logística, intervindo na gestão da qualidade, manutenção, planeamento e controlo da produção, gestão de cadeias de fornecimento, sistemas logísticos ou estruturas logísticas.

Os objectivos da UESP prendem-se com o desejo de contribuir para a melhoria do desempenho global das empresas portuguesas, enquanto desenvolve competências em sistemas de informação de apoio à gestão industrial e em organização de empresas.

Quanto aos recursos humanos, no fim de 2009 o INESC Porto dispunha de 403 colaboradores, 49 destes ligados à UESP.

## **1.2. Projecto de revisão de processos numa empresa de construção civil**

Um dos projectos que se encontra actualmente em desenvolvimento na área de consultoria da UESP prende-se com a revisão dos processos internos de uma empresa do sector CCOP.

As áreas de intervenção da empresa em estudo vão desde a construção de edifícios de habitação, comercio ou indústria, para clientes privados, passando pela reabilitação de edifícios e pelas obras públicas, ao nível de edifícios para habitação social, educação, saúde, desporto ou lazer. O seu papel na obra é, na generalidade dos casos, o de empreiteiro geral recorrendo a uma percentagem elevada de subcontratação, muitas vezes a rondar os 70%.

Verifica-se que esta empresa está em grande crescimento pois, em 2003, apresentava um volume de negócios de €10,1M, sendo que para o final de 2010 esperava-se atingir os €42,5M. Um outro factor de crescimento tem sido o número de trabalhadores que, ao longo de 2009, aumentou 34% para os 274 colaboradores. Trata-se de uma empresa certificada em Qualidade, Ambiente e Segurança, tendo sido distinguida com o prémio PME Excelência em 2009.

O projecto de revisão dos processos internos surge como resposta à necessidade da sua reestruturação de forma a responderem mais adequadamente à nova realidade da empresa, provocada pelo forte crescimento. Espera-se que resulte da realização do projecto uma nova rede de processos, incluindo o suporte às actividades da empresa em novas áreas de negócio.

## **1.3. A definição do modelo de planeamento de produção**

O modelo de planeamento de produção utilizado pela empresa em estudo é uma das áreas onde o projecto deve intervir. O levantamento dos processos da empresa permite concluir que esta não dispõe de um processo que trate exclusivamente das actividades relacionadas com o desenvolvimento de planos de trabalho para acompanhamento das propostas ou a elaboração do planeamento para a execução da obra. Verifica-se que as actividades que se referem a estes temas encontram-se divididas entre dois processos.

Por outro lado, a introdução de nova legislação para as Empreitadas de Obras Públicas alterou a forma como os concursos são publicitados, os meios de obtenção das peças do

---

<sup>2</sup> Para mais informações sobre a UESP, consultar: [www2.inescporto.pt/uesp](http://www2.inescporto.pt/uesp) (último acesso em 2010-12-16).

procedimento e a forma como as propostas devem ser apresentadas. Para além destas alterações, o novo Código dos Contratos Públicos define que o plano de trabalhos a entregar com a proposta a concurso para uma EOP tem carácter vinculativo, definindo as datas de início e fim da obra, bem como as suas fases. Também o plano de pagamentos fica definido a partir do plano de trabalhos apresentado na proposta.

O peso acrescido dado ao plano de trabalhos bem como a necessidade de integrar as novas técnicas para a gestão de projectos e planeamento na CC introduziram a necessidade de realização deste trabalho, com o seguinte objectivo principal:

- Definir um modelo de planeamento de produção a ser adoptado na rede de processos de uma empresa de construção civil.

Como objectivo secundário, que resulta da necessidade de estabelecer um modelo base para o planeamento da produção na CC, tem-se o seguinte:

- Definir de um modelo teórico para o planeamento da produção na CC, que implemente os novos métodos e técnicas de planeamento resultantes da adaptação da filosofia *lean* ao sector, integrando-os com a gestão de obra.

Como objectivo complementar ao modelo a estabelecer para o planeamento na empresa, surge o seguinte:

- Determinar os requisitos necessários a um sistema de informação destinado a apoiar a realização das actividades que componham o modelo de planeamento da produção da empresa.

#### **1.4. Definição do âmbito do projecto**

Define-se como primeiro objectivo para este trabalho o desenho de um modelo teórico para o planeamento de produção na CC que reflecta a adaptação da filosofia *lean* ao sector e que com isso permita a sua integração com os métodos e ferramentas *lean* recentemente desenvolvidos para a gestão de projectos de CC.

Numa segunda fase pretende-se a adaptação deste modelo à realidade da CC em Portugal, tendo como referencia o caso da empresa estudada, resultando deste trabalho um conjunto de actividades relacionadas com o planeamento a incluir nos processos da empresa. Por fim, tendo por base as actividades definidas, realiza-se um levantamento dos requisitos para um sistema de informação que apoie todas as acções relacionadas com o planeamento de produção na empresa. A Figura 1 representa de forma esquematizada o âmbito deste trabalho.

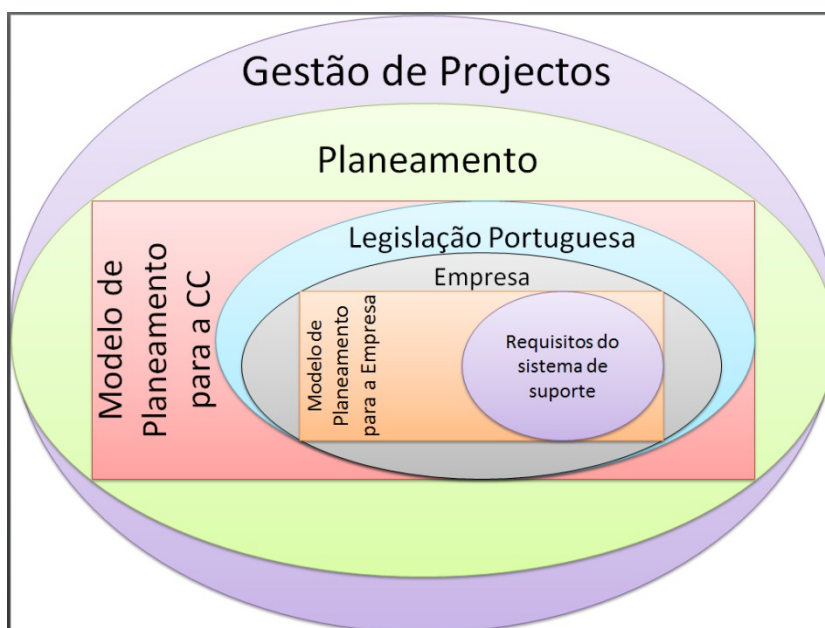


Figura 1 - Esquema do âmbito do trabalho.

### 1.5. Método para o desenvolvimento do projecto

O desenvolvimento do projecto realizar-se-á através da execução das actividades descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Lista das actividades a realizar ao longo do projecto e resultado esperado

#	Actividade	Resultado
1	Estudo do estado da arte quanto à gestão de projectos de CC, com principal foco no planeamento.	Modelo teórico de planeamento de produção para a construção civil.
2	Definição de um modelo teórico para o planeamento na CC.	
3	Análise ao estado actual do sector da CCOP em Portugal.	Levantamento dos requisitos de planeamento para a CC em Portugal.
4	Estudo do enquadramento legal das obras de CC em Portugal, com especial atenção para o Código dos Contratos Públicos.	
5	Análise aos processos internos da empresa bem como ao seu modelo de negócio.	Modelo de planeamento da produção na empresa.
6	Estudo do <i>software</i> utilizado na empresa para o planeamento da produção.	
7	Definição do modelo de planeamento de produção para a empresa.	
8	Levantamento dos requisitos para o SI de apoio ao planeamento da produção na empresa.	Lista de requisitos do SI.
9	Comparação entre as funcionalidades do <i>software</i> de planeamento da produção utilizado na empresa e os requisitos definidos para o SI.	Relatório de análise de <i>software</i> .

O método escolhido para a realização deste trabalho baseia-se em, numa primeira fase, no levantamento do estado da arte no que diz ao planeamento da produção na CC, analisando a nova filosofia *Lean Construction* bem como os diferentes pontos de vista quanto aos métodos a seguir para a gestão de obra. Pretende-se que deste levantamento venha a resultar a definição de um modelo teórico para o planeamento na CC.

Posteriormente, através da análise ao sector da CCOP em Portugal e pelo estudo da legislação, compreender-se-á de que forma o planeamento da produção é encarado pelas empresas do sector e também quais são as exigências legais a que o plano de trabalho se encontra exposto.

Numa terceira fase, serão analisados os processos e subprocessos da empresa em estudo, que definam a forma como o planeamento de obra é efectuado, bem como as ferramentas utilizadas para a sua realização. Através desta análise espera-se que seja possível definir o modelo de planeamento da produção a utilizar na empresa e as actividades que o compõe. Estas actividades, respondendo às imposições resultantes da envolvente, devem implementar o modelo teórico previamente definido.

De seguida, com base nas actividades do modelo de planeamento de produção desenhado para a empresa, seria feito um levantamento das funcionalidades requeridas a um sistema de apoio à sua execução. Finalmente, seriam avaliadas as funcionalidades do *software* disponível na empresa de forma a verificar se este satisfaz os requisitos encontrados.

## **1.6. Principais contribuições do projecto**

Com a realização deste trabalho foi possível definir um modelo teórico para o planeamento da produção na construção civil, o PlanS-CC, onde se descreve de que forma o plano de trabalho deve ser elaborado. Este modelo integra métodos de planeamento que muitas vezes são vistos como antagónicos mas que aqui são apresentados como complementares, pois a sua utilização sequencial permite a elaboração de um plano cada vez mais completo e fiável.

Baseado no PlanS-CC foram definidas as actividades a realizar na empresa relativas ao planeamento e com isso estabelecido o modelo de planeamento da produção que esta deve incorporar, respondendo às suas necessidades e adaptado às características do sector da CC nacional, sendo por isso capaz de satisfazer os requisitos legais decorrentes da legislação portuguesa para as EOP e para as obras privadas. Neste ponto, o CCP introduziu novas exigências quanto ao plano de trabalhos que acompanha a proposta para a realização de uma obra pública, que obrigam a que o sistema de planeamento preveja a realização de planos de trabalho fiáveis e que reflectam o andamento real dos trabalhos.

De forma a permitir a aplicação das actividades do modelo de planeamento da produção desenvolvido para a empresa, foi realizado o levantamento dos requisitos para o seu suporte informático. Uma vez que a empresa estudada tem no sector público alguns dos seus principais clientes, muitos dos requisitos assinalados visam possibilitar uma fácil integração com os suportes informáticos utilizados na contratação pública. Através da análise do *software* disponível na empresa, verificou-se que nenhuma das ferramentas avaliadas apresentava funcionalidades que permitissem a total aplicação do definido para as actividades do modelo de planeamento de produção desenhado para a empresa.

## 1.7. Organização da dissertação

Após a introdução e contextualização do trabalho apresentada neste Capítulo 1, o presente documento está organizado da seguinte forma:

- Análise ao estado da arte:
  - Capítulo 2 – análise do sector da Construção Civil e Obras Públicas em Portugal e apresentação do estado da arte quanto à gestão de projectos de construção civil e relativamente aos métodos e ferramentas de planeamento disponíveis;
- Apresentação do problema:
  - Capítulo 3 – apresentação do novo Código dos Contratos Públicos e dos seus desafios para o planeamento, seguida da descrição dos procedimentos para o planeamento da produção realizados na empresa;
  - Capítulo 4 – apresentação das duas ferramentas informáticas disponíveis na empresa e que integram funcionalidades que permitem a elaboração de planos de trabalho;
- Proposta de solução:
  - Capítulo 5 – definição do PlanS-CC, um modelo teórico para o planeamento de produção que integra os métodos e as ferramentas de planeamento apresentadas no Capítulo 2;
  - Capítulo 6 – descrição das actividades de planeamento a realizar na empresa, definição do modelo de planeamento de produção que englobe as actividades a implementar na empresa estudada, definição dos requisitos para o seu suporte informático e avaliação das ferramentas disponíveis na empresa à luz desses requisitos;
- Conclusões e trabalhos futuros:
  - Capítulo 7 – apresentação das conclusões retiradas com a elaboração do projecto e enumeração dos trabalhos que poderiam ser realizados com vista a dar seguimento aos resultados obtidos.

## **2. Análise à construção civil e à gestão de projectos**

O sector da Construção Civil e Obras Públicas tem um grande peso na economia. Na UE, 16,3 milhões de pessoas eram trabalhadores directos do sector em 2007, num universo de 26 milhões de trabalhadores directos e indirectos. Segundo Reis (2009), a Construção Civil representa 10,5% do PIB da União Europeia.

Em Portugal o CCOP, à semelhança da UE, tem grande importância económica e social. Segundo dados do INE (2010b) o sector emprega 478 mil trabalhadores, o que representa 8,6% da população activa e 9,6% da população empregada. Em linha com a UE, o sector de construção civil contribui com cerca de 10% para o PIB nacional.

A construção residencial e as obras de engenharia civil como a construção de estradas e pontes são os dois segmentos com maior peso no sector em Portugal. No entanto, a reabilitação de edifícios tem ganho cada vez mais peso em Portugal pois em 2008, 72,3% dos edifícios licenciados destinavam-se a construção nova mas em 2009 representaram 67,5%, com os restantes 32,5% dos licenciamentos a destinar-se a obras de alteração, ampliação e remodelação de edifícios já existentes (INE 2010a).

Conforme se tornou evidente com a presente crise financeira, factores como a evolução da conjuntura económica, o investimento público e a procura, bem como as taxas de juro e a disponibilidade de crédito bancário influenciam em grande medida as actividades do CCOP. Por sua vez, este sector tem um grande impacto em diversas actividades pois apresenta uma cadeia de valor muito extensa, fazendo sentir a sua influência a montante e a jusante, nas empresas de materiais e de equipamentos de construção ou de serviços relacionados. Todos estes factores contribuem para o facto de esta ser uma actividade cíclica, expandindo-se mais ou entrando em recessões mais profundas do que a economia global, conforme esta esteja a crescer ou em fase negativa. O CCOP é assim um dos principais indicadores do estado da economia (Baganha, Marques, & Góis, 2002).

É possível dividir as empresas do sector em dois grupos: empresas de grande volume de negócios, dedicadas à gestão de obra, assumindo o papel de empreiteiro geral; e pequenas empresas que se dedicam a uma área (ou arte) específica da construção civil, executando trabalhos de mão-de-obra intensiva. Esta divisão resulta do facto de o empreiteiro geral recorrer frequentemente a subempreiteiros que dispõe de mão-de-obra qualificada especializados numa determinada área. Desta forma o empreiteiro geral assume apenas um papel de gestão de obra, coordenando os diferentes agentes e limitando-se a pequenas tarefas construtivas.

### **2.1. A construção como um caso especial de produção**

O sector CCOP é muito diversificado, com clientes que podem ir desde o Estado, a Autarquias, a grandes empresas ou a particulares interessados em autoconstrução. Esta diversidade resulta em projectos específicos para cada obra, tendo estes que ser adaptados às necessidades do cliente e às características do local da edificação, produzindo-se assim produtos únicos. Estes produtos podem alternar entre edifícios, estradas, barragens, entre outros, incorporando tecnologias diversas. Também as operações produtivas são variadas, interagindo no local de produção unidades produtivas heterogéneas, compostas por elementos de formação diversa e conhecedores de diferentes especialidades (Baganha et al., 2002).



A soma destas características resulta num tipo de produção único. Esta produção pode ser descrita como a fabricação complexa de produtos únicos realizada, maioritariamente, no local de entrega, por actuação de uma equipa multifacetada e heterogénea (Bertelsen & Koskela, 2004). Pode argumentar-se que a produção de produtos únicos por equipas heterogéneas não é característica diferenciadora da indústria da CC já que é partilhada por toda a indústria no desenvolvimento de projectos. Também o estabelecimento de uma “fábrica” temporária onde o produto está fixo é uma característica que a indústria naval também possui. No entanto, a CC torna-se um caso especial de produção pois os produtos desta são produzidos no local de entrega e encontram-se fixos a este (Ballard & Howell, 1998). Assim, resulta que na CC o local de construção exerce grande influência no produto e na forma como este é produzido, já que cada local tem características específicas que vão desde a topografia, ao clima ou à legislação aplicável.

Do ponto de vista operacional, a produção na CC apresenta-se como sendo uma combinação de fabricação e montagem com mão-de-obra intensiva, sendo reconhecido que este é um sector onde os processos produtivos apresentam menor evolução. Para este resultado contribui o tipo de mão-de-obra utilizada no sector, que se caracteriza em Portugal, segundo Baganha et al. (2002) por ser pouco qualificada, muitas vezes precária ou ilegal, com elevada rotatividade e sujeita a altos níveis de sinistralidade.

## **2.2. Novos paradigmas da construção: *Lean Construction***

Como forma de melhorar a produtividade na CC, possibilitar a redução de custos e oferecer produtos a preços mais competitivos, entre outras vantagens, surge uma nova filosofia para a produção neste sector, a *Lean Construction*. Pretende-se com esta filosofia estender as vantagens obtidas com a adopção dos princípios *lean* na manufactura à CC.

O termo *lean* foi introduzido para designar a filosofia de produção associada ao *Toyota Production System* (Womack, Jones, & Roos, 1990) em contraste com a produção artesanal e a produção em massa. O TPS é composto por várias ferramentas e métodos desenvolvidos ou adaptados por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, na Toyota Motor Company nos anos 50, como resposta às dificuldades económicas que esta enfrentava e à impossibilidade de implementar a produção em massa, semelhante à realizada nos EUA e Europa. Este sistema de produção baseia-se numa filosofia de gestão abrangente a toda a cadeia de valor, onde é dada grande importância à eliminação dos desperdícios e tem como objectivos máximos a satisfação completa de todos os requisitos do cliente, com a entrega imediata do produto e sem o recurso a *stock* intermediário. Posteriormente passou a designar-se este modelo de produção como *Lean Production*.

Partindo do modelo de produção em massa desenvolvido por Henry Ford, Taiichi Ohno procurava produzir automóveis, que satisfizessem os requisitos específicos de cada cliente, entregues instantaneamente e sem o recurso a inventário ou intermediários. Para tal, em alternativa à melhoria da produtividade de cada posto de trabalho, procurou melhorar toda a cadeia produtiva e de valor. A eliminação de desperdícios tornou-se uma imagem de marca do TPS (originando o termo *lean*), já que Ohno considerava existirem sete tipos de desperdícios: superprodução, tempos de espera, transporte, processamento desnecessário, *stock*, movimentos (de trabalhadores e materiais ou produtos) e defeitos (quer introduzidos no produto quer pela não satisfação do cliente).

A gestão tradicional da construção foca-se no projecto para a elaboração de um plano geral onde as actividades necessárias para a construção do produto são alinhadas numa sequência

lógica, sendo estimados tempos para a sua execução e assim obtendo-se o tempo total da obra pela soma das partes. Posteriormente cada actividade é decomposta em tarefas que possam ser distribuídas por equipas responsáveis pela sua execução. A gestão faz-se controlando cada actividade em relação ao plano e aos custos definidos. O objectivo é minimizar os custos de cada actividade de forma a minimizar o custo total da obra. Assim, a gestão é feita com enfoque nas actividades, à semelhança da produção em massa onde se pretendia maximizar a produtividade através da utilização de 100% do tempo disponível para produção em cada posto de trabalho (Howell, 1999). Verifica-se que o desperdício está muito presente na CC, sob a forma de material mal utilizado, de retrabalho ou de mão-de-obra ociosa aguardando a libertação de trabalho, entre outras.

A *Lean Construction* é uma filosofia de produção para a CC que procura implementar a produção *lean* neste sector. Pretende-se que conceitos como: identificação do valor para o cliente; eliminação de tudo o que não acrescenta valor; organização da produção como um fluxo; utilização de *pull* na cadeia de valor; atribuição de poder de decisão por toda a cadeia; procura da perfeição através da entrega dos produtos atempadamente, dentro das especificações; que são associados à *Lean Production*, passem a ser também pedras basilares em qualquer sistema de produção para a CC. A par desta nova filosofia surge também a procura por uma maior industrialização da CC, pela produção de produtos *standard* em ambiente fabril e sua posterior montagem em obra, reduzindo-se assim custos, defeitos e variabilidade.

A conversão da produção na CC para uma forma *lean* de produzir requer assim duas tarefas: a transferência para a manufactura de todo o que a ela diga respeito, tirando assim partido da mais elevada produtividade e da experiencia da *Lean Production*; e o desenvolvimento e aplicação de técnicas *lean* adequadas à construção (Ballard & Howell, 1998).

Segundo Howell (1999), a gestão das relações entre as actividades através das suas dependências e a redução da variabilidade é essencial para a conclusão dos projectos (em CC, as obras) no período mais curto. Um exemplo comum para esta questão é o do trânsito automóvel em hora de ponta onde, o facto de cada condutor viajar à velocidade mais elevada possível, o mais próximo possível do automóvel da frente não garante o tempo mais curto de viagem. Neste caso, a mais pequena alteração na velocidade do veículo da frente obriga a uma reacção imediata do veículo que o segue, provocando uma onda de abrandamento que se propaga por toda a fila. Por outro lado, se os veículos viajarem com velocidades e distancias que permitam o amortecimento das alterações de velocidade do veículo da frente, não existirá propagação do abrandamento e a viagem será mais rápida. Esta visão introduz um peso maior ao planeamento e organização da produção.

### **2.3. Teoria TFV da construção**

Conforme exposto anteriormente, a forma tradicional de gestão da produção na CC (a gestão de obra), procura melhorar cada actividade transformadora, reduzindo o seu custo e com isso obtendo o custo mais baixo para a obra. No entanto, no relatório *Application of the New Production Philosophy to Construction* (1992), Koskela conclui que o modelo da *Lean Production* deve ser adoptado pela CC e defende que, contrariamente à visão tradicional, a gestão de obra deve ser feita tendo em conta não só as actividades transformadoras, onde o valor é acrescentado, mas também as actividades que não acrescentam valor e que, por essa razão, introduzem desperdício. Desta forma, a visão da produção na CC deveria ter em conta o fluxo de recursos entre as tarefas, incluindo a transformação, o transporte e a espera. A

eliminação das tarefas que não acrescentam valor bem como a melhor utilização dos recursos deve resultar numa redução dos custos.

Como evolução da visão anteriormente apresentada, surge uma nova teoria para a produção na CC, a teoria TFV (Koskela, 2000). Esta introduz um novo elemento para além da gestão das actividades (*transformation*) e dos fluxos (*flow*): a gestão do valor para o cliente (*value*). É assim reflectida na produção da CC os princípios *lean*, dando-se corpo à *Lean Construction*.

Para a criação de valor para o cliente, é necessário que o produto apresente o melhor compromisso possível entre o que o cliente deseja, necessita está disposto a pagar. Na CC, um elemento crucial na introdução de valor no produto é o projectista. Este deve fazer compreender ao cliente as consequências das suas escolhas, procurando que este exprima não só o que deseja mas também o que necessita. Muitas vezes os desejos do cliente nem sempre se enquadram com as suas necessidades reais e é responsabilidade do projectista demonstrar isto mesmo ao cliente, permitindo uma escolha informada e consciente. Esta nova concepção da relação com o cliente é uma ruptura com a mentalidade actual onde o projectista apenas é responsável por projectar o que o cliente demonstra desejar.

#### **2.4. Lean na gestão de projectos**

A “Gestão de Projectos” é uma disciplina que, segundo o *Project Management Body of Knowledge* (Duncan, 1996), aplica conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas a actividades de projecto de forma a satisfazer ou exceder os requisitos das partes interessadas. O PMBOK pretende dar corpo ao conhecimento actual de gestão de projectos, apresentando desde as práticas mais utilizadas e reconhecidas nesta área até às práticas mais recentes e inovadoras.

É aceite que os projectos devem ser divididos em fases, sendo definidos objectivos para cada uma destas fases. Estas fases são estruturadas e ordenadas de forma lógica para garantir que o objectivo final é cumprido. Geralmente, a passagem de uma fase para a seguinte é um momento onde se verifica o andamento do projecto e se este está a atingir os objectivos previamente traçados, definindo as correcções que se mostrem convenientes. Por exemplo, num projecto de construção civil, podem ser consideradas fases da obra: montagem de estaleiro, movimentação de terras, execução de fundações, entre outros.

No PMBOK são indicados cinco processos que servem de estrutura para as gestão de projectos:

- Arranque, onde se reconhece a necessidade de realizar um projecto;
- Planeamento, quando se estabelecem as fases do projecto e as tarefas que as compõe;
- Execução, onde as tarefas planeadas são executadas pelos recursos definidos;
- Controlo, garantindo que os objectivos definidos são cumpridos;
- Fecho, quando se considera o projecto terminado.

Estes processos podem ser também utilizados para as fases definidas no projecto, tratando cada uma como um projecto dentro do projecto. A definição da ordem de execução das tarefas é feita recorrendo a métodos como o *Critical Path Method*.

Para que esta visão da gestão de projectos seja possível, é necessário considerar que os objectivos do projecto estão bem definidos desde o primeiro dia. Considera-se também que os cinco processos da gestão de projectos são distintos entre si, o mesmo acontecendo com as fases definidas para o projecto. É também notório que a noção de controlo resume-se à

comparação entre o planeado e o executado, considerando-se que o plano representa a execução ideal do projecto e que desta forma a realidade deve ser submetida a este. O controlo faz-se principalmente nas tarefas que compõe o caminho crítico resultante da aplicação do CPM.

Para autores como Howell e Koskela (2000) esta teoria que suporta a gestão de projectos não se enquadra na realidade. É defendido que, à medida que os projectos aumentam em complexidade e são entregues em prazos mais curtos, estando sujeitos a uma maior incerteza, não basta controlar a execução das actividades contra o *standard* criado no planeamento. Na prática, as diferentes fases do projecto não são estanques entre si, havendo uma relação de causa e efeito muito pronunciada. Além disso, nem sempre é possível aguardar que uma tarefa termine para se iniciar a tarefa seguinte, verificando-se uma sobreposição. Nota-se também que é frequente o próprio objectivo do projecto variar ao longo da execução, podendo em muitos casos não estar bem definido à partida.

Por tudo isto, considera-se que controlar as tarefas apenas via a comparação com o planeado resulta na procura por melhorias localizadas e não em todo o processo, à semelhança da produção em massa onde se procura otimizar a produção em cada posto de trabalho. Desta forma, a adopção de princípios *lean* também na gestão de projectos é um passo que deve ser dado, procurando-se não só gerir as tarefas com vista aos objectivos definidos para cada uma delas mas mantendo uma visão global do projecto, tendo em conta os fluxos entre as tarefas.

## 2.5. Planeamento de projectos: WBS, Gantt, CPM e PERT

O planeamento dos projectos é um problema para o qual têm sido desenvolvidas diversas ferramentas com abordagens diferentes. No entanto é sempre necessário estabelecer, numa primeira fase, uma lista de todas as actividades a executar ao longo do projecto. Esta lista é normalmente designada como *Work Breakdown Structure*.

Uma ferramenta largamente utilizada na gestão de projectos para o estabelecimento de uma rede de actividades de forma gráfica é conhecida como Gráfico Gantt. Trata-se de um gráfico de barras onde as actividades estão definidas no tempo e que permite desta forma acompanhar a execução dos trabalhos sabendo o que “está a ser feito hoje”. A sua designação desta ferramenta surge associada a Henry L. Gantt, reconhecido como responsável pelo desenvolvimento desta ferramenta no princípio de século XX. No entanto a origem desta ferramenta é pouco conhecida (Wilson, 2003).

Na década de 1950 foram desenvolvidas duas técnicas para a definição de redes de actividades interdependentes e sequenciais. O CPM surgiu como uma forma de planear actividades de manutenção numa fábrica de produtos químicos da Du Pont. Para a utilização desta técnica assume-se que as durações das tarefas definidas na WBS são conhecidas fixas. Estabelecendo a rede de tarefas é possível definir um caminho crítico isto é, a sequência de tarefas mais longa e que define a duração do projecto (Chase et al., 2006). No que respeita à CC, esta é a técnica mais utilizada para o planeamento.

A segunda técnica desenvolvida na década de 1950 é o *Program Evaluation and Review Technique*. O PERT surgiu para planear as actividades do projecto do míssil Polaris na Marinha dos EUA. À semelhança do CPM, é estabelecida uma rede de tarefas interdependentes e sequenciais mas, neste caso, admite-se incerteza na sua duração. No PERT associa-se a cada actividade uma duração optimista, uma duração considerada provável e uma

duração pessimista. A duração do projecto é calculada tendo em conta a probabilidade definida para cada cenário (Chase et al., 2006).

## 2.6. A *Theory of Constraints* na gestão de projectos

Quer o CPM quer o PERT são técnicas focadas nas actividades e oferecem um meio para otimizar as relações entre estas. Com vista à análise das actividades do ponto de vista dos recursos foi apresentada por Eliyahu Goldratt uma nova técnica. Baseando-se na *Theory of Constraints*, o autor apresentou o trabalho *Critical Chain* (1997), onde explora a aplicação desta teoria à gestão de projectos.

A TOC (Goldratt, 1990) baseia-se em cinco passos:

- Identificar as restrições do sistema;
- Decidir como explorar as restrições identificadas;
- Subordinar todas as restantes decisões à anterior;
- Elevar as restrições do sistema;
- Se, nos passos anteriores, alguma restrição não for cumprida, recomeçar sem permitir que a inércia se converta numa restrição.

Como exemplo dos cinco passos da TOC, atente-se numa linha de produção, onde o *bottleneck* é a restrição do sistema. Neste caso, após ser identificado, procura-se maximizar a sua produção, subordinando os restantes postos ao ritmo imposto pelo *bottleneck*. Por fim aumenta-se a sua capacidade até que o posto em causa deixe de ser o *bottleneck*. Posto isto, recomeça-se o ciclo procurando a nova restrição da linha.

A abordagem TOC comparativamente à PERT procura reduzir a duração do caminho crítico. No PERT a duração de cada actividade é inflacionada como resultado das probabilidades associadas às estimativas pessimista, real e optimista. Este aumento verifica-se em todas as actividades independentemente de estas fazerem parte do caminho crítico ou não. Na TOC é proposto que seja definida a duração esperada para as actividades do caminho crítico, à semelhança do método CPM, sendo posteriormente adicionada uma folga de tempo para suportar atrasos, o *buffer* do projecto. No que respeita às actividades fora do caminho crítico, é também adicionado um *buffer* de recursos que possam vir a ser alocados às actividades do caminho crítico em atraso. Por fim, tendo em conta os recursos alocados, é definida a *critical chain*. Para tal são analisadas as dependências entre actividades que partilham os mesmos recursos, devendo por isso ser executadas em sequência e não em paralelo (Rand, 2000).

## 2.7. Planeamento baseado no local vs complexidade da construção

A análise da gestão de projectos de CC como um sistema complexo tem vindo a ser desenvolvida. Bertelsen (2003b) classifica a produção na construção como um processo semelhante à fabricação (montagem), complicado, paralelo e dinâmico. Como consequência, defendida a adopção de técnicas de gestão do caos para a gestão de projectos na CC. É sustentado que não é possível elaborar um plano que seja representativo da realidade numa obra pois estão presentes demasiadas variáveis que, inevitavelmente, vão intervir no desenrolar dos trabalhos e consequentemente impossibilitar o cumprimento do plano. Neste caso, um plano terá uma validade de poucas semanas e desta forma, é sugerido que se tomem decisões apenas tendo em conta as actividades consideradas certas, como a encomenda de materiais com prazos de entrega longos (Bertelsen, 2003a). É proposto que o gestor do projecto trabalhe de forma reactiva, planeando a curto prazo com vista à execução das tarefas

seguintes. A gestão de equipas é também abordada nesta perspectiva de complexidade, sendo considerada da maior importância para a execução dos trabalhos.

Por outro lado, autores como Kenley (2005) não partilham a mesma noção da obra de construção como um ambiente caótico, afirmando que se está a construir um mito que apenas alimenta discussões académicas sem resultados práticos. Admitindo que existe realmente complexidade na CC, introduzida pelo projecto em si, pelos clientes, pelos trabalhadores, entre outros, e que se verificam acontecimentos imprevisíveis que interferem com o desenrolar das tarefas, é sugerida uma abordagem alternativa à gestão reactiva sugerida anteriormente: o recurso ao *Location-Based Planning*, através da técnica de planeamento designada *Flowline*, para a definição de um plano com base no local de execução das tarefas.

Para a utilização da *Flowline* assume-se que a construção é composta por actividades que se repetem em quantidades diferentes, em diversos locais. Esta técnica, também designada *Line-of-Balance* propõe que uma equipa execute uma actividade numa determinada localização e que, terminada essa actividade, a possa repetir na localização seguinte, libertando o local actual para uma outra equipa de recursos, que se encontra na mesma situação. É esperado que se verifique uma redução drástica nos tempos de espera e que desta forma se evite o acumular de actividades no fim do projecto (Kenley, 2004).

## 2.8. Controlo da produção com o *Last Planner System*

O *Last Planner System* (Ballard, 2000) é uma ferramenta desenvolvida para a gestão e controlo de projectos de construção civil, ainda que possa aplicar-se aos projectos em geral. Partindo da teoria TFV para a construção, o LPS permite dar resposta ao problema resultante da impossibilidade de considerar independentes as actividades de um projecto. Para tal o LPS surge como uma ferramenta para a gestão dos fluxos entre as actividades, concebendo o controlo como o acto de promover a realização das actividades segundo o planeado, contrariamente ao controlo tradicional realizado após a variação se verificar.

Entende-se como *Last Planner* o elemento responsável pela decisão de executar uma actividade e que por isso, intervêm na fronteira entre o planeamento e a execução. É considerado por Ballard (2000) que o controlo da produção é concebido como sendo a comparação entre o planeado e o executado, não havendo grande consideração em perceber se existe alguma impossibilidade de executar o plano. Esta concepção do controlo leva ao abandono do plano uma vez que em determinado ponto este deixa de reflectir a realidade.

O LPS consiste na utilização de planos de trabalho para uma janela semanal (ou uma outra unidade temporal considerada adequada para a complexidade do projecto), os *Weekly Work Plans*, retirados do plano de trabalhos geral, mas actualizados e adaptados à realidade. Desta forma é possível dispor de um plano de actividades a realizar, que reflecta o desenvolvimento actual dos trabalhos e que seja de fácil adaptação e actualização. A ordem de execução dos trabalhos é dada com base WWP, apenas quando as condições para a execução da actividade estão asseguradas. Desta forma introduz-se uma mentalidade *pull* na produção.

Os resultados medidos com base no WWP, utilizando-se um indicador de controlo, o *Percent Plan Complete*, que mede a percentagem do plano que foi cumprida.

### **3. Os desafios do planeamento e análise aos processos na empresa**

Em Portugal, as empresas de CC não dão a devida importância ao planeamento de obra. Deste facto resulta que o plano de trabalhos não é visto como uma ferramenta indispensável para a gestão da obra e, para além disso, não lhe ser reconhecido carácter vinculativo, servindo essencialmente como um instrumento de valorização da proposta perante o cliente.

A 29 de Janeiro de 2008 foi publicado o novo Código dos Contratos Públicos. O CCP veio dar uma importância maior ao planeamento já que, os candidatos à realização de obras públicas devem apresentar um plano de trabalhos junto com a restante documentação da sua proposta. Este plano de trabalhos assume contornos vinculativos em caso de adjudicação, estabelecendo as diferentes fases da obra e sendo gerado a partir deste o plano de pagamentos.

Esta alteração nas regras para as obras públicas sugere assim que as empresas de CC encarem o planeamento como um factor decisivo para o sucesso da obra, sendo por isso necessário reavaliar os processos internos para a elaboração do plano de trabalhos e para o acompanhamento da obra.

#### **3.1. Desafios do Código dos Contratos Públicos**

Sendo que muitos dos trabalhos realizados pela empresa em estudo tem como cliente entidades públicas, a forma como os Contratos Públicos estão legislados é um assunto que importa compreender já que a definição de um sistema de planeamento não pode passar sem a adaptação deste à realidade em que a empresa se insere.

O Dec. Lei nº 18/2008 de 29 de Janeiro “*aprova o Código dos Contratos Públicos, que estabelece a disciplina aplicável à contratação pública e o regime substantivo dos contratos públicos que revistam a natureza de contrato administrativo*”. Neste documento são legisladas duas grandes matérias: a formação e a execução dos contratos públicos.

Entre diversos tipos de contrato abrangidos, é regulamentada a Empreitada de Obras Públicas. As EOP são contratos onerosos que têm por objecto conjunto a concepção e execução ou apenas a execução de uma obra pública, sendo a Obra Pública definida no Art. 343º como “*o resultado de quaisquer trabalhos de construção, reconstrução, ampliação (...) de bens imóveis executados por conta de um contraente público*”. Quanto aos tipos de procedimento, o CCP regulamenta entre outros o Concurso Público, o procedimento mais comum para as EOP. No Anexo A encontra-se o fluxograma deste procedimento, disponível em <http://www.base.gov.pt/ConhecaCCP/Paginas/FluxogramaProcedimentos.aspx>, onde é possível aceder também aos fluxogramas de outros procedimentos (Base, 2010).

No caso da empresa estudada, importa analisar o CCP na óptica do candidato interessado em apresentar a sua proposta para a realização de uma obra. A Figura 2 apresenta os documentos disponibilizados para a elaboração das propostas e os documentos que se espera que a componham.

#### ***Peças do Procedimento para a elaboração da proposta***

Um novo CP implica a disponibilização das Peças do Procedimento, tratando-se do conjunto de documentos que contêm a informação necessária para as entidades interessadas possam elaborar as suas propostas. As Peças do Procedimento são formadas pelo Programa do

Procedimento, onde se define os termos a que obedece a fase de formação do contrato até à sua celebração, e o Caderno de Encargos.



Figura 2 – Rede documental das Peças do Procedimento e das Peças da Proposta para Empreitadas de Obras Públicas

O Caderno de Encargos, no caso de Obra Pública, contém:

- Condições jurídicas;
- Especificações técnicas;
- Parâmetros base: preço, revisão de preços, prazo de execução;
- Elementos da solução da obra: Programa e Projecto de Execução.

O Programa é onde é descrito o objecto da obra, sendo especificadas as suas características e outras condições. Quanto ao Projecto de Execução, este é definido na Portaria nº 701-H/2008 de 29 de Julho, como “constituído por um conjunto coordenado das informações escritas e desenhadas de fácil e inequívoca interpretação por parte das entidades intervenientes na execução da obra”. Estas informações escritas e desenhadas são:

- Memória descritiva e justificativa;
- Peças desenhadas;
- Cálculos relativos às diferentes partes da obra;
- Descrição dos trabalhos preparatórios e acessórios;
- Medições e Mapas de Trabalhos e Quantidades;
- Estudos prévios;
- Plano de gestão de resíduos;
- Planeamento de operações de consignação.

A memória descritiva e justificativa apresenta os argumentos para a implementação da obra, descreve o modo de integração desta nas condicionantes locais, define a solução adoptada e indica as características dos materiais e outros elementos a utilizar.

Na Portaria 701-H/2008 são definidas as peças desenhadas como os elementos que contêm “as indicações numéricas indispensáveis e a representação de todos os pormenores



*necessários à perfeita compreensão, implantação e execução da obra*”. As regras para apresentação destas peças desenhadas dependem do tipo de objecto da obra.

São considerados trabalhos preparatórios ou acessórios à execução da obra: montagem, construção, manutenção, desmontagem e demolição de estaleiro; trabalhos para a garantia da segurança na obra; trabalhos para garantir condições de higiene e saúde na obra; restabelecimento de serviços e serventias que tenha sido necessário alterar no decorrer da obra; construção dos acessos ao estaleiro e serventias internas deste.

Os Mapas de Trabalhos e Quantidades são instrumentos de grande importância para os candidatos à execução da obra. Trata-se de um ou mais documentos, normalmente organizado numa tabela, com a decomposição da obra em capítulos estes em rubricas, com a descrição das actividades a realizar e as respectivas quantidades.

Entende-se por consignar o acto em que o dono da obra faculta ao empreiteiro o acesso ao local, ou a parte deste, onde os trabalhos devem ser executados e fornece as condições necessárias ao início dos trabalhos. No projecto de execução deve estar presente um plano de consignação para que na proposta possa ser elaborado um plano de trabalhos em consonância com este.

### *Peças da Proposta*

O CCP define também as regras para a proposta a apresentar pelos interessados na realização da obra. Os candidatos devem entregar as Peças da Proposta, compostas por:

- Declaração de aceitação do conteúdo do caderno de encargos;
- Documentos com os atributos da proposta;
- Lista de preços unitários de todas as espécies de trabalho previstas no projecto de execução;
- Plano de trabalhos.

Os atributos da proposta são os documentos que definem as condições pelas quais o proponente está disposto a contratar. São abordadas as condições legais e outros factores entendidos como relevantes.

É no orçamento que se apresenta a lista dos preços unitários de todos os trabalhos previstos. O orçamento deve estar organizado de forma a reflectir as diferentes rubricas do MTQ uma vez que deve ser apresentado preço para cada uma delas.

Quanto ao plano de trabalhos este, respeitando o prazo de execução da obra, destina-se a:

- Fixar a sequência e os prazos parciais de execução de cada uma das espécies de trabalhos;
- Especificar os meios para a execução dos trabalhos;
- Definir o plano de pagamentos correspondente.

### *Desafios*

Uma das grandes alterações que o CCP veio introduzir é a desmaterialização da contratação pública, desde a decisão de contratar até o contrato ser celebrado. Para tal devem ser utilizados meios electrónicos. Este é um desafio para as empresas de CC, uma vez que se devem adaptar a esta realidade. Trata-se de um facto que obriga a uma maior rigidez na forma

como os orçamentos estão organizados, pois devem corresponder às rubricas do MTQ visto que a atribuição dos preços é feita electronicamente.

As regras para a identificação dos erros e omissões também foram alteradas. Até cinco sextos do prazo para a apresentação das propostas, os candidatos devem apresentar uma lista que identifique, nas Peças do Procedimento:

- Aspectos ou dados que se revelem desconformes com a realidade;
- Espécie ou quantidade de prestações desfasadas da realidade do objecto do contrato a celebrar;
- Condições técnicas de execução do objecto que o interessado não considere exequíveis.

Desta forma, para além da avaliação cuidada das peças desenhadas e outras peças, é também necessário verificar as quantidades apresentadas no MTQ.

Assim, do ponto de vista do planeamento, o CCP encerra os seguintes desafios:

- Elaboração de um plano de trabalhos vinculativo, a uma grande distância temporal do início previsto para a obra;
- Definição das fases da obra a partir do plano de trabalhos apresentado e, com isso, o plano de pagamentos;
- Definição das actividades do plano de trabalhos tendo em conta a organização do orçamento que, por sua vez, reflecte o MTQ;
- Introdução dos trabalhos provenientes dos erros e omissões no plano, sem alterar significativamente a organização deste.

### **3.2. O planeamento da produção na empresa estudada**

A realidade das empresas de construção civil portuguesas traz também desafios ao planeamento que importa abordar. No caso das EOP, as empresas a quem são adjudicados os trabalhos dedicam-se, na sua maioria, muito mais à gestão de obra do que à execução física dos trabalhos. Esta característica resulta do recurso em grande escala à subcontratação, levando a que os problemas de capacidade de produção não sejam tidos como muito pertinentes ao longo da realização do planeamento, uma vez que se considera que é sempre possível contratar mais recursos ou que, em ultimo caso, quem tem que se preocupar com problemas de capacidade são os subempreiteiros. Por outro lado, é muito comum que os contratos celebrados com subempreiteiros sejam para administração directa, isto é, os materiais são da responsabilidade do empreiteiro geral, com os subempreiteiros a fornecerem a sua aplicação.

O caso da empresa aqui tratada é semelhante ao retrato apresentado acima. Trata-se de uma empresa especializada na gestão de obra, que recorre à subcontratação para a maioria dos trabalhos. Quanto ao planeamento, verifica-se que este não tem sido utilizado como uma mais-valia para a empresa, sendo que o plano de trabalhos foi muitas vezes ignorado, não servindo como instrumento real para a gestão da produção, tendo sido elaborado para satisfazer um requisito legal.

Na empresa estão presentes actividades relacionadas com o planeamento em dois processos: o processo Comercial e o processo de Produção. Aquando da elaboração de propostas, cujas actividades pertencem ao processo Comercial, é elaborado um plano de trabalhos. Esse plano de trabalhos é da responsabilidade do Orçamentista, que é também coordenador da equipa de

elaboração da proposta. Para a elaboração do plano de trabalhos, o Orçamentista utiliza o MS Project e pode recorrer a um parecer do Departamento de Produção. O método utilizado é a definição de uma rede de tarefas pelo CPM, estabelecendo-se durações esperadas para a sua realização. Não existe nenhum documento definindo procedimentos específicos para a elaboração de planos de obra nem estabelecendo durações padrão, através da relação entre a quantidade a produzir e produtividade, para determinado tipo de tarefas.

Posteriormente, no caso de a proposta ser aceite e os trabalhos deverem iniciar-se, está previsto no processo de Produção a realização de reuniões com o dono da obra e com os responsáveis pela fiscalização desta relativamente ao plano de trabalhos. Nestas reuniões a duração global da obra e data da sua conclusão não deverão ser alteradas. Logo que o plano de trabalhos seja aprovado, o responsável pelo Planeamento cria uma *baseline* para o projecto, estabelecendo o plano pelo qual os trabalhos se deverão reger.

## 4. Software de planeamento disponível na empresa

A elaboração de um bom plano de trabalhos está intimamente ligada à ferramenta informática utilizada. Espera-se que, para apoiar o trabalho de planeamento, o *software* estabeleça uma ligação entre as rubricas do orçamento e as actividades do plano, possibilitando a definição de precedências entre as tarefas. Pretende-se também que a ferramenta utilizada para o planeamento possua funcionalidades que apoiem a gestão dos recursos e de outros custos. Na empresa estão disponíveis duas ferramentas informáticas que possuem funcionalidades para a elaboração de planos de trabalho: o CCS Candy e o MS Project. Destas duas ferramentas, apenas o MS Project é utilizado para a elaboração de planos de trabalhos, sendo que o CCS Candy é utilizado na empresa para a elaboração dos orçamentos. Nesta secção faz-se uma pequena apresentação das duas ferramentas.

### 4.1. Análise ao Candy, da CCS

A CCS<sup>3</sup> é uma empresa Sul Africana, fundada em 1978, dedicada ao desenvolvimento de *software* especializado para o sector da Construção Civil. Um dos seus produtos é o Candy, um *software* que procura servir como ferramenta para a orçamentação, planeamento e controlo das obras de CC. Em Portugal o Candy é uma ferramenta muito utilizada pela maioria das grandes empresas do sector. Actualmente este *software* é utilizado, mundialmente, por mais de 5000 empresas.

Os menus e ferramentas disponibilizadas no Candy encontram-se divididos por sete áreas distintas: Orçamentação, Planeamento, Previsões, Cashflow, Produção, Registo de Custos e Gestão de Desenhos. Na empresa estudada apenas se utilizam as funcionalidades disponibilizadas na área Orçamentação. No Anexo B encontra-se um guião para a elaboração de planos de trabalho através do Candy.

#### Orçamentação

A área Orçamentação permite a importação de MTQ em formato .xls para o orçamento a desenvolver. É também possível introduzir novas rubricas no orçamento sem qualquer importação prévia. Para a atribuição de preços às diferentes rubricas, o Candy possibilita a criação de uma lista de recursos que segue uma lógica de preços compostos. Nesta lista é possível atribuir nove níveis de complexidade a cada recurso, sendo que entende-se por recurso simples aquele que não é composto por mais nenhum outro recurso. A Figura 3 apresenta, de forma resumida, a composição do betão armado.

Uma outra funcionalidade disponível na Orçamentação é a possibilidade de utilizar um mestre. Este mestre pode ser um orçamento anterior ou um documento desenvolvido especialmente para o efeito. A grande vantagem da utilização desta funcionalidade prende-se com a possibilidade de utilizar rubricas presentes no mestre para a definição dos custos das rubricas do novo orçamento. Também a lista de recursos a utilizar pode ser a mesma do mestre.

---

<sup>3</sup> Para mais informações sobre a CCS ou sobre os seus produtos, consultar: [www.ccssa.com](http://www.ccssa.com) (último acesso em 2010-12-27).

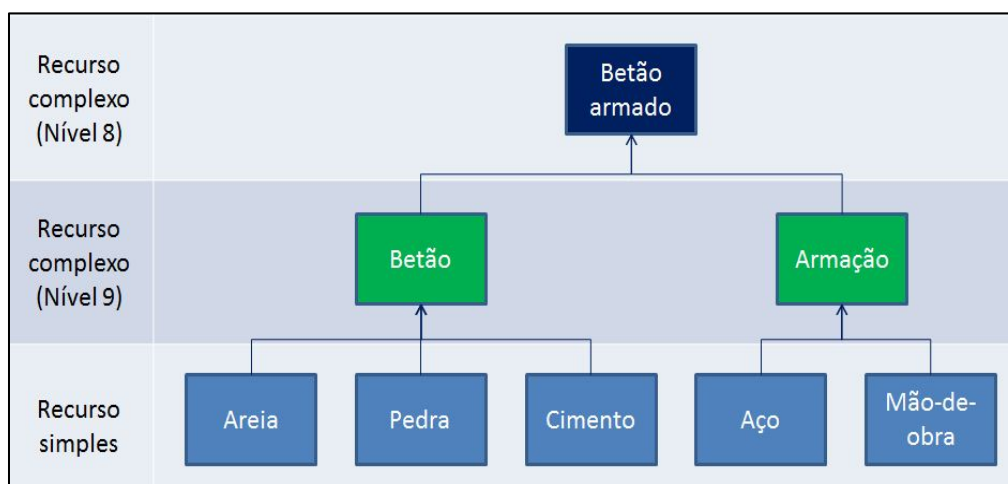


Figura 3 – Composição resumida do recurso "Betão Armado"

### Planeamento

A área Planeamento é independente da área Orçamentação, sendo possível desenvolver vários planos de trabalho para o mesmo orçamento.

O passo inicial para o desenvolvimento do plano de trabalhos é a conversão das rubricas do orçamento em tarefas. O Candy permite a importação dos títulos das rubricas do orçamento directamente para o plano, convertendo-os em tarefas. Esta funcionalidade no entanto, não resulta numa mais-valia significativa uma vez que, na maioria dos casos, não existe uma correspondência directa entre o título de um conjunto de rubricas e a designação da tarefa destinada à sua execução. Uma outra forma de criar as tarefas que compõe o plano é inserindo manualmente. As tarefas criadas automaticamente a partir do orçamento encontram-se associadas às rubricas de onde originam. Quanto às tarefas criadas manualmente, o *software* permite a sua associação a rubricas do orçamento. Esta ligação entre rubricas e tarefas transfere para as tarefas informação como os recursos orçamentados para a sua realização e os custos previstos.

Estando definida a lista de tarefas a realizar, o Candy possibilita o desenvolvimento de um gráfico tipo Gantt, estabelecendo-se relações entre as diferentes tarefas. É possível definir datas para o início e fim da obra, durações máximas para as tarefas, entre outros.

Apesar de ficar associado às tarefas do plano os recursos orçamentados, esta ligação não se traduz numa alocação de recursos a tarefas. No Candy existem duas listas de recursos independentes: os recursos orçamentados e os recursos planeados. Desta forma, é necessário definir uma lista de recursos do planeamento e alocar estes às diferentes tarefas do plano de trabalhos. Este é um dos maiores problemas do Candy, a ligação inexistente entre os recursos orçamentados e os recursos planeados.

Uma outra dificuldade na utilização deste *software* para planeamento é a impossibilidade de definir capacidades e atribuir cargas. Nos recursos do planeamento não é também possível definir rendimentos, sendo que desta forma a gestão de recursos como os materiais só pode ser feita a partir das quantidades orçamentadas.

### Previsões

É na área Previsões que são estabelecidas as ligações entre o orçamento e o plano de trabalhos.

Uma das funções mais importantes desta área é a possibilidade de obter uma previsão dos custos ou dos recebimentos com base na ligação entre as rubricas do orçamento e as tarefas do plano. Desta forma, o utilizador pode prever qual será o valor que terá de despende ao longo de um determinado mês, referente aos custos das tarefas executadas calculados a partir dos custos definidos no orçamento, e saber que valor deverá ter receber, calculado a partir do preço de venda estipulado nas rubricas associadas às tarefas executadas.

#### *Cashflow*

Esta área oferece uma folha de cálculo onde é possível analisar os *cashflows* relativos à obra ou a partes desta, entrando em consideração com os preços de venda, os custos e os prazos de execução. Para além da introdução manual dos dados, é possível a importação a partir do orçamento ou do plano.

#### *Produção*

Na área Produção é possível introduzir informação relativa a autos de medição. Esta funcionalidade permite comparar as quantidades orçamentadas com as quantidades executadas. É também possível manter um registo das quantidades medidas aceites pelo cliente, pagas por este ou em falta.

#### *Registo de Custos*

O Registo de Custos é uma área dedicada ao registo de encomendas de materiais. É possível comparar as quantidades encomendadas com as quantidades recebidas. No entanto, não é possível definir uma relação entre os recursos do orçamento ou do plano com os materiais encomendados.

#### *Gestão de Desenhos*

A área de Gestão de Desenhos funciona como um registo de documentos, peças desenhadas, que estejam relacionadas com a obra orçamentada.

### **4.2. Análise ao Project, da Microsoft**

O Project é um *software* da Microsoft especialmente desenvolvido para a gestão de projectos. No entanto, contrariamente ao Candy, não é dedicado à construção civil nem possui funcionalidades específicas para estes projectos.

A definição da lista de tarefas pode ser feita directamente no Project ou através da importação de uma lista de tarefas em .xls. Esta funcionalidade de importação pode ser trabalhada por atalhos no teclado, através do usual “Copy/Paste”. É possível definir tarefas agregadas, introduzindo de seguida as tarefas que compõem essa tarefa agregada. Podem ser definidos diversos níveis de agregação, associando tarefas agregadas a outras tarefas agregadas.

No Project é construído um gráfico tipo Gantt conforme se atribuem durações às tarefas e se definem as suas relações de interdependência. Estas relações podem ser atribuídas através de menu ou por arrasto na área do gráfico.

Quanto à gestão de recursos, o Project é um *software* muito completo no que respeita à gestão de mão-de-obra e de equipamentos mas é pouco eficiente no que respeita à gestão de materiais, quando estes não são contabilizados por item mas por unidade de medida. É

possível definir cargas para cada recurso do tipo “trabalho”, podendo gerir o recurso atribuindo cargas referentes a diferentes tarefas.

O facto de não existir uma coordenação entre o MS Project e um qualquer *software* para a produção de orçamentos introduz dificuldades pois não se pode relacionar de forma automática as rubricas do orçamento com as tarefas do plano de trabalho.

No Anexo C encontra-se uma apresentação mais detalhada o MS Project.

## 5. PlanS-CC para o planeamento de produção na construção civil

Neste capítulo será proposto um modelo teórico para o planeamento da produção na CC, o PlanS-CC. Tal modelo é um resultado fundamental deste trabalho que partiu, conforme descrito na apresentação da metodologia utilizada, do levantamento do estado da arte relativamente à gestão de projectos de construção. Convém aqui indicar que o termo “gestão de projectos de construção” não deverá ser confundido com “gestão de obras”, uma vez que a intenção deste trabalho não é a de conceber a melhor forma de executar determinada actividade transformadora mas antes, perceber qual a melhor metodologia para a gestão de todo o projecto, desde a concepção do produto até à ordem de execução das tarefas.

Sendo que o tema principal abordado neste trabalho é o planeamento para a CC, procurou-se que o levantamento das diferentes teorias e a análise de casos de estudo disponíveis pudesse resultar no desenho de um modelo teórico para o planeamento da produção em projectos de CC. Deste trabalho de análise concluiu-se que existem diferentes vertentes de pensamento quanto à forma como a gestão de projectos de CC deve ser feita e, em particular, quanto ao modo como o plano de trabalhos deve ser elaborado.

Verifica-se que, no que respeita a orientações a adoptar na CC, muito trabalho tem sido desenvolvido no sentido de se enquadrar a sua produção na nomeada *Lean Construction*, adoptando os princípios *lean*. Neste capítulo o *International Group for Lean Construction* tem desenvolvido um trabalho notável, produzindo uma grande quantidade de artigos e outros conteúdos sobre o tema e organizando desde 1993 a *Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, uma série de conferências que se mostram, através da leitura dos artigos apresentados no seu âmbito, uma fonte muito significativa de informação quanto à gestão de projectos, quanto à gestão de projectos de CC e quanto ao planeamento da produção na CC.

O modelo para o planeamento da produção na CC que se apresenta pretende responder à necessidade de elaborar planos de trabalho que implementem conceitos *lean* como a gestão dos fluxos e a redução dos desperdícios, reflectindo a realidade da obra e servindo como um instrumento para a gestão e controlo desta. Para tal defende-se que o modelo para o planeamento deverá ser robusto ao ponto de potenciar a utilização complementar de métodos de planeamento baseados nas actividades transformadoras, como o CPM, no local de execução, como o *Flowline*, ou na protecção do caminho crítico, como o *Critical Chain*.

Nos números seguintes, entre 5.1 e 5.5, apresentam-se as técnicas e métodos que se pretende que o modelo integre, explicando qual o papel de cada um. Finalmente, em 5.6, o próprio modelo é definido.

### 5.1. Definição da estrutura de tarefas

O ponto de partida para a definição de um plano de trabalho é o estabelecimento de uma estrutura de tarefas, designada WBS. Assim, este será também o ponto de partida para o modelo teórico de planeamento.

A WBS é uma estrutura em árvore, onde estão representados os esforços necessários para a obtenção de um objectivo, bem como as relações entre eles. No caso do planeamento de um projecto, estes esforços são as tarefas a ser executadas para a realização da obra. As relações de dependência entre estas tarefas formam a estrutura em árvore.



Estudando de forma mais específica a realidade dos projectos de CC, percebe-se que a definição de uma WBS influencia em grande medida o plano a realizar. Para que se estruture as tarefas é necessário perceber a que nível de detalhe se pretende planejar. Uma forma de definição do detalhe é a duração das tarefas resultantes. No caso da CC, qualquer tarefa que apresente uma duração menor que um dia está, muito possivelmente, demasiado detalhada. Conclui-se então que uma WBS deve ser sempre acompanhada com a duração estimada para cada uma das tarefas definidas.

No caso do modelo teórico proposto, entende-se que uma tarefa está a um nível de detalhe suficiente sempre que esta possa ser associada a:

- “Onde”, definindo o local da obra onde esta deve ser executada;
- “Quem”, definindo que tipo de funções (carpinteiro, pedreiro) devem participar na sua realização. Não se pretende aqui designar uma pessoa em específico;
- “Como”, descrevendo a tarefa;
- “Quanto”, indicando a quantidade, na unidade de medida adequada.

Para a caracterização completa da tarefa resta definir “Quando” esta deve ser executada.

## 5.2. Obtenção do caminho crítico e distribuição temporal das tarefas

### *Definição do caminho crítico através do CPM*

Com base no conhecimento das tarefas a realizar e nas suas relações, passa a ser possível definir um plano de trabalho. No entanto, é importante compreender qual a sequência de tarefas que vai definir a duração do projecto, isto é, determinar o caminho crítico. Para tal, propõe-se neste modelo teórico de planeamento o recurso ao CPM, que é um método muito utilizado no planeamento em CC.

O CPM consiste na determinação do caminho mais longo entre as tarefas inicial e final do projecto. Para tal, é necessário que seja determinada a rede de tarefas a realizar, reflectindo todas as relações entre elas. Este trabalho deverá ter sido realizado a quando da definição da WBS.

Analisando todas as relações, é necessário calcular a duração de cada sequência de tarefas que permite a ligação entre o início e o fim do projecto. A sequência mais longa é o caminho crítico, sendo que a sua duração determina a duração do projecto e qualquer atraso na execução de uma tarefa do caminho crítico representa um atraso na conclusão do projecto. Isto significa que o esforço de melhoria do plano deve ser feito, numa primeira fase, na melhoria do tempo de execução das tarefas do caminho crítico. Apresenta-se a Figura 4 como exemplo de uma rede de tarefas, com a sua duração.

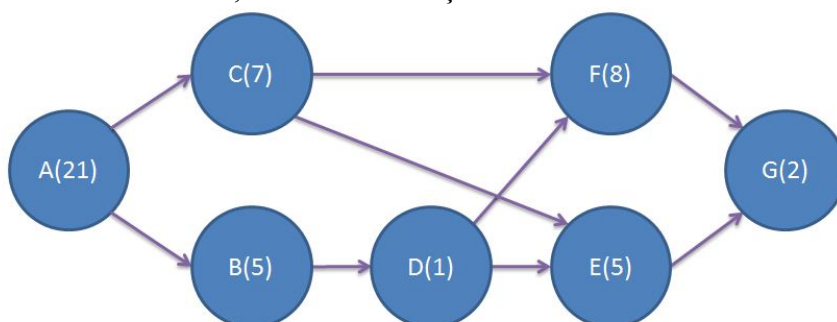


Figura 4 – Rede de tarefas para a determinação do caminho crítico. Adaptado de Chase et al. (2006).

Na Tabela 2, determina-se o caminho crítico para a rede de tarefas da Figura 4.

Tabela 2 – Exemplo da determinação de um caminho crítico.

<i>Lista de tarefas</i>			<i>Determinação do caminho crítico</i>		
Tarefas	Precedentes	Duração		Sequência	Duração
A	-	21		ACFG	$21+7+8+2 = 38$
B	A	5		ACEG	$21+7+5+2 = 35$
C	A	7		ABDFG	$21+5+1+8+2 = 37$
D	B	1		ABDEG	$21+5+1+5+2 = 34$
E	C, D	5		As sequências ACFG é o caminho crítico.	
F	C, D	8			
G	E, F	2			

Conhecido o caminho crítico, sugere-se que o próximo passo no modelo teórico do planeamento seja a distribuição das tarefas no tempo, recorrendo a um gráfico do tipo Gantt já apresentado anteriormente.

#### *Análise dos requisitos do projecto*

Para a elaboração de um gráfico do tipo Gantt vai associar às tarefas o “Quando”, ficando estas completamente caracterizadas. Pode-se então afirmar que a conclusão da representação gráfica resulta num plano de trabalho. No entanto, pretende-se que este plano de trabalho, segundo o modelo teórico aqui apresentado, seja elaborado não só tendo em conta as relações entre as tarefas mas também os requisitos que o cliente possa impor. Estes requisitos devem ser convertidos em restrições para o planeamento. Como exemplo, a Tabela 3 apresenta relações entre requisitos do cliente e as restrições resultantes para o planeamento.

Tabela 3 – Exemplos de requisitos convertidos em restrições para o planeamento.

<i>Tipo</i>	<i>Requisito do cliente</i>	<i>Restrição para o planeamento</i>
Duração da obra	A obra deve durar no máximo X meses.	A distribuição das tarefas não pode ultrapassar os X meses.
Data de entrada em obra	A obra deve iniciar-se no dia X.	A data para o início da definição do plano não pode ser outra que não dia X.
Data de entrega da obra	A obra deve estar concluída até dia X.	A data para a conclusão das tarefas não pode ultrapassar dia X.
Plano de consignação	A obra deve obedecer a um plano de consignação.	A definição das datas de realização das tarefas está dependente do plano de consignação.
Entrega de resultados intermédios	O trabalho Y deve estar concluído até dia X.	As tarefas que levam à realização do trabalho Y têm que estar terminadas até dia X.

Outro factor a ter em conta na forma como as tarefas são distribuídas no plano é o modo de valorização dos resultados por parte do cliente. Uma forma de valorização poderá ser a atribuição de prémios de desempenho no caso de a obra, ou parte desta, ser terminada antes do prazo estipulado. Desta forma, deverá ser analisada a relação entre o custo de realização das tarefas num espaço de tempo mais curto e o prémio resultante da sua conclusão prévia. Com esta informação podem ser estabelecidos objectivos para o projecto mais ambiciosos do que apenas a satisfação dos requisitos mínimos do cliente, resultando em restrições mais severas para o planeamento.

Uma vez que o caminho crítico é conhecido, no processo de elaboração do plano é necessário ter em conta que a redução do prazo de execução do projecto só é conseguida através da redução do tempo de execução das tarefas do caminho crítico. Por outro lado, é necessário analisar a folga disponível nas tarefas que não fazem parte do caminho crítico mas que as precedem, avaliando se esta folga garante que não se vá verificar o fenómeno de *starving* no caminho crítico.

### 5.3. Reorganização do plano com base no local de execução das tarefas

#### *Verificação de capacidade para cada tarefa*

O planeamento para CC tem de lidar com uma variável que resulta das suas características especiais de produção, isto é, produção fixa no local de entrega do produto. Esta variável prende-se com capacidade do local onde a tarefa vai ser executada para receber os recursos alocados à sua realização, traduzindo-se numa restrição para o planeamento. Suponha-se que é pretendido pintar uma sala e que a tarefa demora 15h a ser executada por um pintor: alocar uma equipa de 15 pintores não se traduz numa duração de 1h para esta tarefa, uma vez que não é possível que 15 trabalhadores se distribuam na sala.

Resulta do exposto anteriormente que, quando se procura reduzir a duração das tarefas, sejam estabelecidos limites de capacidade a cada binário local/tarefa, impedindo a sobrelotação do local de trabalho.

#### *Gestão de fluxo para a reorganização do plano*

A teoria TFV para a produção na CC sugere a gestão de três vertentes: *transformation*, *flow* e *value*. A definição das tarefas e a sua organização numa rede de forma a encontrar o caminho crítico é feita numa lógica de transformação, uma vez que se procura estabelecer a ordem de execução das tarefas tendo em conta a melhor forma de produção. No entanto, o estabelecimento de um plano apenas seguindo a uma lógica de transformação não garante que do ponto de vista dos fluxos se esteja a desenhar o plano ideal.

No modelo teórico do planeamento aqui proposto, pretende-se que se recorra ao *Location-Based Planning* para a análise dos fluxos de trabalho no espaço. O objectivo é o de garantir um fluxo de trabalho entre cada local da obra, mantendo as equipas ocupadas em tarefas repetitivas realizadas em locais diferentes. Pretende-se que sempre que uma tarefa esteja agendada para se iniciar, o local da sua execução seja liberto pela equipa que realizava a tarefa anterior e que esta vá realizar a mesma tarefa para o local seguinte.

Com o LBP é necessário analisar as tarefas definidas partindo do pressuposto que a obra é realizada através da execução de tarefas repetidas em locais diferentes e em quantidades variadas (Kenley, 2005). Com isto em mente, propõe-se que sejam assinaladas as tarefas que se repetem quanto às operações que a compõem e quanto aos recursos que utilizam, mas que se

realizam em locais diferentes da obra. Uma forma de o fazer num gráfico do tipo Gantt é o recurso, nas barras das tarefas, a um preenchimento para a definição do tipo operação e de uma cor para indicar o local de execução.

Como exemplo, suponha-se o planeamento das tarefas relativas ao levantamento de paredes de alvenaria (designadas AL), à instalação de todos os sistemas nestas (designadas IN) e ao seu acabamento (designadas AC), num edifício de dois andares. Neste caso, considera-se que as tarefas relacionadas com o levantamento das alvenarias e o acabamento das paredes são realizadas pela mesma equipa. A Figura 5 apresenta um plano de trabalho para a realização das tarefas elaborado tendo em conta uma lógica de transformação. As designações P1 e P2 referem-se aos dois pisos do edifício.

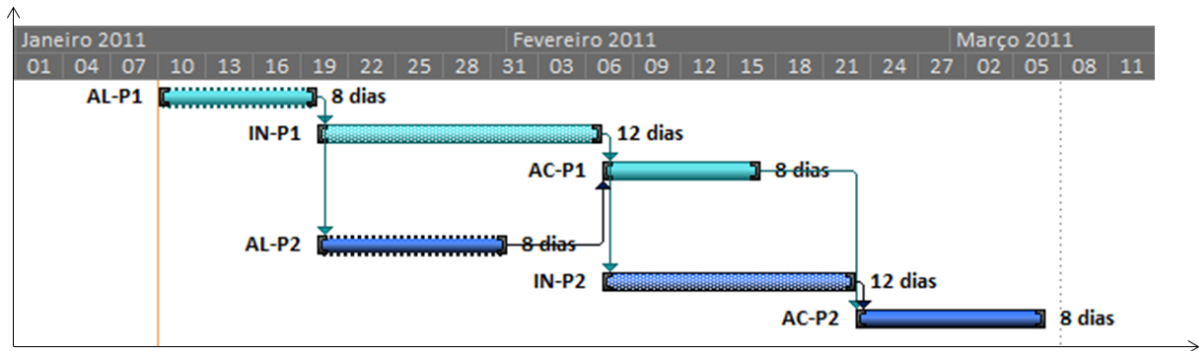


Figura 5 – Imagem do plano de trabalho desenvolvido em MS Project, numa perspectiva de transformação.

Verifica-se, pela observação do plano, que existem dois períodos longos de espera entre o final da tarefa AL-P2 e o início da tarefa AC-P1 e o final desta e o início da tarefa AC-P2. Isto deve-se ao facto de as tarefas IN serem mais longas do que as restantes.

Se agora for considerado que cada piso pode ser dividido em duas zonas distintas, e se elaborar o plano com o objectivo de terminar cada piso o quanto antes, mantendo sempre os recursos ocupados, obtemos o plano apresentado na Figura 6. As designações Z1 e Z2 referem-se às duas zonas de cada piso.

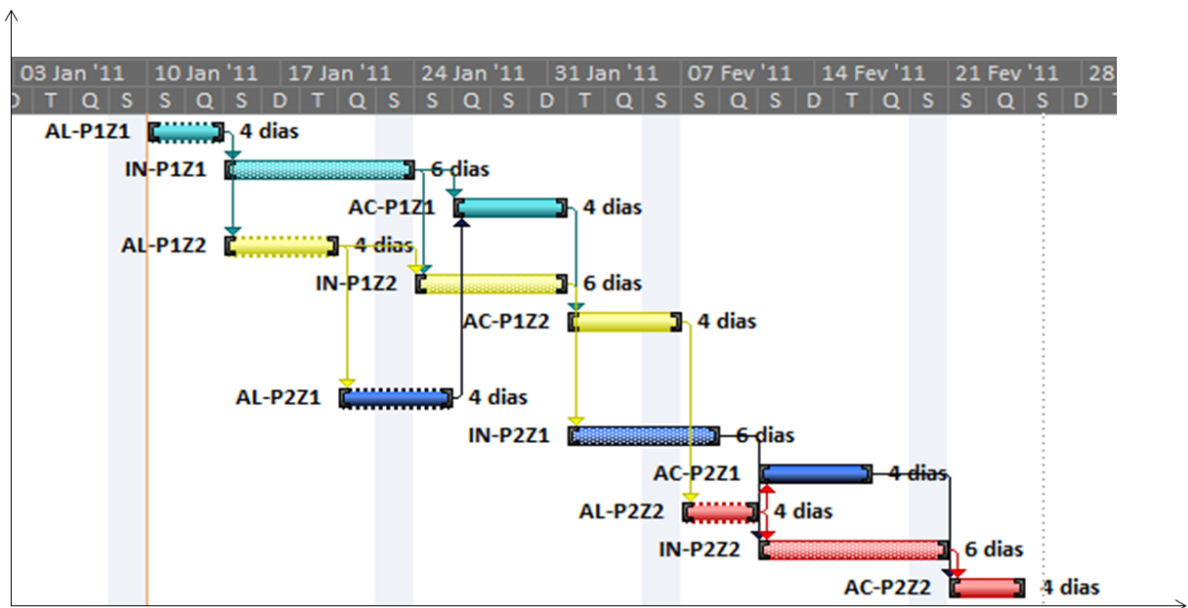


Figura 6 – Imagem do plano, em MS Project, reformulado com vista à conclusão das tarefas em cada zona.

Desta feita o plano é muito mais detalhado, com mais do que uma tarefa a decorrer no mesmo piso, mas em zonas diferentes. Verifica-se um maior número de mudanças de operação, ou *setup*, para a equipa responsável pelas tarefas AL e AC. Neste caso, o único tempo de espera é entre as tarefas AC-P2Z1 e AC-P2Z2.

Por outro lado, o plano poderia ser elaborado no sentido de se utilizar uma lógica de fluxo entre as diferentes zonas de execução das tarefas, mantendo a equipa a realizar as tarefas com as mesmas operações em todas as zonas da obra antes de iniciar tarefas com outras operações. A Figura 7 apresenta um plano nesta lógica.

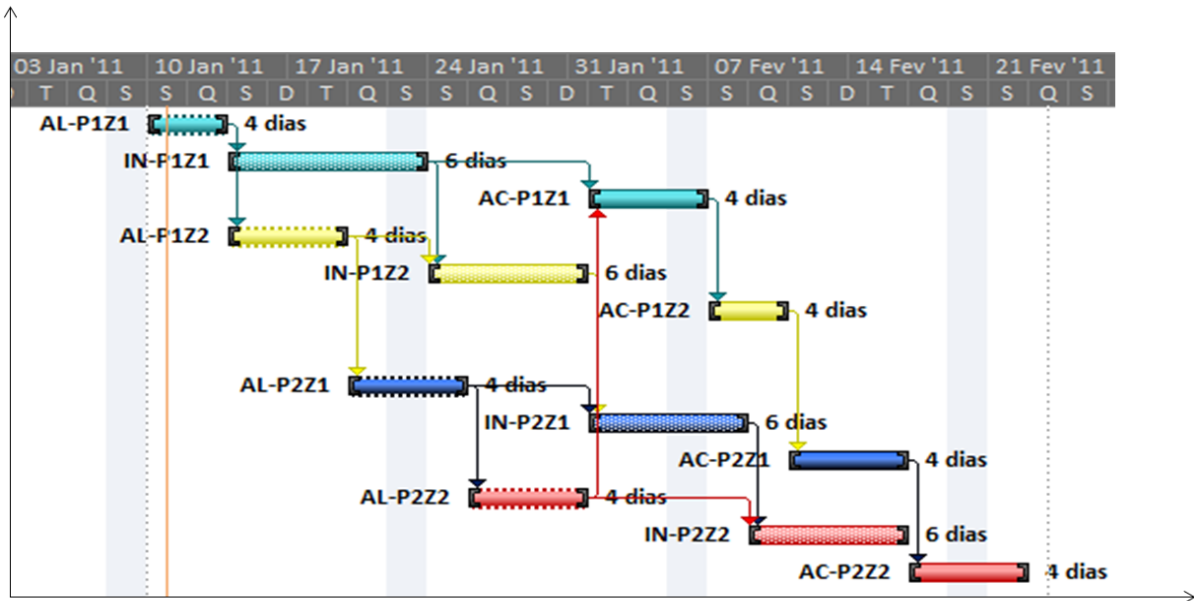


Figura 7 – Imagem do plano, elaborado em MS Project, com as tarefas realizadas numa lógica de fluxo entre as diferentes zonas da obra.

Desta feita, o fluxo entre as zonas da obra é evidente, com a equipa responsável pelas tarefas AL e AC a executar sempre a mesma operação e só efectuando um *setup*.

A Tabela 4 resume os resultados obtidos através dos planos apresentados anteriormente.

Tabela 4 – Resumo dos resultados dos planos apresentados.

<i>Figura</i>	<i>Lógica de planeamento</i>	<i>Caminho crítico</i>	<i>Duração</i>
5	Transformação	AL-P1 / IN-P1 / IN-P2 / AC-P2	8+12+12+8 = 40 dias
6	Transformação e conclusão em cada local	AL-P1Z1 / AL-P1Z2 / AL-P2Z1 / AC-P1Z1 / AC-P1Z2 / AL-P2Z2 / IN-P2Z2 / AC-P2Z2	4+4+4+4+4+4+6+4 = 34 dias
7	Fluxo entre locais de execução	AL-P1Z1 / AL-P1Z2 / AL-P2Z1 / AL-P2Z2 / AC-P1Z1 / AC-P1Z2 / AC-P2Z1 / AC-P2Z2 ou AL-P1Z1 / IN-P1Z1 / IN-P1Z2 / IN-P2Z1 / IN-P2Z2 / AC-P2Z2	4+4+4+4+4+4+4+4 = 32 dias ou 4+6+6+6+6+4 = 32 dias

No caso apresentado, a verificação da forma como as tarefas estão planeadas tendo em conta o fluxo de trabalho nas diferentes zonas resultou num redesenho do plano. Este redesenho apresenta um plano onde o trabalho é realizado ao mesmo tempo em mais zonas da obra, numa lógica de repetição de operações. O facto de a equipa responsável pelas tarefas AL e AC só ter de efectuar uma mudança de operação deverá traduzir-se numa redução dos erros pela aprendizagem.

Para o modelo teórico do planeamento da produção para a CC, pretende-se que esta verificação do plano com vista à introdução de fluxo sirva como um complemento ao planeamento mais convencional, feito com o CPM.

#### 5.4. Protecção do caminho crítico

O método *Critical Chain*, desenvolvido a partir da TOC de Eliyahu Goldratt, procura melhorar o *throughput* através da redução da duração estimada para as tarefas e pelo recurso a *buffers* de recursos planeados de forma a proteger o caminho crítico e garantir que o prazo planeado é cumprido (Shen & Chua, 2008). Este utiliza técnicas para melhorar a rapidez de entrega do projecto enquanto reduz a sua variabilidade. Para o conseguir, combate diversos problemas psicológicos como:

- *Student Syndrome* – iniciar a tarefa o mais tarde possível antes da data de entrega, o que resulta no desperdício do tempo extra inserido na duração da tarefa aquando do seu planeamento;
- *Parkinson's Law* – o trabalho estende-se de forma a preencher a duração prevista para a tarefa, resultando numa perda de oportunidade de terminar a tarefa mais cedo e assim absorver possíveis atrasos nas tarefas seguintes;
- *Multi-tasking* – realizar alternadamente tarefas de projectos diferentes, o que faz com que o tempo de realização de cada projecto aumente.

Do enunciado anteriormente conclui-se que, ao longo da realização de um projecto, as folgas de segurança introduzidas na duração das tarefas de forma a estas serem concluídas dentro do tempo planeado são, na sua maioria, desperdiçadas e por isso não impedem que o projecto se atrase. Assim, na *Critical Chain* propõe-se que se reduza o tempo planeado para as tarefas, eliminando as folgas de segurança, e que se recorra a *buffers* planeados em pontos específicos do projecto, como no final do projecto ou no fim de uma tarefa que seja anterior a uma tarefa do caminho crítico.

Para o modelo teórico do planeamento da produção na CC aqui proposto, pretende-se recorrer ao método *Critical Chain* para a obtenção de um plano de trabalhos mais exigente mas também pensado para absorver possíveis atrasos. Para tal, pretende-se introduzir a noção de que as tarefas têm durações ideais que resultam de uma produtividade máxima dos recursos alocados. Entende-se que deve ser objectivo, durante a realização do projecto, a execução das tarefas atingindo estes níveis máximos de produtividade.

Quando está a definir a duração de uma tarefa, o planeador tem em conta as condições em que esta se realiza no projecto, adaptando a sua duração ao caso específico. Além disso, acrescenta folgas de tempo para suportar a variabilidade deste tipo de projecto e assim absorver melhor possíveis dificuldades. Para o modelo teórico aqui defendido entende-se que estes ajustes não reflectem o pensamento *lean*, introduzindo desperdício no projecto logo a partir do planeamento. No entanto, e em linha com o método *Critical Chain*, compreende-se que a introdução de um factor de segurança quanto à duração do projecto é indispensável pois

é praticamente inevitável que algum atraso se verifique devido a qualquer imprevisto. A grande diferença é que o tempo disponibilizado para imprevistos não está camuflado na duração da tarefa, reduzindo assim os problemas psicológicos enumerados anteriormente e pressionando os responsáveis pela realização das tarefas no sentido de atingirem os níveis de produtividade mais elevados possível. Nesse sentido sugere-se as seguintes acções:

- Estabelecimento de durações ideais para cada tarefa, sem considerar a introdução de folgas de tempo relacionadas com as condições específicas do projecto;
- Introdução de *buffers* no fim do projecto e no final das tarefas que alimentam o caminho crítico.

Partindo do plano apresentado na Figura 7, apresenta-se na Figura 8 um novo plano onde o método *Critical Chain* foi aplicado. Considerou-se, a título de exemplo, que as folgas de tempo inseridas nas durações das tarefas seriam de um dia e, por esta razão, fez-se uma redução de um dia na duração de todas elas. Buffer A designa o *buffer* de protecção do caminho crítico e Buffer P designa o *buffer* do projecto.

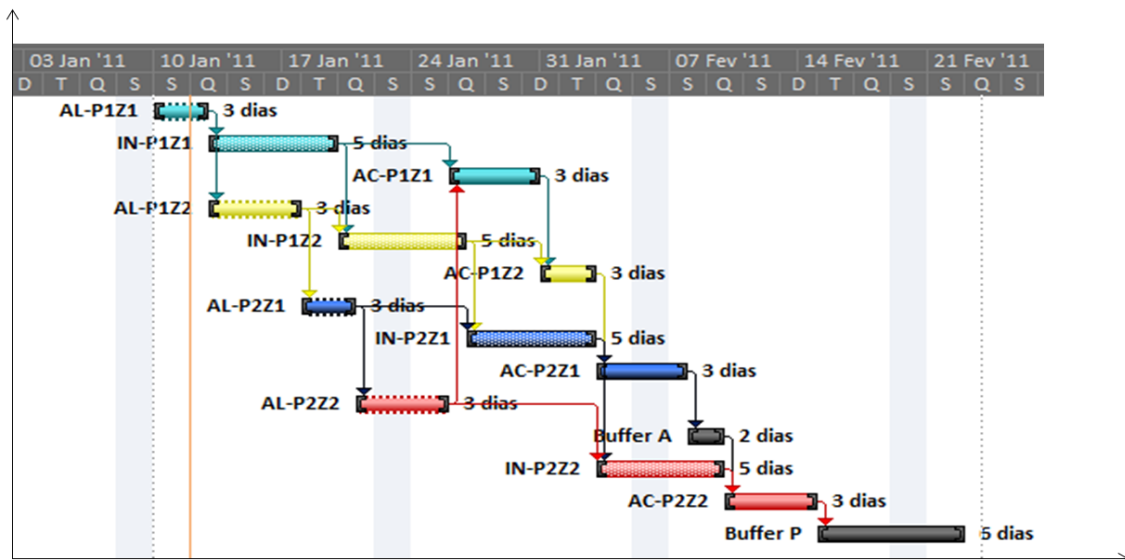


Figura 8 – Plano, a partir de MS Project, com o método *Critical Chain* aplicado.

Ao observar o plano verifica-se que o caminho crítico, que inicialmente era duplo, é agora: AL-P1Z1 / IN-P1Z1 / IN-P1Z2 / IN-P2Z1 / IN-P2Z2 / AC-P2Z2. Para o dimensionamento dos *buffers* procedeu-se da forma indicada na Tabela 5.

Tabela 5 – Dimensionamento de *buffers*.

<i>Buffer</i>	<i>Tarefas que alimenta</i>	<i>Tempo retirado às tarefas</i>	<i>Dimensão do buffer</i>
Buffer A	AL-P1Z2 / AL-P2Z1 / AL-P2Z2 / AC-P1Z1 / AC-P1Z2 / AC-P2Z1	$1+1+1+1+1+1 = 6$ dias	Equivalente à folga mais pequena entre as tarefas que alimenta e o caminho crítico = 2 dias
Buffer P	AL-P1Z1 / IN-P1Z1 / IN-P1Z2 / IN-P2Z1 / IN-P2Z2 / AC-P2Z2	$1+1+1+1+1+1 = 6$ dias	Equivalente ao somatório do tempo retirado às tarefas do caminho crítico = 6 dias

A duração do Buffer A não pode ser maior do que a folga entre as tarefas AL-P1Z2 e IN-P1Z2 pois trata-se da folga mais pequena entre o caminho crítico e uma tarefa que o alimenta. Qualquer atraso superior a dois dias nas tarefas não críticas vai repercutir-se no caminho crítico. Quanto ao Buffer P, a sua duração é a soma do tempo retirado às tarefas críticas.

No entanto, vale a pena analisar o seguinte ponto: qualquer atraso no caminho crítico representa um *buffer* extra para as tarefas não críticas e, caso estas consumam mais tempo do que o disponível no Buffer A, a partir da tarefa AL-P1Z2, apenas reduzem o Buffer P para a tarefa AC-P2Z2. A Figura 9 apresenta o mesmo plano mas com atrasos de 2 dias na tarefa AL-P1Z2, e um dia nas tarefas AL-P2Z2, AC-P1Z2, AC-P2Z1, IN-P1Z2, IN-P2Z2 e AC-P2Z2.

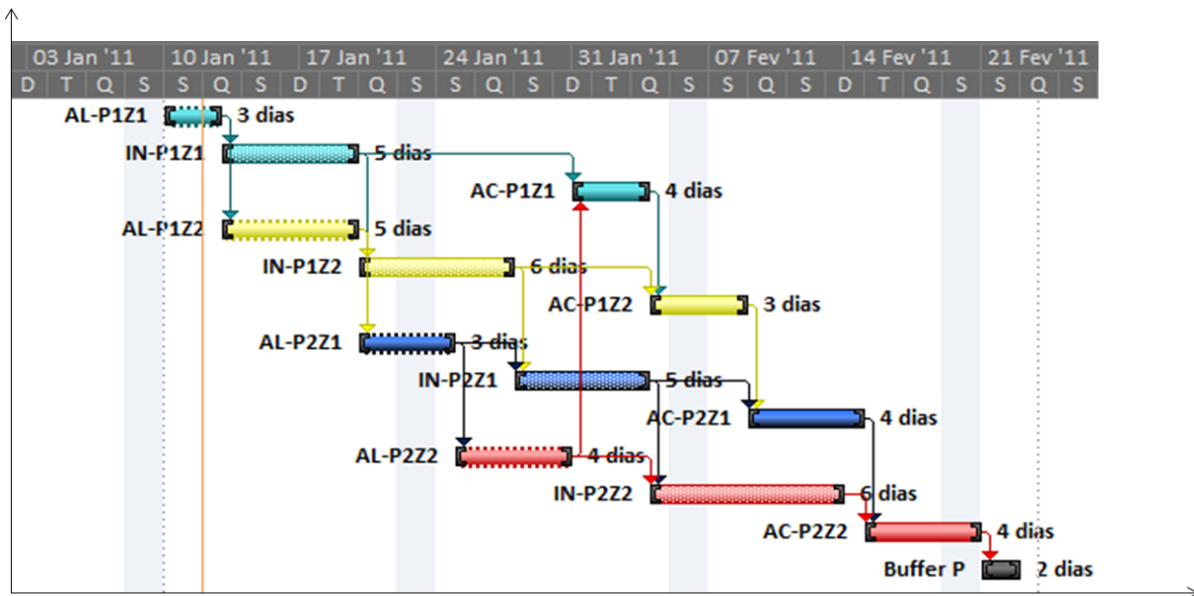


Figura 9 – Plano, a partir de MS Project, com os ajustes decorrentes dos atrasos nas tarefas.

Pela análise do plano anterior verifica-se que, apesar de as tarefas não críticas terem ultrapassado em 3 dias a dimensão do Buffer A, e de as tarefas críticas terem consumido 3 dias do Buffer P, este ainda dispõe de 2 dias.

A utilização do método *Critical Chain* obriga a que o controlo da obra seja feito com grande precisão, actualizando-se o plano e a dimensão dos *buffers* disponíveis sempre que se verifique um atraso. Este procedimento deverá aumentar a noção de importância em concluir as tarefas no tempo definido pois a repercussão de atrasos no projecto estarão sempre visíveis.

### 5.5. Integração de controlo e planeamento pelo *Last Planner*

Como forma de relacionar o plano de trabalho com a execução das tarefas propõe-se que, para o modelo teórico do planeamento para a CC, se recorra ao *Last Planner System*. O LPS procura analisar o trabalho que deve ser feito, compará-lo com o que pode ser executado e por fim definir o que vai realmente ser realizado (Ballard, 2000). Desta forma, é possível converter um processo *push*, onde as tarefas são realizadas com base no previamente planeado, num processo *pull*, onde as tarefas só são realizadas quando respondem a uma necessidade e estão em condições de ser executadas.

Para a utilização do LPS é necessária a definição de um programa de trabalhos a partir do plano de trabalho elaborado. O programa é um plano de trabalho mais detalhado, onde estão definidas em maior pormenor as tarefas e estão indicados os responsáveis pela sua execução e



os equipamentos e materiais a utilizar. Contrariamente ao plano de trabalho, onde não são indicadas pessoas em concreto ou qual a máquina em especial a ser utilizada, pois não é possível garantir a disponibilidade de forma tão antecipada, o programa é elaborado numa data muito mais próxima da execução das tarefas. Pode-se considerar que o programa é uma “foto com zoom” de parte do plano de trabalho, normalmente com uma duração de 3 a 12 semanas.

A partir do programa definido, introduzem-se as alterações decorrentes das tarefas anteriores ao programa e que possam influenciar as tarefas presentes neste. Com estas alterações, define-se o *Weekly Work Plan*, onde estão especificadas todas as tarefas a realizar, normalmente, nos próximos 7 dias.

Com base no WWP, atribuem-se as tarefas e é dada ordem para a sua execução. Os trabalhos são acompanhados e recorre-se ao indicador *Percent Plan Complete* para avaliar qual a percentagem do trabalho presente no WWP foi realizado dentro do prazo planeado. Finalmente, tendo em conta os trabalhos do WWP realizados, o programa é actualizado e posteriormente o plano de trabalhos é verificado e reajustado.

A Figura 10 apresenta o LPS e os seus componentes.

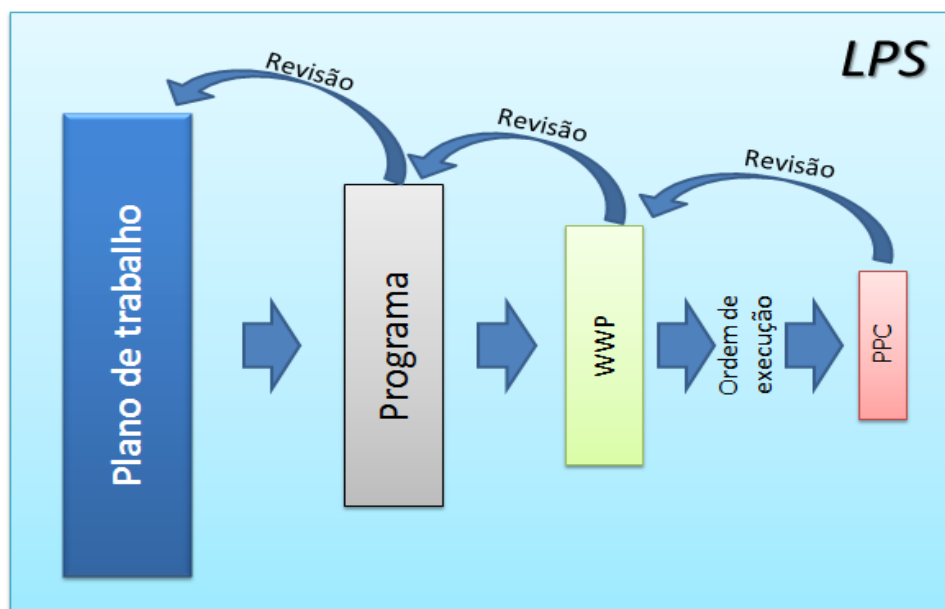


Figura 10 – Last Planner System. Adaptado de Ballard (2000).

O LPS surge neste trabalho como um complemento ao modelo teórico do planeamento de produção proposto. O recurso a esta ferramenta permitirá manter uma ligação estreita entre o controlo da produção e o planeamento, uma vez que o LPS requer uma constante actualização do plano de trabalho conforme o trabalho é executado.

## 5.6. O PlanS-CC como modelo teórico de planeamento

Com base no apresentado anteriormente, propõe-se que o modelo teórico do planeamento da produção na CC seja composto pelos métodos descritos neste capítulo. Estes métodos são muitas vezes vistos como concorrentes uma vez que se baseiam em formas diferentes de conceber a produção na CC. No entanto, propõe-se que sejam agora vistos como complementares já que o acto de planear na CC é realizado em diferentes níveis, com diferentes objectivos e para diferentes públicos e desta forma todos se mostram valorosos.

Quando uma empresa apresenta a sua proposta para a realização de uma obra necessita de a fazer acompanhar por um plano de trabalho. Este poderá ser imposto legalmente ou ser uma exigência do dono da obra, que procura compreender qual a duração esperada da obra, de que forma esta se encontra faseada, qual a duração de cada fase, que tarefas vão ser realizadas, ou outras informações. Por outro lado, para que a empresa elabore o seu orçamento, necessita de saber que tarefas terão de ser realizadas e de que forma estas estarão distribuídas no tempo.

A elaboração de um plano para satisfazer os requisitos da proposta estará sempre limitada quanto ao detalhe possível de apresentar pois a data de realização da obra estará, normalmente, a mais de doze meses de distância, impossibilitando que se defina com clareza quais serão os intervenientes. Para a elaboração de um plano de trabalho nestas condições necessária a definição de uma WBS. De seguida, o recurso ao CPM será o mais adequado para a construção da rede de tarefas e definição da duração dos trabalhos. A duração atribuída às tarefas deverá satisfazer o cliente sem, no entanto, colocar demasiada pressão na empresa e seus trabalhadores.

Posteriormente, caso a obra seja atribuída, será necessário reavaliar o plano de trabalho, reajustando-o quanto a alterações que se demonstrem pertinentes. Este plano de trabalho deverá conter um maior detalhe e estabelecer um fluxo de tarefas nos diferentes locais da obra. Trata-se de um plano com características mais operacionais. Para tal, defende-se o recurso ao LBP para a reorganização das tarefas.

O passo seguinte deverá ser o de estabelecer formas de protecção do caminho crítico mas também introduzir um elevado grau de exigência quanto ao desempenho pretendido dos diferentes agentes envolvidos na realização das tarefas. Nesse âmbito defende-se que a duração das tarefas seja revista de acordo com a *Critical Chain*, estabelecendo-se durações mais ambiciosas e promovendo a mentalidade de que as tarefas deverão ser sempre concluídas o mais cedo possível. Por outro lado, poderão ser introduzidos *buffers* de forma a proteger o caminho crítico e a permitir a gestão dos atrasos.

Finalmente, pretende-se a integração do LPS neste modelo, permitindo o controlo da produção com uma actualização do plano, ponto indispensável para a revisão dos *buffers* introduzidos no plano de trabalho. A Figura 11 resume o modelo teórico proposto, que toma a designação PlanS-CC, que serve de abreviatura para Planeamento Sequencial para Construção Civil.

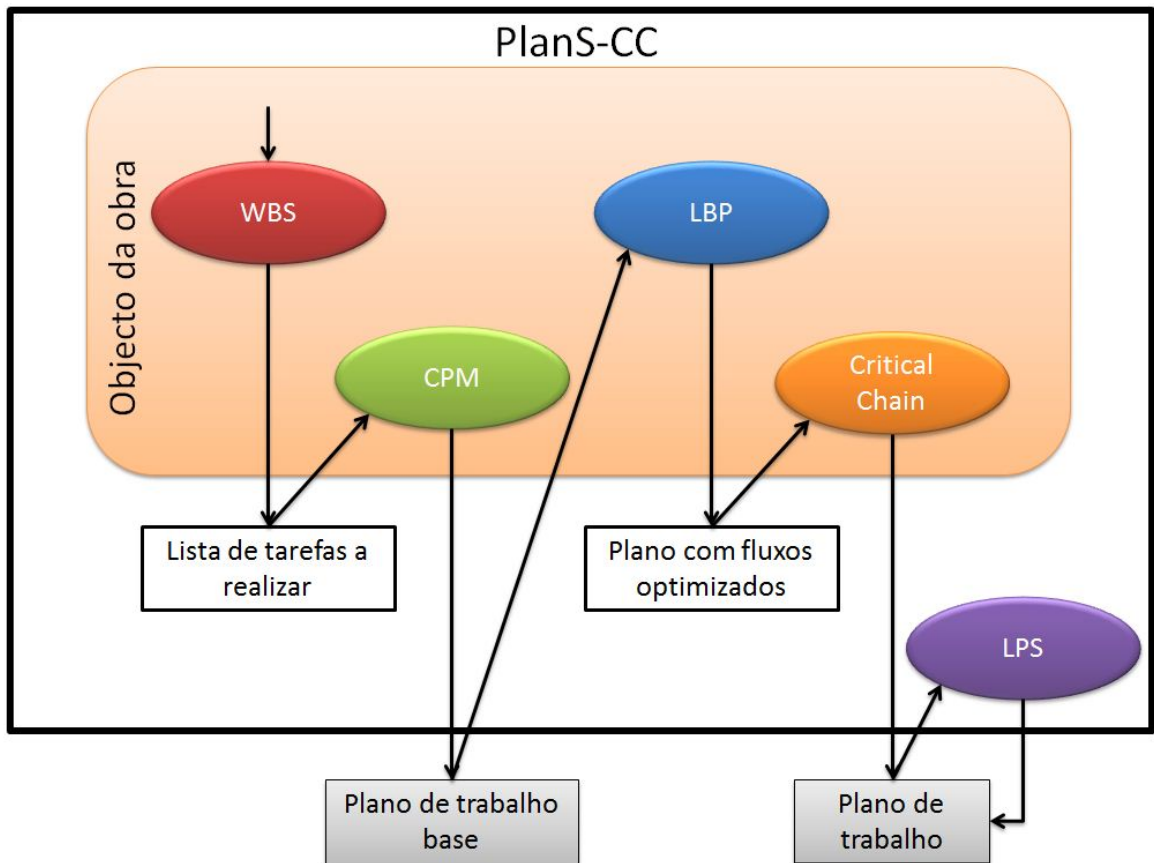


Figura 11 - O PlanS-CC.

## 6. Modelo de planeamento da produção na empresa em estudo

O estabelecimento de um modelo de planeamento da produção a ser utilizado na empresa em estudo é o principal objectivo do trabalho aqui apresentado. Uma vez que este trabalho realiza-se no âmbito de um projecto de revisão dos processos de uma empresa, é necessário que o modelo desenvolvido para o seu planeamento seja expresso num conjunto de actividades que possam ser incluídas na de processos da empresa.

Para a definição das actividades que darão corpo ao modelo de planeamento da produção na empresa, será tomado como base o PlanS-CC apresentado no capítulo anterior. As actividades a definir deverão adaptar o PlanS-CC às necessidades da empresa estudada e às imposições dos seus clientes e da legislação aplicável.

### 6.1. Adaptação do PlanS-CC para o planeamento de produção da empresa

As actividades relacionadas com o planeamento a incluir nos processos da empresa devem abranger desde a identificação de uma oportunidade de negócio até à entrega da obra concluída. Estas actividades devem suportar os requisitos dos clientes da empresa, sendo que neste campo estão incluídos clientes públicos e privados.

Conforme já descrito anteriormente, o CCP legisla a forma como a contratação para EOP deve ser realizada, definindo também o que se espera do planeamento. Por outro lado, no que respeita a clientes privados, não existe qualquer exigência legal relativamente ao planeamento da obra, sendo apenas obrigatória a fixação de um prazo para a execução da obra a quando do seu licenciamento. Para a definição das actividades a compor o modelo de planeamento da empresa, foram avaliados os requisitos resultantes do CCP e os associados a clientes particulares.

#### *Definição das actividades*

Para a definição das actividades a incluir no modelo de planeamento da produção da empresa, considera-se a existência de três fases de planeamento, apresentadas de seguida. A sua análise sugere a adopção do PlanS-CC de forma faseada, adaptada às necessidades de cada uma.

- Fase 1 - Planeamento da elaboração da proposta;
- Fase 2 - Elaboração do plano de trabalhos;
- Fase 3 - Planeamento da execução da obra.

O planeamento da elaboração da proposta deve ser feito quando surge a oportunidade de apresentar uma proposta e por isso é necessária a elaboração das suas peças. A elaboração de uma proposta pode ser equiparada à realização de um projecto e, por essa razão, requer planeamento. O PlanS-CC indica a WBS e o CPM como formas de obter um plano de trabalhos, neste caso um plano de elaboração de proposta. O LBP não se aplica pois não é importante o local de execução das tarefas para que exista fluxo de trabalho. Também não se justifica a aplicação do *Critical Chain* uma vez que a duração das tarefas é muito curta, resultando num plano de poucas semanas de extensão.

Uma das peças da proposta é o plano de trabalhos, sendo a sua apresentação obrigatória nas EOP mas não nas obras privadas. Independentemente da sua obrigatoriedade, a elaboração de um bom plano de trabalhos deve ser sempre considerada uma vez que é um elemento de apoio à elaboração do orçamento da obra. Este plano de trabalhos deverá permitir a definição das

diferentes fases da obra, apresentar as tarefas a realizar e as suas relações, prazos de execução, entre outras informações. O nível de agregação das tarefas a apresentar é um factor de grande importância para a elaboração de um plano de trabalhos com qualidade. Neste caso, à luz do PlanS-CC, para a obtenção de um plano de trabalhos será necessário estabelecer uma WBS e recorrer ao CPM. Não se justifica avançar mais no detalhe do plano uma vez que a execução dos trabalhos está dependente da aprovação da proposta e será realizada vários meses após a elaboração do plano de trabalhos, havendo por isso muita incerteza quanto a fornecedores de serviços ou às condições encontradas no momento da execução dos trabalhos.

Por fim, quando a obra é adjudicada, é necessário planear a execução dos trabalhos. O plano resultante deverá apresentar maior detalhe do que o elaborado para compor as peças da proposta. Pelo PlanS-CC é possível detalhar o plano de trabalhos aplicando o LBP e o *Critical Chain* ao plano de trabalhos realizado anteriormente.

O grau de agregação utilizado para definir as actividades a incluir no modelo de planeamento da produção foi adaptado de forma a corresponder ao grau utilizado na definição dos processos na empresa em estudo. Na Tabela 6 são apresentadas as actividades a realizar bem como a sua descrição, para a fase de planeamento da elaboração de propostas.

Tabela 6 – Actividades para o planeamento da elaboração de propostas.

#	Actividade	Descrição
1.1	Definir WBS para a elaboração da proposta	O responsável pela elaboração da proposta analisa os requisitos da proposta em causa e define uma WBS de forma a permitir a elaboração das peças da proposta.
1.2	Escolher equipa de elaboração da proposta	O responsável pela elaboração da proposta escolhe os elementos da equipa de elaboração da proposta, com base nas tarefas definidas na WBS.
1.3	Planear elaboração da proposta	Em conjunto com a equipa, o responsável planeia a elaboração da proposta. Para tal, este verifica a disponibilidade de cada elemento da equipa, atribui cargas a cada tarefa e aloca-as aos diferentes elementos. O planeamento é ser com recurso ao CPM.
1.4	Notificar elementos da equipa	O responsável pela elaboração da proposta notifica cada elemento da equipa quanto às tarefas que tem para realizar, seus objectivos e prazos.

Para a realização da actividade 1.1 espera-se que o responsável pela elaboração da proposta possa recorrer a uma WBS pré-definida com base no tipo de objecto de obra em causa, necessitando apenas de realizar pequenas alterações à rede de tarefas. Deverá estar definido, para cada tarefa da WBS, os tipos de recursos a alocar, no que respeita às suas características técnicas. Deverão ser definidas as informações a disponibilizar para cada tarefa, os objectivos da sua realização e os documentos ou outros resultados esperados.

No que respeita à escolha dos elementos da equipa, na actividade 1.2, o responsável pela elaboração da proposta deverá comparar as diferentes necessidades técnicas de cada tarefa da WBS com as capacidades técnicas dos recursos disponíveis.

Na actividade 1.3, pretende-se que seja utilizado o CPM. Deverá ser construída uma rede de tarefas, sendo atribuída uma carga a cada uma. Mediante a carga atribuída e a duração

pretendida para cada tarefa, será possível determinar o número de recursos a atribuir. Posteriormente, tendo em conta a disponibilidade dos recursos que compõe a equipa, deverá ser feita a sua alocação às tarefas. Deverá ser estabelecido um plano de elaboração da proposta, podendo ser representado num gráfico tipo Gantt. A definição de datas ou de durações de tarefas deve ter em conta requisitos do cliente como a data de entrega da proposta.

Estabelecido o plano de elaboração da proposta, será necessário executar a actividade 1.4, notificando cada elemento da equipa das tarefas que deve realizar, objectivos a cumprir, resultados esperados e prazos para a execução, entre outras informações tidas como úteis. Deverão ser criadas todas as condições para que os elementos da equipa possam realizar as tarefas que lhes cabem.

Na Tabela 7 apresentam-se as actividades definidas para a elaboração do plano de trabalhos.

Tabela 7 – Actividades para a elaboração do plano de trabalhos.

#	Actividade	Descrição
2.1	Definir restrições para o planeamento	O responsável pela elaboração do plano de trabalhos analisa os requisitos do cliente e converte-os em restrições a que o plano deve ser sujeito.
2.2	Analisar peças do caderno de encargos	O responsável analisa as peças desenhadas, o MTQ e outras peças do caderno de encargos para compreender o objecto da obra.
2.3	Definir WBS para a execução da obra	O responsável pela elaboração do plano, com o conhecimento entretanto adquirido quanto ao objecto da obra e com base no MTQ, define a WBS para a execução dos trabalhos. As tarefas obtidas são caracterizadas quanto a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Características operacionais;</li> <li>• Tipo de recursos requeridos para a execução das operações;</li> <li>• Quantidade a produzir;</li> <li>• Zona da obra onde deverão ser realizadas;</li> <li>• Produtividade em condições ideais.</li> </ul>
2.4	Aplicar o CPM nas tarefas da obra	Baseado na WBS definida para a obra, o responsável pelo planeamento aplica o CPM para a obtenção de uma rede de tarefas com o caminho crítico definido.
2.5	Definir o plano de trabalhos	A partir da rede de tarefas obtidas pelo CPM, o responsável pelo planeamento elabora um gráfico tipo Gantt, onde está representado o plano de trabalhos.
2.6	Incorporar o suprimento de erros e omissões no plano de trabalhos	O responsável pelo planeamento inclui no plano de trabalhos elaborado as tarefas referentes ao suprimento de erros e omissões que foram detectados e aceites pelo dono da obra.

Para a realização da actividade 2.1, deverão ser analisados os requisitos do cliente. Esses requisitos poderão ser: data de entrega da obra, plano de consignação já definido, datas para conclusão de determinados trabalhos ou fases da obra, entre outros. Os requisitos deverão depois ser convertidos em restrições para o projecto, limitando a sua duração, a distribuição das tarefas, as relações entre estas, ou outros.

Relativamente à análise às peças do caderno de encargos, na actividade 2.2, é necessário que o responsável pela elaboração da proposta tenha acesso a toda a documentação disponível. A realização de reuniões onde o objecto da obra seja discutido poderá ser uma mais-valia na compreensão do trabalho a realizar. Com a análise das peças do caderno de encargos deverá proceder à verificação de erros e omissões, que passa pela comparação das quantidades atribuídas a cada rúbrica do MTQ com as medidas nas peças desenhadas ou no local de execução dos trabalhos. Deverá também ser verificada a viabilidade de execução da obra.

Seguindo o modelo para o planeamento da produção na CC apresentado anteriormente, o responsável pela elaboração do plano de trabalhos deverá estabelecer a WBS da obra, conforme a actividade 2.3. Para a definição desta WBS deverá ser tida em conta a estrutura do MTQ. No MTQ estão descritos os trabalhos que devem ser realizados sem, no entanto, estar definida qualquer estrutura de tarefas. Espera-se que as tarefas definidas sejam caracterizadas quanto às operações que as compõe, aos recursos requeridos, zona de execução dos trabalhos, produtividade esperada e quantidade a realizar. Para tal, o planeador deverá recorrer a um conjunto de operações pré-definidas, com produtividades ideais estabelecidas e necessidades de recursos definidas. Para a definição desta produtividade ideal não devem ser tidos em conta factores como as condições dos espaços ou possíveis atrasos: esta deve ser a produtividade alvo, quando as condições são as melhores e o trabalho é executado sem erros. Com estas operações pré-definidas, o planeador deverá poder compor a tarefa a executar. A produtividade associada à tarefa será função da produtividade das operações que a compõe. A Figura 12 exemplifica a composição de tarefas a partir de operações. Pretende-se que a utilização de operações pré-definidas agilize o processo de definir as tarefas. A utilização de produtividades ideais deverá tornar mais visível a introdução de durações extra para comportar as falhas de produtividade, quando as tarefas compostas estiverem a ser inseridas no plano.

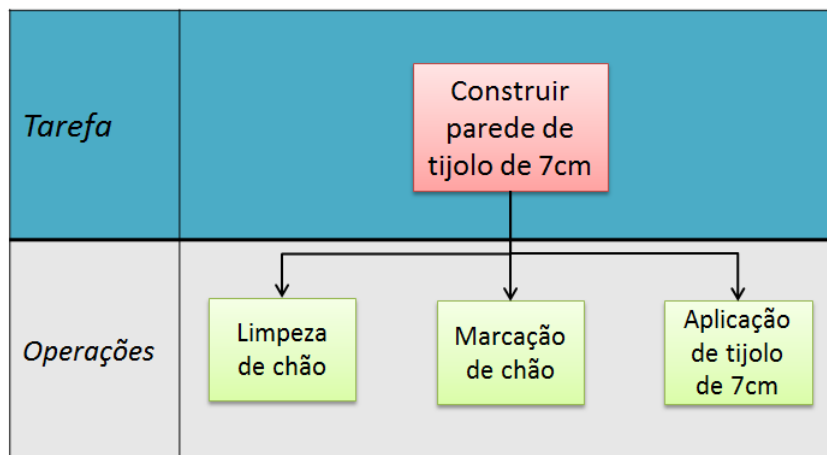


Figura 12 - Composição de tarefas a partir de operações.

Para o desenvolvimento do plano de trabalhos, na actividade 2.4, o planeador deverá recorrer às tarefas definidas na WBS construída na actividade 2.3. Para tal deverá aplicar o CPM, obtendo uma rede de tarefas com o caminho crítico definido. Nesta rede, a duração das tarefas

deverá ser definida tendo em conta as condições em que os trabalhos vão ser realizados e outros factores que possam condicionar a produtividade, cumprindo sempre as restrições resultantes dos requisitos do cliente. Desta forma, a duração das tarefas deverá conter uma folga que ofereça boas garantias de conclusão das tarefas na duração estabelecida.

Com a rede CPM definida, o planeador deverá realizar a actividade 2.5, criando um gráfico tipo Gantt onde esteja representado o plano de trabalhos. Ao estabelecer o plano de trabalhos, o planeador deverá verificar se todas as restrições são cumpridas e dessa forma os requisitos do cliente satisfeitos. Qualquer ajustamento à duração da obra deverá ser feito através das tarefas do caminho crítico. Deverá ser tida em conta a forma como o cliente valoriza os resultados, podendo ser estabelecido um plano mais ou menos ambicioso, de forma a tornar o cliente mais interessado na proposta da qual o plano de trabalhos desenvolvido é peça fundamental.

Uma vez que é possível que as peças do procedimento apresentem erros e omissões, estas terão que ser verificadas. No caso de serem detectados erros ou omissões, é obrigação dos interessados em apresentar propostas a reclamação destes ao dono da obra. Uma vez que a elaboração de um plano de trabalhos é morosa, é comum que esta seja iniciada sem que o dono da obra se tenha pronunciado quanto a erros ou omissões detectados nas peças do caderno de encargos e que possam influenciar as tarefas do plano de trabalhos. Desta forma, o responsável pela elaboração do plano de trabalhos deverá realizar a actividade 2.5, incorporando no plano de trabalhos as alterações necessárias para o suprimento dos erros e omissões detectados e entretanto aceites pelo dono da obra.

Após a apresentação da proposta, a empresa pode ser seleccionada para a realização da obra, sendo necessário planear a sua execução. Na Tabela 8 apresentam-se as actividades para o planeamento da execução da obra.

Tabela 8 - Actividades para o planeamento da execução da obra.

#	Actividade	Descrição
3.1	Reavaliar plano de trabalhos	O responsável pelo planeamento da obra reavalia o plano de trabalhos que foi apresentado a quando da proposta para a execução da obra.
3.2	Reorganizar o plano de trabalhos com LBP	O planeador detalha as tarefas do plano quanto ao local da sua realização. Posteriormente reorganiza o plano de trabalhos de forma a obter fluxo máximo de tarefas nas diferentes zonas da obra.
3.3	Proteger as tarefas do caminho crítico	O planeador retira à duração das tarefas as folgas de segurança introduzidas. Com o tempo retirado às tarefas, distribui <i>buffers</i> de protecção ao caminho crítico.
3.4	Atribuir recursos às tarefas do plano	O responsável pelo planeamento atribui os recursos necessários a cada tarefa, de forma a esta ser executada na duração estabelecida.
3.5	Controlar a produção com o LPS	O responsável pela realização dos trabalhos na obra recorre ao LPS para controlar a execução das tarefas, medir o grau de cumprimento do plano e actualizar o plano de trabalhos e a dimensão dos <i>buffers</i> .



A realização da actividade 3.1 justifica-se pois é frequente verificar-se um grande intervalo, por vezes superior a 12 meses, entre a elaboração do plano de trabalhos e a adjudicação da obra. Por esta razão é necessário verificar o plano de trabalhos elaborado anteriormente e introduzir algumas alterações que possam afigurar-se oportunas. Estas alterações poderão ser, entre outras, relativas à duração das tarefas ou quanto às relações de dependência entre estas.

Uma outra razão para esta revisão do plano de trabalhos é a reorçamentação da obra. Normalmente, quando um orçamento apresenta rubricas que vão ser realizadas por subcontratados, é actualizado internamente pois são feitas novas consultas aos prestadores de serviços. Desta forma, o plano de trabalhos poderá ter que ser actualizado conforme a disponibilidade dos prestadores de serviço contratados.

Depois da reavaliação do plano deverá realizar-se a actividade 3.2. O planeador deverá desagregar as tarefas a realizar no que respeita ao seu local de execução. A Figura 13 apresenta um exemplo desta desagregação. Com as tarefas desagregadas, o planeador deverá reorganizar o plano de trabalhos de forma a conseguir o maior fluxo possível de tarefas nos diferentes locais de execução. Para realizar esta tarefa, o planeador terá que ter em conta os limites de capacidade de cada local, o que resulta em restrições quanto ao número de trabalhadores a alocar e por isso limita a duração mínima a atribuir à tarefa.

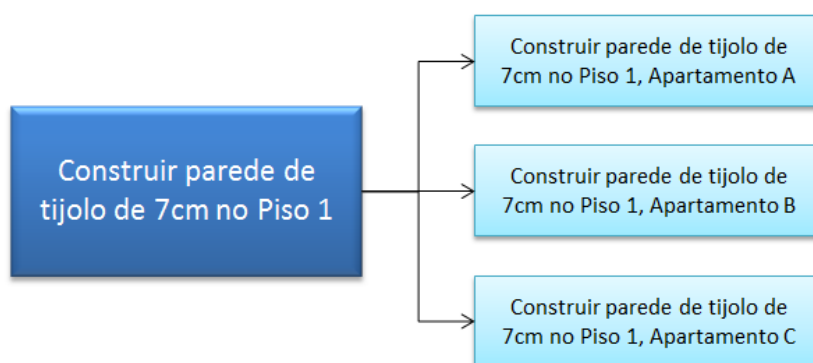


Figura 13 - Desagregação das tarefas em diferentes locais de execução.

Com o plano de trabalhos reorganizado, o planeador deverá realizar a tarefa 3.3, aplicando o método *Critical Chain*. Para tal, deverá comparar as durações atribuídas a cada tarefa com as durações que resultariam de uma produtividade ideal, caso as tarefas fossem executadas em condições ideais. Com base nesta comparação, o planeador deverá retirar à duração de cada tarefa o tempo correspondente a folgas de segurança que tenham sido inseridas de forma a suportar uma menor produtividade e com isso garantir maior certeza na conclusão das tarefas dentro do prazo estabelecido. Ao retirar este tempo de segurança, o planeador deverá reavaliar o plano e verificar se o caminho crítico se mantém. Finalmente, deverá introduzir *buffers* que compensem as folgas de segurança retiradas às tarefas, protegendo o caminho crítico e as tarefas que o alimentam.

Estando concluído o plano de trabalhos para a execução da obra, o planeador deverá realizar a actividade 3.4, atribuindo os recursos a cada tarefa. A forma como estes são atribuídos deverá garantir que é possível a execução das tarefas dentro dos prazos planeados.

Iniciada a realização da obra, o responsável pelos trabalhos deverá utilizar o LPS para o controlo da execução das tarefas. Desta forma, só deverá libertar trabalho quando a sua realização é possível. Recorrendo ao PPC, o responsável pelos trabalhos deverá medir o grau de cumprimento das tarefas e actualizar o plano sempre que assim se justifique. Com a

actualização do plano de trabalhos, deverão ser também actualizadas as dimensões dos *buffers* definidos para a protecção do caminho crítico.

*Desenho do modelo de planeamento da empresa*

O modelo de planeamento de produção adaptado às necessidades da empresa estudada é composto pelas actividades apresentadas anteriormente. Este modelo pretende servir como um guião para a execução de um planeamento de produção com bons resultados para a empresa. Este modelo aborda não só o planeamento da obra, com vista à sua execução, mas também o planeamento que se encontra a montante da execução da obra, isto é, a elaboração do plano de trabalhos e o próprio planeamento para a produção de propostas. A Figura 14 representa o modelo de planeamento de produção para a empresa estudada.

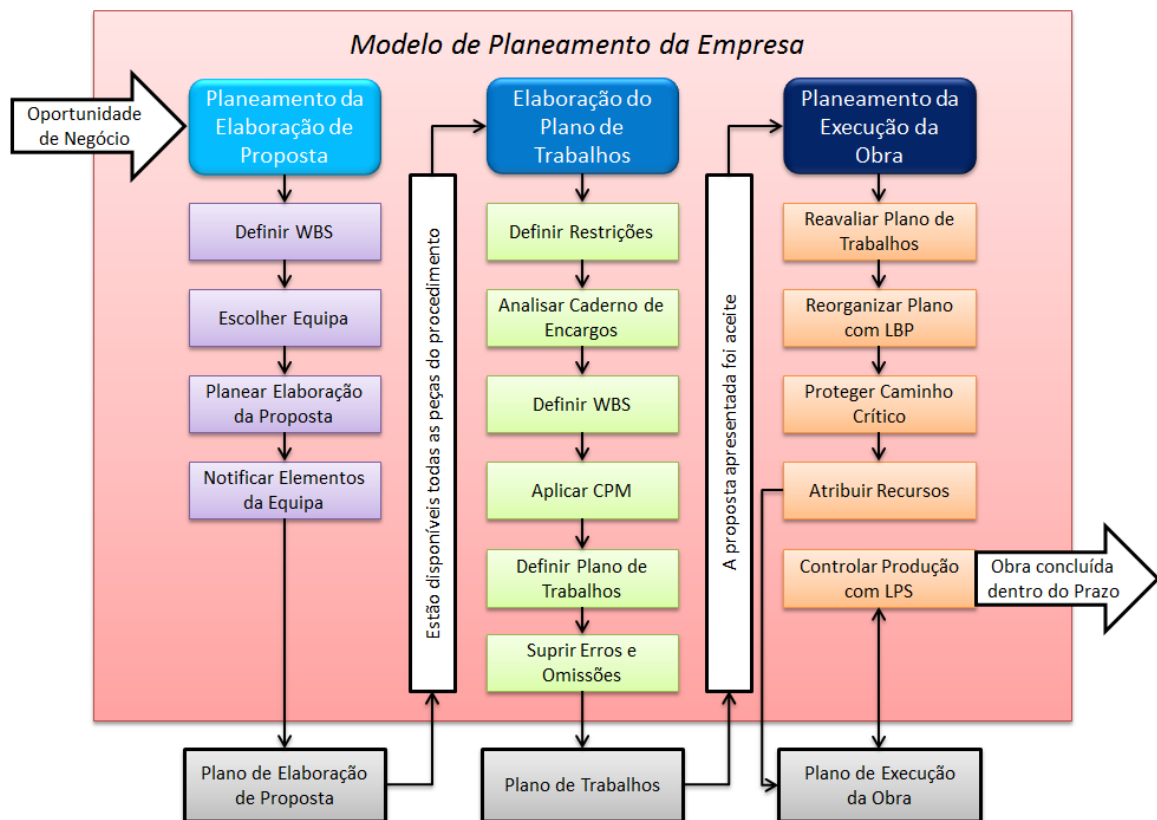


Figura 14 - Modelo de planeamento de produção para a empresa.

**6.2. Requisitos para o SI de suporte ao planeamento**

Um dos objectivos do projecto de revisão dos processos da empresa de CC a ser desenvolvido no INESC Porto e no qual este trabalho se inseriu, é a definição dos requisitos para o sistema de informação destinado ao suporte das actividades que compõem os processos. Nesse sentido, partindo das actividade definidas para o modelo de planeamento a utilizar na empresa, apresenta-se de seguida os requisitos que o sistema de informação deverá cumprir para servir de suporte as todas as actividades relacionadas com o planeamento. O levantamento efectuado não pretende ser exaustivo mas antes indicativo das funcionalidades gerais necessárias ao sistema.

### *Planeamento da elaboração de propostas*

No que se refere ao planeamento da elaboração das propostas, definiram-se os recursos apresentados de seguida. Para o seu estabelecimento, considera-se que já estão disponíveis no sistema todas as peças do procedimento. Considera-se também que é possível avaliar a carga atribuída a cada recurso, podendo a sua disponibilidade ser aferida através de consulta, no sistema, de um modelo de capacidade dos recursos.

Pretende-se que o sistema disponibilize uma WBS normalizada para a elaboração da proposta. A disponibilização desta rede de tarefas deverá ser uma forma de normalizar o trabalho e de agilizar o estabelecimento de um plano de trabalhos para a elaboração de propostas.

Req.1. O sistema deverá disponibilizar uma WBS para a elaboração de propostas normalizada.

Req.1.1. A WBS deverá estar relacionada com o tipo de objecto da proposta, apresentando as tarefas específicas a cada um.

Req.1.2. O sistema deverá permitir a edição da WBS para que esta seja adequada a cada proposta em particular.

Req.1.3. Cada tarefa da WBS deverá ter uma carga pré-definida associada, que poderá ser editada.

Req.2. O sistema deverá possibilitar a definição do caminho crítico e o ajuste das durações das tarefas com recurso ao CPM.

Req.2.1. O sistema deverá apresentar um gráfico tipo Gantt com as relações de precedência entre as tarefas, sendo estas do tipo fim-início, início-início, fim-fim e início-conclusão. Estas relações poderão ser editadas.

Req.2.2. O sistema deverá permitir a atribuição de durações para as tarefas, independentes das cargas definidas. A quantidade de recursos necessária será função da relação entre a duração da tarefa e a sua carga.

Os requisitos seguintes tratam da avaliação de capacidade para a elaboração da proposta nos prazos impostos, bem como da atribuição das tarefas aos recursos.

Req.3. O sistema deverá permitir a análise da carga atribuída aos recursos perante o modelo de capacidade dos recursos.

Req.3.1. O sistema deverá ajustar a capacidade de cada elemento dos recursos conforme o horário de trabalho que este se encontra a cumprir e os períodos de férias que este dispõe.

Req.3.2. O sistema deverá apresentar informação que permita compreender qual a disponibilidade de cada recurso, em cada dia.

Req.4. O sistema deverá permitir a atribuição das tarefas aos recursos.

Req.4.1. O sistema deverá permitir que se estabeleçam equipas de recursos e que a essas equipas sejam atribuídas tarefas.

Req.4.2. O sistema deverá notificar os recursos quanto às tarefas que devem realizar.

Para uma maior normalização do trabalho, pretende-se que o sistema disponha de um conjunto de *templates* para o desenvolvimento dos documentos que devem ser resultado das tarefas da elaboração da proposta. Os requisitos seguintes referem-se a esta funcionalidade.

Req.5. Sempre que as tarefas são atribuídas aos recursos, o sistema deverá disponibilizar a estes os *templates* que darão origem aos documentos que devem resultar das suas tarefas.

Req.5.1. Os *templates* disponibilizados estarão relacionados com as tarefas da WBS normalizada e desta forma com as características do objecto da proposta.

Req.5.2. O sistema deverá permitir a edição dos *templates* para a sua adaptação às características específicas de cada proposta.

### *Elaboração do plano de trabalhos*

Para a definição dos requisitos relativos ao suporte às actividades relacionadas com a elaboração de planos de trabalhos a incluir nas peças das propostas, assume-se que o sistema deverá permitir a manutenção de uma árvore de materiais, uma árvore de equipamentos e uma árvore de operações. A árvore de materiais deverá permitir a composição de materiais a partir de outros materiais. A árvore de equipamentos deverá permitir o registo de equipamentos e a sua composição com outros equipamentos ou materiais. A árvore de operações deverá possibilitar a definição de uma tarefa a partir da composição de diferentes operações. Ao elaborar o plano de trabalhos, o sistema deverá permitir ao planeador o acesso às diferentes árvores para que este possa caracterizar as tarefas e assim definir cargas, durações e sequências.

No que se refere à árvore de operações, o sistema deverá permitir a definição de uma produtividade padrão para cada operação, obtida em condições ideais. Deverá também ser associada a cada operação as características técnicas dos recursos necessários à sua execução. Estas duas funcionalidades deverão permitir que o planeador estabeleça a duração das suas tarefas a partir das cargas das operações que as compõem. Quanto às características técnicas dos recursos, servirão como base para a escolha dos elementos a quem serão atribuídas as tarefas.

Os requisitos seguintes prendem-se com funcionalidades que suportem a definição de uma WBS a partir das peças do procedimento, em particular o MTQ.

Req.6. O sistema deverá permitir a definição de uma WBS a partir das rubricas do MTQ.

Req.6.1. O sistema deverá permitir a associação de uma rubrica do MTQ a várias tarefas e de uma tarefa a várias rúbricas.

Req.6.2. O sistema deverá possibilitar a transferência das quantidades atribuídas a cada rubrica do MTQ para as tarefas correspondentes no plano de trabalhos.

Req.6.3. O sistema deverá associar a unidade de medida das rubricas às tarefas que lhes correspondem.

Req.6.4. O sistema deverá permitir a alteração das quantidades e das unidades de cada uma das tarefas.

Req.6.5. O sistema deverá possibilitar a definição de tarefas que sejam independentes de qualquer rubrica do MTQ.

Os requisitos seguintes destinam-se à ligação entre o orçamento e o plano de trabalhos. Uma ligação clara entre estas duas peças é essencial para a elaboração de ambas com qualidade. Pretende-se que o sistema disponibilize árvores de materiais, equipamentos e operações. Estas árvores deverão ser utilizadas para a definição dos custos de cada rubrica do orçamento e, através da ligação entre o orçamento e o plano de trabalhos, definir as operações a serem realizadas em cada tarefa, os materiais a ser aplicados nessas operações, os equipamentos a serem utilizados e os recursos humanos necessários para a sua realização.

Req.7. O sistema deverá associar a cada tarefa da WBS a rubrica do orçamento que corresponde à rubrica do MTQ à qual a tarefa se refere.

Req.7.1. Através desta associação, o sistema deverá transferir para a tarefa toda a informação associada à rubrica do orçamento, nomeadamente as operações que a compõem, os materiais utilizados e as características técnicas dos equipamentos e recursos humanos requeridos.

Req.7.2. O sistema deverá associar uma carga a cada operação, conforme a relação entre a sua produtividade padrão a quantidade atribuída.

Req.7.3. O sistema deverá definir a carga de cada tarefa como a soma das cargas das operações que as constituem. Esta carga deverá poder ser alterada.

Depois de definida a WBS, o sistema deverá possibilitar a aplicação do CPM para a definição do caminho crítico e o estabelecimento das tarefas num gráfico tipo Gantt. Para estas funcionalidades aplica-se o Req.2.

Conhecida a rede de tarefas e as restrições que o plano deve cumprir para satisfazer os requisitos do cliente, é necessário definir as durações das tarefas. De seguida definem-se os requisitos relativos a esta funcionalidade. Neste ponto pretende-se introduzir a noção de rendimento de cada operação. Uma vez que foi definida uma carga para cada operação a partir da produtividade em condições ideais, cabe agora ao planeador ajustar esta carga às condições específicas da obra, fazendo-o através da definição de um rendimento que vai afectar a produtividade.

Req.8. O sistema deverá permitir a definição de rendimentos para cada operação, afectando a sua produtividade.

Req.8.1. O sistema deverá recalcular a carga de cada operação para a nova produtividade.

Req.8.2. O sistema deverá definir a carga da tarefa como sendo o resultado das cargas das operações que a compõem.

Req.9. O sistema deverá permitir a definição de uma duração para cada tarefa.

Req.9.1. O sistema deverá permitir que se defina uma duração para a execução de cada operação que compõe a tarefa.

Req.9.2. O sistema deverá permitir a introdução de um período extra na duração da tarefa, para aumentar a probabilidade da sua conclusão dentro do prazo estabelecido.

Req.9.3. O sistema deverá possibilitar a distinção entre a duração essencial e o período extra de segurança.

Poderá ser necessário incorporar novas tarefas ou alterar as existentes para suprir erros ou omissões entretanto detectados e aceites pelo dono da obra. Nesse sentido, definem-se os requisitos que se seguem.

Req.10. O sistema deverá possibilitar a edição das tarefas do plano e a introdução de novas tarefas.

Req.10.1. O sistema deverá assinalar o novo caminho crítico sempre que resulte da alteração das tarefas uma mudança de caminho crítico.

Os requisitos seguintes prendem-se com a definição das necessidades de recursos para o cumprimento das tarefas no prazo estabelecido.

Req.11. O sistema deverá permitir a definição das necessidades quanto a recursos humanos e equipamentos para o cumprimento da execução das tarefas dentro do prazo estabelecido.

Req.11.1. No caso de ser definida uma duração para a execução de uma operação, o sistema deverá calcular as necessidades quanto a recursos com base na carga da operação. Esta necessidade será relativamente às características técnicas de cada recurso.

Req.11.2. O sistema deverá permitir a definição manual das necessidades de cada tarefa relativamente a recursos.

### *Planeamento da execução da obra*

Os requisitos seguintes visam possibilitar o cumprimento das actividades definidas para o planeamento da execução da obra.

Req.12. O sistema deverá possibilitar a associação de um local a cada tarefa.

Req.12.1. No caso de uma tarefa poder ser associada a mais do que um local, o sistema deverá permitir que o planeador converta essa tarefa em várias tarefas, cada uma para um local específico.

Req.12.2. O sistema deverá possibilitar a imposição de limites de capacidade para cada binário tarefa/local, no que se refere à alocação de recursos.

O sistema deverá possibilitar a implementação do LBP no plano de trabalhos. Os requisitos seguintes visam satisfazer esta funcionalidade.

Req.13. O sistema deverá possibilitar a reorganização das relações entre as tarefas segundo o local da sua execução.

Req.13.1. O sistema deverá diferenciar as tarefas, no gráfico tipo Gantt as tarefas, conforme o seu local de execução.

Req.13.2. O sistema deverá permitir que o planeador reorganize o plano para conseguir maior fluxo entre os diferentes locais da obra.

O sistema deverá possibilitar a implementação do método *Critical Chain*. Para tal deverá satisfazer os requisitos a seguir descritos.

Req.14. O sistema deverá implementar o método *Critical Chain*.

Req.14.1. O sistema deverá permitir que o planeador retire à duração das tarefas o tempo introduzido como segurança a quando da definição da duração destas.

Req.14.2. O sistema deverá verificar se o caminho crítico permanece o mesmo e assinalar as tarefas que o alimentam.

Req.14.3. O sistema deverá introduzir um *buffer* no fim do caminho crítico, com dimensão idêntica à folga entre a duração do plano actual e o plano com o tempo de segurança introduzido na duração das tarefas.

Req.14.4. O sistema deverá introduzir *buffers* para as tarefas ou sequências de tarefas que alimentam o caminho crítico, idêntico ao tempo de segurança retirado a estas tarefas, sem que no entanto resulte num atraso do caminho crítico.

Req.14.5. O sistema deverá permitir que a dimensão dos *buffers* seja alterada pelo planeador, bem como a sua posição no plano.

Req.14.6. O sistema deverá permitir que o planeador introduza novos *buffers*.

Com o plano concluído, o sistema deverá permitir que o planeador atribua as tarefas aos recursos disponíveis. Neste ponto, aplicam-se requisitos idênticos a Req.4.

Para o controlo da produção, o sistema deverá disponibilizar funcionalidades que permitam a implementação do LPS. Os requisitos seguintes tratam este ponto, do ponto de vista do planeamento.

Req.15. O sistema deverá permitir que se defina um WWP.

Req.15.1. O sistema deverá detalhar um período do plano a definir pelo planeador, onde apresenta todas as tarefas desagregadas ao máximo grau.

Req.15.2. Para tal, o sistema deverá apresentar a lista de operações que compõem cada tarefa, possibilitando que estas sejam atribuídas a recursos.

### 6.3. Software disponível vs. requisitos de suporte

Com os requisitos detalhados para o sistema de suporte ao modelo de planeamento da produção definido, é possível proceder à sua comparação com as funcionalidades oferecidas pelo *software* disponível na empresa. A Tabela 9 apresenta esta comparação.

Tabela 9 - Comparação entre os requisitos e o *software* disponível.

<i>Requisito</i>		<i>Software</i>
Req.1	<i>Candy</i>	Não permite a criação e utilização de WBS normalizadas pois não é possível pré-definir planos. É possível contornar esta falha criando planos sem orçamento que depois sejam utilizados como base para cada planeamento. Não dispõe do conceito de carga.
	<i>Project</i>	É possível satisfazer este requisito pois permite a criação de planos que funcionem como <i>templates</i> .
Req.2	<i>Candy</i>	Indica, num gráfico tipo Gantt, que actividades são críticas. Permite o estabelecimento de ligações entre as tarefas e a definição da sua duração.
	<i>Project</i>	Não indica o caminho crítico mas satisfaz os restantes requisitos.
Req.3	<i>Candy</i>	Não prevê esta funcionalidade.
	<i>Project</i>	Não prevê esta funcionalidade na sua totalidade. É possível definir recursos e a sua capacidade. No entanto, a sua disponibilidade só será aferível se estes forem partilhados entre diversos planos desenvolvidos pelo mesmo <i>software</i> .
Req.4	<i>Candy</i>	É possível atribuir recursos a tarefas e a definição de equipas.
	<i>Project</i>	Permite o cumprimento do requisito à excepção da notificação dos recursos.
Req.5	<i>Candy</i>	Não prevê esta funcionalidade.
	<i>Project</i>	Não prevê esta funcionalidade.
Req.6	<i>Candy</i>	Permite a criação de tarefas a partir do orçamento mas não a partir do MTQ.
	<i>Project</i>	Não prevê esta funcionalidade.

<i>Requisito</i>		<i>Software</i>
Req.7	<b>Candy</b>	Permite ligar as tarefas do plano ao orçamento mas não ao MTQ. Transfere informação do orçamento para o plano, como os custos e preços atribuídos às rubricas.
	<b>Project</b>	Não prevê esta funcionalidade.
Req.8	<b>Candy</b>	Não prevê esta funcionalidade.
	<b>Project</b>	Não prevê esta funcionalidade.
Req.9	<b>Candy</b>	Permite a definição de uma duração para cada tarefa, mas não dispõe do conceito de operação.
	<b>Project</b>	Permite a definição de carga e de duração para cada tarefa, sem prever o conceito de operação.
Req.10	<b>Candy</b>	Permite a edição das tarefas mas não indica o caminho crítico.
	<b>Project</b>	Permite a edição das tarefas mas não indica o caminho crítico.
Req.11	<b>Candy</b>	Não prevê esta funcionalidade.
	<b>Project</b>	Não prevê esta funcionalidade.
Req.12	<b>Candy</b>	É possível definir códigos de zona e associa-los às tarefas.
	<b>Project</b>	Não prevê esta funcionalidade.
Req.13	<b>Candy</b>	Não prevê esta funcionalidade. Terá que ser executada manualmente.
	<b>Project</b>	Não prevê esta funcionalidade.
Req.14	<b>Candy</b>	Não prevê esta funcionalidade.
	<b>Project</b>	Não prevê esta funcionalidade.
Req.15	<b>Candy</b>	Não prevê esta funcionalidade.
	<b>Project</b>	Não prevê esta funcionalidade.

Verifica-se que ambos os programas disponíveis na empresa não prevêem muitas das funcionalidade definidas para o sistema. Uma das justificações para este facto tem a ver com o elevado nível de integração da informação exigido pelos requisitos, pois é necessário coordenar toda a informação relativa ao projecto e conseguir uma ligação clara entre as peças do procedimento, o orçamento e o plano de trabalhos. Uma outra razão para a não satisfação dos requisitos está relacionada com os métodos de planeamento utilizados. Em ambos os casos, Candy e Project, prevê-se que o planeamento seja conseguido apenas pela ligação das tarefas tendo em consideração as suas relações ao nível operacional, não sendo prevista a optimização dos fluxos pelo LBP ou a utilização do *Critical Chain* para a criação de um plano mais exigente mas ao mesmo tempo protector do caminho crítico.



## 7. Conclusões

Partiu-se para a realização deste trabalho com a intenção de definir um modelo de planeamento de produção para uma empresa de construção civil, para a qual o INESC Porto se encontrava a rever a sua rede de processos. Com a conclusão deste trabalho obteve-se:

- Um modelo teórico para o planeamento da produção na construção civil, o PlanS-CC;
- Um modelo para o planeamento da produção na empresa estudada, com suas actividades definidas;
- Um conjunto de requisitos para o sistema de suporte ao modelo definido para a empresa e a sua comparação com o *software* que esta dispõe.

Pelo estudo da literatura disponível conclui-se que o planeamento da produção na construção civil deve ser feito de forma a garantir que as três vertentes da teoria TFV, *transformation*, *flow* e *value*, são geridas da melhor forma. Esta é a abordagem defendida por Koskela e outros autores que estudam a adaptação da produção *lean* à construção civil, a *Lean Construction*. Por outro lado, existem métodos e ferramentas muito experimentados para a elaboração de planos de trabalho, que têm sido vistos como contrários. Com a apresentação do PlanS-CC, um modelo para o planeamento na CC, introduz-se uma nova perspectiva: métodos como CPM, LBP e *Critical Chain* podem ser utilizados sequencialmente, de forma complementar, para a obtenção de um plano de trabalhos otimizado.

Com a adaptação do PlanS-CC às características da empresa estudada e aos requisitos da legislação portuguesa, é possível utilizar de forma sequencial os métodos já enumerados, com vista a satisfazer as necessidades de planeamento existentes desde a detecção de uma oportunidade de negócio até ao início da execução dos trabalhos. A estes métodos soma-se o LPS para o controlo dos trabalhos e a actualização do plano de trabalhos. As actividades definidas como constituintes do modelo de planeamento da produção na empresa estão prontas a ser introduzidas na sua rede de processos.

No que respeita aos requisitos do sistema de suporte às actividades relacionadas com o planeamento na empresa, verifica-se que estes exigem uma grande integração de toda a informação relacionada com as diferentes propostas a apresentar e com as várias obras a executar, bem como relativamente aos recursos da empresa. Introduzem-se com o levantamento dos requisitos a ideia de que as tarefas, bem como as rubricas dos orçamentos, podem ser construídas através de um conjunto de operações pré-definidas e que estas operações devem ter uma produtividade, em condições ideais, a si associada. Com a composição das tarefas a partir destas operações introduz-se um factor de normalização no planeamento e cria-se uma maior tendência para a busca da produtividade ideal. Quanto ao *software* disponível na empresa, não é suficientemente abrangente para suportar todas as funcionalidades requeridas.

### 7.1. Perspectivas de trabalhos futuros

Como consequência do trabalho desenvolvido nesta dissertação, considera-se que a validação do modelo de planeamento definido para a empresa seria o próximo passo, sendo este aplicado e verificada a sua adequação. A avaliação da adequação do modelo PlanS-CC proposto seria conseguida também pela validação do modelo definido para a empresa, ainda

que se considere como vantajoso para a confirmação da sua validade a aplicação do PlanS-CC a novos casos de estudo.

No que respeita aos processos da empresa estudada, seria também um trabalho conseqüente a este a definição das actividades relacionadas com a detecção de oportunidades, avaliação e escolha da oportunidade, orçamentação, entrega da proposta e execução da obra. Em particular na execução da obra, existe também a necessidade de definir a forma como o planeamento dos materiais é realizado. A integração deste trabalho com o aqui perspectivado resultaria num sistema integrado de gestão de tudo o que se relaciona com a produção na empresa.

Quanto ao *software* de suporte às actividades de planeamento definidas, seria também um trabalho conseqüente deste aqui apresentado, a avaliação de outras propostas existentes no mercado e que possam satisfazer de forma mais completa os requisitos definidos.

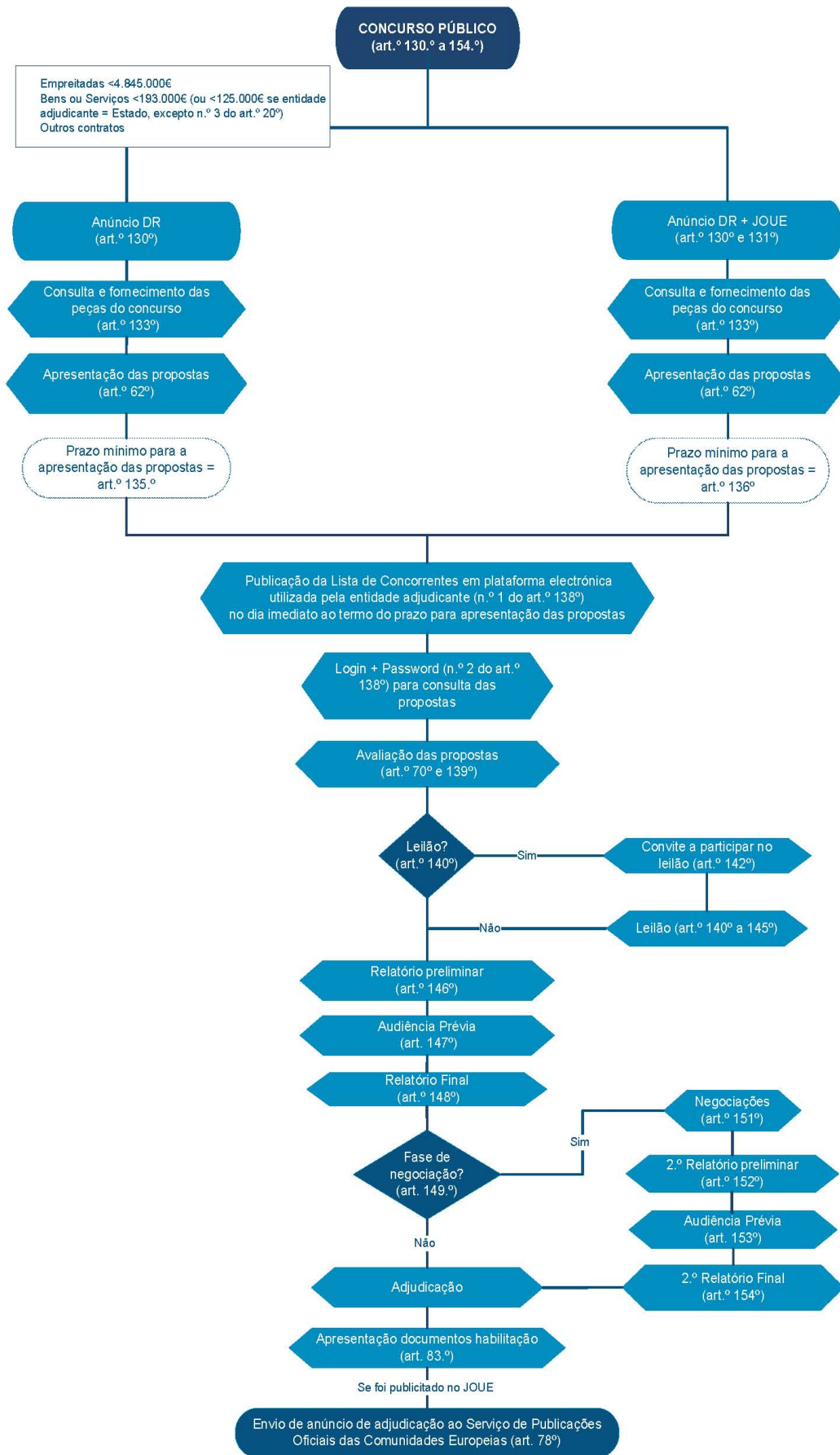
## Referências

- Baganha, M. I., Marques, J. C., & Góis, P. 2002. O Sector da Construção Civil e Obras Públicas em Portugal: 1990-2000.
- Ballard, G. 2000. *The Last Planner System of Production Control*. University of Birmingham, Birmingham, UK.
- Ballard, G., & Howell, G. 1998. *What Kind of Production is Construction?* Paper presented at the Sixth Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Guaruja, Brazil.
- Base, 2010. Concursos Públicos Online. Último acesso: Dezembro 2010. <http://www.base.gov.pt/Paginas/Default.aspx>.
- Bertelsen, S. 2003a. Complexity - Construction in a New Perspective, *Eleventh Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Verginia, USA.
- Bertelsen, S. 2003b. Construction as a Complex System, *Eleventh Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Virginia, USA.
- Bertelsen, S., & Koskela, L. 2004. Construction Beyond Lean: A New Understanding of Construction Management, *Twelfth Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Elsinore, Denmark.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. 2006. *Operations Management for Competitive Advantage* (11th Edition ed.). New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Decreto-Lei nº 18/2008 de 29 de Janeiro. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Diário da República, 1ª série – Nº 20 – 29 de Janeiro de 2008. Lisboa
- Duncan, W. R. 1996. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Newtown Square: PMI Publishing Division.
- Estatística, I. N. d. 2010a. Estatísticas da Construção e Habitação 2009. In I. P. Instituto Nacional de Estatística (Ed.). Lisboa.
- Estatística, I. N. d. 2010b. Estatísticas do Emprego 2010 - 2º trimestre. In I. P. Instituto Nacional de Estatística (Ed.). Lisboa.
- Goldratt, E. M. 1990. *What is this thing called the theory of constraints?* New York, USA: The North River Press.
- Goldratt, E. M. 1997. *Critical Chain*. Great Barrington, USA: The North River Press.
- Howell, G. 1999. *What Is Lean Construction*. Paper presented at the Seventh Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Berkeley, USA.
- Howell, G., & Koskela, L. 2000. *Reforming Project Management: The Role of Lean Construction*. Paper presented at the Eighth Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Brighton, UK.
- Portaria nº 701-H/2008 de 29 de Julho. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Diário da República, 1ª série – Nº 145 – 29 de Julho de 2008. Lisboa

- Kenley, R. 2004. Project Micromanagement: Practical Site Planning and Management of Work Flow, *Twelfth Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Elsinore, Denmark.
- Kenley, R. 2005. Dispelling The Complexity Myth: Founding Lean Construction on Location-Based Planning, *Thirteenth Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Sydney, Australia.
- Koskela, L. 1992. Application of the New Production Philosophy to Construction. Stanford, USA: Stanford University.
- Koskela, L. 2000. *An Exploration Towards a Production Theory and Its Application to Construction*. Helsinki University of Technology, Espoo, Finland.
- Rand, G. K. 2000. Critical Chain: the theory of constraints applied to project management. *International Journal of Project Management*, 18: 173-177.
- Reis, A. C. d. 2009. *Organização e Gestão de Obras*. Lisboa: Edições Técnicas E.T.L., Lda.
- Shen, L., & Chua, D. K. H. 2008. An Investigation of Critical Chain and Lean Project Scheduling, *Sixteenth Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Manchester, UK.
- Wilson, J. M. 2003. Gantt charts: A centenary appreciation. *European Journal of Operational Research*, 149: 430-437.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. 1990. *The Machine That Changed The World: The Story of Lean Production*. New York: Macmillan Publishing Company.

## **ANEXO A: Fluxograma do Procedimento de Concurso Público**

Definição do Modelo de Planeamento de Produção de uma empresa de Construção Civil



Fonte do fluxograma: <http://www.base.gov.pt/ConhecaCCP/Paginas/FluxogramaProcedimentos.aspx>  
(último acesso: 2010-12-22)

## ANEXO B: Guião para elaboração de planos de trabalho no Candy

15 de Novembro de 2010

Planeamento via *Candy*  
Planeamento da Construção

Daniel Oliveira  
INESC Porto

© 2010 INESCPORTO



INESCPORTO  
INSTITUTO DE ENGENHARIA DE SISTEMAS  
E COMPUTADORES DO PORTO  
LABORATÓRIO ASSOCIADO

Campus da FEUP  
Rua Dr. Roberto Frias, 378  
4200 - 465 Porto  
Portugal  
T +351 222 094 340  
F +351 222 094 050  
http://www.inescporto.pt  
http://consultoria-uesp.inescporto.pt  
uesp-consult@inescporto.pt


Agenda

- Actividades
  - Planear Obra
    - Definições das tarefas
    - Recursos das tarefas
    - Planeamento das tarefas
    - Previsão de custos
  - Controlar Obra
    - Produção
- Observações

© 2010 INESCPORTO Planeamento via *Candy* / Planeamento da Construção / 04-11-2010 2



Actividades>Planear Obra>Definição das tarefas

- Abrir o orçamento:
  - No *tab* **Orçamentação**, abrir o **Gestor Documentos**. No *tab* **Mapas de Quantidades**, seleccionar "1.1 Mapa de Quantidades Padrão". Para seleccionar fazer duplo *click* ou premir **Seleccionar**;
    - NOTA: No caso de não encontrar na lista o documento pretendido, escolher **Novo Documento**, e em **1**, seleccionar **1.1**
  - Posicionar o documento no canto superior esquerdo.





© 2010 INESCPORTO Planeamento via *Candy* / Planeamento da Construção / 04-11-2010 3

Actividades>Planear Obra>Definição das tarefas

- Criar programa de planeamento:
  1. No *tab* **Planeamento**, seleccionar o **Gestor de Programas**; 
  2. Na primeira vez que esta funcionalidade é escolhida surge, por defeito, o "First Planning Program". Seleccionar este programa, via duplo *click* ou **Seleccionar**;
  3. Surge a janela **New Program**. Definir o nome para o plano, a data de início, o dia desejado para início das semanas e o número de dias de trabalho semanais.
- Abrir a lista de actividades:
  1. No *tab* **Planeamento**, seleccionar o **Gestor de Documentos**; 
  2. Seleccionar "3.1 Lista Actividades";
  3. Posicionar o documento no canto superior direito.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via *Candy* / Planeamento da Construção / 04-11-2010 4

Actividades>Planear Obra>Definição das tarefas

- Abrir documentos de ligação Orçamento-Plano:
  1. No *tab* **Previsões**, abrir o **Gestor de Documentos**; 
  2. Seleccionar "3.1 BOQ com ligação a Actividades";
  3. Dimensionar o documento para a metade inferior da janela. 
- Converter as rubricas em tarefas:
  1. Ler a descrição da primeira rubrica;
  2. Para cada substantivo que indique uma acção, inserir uma tarefa correspondente na "Lista Actividades", conforme exemplo:
    - Rubrica: Montagem, manutenção e desmontagem do estaleiro.
    - Tarefas: Montagem de estaleiro; Manutenção de estaleiro; Desmontagem de estaleiro.
      - Ter em atenção indicações relativas ao local a executar a tarefa.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via *Candy* / Planeamento da Construção / 04-11-2010 5

Actividades>Planear Obra>Definição das tarefas

- Introduzir tarefas na "Lista Actividades":
  1. Na "Lista Actividades" seleccionar com o cursor a linha pretendida na coluna **Act N°**. Introduzir o código desejado para a tarefa, numa combinação de números e letras num máximo de quatro caracteres;
  2. Na coluna **Descrição Actividade**, introduzir o nome da tarefa.
- Inserir ou eliminar linhas:
  1. Para inserir uma linha, posicionar o cursor na linha imediatamente a baixo da desejada, e premir CTRL+INS;
  2. Para eliminar uma linha, posicionar o cursor na linha a eliminar e premir CTRL+DEL.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via *Candy* / Planeamento da Construção / 04-11-2010 6

Actividades>Planear Obra>Definição das tarefas

- Agrupar as tarefas:
  1. Para inserir uma título para agrupar tarefas, introduzir na coluna **T** o nível desejado, de 1 a 9;
  2. Proceder como para uma tarefa normal nos restantes campos, sem indicar duração. Todas as tarefas de nível inferior passam a estar subordinadas a este título, até ao próximo título de nível idêntico.
- Renumerar tarefas:
  1. Na "Lista Actividades" seleccionar **Ferramentas**. Escolher **Renumerar Actividades**;
  2. Seleccionar **From Top** para renumerar pela ordem de aparição; seleccionar **By Section** para renumerar pelos títulos. Introduzir em **Seed** o modelo de numeração e inserir o incremento desejado.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 7

Actividades>Planear Obra>Definição das tarefas

- Importar capítulos do orçamento:
  1. Uma forma de agrupar as tarefas pode ser através dos capítulos do orçamento. Para importar os capítulos seleccionar, na "Lista Actividades", **Orçamentação**;
  2. Seguidamente, escolher **Importar Orçamento**.



© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 8

Actividades>Planear Obra>Definição das tarefas

- Ligar as tarefas às actividades:
  1. Seleccionar a linha da tarefa a ligar, via **click** na coluna mais à esquerda do documento, na linha desejada;
  2. Para seleccionar mais do que uma linha, manter premido CTRL para linhas alternadas ou SHIFT para linhas subsequentes;
  3. Com o rato, **click** sobre uma das linhas seleccionadas, mantendo o botão esquerdo premido;
  4. Com o botão premido, arrastar até à coluna **Act#** da "BOQ com ligação a actividades";
  5. Largar as tarefas na rubrica correspondente.

Nota:

  - Este documento permite a ligação de diversas tarefas à mesma rubrica;
  - É possível ligar a mesma tarefa a rubricas diferentes.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 9

Actividades>Planear Obra>Definição das tarefas

- Rubricas que não correspondem a uma única tarefa:
  - É possível que determinadas rubricas não correspondam a uma tarefa, como por exemplo: "Colocação de barreiras físicas para protecção de trabalhadores contra quedas".
  - Esta rubrica repete-se sempre que uma tarefa necessite de barreiras de protecção para ser executada. É necessário distribuir o custo que lhe foi atribuído pelas tarefas.
  - Para distribuir os custos:
    1. Em rubricas onde esteja indicada quantidade, alocar na coluna **Atribuído total** da "BOQ com ligação a Actividades" as quantidades correspondentes a cada tarefa;
    2. Em rubricas do tipo VG, alocar na coluna mencionada a percentagem do valor a atribuir a cada tarefa, em décimas.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 10

Actividades>Planear Obra>Definição das tarefas

- Rubricas que não correspondem a uma única tarefa:
 

No caso de a rubrica possuir uma quantidade que se repete para cada uma das tarefas:

  - Não é possível dividir a quantidade pelas tarefas pois implicaria quantidades desadequadas de recursos.
  - Não é possível repetir a quantidade em cada tarefa, reflectindo a realidade, pois o custo seria quantificado por inteiro em cada tarefa;

Neste caso, proceder da seguinte forma:

  1. Criar uma tarefa que represente toda a rubrica e ligar apenas esta tarefa ao orçamento; (---)
  2. Posteriormente, será necessário criar um orçamento alternativo para distribuir os custos pelas tarefas desagregadas. (+++)

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 11

Actividades>Planear Obra>Definição das tarefas

- Verificar ligações tarefa-rubrica:
 

Para verificar se todas as tarefas foram devidamente ligadas a rubricas do orçamento, proceder do seguinte modo:

  1. Fechar o documento "Lista Actividades";
  2. No **tab Previsões**, abrir o **Gestor de Documentos** e seleccionar "3.2 Actividades com ligação a Artigos";
  3. Posicionar o documento na metade inferior da janela;
  4. Verificar se todas as tarefas estão ligadas a rubricas do orçamento;
  5. Todas as tarefas --- deverão estar ligadas;
  6. As tarefas +++ não deverão ter ligações.


© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 12

Actividades>Planear Obra>Recursos das tarefas

- Criar lista de recursos para as tarefas:
 

Ligar as tarefas às rubricas do orçamento transfere informação relativa a custos para as tarefas mas não transfere os recursos orçamentados.

A lista de recursos a utilizar nas tarefas é independente da utilizada para o orçamento.

  1. No **tab Orçamentação**, seleccionar "Lista de Recursos". Posicionar o documento no canto superior esquerdo da janela; 
  2. Na **tab Planeamento**, abrir o **Gestor de Documentos**;
  3. Seleccionar "4.4 Lista de Recursos". Posicionar o documento na metade inferior da janela;
  4. Utilizando a técnica de seleccionar linhas e arrastar, arrastar para a lista de recursos do planeamento os recursos necessários para as tarefas a executar.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 13

Actividades>Planear Obra>Recursos das tarefas

- Criar lista de recursos para as tarefas:
 

Para o planeamento, importa que a unidade de tempo utilizada seja o dia, pois esta é a unidade de tempo definida no **Candy**.

Desta forma, no caso dos recursos cujo custo seja calculado em função do tempo de utilização (mão-de-obra, equipamento), é necessário definir para sua unidade, o dia. Para tal:

  5. Na "Lista de Recursos" do **Planeamento**, na coluna **Unid.** do grupo **Recurso**, definir a unidade como dia.



© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 14



Actividades>Planear Obra>Recursos das tarefas

- Definir equipas de recursos:
 

É possível definir equipas a partir de recursos. Por exemplo, pode-se estabelecer como equipa a "Equipa de aplicação de alvenaria", sendo esta composta por um recurso "Pedreiro" e um recurso "Servente".

Quando é feita a importação de um recurso complexo do orçamento, surge uma janela com a mensagem: "Importar as correcções de recurso?" Seleccionando "Sim", são importados os recursos que compõem o recurso complexo, como elementos da equipa.

  - No *tab* Planeamento, seleccionar Definições de Recursos;
  - Seleccionar em Resource List a equipa e, em Recursos de Equipa, utilizar as setas para inserir ou retirar recursos à equipa;
  - Na coluna Num... definir a quantidade de elementos do mesmo tipo a equipa tem.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 15

Actividades>Planear Obra>Recursos das tarefas

- Copiar equipas de recursos do Mestre:
 

Como forma de facilitar todo este processo, sugere-se que na "Lista de Recursos" mestre, estejam definidas as equipas mais frequentes. Para utilizar estas equipas no planeamento proceder da seguinte forma:


  - No *tab* Orçamentação, abrir o Gestor de Documentos;
  - Seleccionar "1.2 Lista de Recursos Master";
  - Abriu de seguida a "Lista de Recursos" do orçamento;
  - Numa linha da "Lista de Recursos", inserir um título de nível conveniente indicando tratar-se da secção relativa às "Equipas do Planeamento";
  - Arrastar para a "Lista de Recursos" as equipas definidas na "Lista de Recursos Master";

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 16

Actividades>Planear Obra>Recursos das tarefas

- Copiar equipas de recursos do Mestre:
  - Abriu a "Lista de Recursos" do Planeamento;
  - Por fim, arrastar as equipas recentemente adicionadas à "Lista de Recursos" da Orçamentação para a "Lista de Recursos" do Planeamento, sob o título definido anteriormente.

Nota: é necessário o passo intermédio de transferir as equipas para os recursos do orçamento pois o *Candy* não permite a transferência directa entre os recursos do Mestre e os recursos do Planeamento.



© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 17

Actividades>Planear Obra>Recursos das tarefas

- Alocar recursos às tarefas:
  - No *tab* Planeamento, abrir o Gestor de Documentos;
  - Seleccionar "4.1 Lista de Actividades com Produção";
  - Na coluna Código do grupo Recurso, fazer duplo *click* na linha da tarefa que a que se pretende alocar recursos;
  - Surge uma janela Escolha código Recurso. Duplo *click* no recurso desejado e este é alocado;
  - Para alocar mais do que um recurso na mesma tarefa, na "Lista de Actividades com Produção", fazer duplo *click* sobre um recurso alocado à tarefa em causa e seguir o passo 4.

Nota: é possível alocar vários recursos a uma tarefa e o mesmo recurso a diferentes tarefas.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 18

Actividades>Planear Obra>Recursos das tarefas

- Definir quantidades, rendimentos e duração:
 

É possível calcular uma duração para as tarefas partindo de informação como a quantidade a produzir, o rendimento e o número de equipas a executar a tarefa.

  - No *tab* Previsões, abrir a "Lista de Actividades com Produção";
  - No documento aberto, abrir o menu Ver e seleccionar Layout de Colunas;
  - Na janela Layout de Colunas, abrir o título "10 Recursos" e seleccionar por duplo *click* "10.2 Descrição Recurso";
  - Recorrendo aos botões para mover itens para cima e para baixo, posicionar Descrição Recurso depois de Código Recurso. *Click* em OK para fechar a janela;

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 19

Actividades>Planear Obra>Recursos das tarefas

- Definir quantidades, rendimentos e duração:
  - No *tab* Planeamento, abrir o documento "Actividades com ligação a Artigos";
  - Repetir os passos 2, 3 e 4. Desta feita, seleccionar "17.4 Unid. Bill", posicionando a nova coluna depois da coluna "17.3 Descrição Bill";
  - No documento "Lista de Actividades com Produção", introduzir na coluna Quantid., as quantidades a atribuir aos recursos alocados para cada tarefa;
  - Introduzir de seguida as unidades correspondentes às quantidades alocadas na coluna Unid.;
  - Na coluna Rendimento, introduzir a quantidade produzida por uma equipa de recursos por dia;

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 20

Actividades>Planear Obra>Recursos das tarefas

- Definir quantidades, rendimentos e duração:
  - Na coluna Equipa, introduzir o numero de equipas do recurso em causa;

Na coluna Duração surge o numero de dias necessários para a execução da tarefa nas condições definidas;

  - Resta definir a duração a utilizar no plano. Para tal, introduzir na coluna Dur. valor desejado. Este é independente do calculado anteriormente.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 21

Actividades>Planear Obra>Recursos das tarefas

- Definir *offset* de utilização de recursos:
 

É possível definir um *offset* para a utilização dos recursos. Para tal:

  - Na "Lista de Actividades com Produção", introduzir na coluna Início % Offset o *offset* inicial para a utilização do recurso;
  - Na coluna Fim % Offset o *offset* para o fim da utilização do recurso na tarefa.

Nota: a % *offset* é a percentagem da duração que passou deste o início da tarefa.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 22

**Actividades>Planear Obra>Planeamento das tarefas**


- Distribuir tarefas no plano:
  - No *tab* **Planeamento**, seleccionar **Lista de Actividades/Gráfico de Barras**. Surge o documento “Gráfico de Barras Padrão”;
  - Na zona do gráfico, é possível movimentar as tarefas para a data de início conveniente. Posicionar o cursor à esquerda da barra a mover, num ponto em que surge o símbolo
  - Mantendo o botão esquerdo do rato pressionado, arrastar a barra da tarefa para a data pretendida para o seu início.



© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 23

**Actividades>Planear Obra>Planeamento das tarefas**

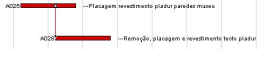

- Estabelecer ligações Fim-Início na plano:
  - Abrir o documento “Gráfico de Barras Padrão”;  
Para estabelecer ligações do tipo Fim-Início:
    - Posicionar o cursor no fim da barra da tarefa predecessora;
    - Estando desenhado um círculo no cursor, premir o botão esquerdo do rato e arrastar o cursor para o início da tarefa sucessora;
    - Surge uma seta representando a ligação. Seleccionar **Calcular** para posicionar a tarefa sucessora na data seguinte ao fim da tarefa a que foi ligada.



© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 24

**Actividades>Planear Obra>Planeamento das tarefas**

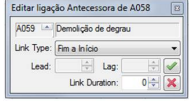
- Estabelecer ligação Início-Início no plano:
  - No documento “Gráfico de Barras Padrão”, posicionar o cursor sobre a barra da tarefa predecessora, no ponto da sua duração a que deve corresponder o início da tarefa subsequente;
  - Arrastar o cursor para o início da tarefa seguinte;
  - Premir calcular para actualizar o gráfico.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 25

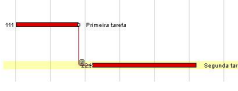
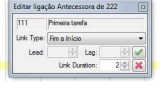
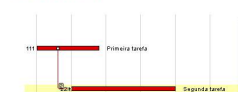
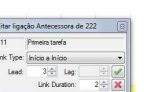
**Actividades>Planear Obra>Planeamento das tarefas**

- Definir ligações via *menu*:
  - No documento “Gráfico de Barras Padrão”, *click* com o botão direito na barra da tarefa a ligar;
  - Nas opções disponibilizadas, escolha **Nova/Editar Liagações**;
  - Pode editar as ligações existentes, definir uma nova antecessora ou sucessora. Selecciona a opção que lhe seja conveniente. Surge a seguinte janela:



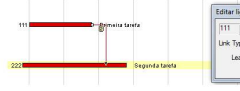
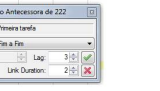

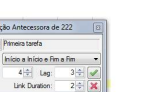
© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 26

**Actividades>Planear Obra>Planeamento das tarefas**

- Opções de ligação:
  - Fim a Início:**


  - Início a Início:**



© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 27

**Actividades>Planear Obra>Planeamento das tarefas**

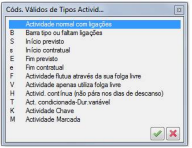
- Opções de ligação:
  - Fim a Fim:**


  - Início a Início e Fim a Fim:**



© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 28

**Actividades>Planear Obra>Planeamento das tarefas**

- Classificar tarefas:
 

É possível classificar as tarefas nas seguintes opções:


  - Na “Lista de Actividades” do planeamento ou em outro documento contendo as actividades, duplo *click* na coluna **T**;
  - Surge a janela acima apresentada. Duplo *click* no tipo de actividade a definir. O código fica alocado.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 29

**Actividades>Planear Obra>Planeamento das tarefas**

- Avaliar utilização dos recursos:
  - No **Gestor de Documentos do Planeamento**, seleccionar “4.3 Lista Recursos com Gráfico de Barras”. Neste documento é possível ver a distribuição das tarefas por cada recurso;
  - Em seguida, abrir o documento “Gráfico de Barras Padrão”;
  - Analisar a informação disponível nos dois documentos, procurando detectar desequilíbrios na atribuição de tarefas aos recursos;
  - Redistribuir as tarefas no plano (via “Gráfico de Barras Padrão”) ou alterar a quantidade de recursos alocada (via coluna **Nº/Qttd**, no documento “Lista Recursos com Gráfico de Barras”), sempre que se detecte excesso de carga ou de recursos alocados.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 30

Actividades>Planear Obra>Planeamento das tarefas

- Avaliar utilização dos recursos do Planeamento via histograma:
  1. Abrir o “Gráfico de Barras Padrão”;
  2. No menu Histograma, seleccionar Recursos Planeamento;
  3. Na janela “Seleção Recurso”, clicar duas vezes no recurso a analisar;
  4. É apresentado um gráfico de barras verticais, com o número de vezes que o recurso seleccionado foi alocado em cada dia (no caso de a unidade definida para esse recurso ser o dia). Movimentar cursor sobre o gráfico e ler o valor correspondente no canto inferior esquerdo do documento.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 31

Actividades>Planear Obra>Planeamento das tarefas

- Avaliar recursos do Orçamento via histograma:
  1. Abrir o “Gráfico de Barras Padrão”;
  2. No menu Histograma, seleccionar Recursos Orçamentação;
  3. Na janela “Recursos”, utilizar as setas para seleccionar o recurso ou recursos a analisar. *Click* em OK.

Notas:

No caso de recursos do orçamento é possível analisar conjuntos de recursos. No entanto as quantidades orçamentadas são apresentadas em soma.

É necessário ter em atenção as unidades de cada recurso, já que o valor apresentado na escala é nas unidades definidas no orçamento para o recurso em causa.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 32

Actividades>Planear Obra>Planeamento das tarefas

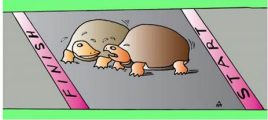
- Avaliar a densidade de actividades via histograma:
  1. Abrir o “Gráfico de Barras Padrão”;
  2. No menu Histograma, seleccionar Densidade de Actividades.

Quando está disponível no documento a vista do histograma, é possível aceder a opções relativas a este seleccionando o menu Histograma.



© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 33

Actividades>Planear Obra>Planeamento das tarefas

- Definir início e fim do plano:
  1. Abrir o “Gráfico de Barras Padrão”;
  2. Sobre a barra da tarefa a assinalar, *click* com o botão direito e seleccionar Marcar Início & Fim;
  3. Escolher Definir Início de Contrato ou Marcar Início Previsto, conforme mais conveniente;
  4. Para definir o fim do plano, proceder de forma semelhante mas seleccionar Definir Fim de Contrato ou Marcar Fim Previsto.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 34


Actividades>Planear Obra>Previsão de custos

- Analisar distribuição de custos:
  1. No Gestor de Documentos do tab Previsões, seleccionar o documento “4.1 BOQ c/ Previsão Mensal de Custos”;
  2. Neste documento pode analisar a distribuição de custos ao fim de cada mês, para cada capítulo do orçamento.
- Analisar distribuição de ganhos:
  1. No mesmo documento, seleccionar no menu Ver a opção Layout de Colunas;
  2. Clicar duas vezes em “9.4 Totais selling mensais”. A coluna Previsão Total Seco é substituída pela coluna Previsão Total Selling.

Nota: não é possível alterar os períodos de previsão para outros que não mensais.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 35

Actividades>Controlar Obra>Produção

- Criar auto de produção:
  1. No tab Produção, abrir o Gestor de Documentos;
  2. Surge a janela “Initial Valuation set up”. Introduzir a data do auto, o número do auto e o título deste;
  3. Na janela “Cost and Allowables options”, manter as opções pré-definidas e *click* em OK;
  4. Ainda no tab Produção, seleccionar Auto de Medição. Surge o documento “Quant. Auto - Produção, Facturado e Pago”.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 36

Actividades>Controlar Obra>Produção

- Preencher o auto de produção:
  1. No documento “Quant. Auto - Produção, Facturado e Pago”, seguir as seguintes instruções para o preenchimento:
    - Anterior Qtd Actual - trata-se da quantidade medida no auto anterior;
    - Actual Quantidade - trata-se da quantidade medida actualmente;
    - Anterior Qtd Facturada - trata-se da quantidade que foi facturada no auto anterior;
    - Facturada Quantidade - trata-se da quantidade facturada actualmente;
    - Anterior Qtd Paga - quantidade paga até ao auto anterior;
    - Pago Quantidade - quantidade paga actualmente.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 37

Actividades>Controlar Obra>Produção

- Analisar quantidade orçamentada para as tarefas:
 

Uma vez que os recursos definidos para o planeamento são recursos de mão-de-obra ou de equipamento, estes podem ser geridos analisando o documento “Lista Recursos com Gráfico de Barras”, do Planeamento, conforme já visto anteriormente.

Para analisar recursos como materiais, é necessário recorrer às quantidades orçamentadas, da seguinte forma:

  1. No tab Previsões, abrir o Gestor de Documentos;
  2. Clicar com o botão direito do rato no documento “Actividades com ligação a Artigos” e seleccionar Duplicar Documento;
  3. Clicar com o botão direito no novo documento e seleccionar Renomear Documento;

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010 38

#### Actividades>Controlar Obra>Produção

- Analisar quantidade orçamentada para as tarefas:
  4. Introduzir o seguinte nome: "Actividades com ligação a Recursos Orçamento". Terminar com ENTER;
  5. Escolher Configurar para o novo documento;
  6. Retirar da lista Seleccionado as colunas "1.1 Janela de Gráf. Barras" e "17.13 Total Seco Actividade";
  7. Introduzir na lista Seleccionado a coluna "2.3 Descrição Actividade" depois da coluna "2.2 Número Actividade (Act#)";
  8. Introduzir, no fim da lista Seleccionado, as colunas "19.1 Códigos Recursos", "19.2 Descrições Recursos" e "19.3 Unidades Recursos".

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010

39

#### Observações

- Geral:
  - Interface complexa e de adaptação lenta;
  - Impossibilidade de anular alterações feitas;
  - Demasiadas opções de configuração dos documentos, algumas das quais não oferecem valor.
- Planeamento:
  - Não é possível alterar a unidade de tempo do planeamento (dia);
  - Não está prevista a distribuição das tarefas por períodos diferentes do dia;
  - Não é possível distribuir os recursos por períodos diferentes das tarefas (apesar de ser possível distribuir os custos);

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010

40

#### Observações

- Planeamento:
  - Não existe uma noção de carga imposta aos recursos;
  - É apenas possível planear as necessidades de materiais com base no orçamento e consultando a data de início das tarefas correspondentes à rubrica do orçamento.
- Gestão da produção:
  - A gestão dos materiais não é suportada pelo programa.

© 2010 INESCPORTO Planeamento via Candy / Planeamento da Construção / 04-11-2010

41

## ANEXO C: Apresentação do Microsoft Project

03 de Novembro de 2010

**MS Project**

Planeamento da Construção

Daniel Oliveira

INESC Porto



**INESC PORTO**  
INSTITUTO DE ENGENHARIA DE SISTEMAS  
E COMPUTADORES DO PORTO  
LABORATÓRIO ASSOCIADO

Campus da FEUP  
Rua Dr. Roberto Frias, 378  
4200 - 465 Porto  
Portugal  
T +351 222 094 340  
F +351 222 094 050  
http://www.inescporto.pt  
http://consultoria-uesp.inescporto.pt  
uesp-consult@inescporto.pt

© 2010 INESC PORTO

Agenda

- Conceitos
  - Tarefas
    - Atributos
    - Tipos
    - WBS
    - Sheets
  - Recursos
    - Atributos
    - Sheets
- Planeamento
  - Calendários
  - *Baseline*
  - Vistas

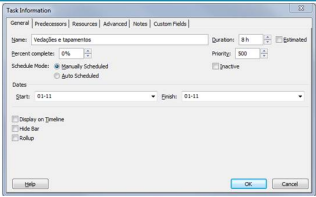
© 2010 INESC PORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 2

Conceitos>Tarefas

- Um plano pode definir-se como uma organização de diversas tarefas que necessitam de ser executadas para atingir determinado fim;
- As tarefas podem ser independentes ou estar inter-relacionadas;
- Estas são executadas por alguém, dentro de um período de tempo determinado;
- Para a sua execução pode recorrer-se a mão-de-obra, materiais e/ou equipamentos;
- A execução de um plano tem custos;
- O *MS Project* baseia a criação de um plano na definição das tarefas que o constituem.

© 2010 INESC PORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 3

Conceitos>Tarefas>Atributos



Para a caracterização das tarefas estão disponíveis vários atributos, sendo os mais básicos:

- Data de início, data de conclusão ou duração. Estes atributos são interdependentes.

A duração pode ser definida como sendo uma estimativa.

© 2010 INESC PORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 4

Conceitos>Tarefas>Atributos

Podem ser definidos outros atributos como:

- Predecessores;
- *Work*;
- Recursos;
- Restrições;
- Tipo;
- Calendário;
- Documentos / *hiperlink*;
- Notas;
- Outros.

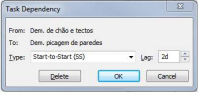
© 2010 INESC PORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 5

Conceitos>Tarefas>Atributos>Predecessores

É possível escolher entre quatro tipos de ligação entre as tarefas:

- *Finish-to-Start (FS)*;
- *Start-to-Start (SS)*;
- *Finish-to-Finish (FF)*;
- *Start-to-Finish (SF)*;

- Em todos os casos é possível definir uma folga.



© 2010 INESC PORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 6

**Conceitos>Tarefas>Atributos>Work e Recursos**

- Work:**  
Para além de se definir uma duração para a tarefa e de esta se relacionar com as datas de início e de fim, está disponível um atributo que associa carga à tarefa - *Work*.  
A carga é definida em unidade de tempo, sendo independente da duração estabelecida.
- Recursos:**  
É possível alocar recursos às tarefas. Existe também a possibilidade de distribuir a carga pelos diferentes recursos.

© 2010 INESCPORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 7

**Conceitos>Tarefas>Atributos>Restrições**

- As restrições relacionam-se com as datas de início ou de fim das tarefas, podendo ser:
  - *As Soon/Late As Possible*;
  - *Finish/Start no Earlier Than*;
  - *Finish/Start no Later Than*;
  - *Must Finish/Start On*.
- Pode ser definida uma *deadline* para a tarefa;

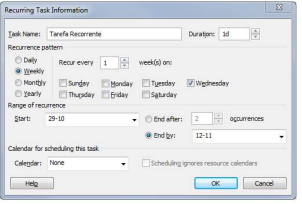
© 2010 INESCPORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 8

**Conceitos>Tarefas>Atributos>Tipo**

- Effort Driven:** A duração da tarefa está relacionada com a capacidade alocada - mais recursos (mão-de-obra) encurtam a duração da tarefa.
- Task type:**
  - *Fixed Units* (recursos constantes);
  - *Fixed Duration*;
  - *Fixed Work*.
- Earned value method:**
  - % Complete;
  - Physical % Complete.

© 2010 INESCPORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 9

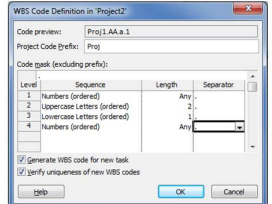
**Conceitos>Tarefas>Outras Tarefas**

- Para além das tarefas anteriormente descritas, estas podem tomar outras formas:
  - **Tarefas recorrentes:**  

  - **Milestones.**
- As tarefas podem ser hierarquizadas, conforme a WBS definida.

© 2010 INESCPORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 10

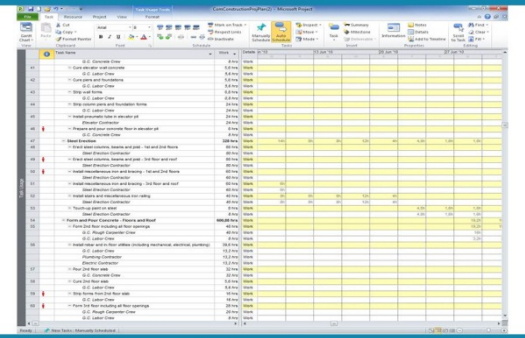
**Conceitos>Tarefas>WBS**

- O *MS Project* permite a definição de uma *WBS* para o projecto.
- A *WBS* será função da hierarquização das tarefas, representando os diferentes níveis de detalhe do plano.



© 2010 INESCPORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 11

**Conceitos>Tarefas>Sheets>Task Usage**



© 2010 INESCPORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 12

**Conceitos>Recursos**

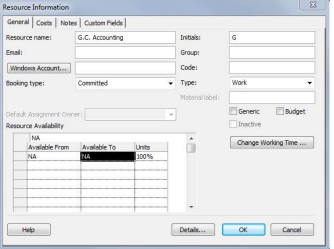
- Os projectos são realizados através da utilização de recursos.
- No *MS Project* é possível a definição de recursos;
- Estes podem ser alocados às tarefas.

© 2010 INESCPORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 13

**Conceitos>Recursos>Atributos**

O *MS Project* permite associar diferentes atributos aos recursos, como:

- Tipo;
- Grupo;
- Código;
- Disponibilidade;
- Custo;
- Outros.



© 2010 INESCPORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 14

**Conceitos>Recursos>Atributos>Tipo**

- **Work:**  
Para recursos como mão-de-obra e equipamentos, onde a sua utilização é medida em unidades de tempo;
- **Material:**  
Para materiais ou recursos com utilização não associada a tempo;
- **Cost:**  
Utilizado para recursos que não dependem da carga ou da duração.

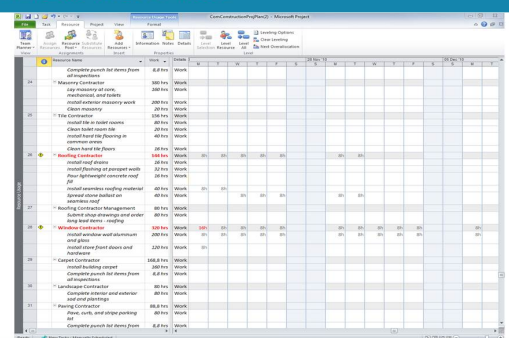
© 2010 INESCPORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 15

**Conceitos>Recursos>Atributos>Custo**

- *Standard Rate;*
- *Overtime Rate;*
- *Per Use Cost.*
- *Cost Accrual (accumulation):*
  - *Start;*
  - *Prorated;*
  - *End.*

© 2010 INESCPORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 16

**Conceitos>Recursos>Sheets**



© 2010 INESCPORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 17

**Planeamento**

O MS Project permite que o planeamento seja feito de duas formas:

- *Project Start Date;*
- *Project Finish Date.*

Desta forma é possível definir uma data de início do projecto ou de fim, desenvolvendo-se o plano partindo desta informação.

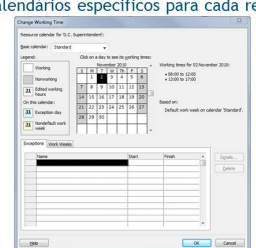
O comportamento das ligações entre as tarefas altera-se conforme a opção escolhida.

© 2010 INESCPORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 18

**Planeamento>Calendários**

O MS Project permite a definição de diferentes calendários.

- É necessário associar um calendário base para o plano;
- É definir calendários específicos para cada recurso.



© 2010 INESCPORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 19


**Planeamento>Baseline**

- Fixa um plano, definindo-o como base;
- Este plano pode ser visto como sendo o plano inicial;
- Permite avaliar o andamento do projecto comparando o seu andamento relativamente ao plano;
- Alterações que sejam feitas ao plano ao longo da sua execução são realizadas partindo da *baseline*.

© 2010 INESCPORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 20

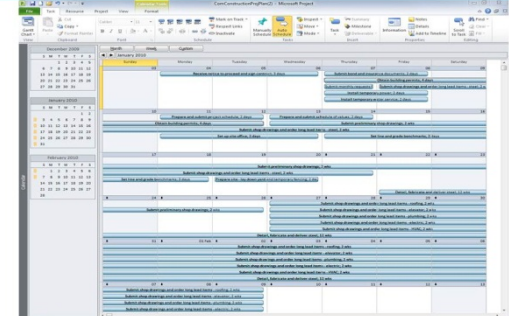
**Planeamento>Vistas**

- Associadas ao plano, o MS Project dispõe de diversas vistas pré-definidas.
- Estas vistas podem ser alteradas, escolhendo entre vistas divididas, colunas a apresentar (no caso de tabelas), *zoom*, etc.



© 2010 INESCPORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 21

**Planeamento>Vistas>Calendar**



© 2010 INESCPORTO MS Project / Planeamento da Construção / 03-10-2010 22

