

Planeamento de uma estrada utilizando

CCS Candy - Caso de estudo

Sara Maria de Oliveira

Orientador: Prof. Doutor Jorge J. Magalhães Mendes

Mestrado em Engenharia Civil – Ramo de Gestão da Construção

Instituto Superior de Engenharia do Porto

julho de 2013

Agradecimentos

Ao Prof. Doutor Jorge Magalhães Mendes, o meu agradecimento pela sua orientação, acompanhamento e incentivo.

Ao Eng.º Barbosa Custódio, por ter fornecido o Projeto de Execução do caso de estudo, sem o qual não teria sido possível realizar este trabalho.

À Eng.ª Maria da Fátima Portela, pela ajuda e disponibilidade demonstrada ao longo da realização desta dissertação.

Ao Eng.º. Lídio Curreal e à *Timelink*, por terem tornado possível a utilização do *CCS Candy* neste trabalho, bem como pela disponibilidade e atenção demonstradas.

Ao Eng.º Paulo Meireles Pereira e ao Eng.º Pedro Melo, da Restradas, pela disponibilidade, ajuda e tempo dispensado.

Ao Miguel e ao Luciano, pela ajuda e apoio.

À minha mãe, ao Gabriel, e a todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Resumo

O tema desta dissertação foi escolhido tendo em consideração a crescente necessidade de planeamento de empreitadas de construção de estradas, sendo um dos objetivos desta dissertação o de oferecer uma visão global do processo de planeamento da construção de uma estrada, focado apenas no fator tempo, recorrendo a ferramentas informáticas e utilizando um caso de estudo de uma estrada real e já construída.

Inicialmente, faz-se uma breve descrição dos métodos de planeamento mais aplicados em planeamentos de projetos, bem como dos *softwares* a utilizar neste trabalho.

De seguida, descreve-se o caso de estudo, indicando as suas características principais.

Partindo-se deste caso real, com base no estudo do Projeto de Execução, determinam-se as atividades, as suas relações e dependências, definem-se equipas e frentes de trabalho e determinam-se os respetivos rendimentos.

Após a obtenção dos rendimentos de todas as atividades, elabora-se o planeamento da estrada, focado apenas no fator tempo, recorrendo ao diagrama de *Gantt* e ao diagrama espaço-tempo, utilizando para isso *softwares* de referência no mercado, o *Microsoft Project* e o *CCS Candy*.

Por fim, são apresentadas algumas das principais diferenças entre as duas ferramentas informáticas aplicadas, as conclusões gerais, assim como uma proposta de desenvolvimento futuro.

Palavras-chave:

Planeamento de estradas, Rendimentos de mão-de-obra e equipamentos, Diagrama espaço-tempo; Diagrama de *Gantt*; Método do Caminho Crítico; Linha de Equilíbrio.

Abstract

The subject of this dissertation has been chosen by taking into account the growing need for planning in road construction. One of the aims of this work is to offer a global vision of the process of planning the construction of a road, focused on the factor time only, using computer tools and a case study.

We started with the short description of the planning methods which are more frequently employed in projects, as well as the software to be used in this work.

From this real case up and based on the study of the Execution Project, we stipulated the activities, their relations and dependencies; we determined the teams and working front and set up their respective productivities.

Once we had the productivity of every activity, we prepared the planning of the road, focused on the factor time only, using reference software, Microsoft Project and CCS Candy, to elaborate Gantt chart and time-location chart.

Finally, we present some of the main differences between the two software tools applied, the overall findings, as well as a proposal for future development.

Keywords:

Road Planning, Productivity of Manpower and Equipment; Time-Location Chart, Gantt Chart, Critical Path Method, Line of Balance

Sumário

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Fotografias.....	xv
Índice de Tabelas.....	xvii
1. Introdução.....	1
1.1 Considerações iniciais.....	1
1.2 Enquadramento.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.4 Metodologia de trabalho.....	3
1.5 Estrutura da dissertação.....	4
2. Métodos de planeamento.....	7
2.1 Conceitos base.....	7
2.2 Diagrama de <i>Gantt</i>	12
2.3 Técnicas de Diagramas de Redes.....	13
2.3.1 Rede AOA.....	14
2.3.2 Rede AON.....	16
2.4 CPM.....	17

2.5	PERT	20
2.6	PDM.....	23
2.7	Linha de Equilíbrio	25
2.8	Harmonogramas	27
3.	<i>Software</i> de planeamento de obras	29
3.1	Introdução	29
3.2	<i>Microsoft Project</i>	30
3.3	<i>CCS Candy</i> [27]	31
4.	Caso de estudo.....	33
4.1	Introdução	33
4.2	Caracterização da obra [28].....	34
4.2.1	Traçado da via [28].....	35
4.2.2	Obras acessórias.....	42
4.2.3	Pavimentação	44
4.3	Elementos base da obra.....	45
4.3.1	Mapa de medições.....	46
4.3.2	Rendimentos de mão-de-obra e equipamentos	51
4.3.3	Cálculo de rendimentos.....	75
4.4	Planeamento da obra em <i>Microsoft Project</i> [46]	102
4.5	Planeamento da obra em <i>CCS Candy</i> [25]	111

5. Análise e discussão dos resultados.....	129
5.1 Introdução.....	129
5.2 Vantagens e desvantagens	129
5.3 Quadro comparativo.....	132
6. Conclusões.....	133
6.1 Conclusões gerais.....	133
6.2 Desenvolvimentos futuros.....	135
Referências Bibliográficas	137
Anexos	141

Índice de Figuras

Figura 1 – Ciclo de vida de um projeto [10].....	8
Figura 2 – Planeamento do fator tempo (Adaptado de [10]).....	10
Figura 3 – Exemplo de um Diagrama de <i>Gantt</i> [13]	13
Figura 4 – Exemplo de um diagrama de rede AOA [9]	15
Figura 5 – Exemplo de uma rede AOA com uma atividade fictícia [9].....	16
Figura 6 – Exemplo de um diagrama de rede AON [16].....	17
Figura 7 – Exemplo do método CPM (adaptado de [15]).....	19
Figura 8 – Exemplo do método PERT (1) (adaptado de [19])	22
Figura 9 – Exemplo do método PERT (2) (adaptado de [19])	22
Figura 10 – Relação do tipo FS [10].....	23
Figura 11 – Exemplo de um diagrama PDM [19]	24
Figura 12 – Exemplo de uma Linha de Equilíbrio [21]	26
Figura 13 – Exemplo de um Harmonograma [25].....	28
Figura 14 – Vila de Melgaço [29]	34
Figura 15 – Localização da obra [29].....	35
Figura 16 – Bulldozer Cat D6M XL [31].....	76
Figura 17 – Gráfico da produção estimada para lâminas semi-universais [32]	77
Figura 18 – Fatores de correção de condições de trabalho [32].....	78
Figura 19 – Razão entre empolamento, vazios e fator de carga [32]	80
Figura 20 – Retroescavadora Cat 438C [34].....	80
Figura 21 – Fatores de eficiência em movimentação de terras [33].....	82
Figura 22 – Fatores de enchimento de baldes [33].....	83
Figura 23 – Camião basculante Cat 725 [35].....	84

Figura 24 – Tempos de percurso do camião Cat 725 [32].....	84
Figura 25 – Escavadora Cat 330B L [36].....	85
Figura 26 – Trator Agrícola e Cisterna de água de 4000 l [37]	88
Figura 27 – Motoniveladora Cat 12H [38]	88
Figura 28 – Comprimento efetivo da lâmina [32].....	89
Figura 29 – Cilindro Cat CS-563D [39]	90
Figura 30 – Estimativas de produção de compactadores vibratórios [32]	91
Figura 31 – Vassoura mecânica [40]	92
Figura 32 – Autocisterna com caldeira e dispositivo de rega para emulsões [42]	93
Figura 33 – Espalhadora Cat BG-245C [43]	95
Figura 34 – Produção de espalhadoras em tonelada/hora para camada compactada de 3 pol [32].....	95
Figura 35 – Cilindro de rolos Cat CB-534C [44].....	96
Figura 36 – Taxas representativas de produção de cilindros de rolo para larguras comuns de construção [32]	97
Figura 37 – Cilindro de pneus Cat PF-290B [45].....	98
Figura 38 – Produção de cilindros de pneus para misturas de asfalto quente [32].....	98
Figura 39 – Produção de espalhadoras em toneladas/hora com camada compactada de 2 pol [32].....	100
Figura 40 – <i>Microsoft Project</i> – Visualização inicial.....	102
Figura 41 – <i>Microsoft Project</i> – Projeto – Informação do Projeto	103
Figura 42 – <i>Microsoft Project</i> – Informação de Projeto	103
Figura 43 – <i>Microsoft Project</i> – Alterar tempo útil	104
Figura 44 – <i>Microsoft Project</i> – Alteração de tempo útil: Definição de feriados	104

Figura 45 – <i>Microsoft Project</i> – Listagem de atividades.....	105
Figura 46 – <i>Microsoft Project</i> – Atribuir Recursos.....	105
Figura 47 – <i>Microsoft Project</i> – Adicionar colunas (unidade, quantidade e rendimento diário).....	106
Figura 48 – <i>Microsoft Project</i> – Introdução de Fórmula para Duração Calculada.....	107
Figura 49 – <i>Microsoft Project</i> – Introdução de precedências	107
Figura 50 – <i>Microsoft Project</i> – Vista geral após introdução de todos os dados	108
Figura 51 – <i>Microsoft Project</i> – Folha de Tarefas.....	109
Figura 52 – <i>Microsoft Project</i> – Imprimir – Folha de Tarefas.....	109
Figura 53 – <i>Microsoft Project</i> – Imprimir "Folha de Tarefas" – Configurar página	110
Figura 54 – <i>CCS Candy</i> – Gestor de Caminho de Dados.....	111
Figura 55 – <i>CCS Candy</i> – Gestor de Companhias	112
Figura 56 – <i>CCS Candy</i> – Criação de uma nova Companhia.....	112
Figura 57 – <i>CCS Candy</i> – Gestor de Trabalhos na Companhia ISEP	113
Figura 58 – <i>CCS Candy</i> – Visualização da barra de menus	114
Figura 59 – <i>CCS Candy</i> – Barra de título	114
Figura 60 – <i>CCS Candy</i> – Barra <i>Candy</i>	114
Figura 61 – <i>CCS Candy</i> – Barra de ferramentas geral	114
Figura 62 – <i>CCS Candy</i> – Seleção do menu "Definições e Configurações"	115
Figura 63 – <i>CCS Candy</i> – Data Início do Programa.....	115
Figura 64 – <i>CCS Candy</i> – Calendário.....	116
Figura 65 – <i>CCS Candy</i> – Lista de Atividades/Gráfico de Barras	116
Figura 66 – <i>CCS Candy</i> – Lista de Atividades/Gráfico de Barras	117
Figura 67 – <i>CCS Candy</i> – Gestor de Relatórios.....	117
Figura 68 – <i>CCS Candy</i> – Gestor de Relatórios.....	118

Figura 69 – <i>CCS Candy</i> – Lista de Atividades – Configurar relatório	118
Figura 70 – <i>CCS Candy</i> – Gestor de Documentos - Lista de Recursos - Introdução de Recursos.....	119
Figura 71 – <i>CCS Candy</i> – Atribuição de recursos	120
Figura 72 – <i>CCS Candy</i> – Adicionar/remover colunas	121
Figura 73 – <i>CCS Candy</i> – Adicionar colunas de precedências (sucessoras).....	121
Figura 74 – <i>CCS Candy</i> – Gráfico de barras padrão	122
Figura 75 – <i>CCS Candy</i> – Configurar relatório gráfico de barras	123
Figura 76 – <i>CCS Candy</i> – Planeamento - Definições e Configurações.....	123
Figura 77 – <i>CCS Candy</i> – Definições Espaço/Tempo.....	124
Figura 78 – <i>CCS Candy</i> – Gestor de Documentos - Lista Espaço/Tempo	124
Figura 79 – <i>CCS Candy</i> – Definições e configurações – Códigos de utilizador	125
Figura 80 – <i>CCS Candy</i> – Atribuição de códigos de utilizador.....	126
Figura 81 – <i>CCS Candy</i> – Diagrama espaço-tempo – Sobreposição de atividades (1)	127
Figura 82 – <i>CCS Candy</i> – Diagrama espaço-tempo – Correção de sobreposições (1)	127
Figura 83 – <i>CCS Candy</i> – Diagrama espaço-tempo – Sobreposição de atividades (2)	128
Figura 84 – <i>CCS Candy</i> – Diagrama espaço-tempo – Correção de sobreposições (2)	128

Índice de Fotografias

Fotografia 1 – Viaduto 1.....	36
Fotografia 2 – Viaduto 1.....	36

Fotografia 3 – Viaduto 2.....	36
Fotografia 4 – Viaduto 2.....	36
Fotografia 5 – Zona de Estacionamento após a Rotunda 2	37
Fotografia 6 – Zona de Estacionamento após a Rotunda 2	37
Fotografia 7 – Rotunda 1.....	37
Fotografia 8 – Rotunda 2.....	38
Fotografia 9 – Rotunda 2.....	38
Fotografia 10 – Rotunda 3.....	39
Fotografia 11 – Rotunda 3.....	39
Fotografia 12 – Rotunda 4.....	39
Fotografia 13 – Parque de Estacionamento.....	40
Fotografia 14 – Parque de Estacionamento.....	40
Fotografia 15 – Alameda do Complexo Desportivo	40
Fotografia 16 – Alameda do Complexo Desportivo	40
Fotografia 17 – Rotunda 1, Ligação 1,2 e 3 e início da Ligação à EN 202.....	41
Fotografia 18 – Ligação 1	41
Fotografia 19 – Ligação 2	41
Fotografia 20 – Ligação 3	41
Fotografia 21 – Ligação 4	42
Fotografia 22 – Ligação 5	42
Fotografia 23 - Muro de Suporte M2	43
Fotografia 24 - Muro de Suporte M2	43

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Datas e margens (adaptado de [15])	20
Tabela 2 – Atividades a executar – Terraplanagens	47
Tabela 3 – Atividades a executar – Pavimentação	48
Tabela 4 – Atividades a executar – Obras Acessórias – Muro M1	49
Tabela 5 – Atividades a executar – Obras Acessórias – Muro M2	50
Tabela 6 – Atividades a executar – Obras Acessórias – Muro M3	50
Tabela 7 – Rendimento diário por equipa de trabalho – Trabalhos preparatórios	58
Tabela 8 – Rendimento diário por equipa de trabalho – Escavação na linha e colocação em aterro ou vazadouro	62
Tabela 9 – Rendimento diário por equipa de trabalho – Escavação em empréstimo	63
Tabela 10 – Rendimento diário por equipa de trabalho – Leito do pavimento.....	65
Tabela 11 – Rendimentos das atividades de Pavimentação	70
Tabela 12 – Quantidades de trabalho, rendimento diário e durações – Muro M1	74
Tabela 13 – Quantidades de trabalho, rendimento diário e durações – Muro M2	74
Tabela 14 – Quantidades de trabalho, rendimento diário e durações – Muro M3	74
Tabela 15 - Quadro comparativo <i>CCS Candy / Microsoft Project</i>	132

1. Introdução

1.1 Considerações iniciais

As estradas representam a mais importante via de comunicação e potenciam o desenvolvimento económico e social das localidades onde estão inseridas. São também o setor da construção civil onde mais se tem investido [1]. No entanto, o planeamento dos trabalhos de construção de estradas continua a ser uma matéria pouco desenvolvida em Portugal.

Considerando os elevados custos associados, o elevado grau de concorrência entre as empresas de construção do setor, e os curtos prazos de execução definidos para as empreitadas, é essencial que os técnicos tenham ao seu dispor ferramentas que permitam o planeamento cuidadoso dos trabalhos a executar. [2]

Os equipamentos constituem um custo significativo numa obra de estradas, pelo que a determinação dos seus rendimentos é de extrema importância para o correto planeamento dos trabalhos [1]. Os rendimentos são a pedra angular do planeamento. Estes determinam o cumprimento, ou não, dos prazos de entrega de uma obra, bem como o cumprimento dos orçamentos previstos.

De acordo com Ferreira [3], “o planeamento nasce de um resultado que se pretende alcançar e pode aumentar a fiabilidade dos resultados esperados, como também reduzir as incertezas e a variabilidade do processo de construção”.

1.2 Enquadramento

A utilização de *software* de gestão de projetos tem vindo a ter um crescente aumento nas empreitadas de obras públicas e particulares. Uma das razões prende-se com o facto de que a legislação, nomeadamente o Código dos Contratos Públicos, exigir, em fase de formação de contrato, o plano de trabalhos que compreende o programa de trabalhos, o plano de mão-de-obra e de equipamento e o cronograma financeiro. Face a estas necessidades de planeamento, bem como de posterior controlo de produção, importa utilizar *software* que permita uma integração entre o planeamento e o controlo de produção.

A construção de estradas requer um tipo de planeamento diferente do de uma construção de edifícios, ao qual *software* como o *Microsoft Project* dá uma resposta satisfatória, como se verá mais à frente.

Relativamente à construção de uma estrada, os métodos que mais se adequam são os métodos de planeamento linear, tais como a Linha de equilíbrio e os Harmonogramas. Estes métodos de planeamento são também recomendados para construção de túneis, linhas de caminhos-de-ferro e outros afins. [4]

A melhor representação gráfica para este tipo de planeamento, decorrente da utilização dos métodos referidos, é o gráfico espaço-tempo. [5]

De entre os programas de informática, com utilização em empresas de construção civil que executam estradas, tem vindo a ganhar mercado o *software CCS Candy*. Nesta dissertação far-se-á uma exploração da utilidade do *CCS Candy*, aplicado ao planeamento de uma estrada.

1.3 Objetivos

Estabelece-se, como principal objetivo desta dissertação, a realização do planeamento de uma estrada, utilizando o *CCS Candy*. Para a realização deste objetivo principal será utilizado um caso de estudo.

Esta dissertação tem como objetivos secundários:

1. O Estado da Arte dos métodos de planeamento;
2. Dimensionamento de equipas para a execução de atividades específicas de estradas;
3. Determinação de rendimentos de mão-de-obra e equipamentos;
4. Desenvolvimento de um gráfico espaço-tempo;
5. Análise comparativa entre os programas *CCS Candy* e *Microsoft Project*.

Refira-se que para a realização destes objetivos ter-se-á como referência o tempo, assumindo que os custos resultam implicitamente do planeamento deste fator.

1.4 Metodologia de trabalho

Esta dissertação foi concebida com recurso a pesquisa bibliográfica, consulta de empresas e teve por base um caso de estudo.

A pesquisa bibliográfica foi essencial para a elaboração de um estado da arte dos métodos de planeamento mais utilizados.

A determinação dos rendimentos de equipamentos foi realizada com recurso a pesquisa bibliográfica, bem como a consulta de empresas de construção civil específicas do setor das vias de comunicação.

O caso de estudo utilizado partiu do Projeto de Execução do traçado de uma via de comunicação. Inicialmente foi feita uma análise detalhada ao mapa de medições deste Projeto de Execução, foram definidas as atividades e as suas quantidades. Dimensionaram-se as equipas de trabalho necessárias à execução dos trabalhos e estabeleceram-se as relações de precedência entre as atividades. De seguida foi elaborado o planeamento em *CCS Candy* e em *Microsoft Project* e foram analisados os resultados.

1.5 Estrutura da dissertação

A dissertação foi organizada em seis capítulos.

Neste primeiro capítulo é feito um enquadramento do trabalho, sendo também apresentados os objetivos e metodologias.

O segundo capítulo apresenta uma descrição dos aspetos principais dos métodos de planeamento mais comumente utilizados.

No capítulo três apresentam-se os *softwares* de planeamento utilizados neste trabalho, o *Microsoft Project* e o *CCS Candy*.

O capítulo quatro consiste na caracterização do caso de estudo, descrevendo-se os elementos base da obra, os rendimentos de mão-de-obra e equipamentos e o cálculo de rendimentos de equipamentos.

No quinto capítulo são analisados e discutidos resultados e são feitas comparações entre os dois *softwares* utilizados.

No sexto, e último capítulo, são apresentadas as conclusões gerais desta dissertação, sendo também apresentada uma proposta de desenvolvimento futuro.

2. Métodos de planeamento

2.1 Conceitos base

Antes de se iniciar a descrição de alguns métodos de planeamento, é essencial apresentar alguns conceitos base.

Segundo Heredia [6], “a gestão de projetos é a arte e a ciência de dirigir recursos humanos e materiais para alcançar objetivos pré-estabelecidos, dentro de restrições de tempo, custo e qualidade de modo a satisfazer todas as partes envolvidas”.

O PMI (*Project Management Institute*) identifica, no PMBOK 2004 (*Project Management Body Of Knowledge*), cinco grupos de processos de gestão de projetos [7]:

- Grupo de processos de iniciação: define e aprova o projeto, fase ou partes do projeto;
- Grupo de processos de planeamento: define os objetivos e planeia alternativas de ações para atingir os objetivos do projeto;
- Grupo de processos de execução: dirige e coordena os recursos humanos, materiais e financeiros para levar a cabo o plano de gestão do projeto;
- Grupo de processos de monitorização e controlo: assegura o cumprimento dos objetivos do projeto, através da medição e monitorização regular do progresso, implementando medidas corretivas, quando necessárias;

- Grupo de processos de encerramento: formaliza a aceitação do resultado e conduz o projeto ou fase ao seu encerramento de forma organizada.

Existem várias definições de projeto. Roldão [8] afirma que um projeto é “uma organização designada para cumprimento de um objetivo, criada com esse objetivo, dissolvida após a sua conclusão e caracterizada por ser temporária, ter um início e um fim bem definidos e obedecer, normalmente, a um plano”. Assim, um projeto destaca-se por ser único, ter uma data de início e fim bem definidas, ser executado por pessoas, ter recursos limitados e respeitar restrições de custo, prazo e qualidade [9].

Entre o seu início e fim, o projeto desenvolve-se em várias fases, apresentadas na Figura 1:

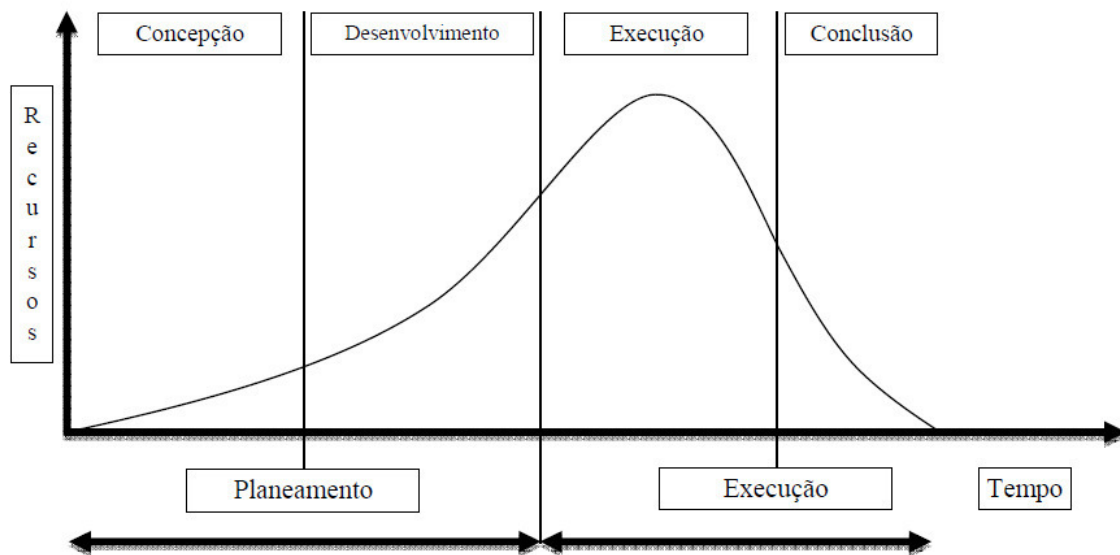


Figura 1 – Ciclo de vida de um projeto [10]

Fase 1 – Conceção

Corresponde à fase inicial de avaliação preliminar do projeto. Identificam-se as necessidades e avalia-se o risco e o impacto resultante nos requisitos de tempo, custo e desempenho. Preparam-se estimativas de custos que servirão de base aos estudos de viabilidade. Esta fase possui uma necessidade diminuta de recursos. [7] [10]

Fase 2 – Desenvolvimento

Nesta fase inicia-se a elaboração dos documentos de suporte, como peças escritas e desenhadas, de modo a permitir o planeamento e orçamentação do projeto. Esta fase requer uma perfeita definição dos recursos necessários, do prazo, do custo e da qualidade. Ao longo desta fase cresce a necessidade de utilização de recursos. [7] [10]

Fase 3 – Execução

Produção física do projeto, segundo o estipulado na fase 2. Esta fase corresponde à necessidade máxima de recursos [10].

Fase 4 – Conclusão

Encerramento do projeto. Inclui a receção provisória, apresentação das telas finais e fecho de contas do projeto [10].

Nesta dissertação apenas se terá em conta o fator tempo no planeamento do projeto. O planeamento do tempo consiste na elaboração de um conjunto de ações com o objetivo de obter uma aproximação mais fiel possível do que se pensa ser o desenrolar futuro do projeto e divide-se em quatro passos essenciais: definição das atividades, definição da sequência, estimação das durações e desenvolvimento do plano (Figura 2).

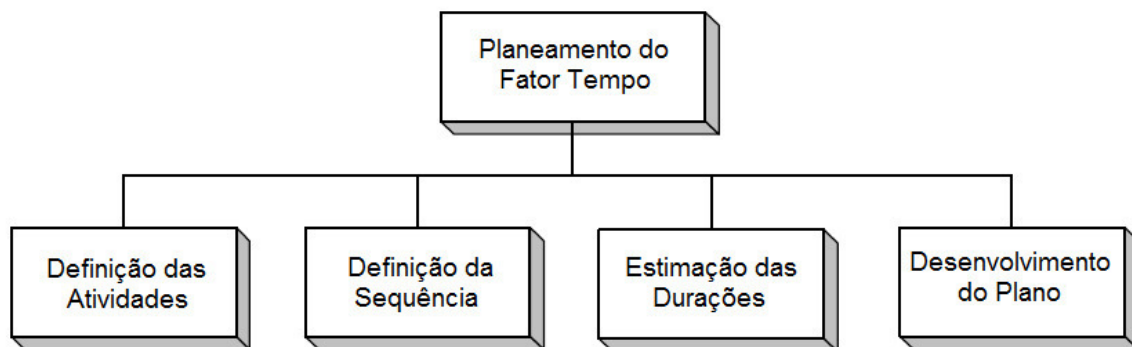


Figura 2 – Planeamento do fator tempo (Adaptado de [10])

A definição das atividades é um processo de identificação dos trabalhos a realizar e de definição de técnicas construtivas a utilizar durante a execução, processo crucial para garantir que os objetivos esperados são alcançados [9].

Um passo essencial no processo de planeamento é a definição da estrutura de decomposição do trabalho (EDT), em inglês *work breakdown structure* (WBS), que não é mais do que uma lista que decompõe hierarquicamente todos os componentes do projeto, subdividindo as atividades do projeto em elementos de pequena dimensão e garantindo que todas as atividades, tanto as mais importantes como as menos importantes, são contabilizadas [9] [11]. Uma WBS deve refletir uma decomposição lógica do trabalho e não uma decomposição cronológica e deve também detalhar o âmbito total dos trabalhos a executar para se concluir o projeto [7].

Após a elaboração da WBS passa-se à fase de definição da sequência e interligação e precedência entre atividades.

Entre duas atividades, podem existir 4 tipos de relações de precedências:

- Fim – início (*Finish to Start*) – FS – a atividade sucessora só pode iniciar depois do fim da atividade antecessora;
- Início – início (*Start do Start*) – SS – o início da atividade sucessora depende do início da atividade antecessora;
- Fim – fim (*Finish to Finish*) – FF – o fim da atividade sucessora depende do fim da atividade antecessora;
- Início – fim (*Start to Finish*) – SF – o fim da atividade sucessora depende do início da atividade antecessora.

Depois de se definirem todas as relações entre atividades passa-se à fase de estimação da duração. Todo o processo de calendarização do projeto depende das previsões e estimativas das durações das atividades. O método mais usual de determinação da duração de uma atividade é assumir uma duração determinística recorrendo ao conceito de rendimento. O rendimento indica a produtividade das equipas de trabalho e traduz a quantidade de tempo necessário à realização de uma unidade de trabalho. Existem vários fatores que interferem na produtividade das equipas, entre os quais as condições de trabalho, a repetição do trabalho e a experiência de trabalho, pelo que este valor determinístico definido pode muitas vezes ser afetado por estes fatores. [9]

O passo seguinte consiste no desenvolvimento do plano, ou seja, na calendarização das atividades que irão definir o planeamento do projeto. Uma boa calendarização permite

realizar o projeto no menor intervalo de tempo possível, eliminando problemas de baixa de produtividade e nivelando os recursos.

Existem diversos métodos de calendarização e planeamento. De seguida, descrevem-se os pontos essenciais dos métodos de planeamento mais utilizados.

2.2 Diagrama de *Gantt*

O Diagrama de Barras é uma das técnicas de planeamento mais utilizadas. Trata-se de um gráfico onde as atividades são representadas por uma barra, sendo a sua largura correspondente à duração da atividade, permitindo o acompanhamento da execução das atividades que compõem o projeto [11].

Não se conhece bem a origem do Diagrama de Barras, mas o engenheiro *Henry L. Gantt* desenvolveu este método durante a 1ª Guerra Mundial, para a redução do tempo de construção de navios de carga, daí ser designado Diagrama de *Gantt* [10] [11].

Para além da duração das atividades é possível analisar os recursos a elas associados, quantidades de trabalho, entre outros. Os recursos podem ser representados na barra que exprime a duração da tarefa, sendo a altura da barra correspondente à quantidade do recurso associado [12].

O Diagrama de *Gantt* é de fácil elaboração, baixo custo e permite uma clara interpretação e identificação das atividades em projetos simples; permite também a perceção das folgas associadas a cada atividade, quando representadas nas barras [10].

Apesar das suas vantagens, esta técnica tem várias desvantagens entre as quais a dificuldade existente em controlar um grande número de atividades à medida que a complexidade do projeto vai aumentando e num largo período de tempo; a dificuldade de

perceção das dependências entre atividades em projetos complexos; as quantidades de trabalho referentes a cada atividade não serem facilmente perceptíveis; e o facto do progresso do tempo não dar informação clara acerca do progresso do trabalho [10].

Na Figura 3 é apresentado um exemplo de um Diagrama de *Gantt*.

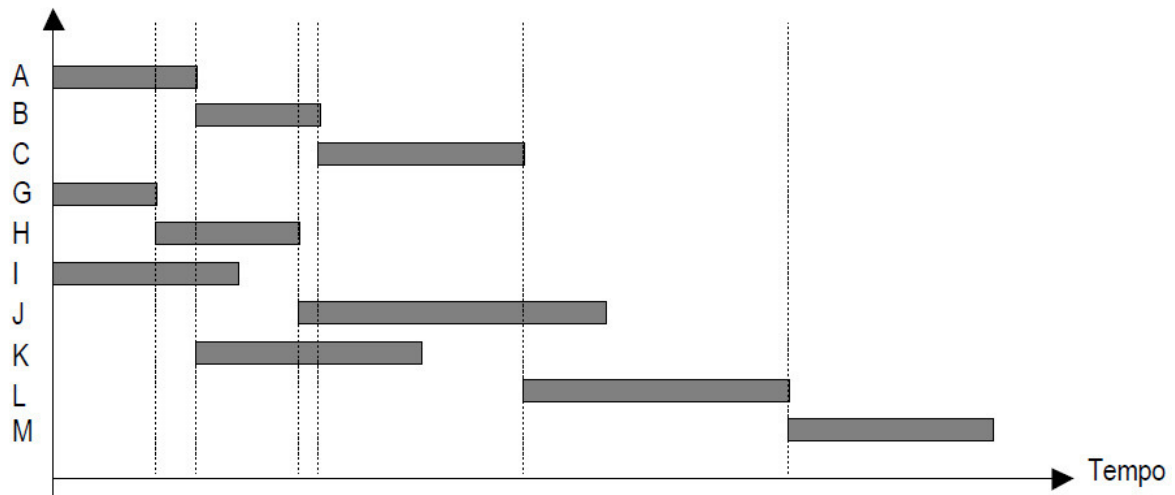


Figura 3 – Exemplo de um Diagrama de *Gantt* [13]

2.3 Técnicas de Diagramas de Redes

Os diagramas de redes são a mais completa, mas também mais trabalhosa forma de realização de um cronograma de planeamento [14].

O diagrama de rede consiste na representação gráfica das atividades do projeto e das suas relações de dependência e constitui uma forma completa de representação das atividades [9].

As técnicas de diagramas de redes representam a interdependência entre atividades e identificam o caminho crítico do projeto, sendo uma boa base para o desenvolvimento de

diagramas de barras, e permitem analisar o efeito do atraso de uma atividade em relação ao cronograma geral [10] [14].

Estas técnicas apresentam como principal desvantagem a dificuldade de interpretação da rede, não sendo claramente entendida e não podendo ser elaborada por intervenientes no projeto sem conhecimentos de planeamento, assim como a dificuldade de atualização da rede [10].

Os dois tipos de redes mais frequentemente utilizadas são as redes AOA e as redes AON [9].

2.3.1 Rede AOA

A rede AOA (*activity-on-arrow*) é um tipo de representação em rede constituída por nós ligados por setas. Neste tipo de estrutura as atividades encontram-se nas setas, enquanto os acontecimentos se encontram nos nós. Os acontecimentos são numerados da esquerda para a direita e de cima para baixo e cada seta deve apontar de um acontecimento com um número menor para outro com o número maior. [15]

Na Figura 4 apresenta-se um exemplo de uma rede AOA.

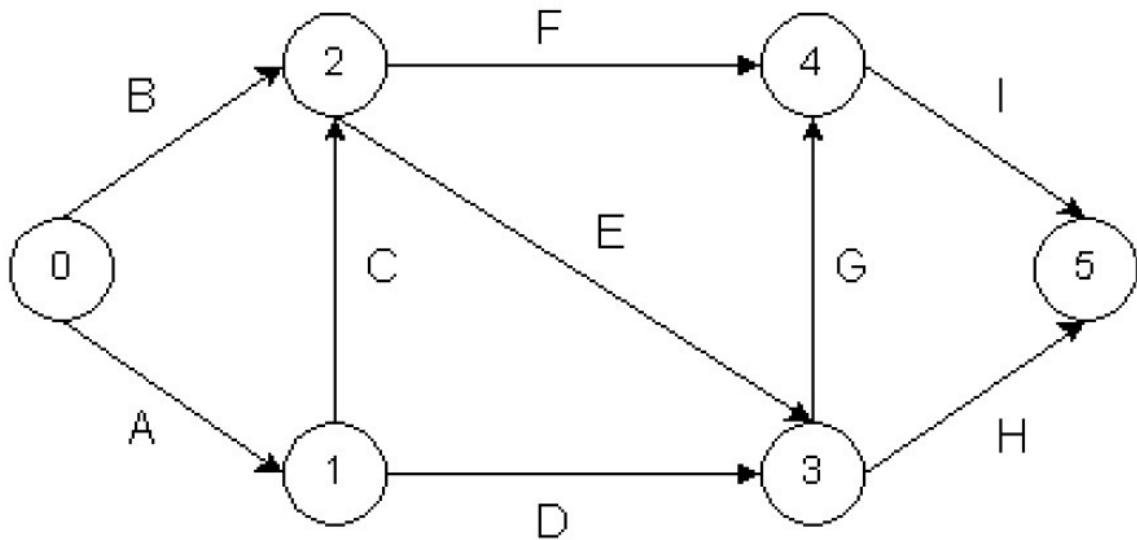


Figura 4 – Exemplo de um diagrama de rede AOA [9]

Nas redes AOA só poderá existir um nó de início e um nó de fim numa rede, que equivalem ao início do projeto e à sua conclusão; nenhum caminho que se inicie num nó poderá voltar a esse nó e duas atividades não podem ter o mesmo início e fim [9].

Para contornar a impossibilidade de existirem duas atividades a iniciarem e terminarem no mesmo nó surge o conceito de atividade fictícia. As atividades fictícias não fazem parte integrante do projeto, não consomem tempo nem recursos e destinam-se somente a garantir a ligação gráfica entre atividades e as precedências entre as atividades do projeto. As atividades fictícias são, geralmente, representadas por uma flecha a traço interrompido. [9] [10]

Na Figura 5, apresenta-se um exemplo de uma rede AOA em que existe a necessidade de se utilizar uma atividade fictícia.

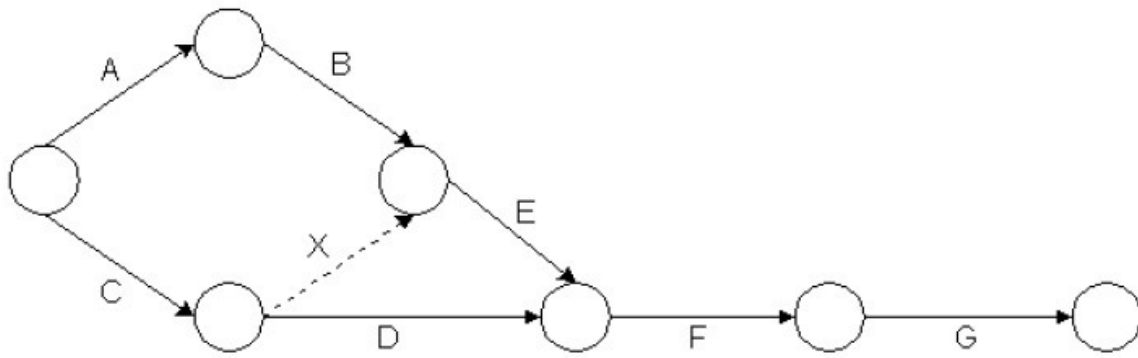


Figura 5 – Exemplo de uma rede AOA com uma atividade fictícia [9]

2.3.2 Rede AON

As redes AON (*activity on node*) são um tipo de construção do diagrama de rede que utiliza nós para representar as atividades e as relações de dependência entre as atividades são representadas por setas [16].

Na Figura 6 ilustra-se um exemplo de uma rede do tipo AON, em que o primeiro nó representa uma atividade fictícia, apenas com o objetivo de iniciar o projeto, e o último nó representa também uma atividade fictícia, que representa o fim do projeto [16].

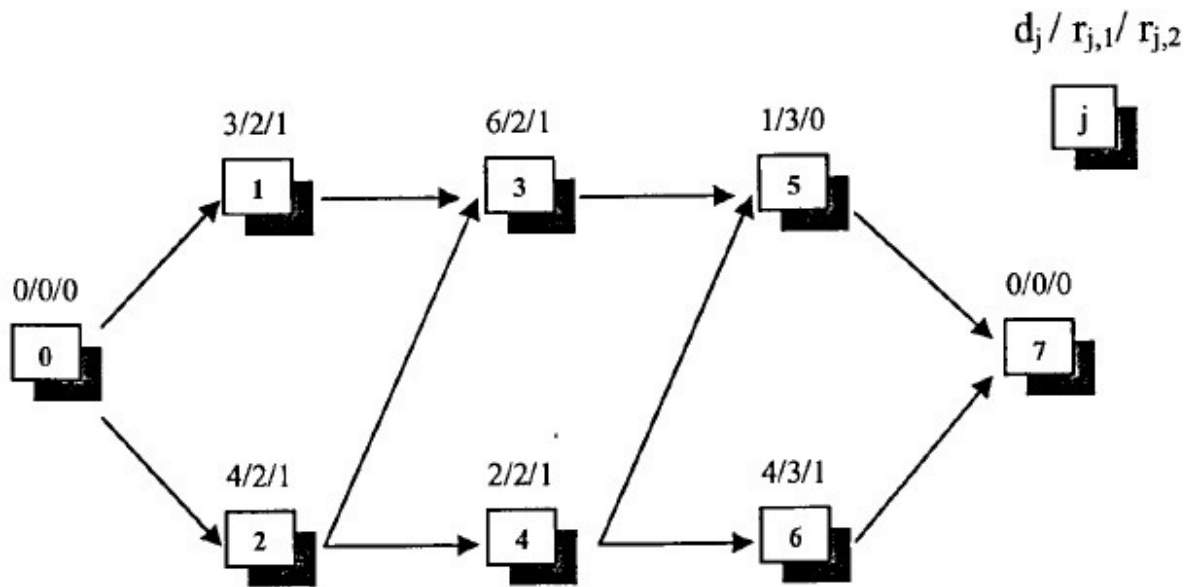


Figura 6 – Exemplo de um diagrama de rede AON [16]

Ao contrário das redes AOA, este tipo de rede não necessita de recorrer a atividades fictícias para apresentar as relações entre atividades, pois permite uma representação direta de todos os tipos de precedências [9].

2.4 CPM

A empresa química americana E. I. du Pont de Nemours and Co., mais conhecida como DuPont, e a Remington Rand, fabricante do mais potente computador da época levaram a cabo uma investigação, em 1957, com o objetivo de encontrar a melhor correlação tempo-custo para os projetos de engenharia da DuPont. Os responsáveis por esta investigação, Morgan Walter e James Kelly, sabiam que diminuir a duração de todas as atividades não era a forma mais eficiente de reduzir o prazo final do projeto e, portanto, descobrindo quais as atividades “certas” a acelerar, o tempo final seria reduzido sem incorrer num

aumento significativo do custo do projeto. Este método foi batizado de “cadeia principal”, mais tarde designado “caminho crítico”. [17]

O Método do Caminho Crítico, vulgarmente denominado CPM (*Critical Path Method*), é um método determinístico usado para determinar o tempo necessário para a conclusão de um projeto, indicando o encadeamento das atividades que contribuem para a duração total do projeto, as atividades críticas. Este método exige o conhecimento da duração das atividades e a definição antecipada das precedências entre elas. A sequência de atividades críticas constitui o caminho crítico e qualquer alteração na duração destas atividades introduz alterações na duração final do projeto. [15]

O caminho crítico é um conceito importante pois indica as atividades prioritárias, para as quais se deve garantir materiais, mão-de-obra, equipamentos e todas as condições necessárias para que não existam atrasos durante a execução da obra [3].

Depois de traçado o diagrama de rede do projeto e de se atribuir as durações às atividades procede-se ao cálculo das datas de início mais cedo de cada acontecimento. Partindo do acontecimento inicial, para o qual a data de início mais cedo é zero, a data de início mais cedo do acontecimento seguinte é igual à soma da data de início mais cedo do acontecimento anterior com a duração da atividade entre esses acontecimentos. Calculando todas as datas de início mais cedo dos acontecimentos do projeto é possível calcular as datas de início mais tarde. A partir do acontecimento final é subtraída a duração da atividade e obtém-se a data de início mais tarde do acontecimento anterior. Este cálculo permite definir o caminho crítico e obter as folgas das atividades, podendo ser feitos ajustamentos ao projeto sem comprometer a duração total do projeto. [15]

Partindo da data de início mais cedo (*early start*, ES), da data de início mais tarde (*late start*, LS) e da duração da atividade (d) podemos calcular a data de fim mais cedo (*early finish*, EF), a data de fim mais tarde (*late finish*, FS) e a margem da atividade (*float*).

A ES de uma tarefa corresponde à data mais cedo do seu acontecimento inicial e a LS dessa tarefa corresponde à data mais tarde do seu acontecimento inicial [15].

$$ES = LF - d$$

$$EF = ES + d$$

$$\text{Folga} = LF - EF$$

A Figura 7 ilustra um exemplo de uma rede utilizando o CPM, cujas datas e margens se encontram apresentadas na Tabela 1.

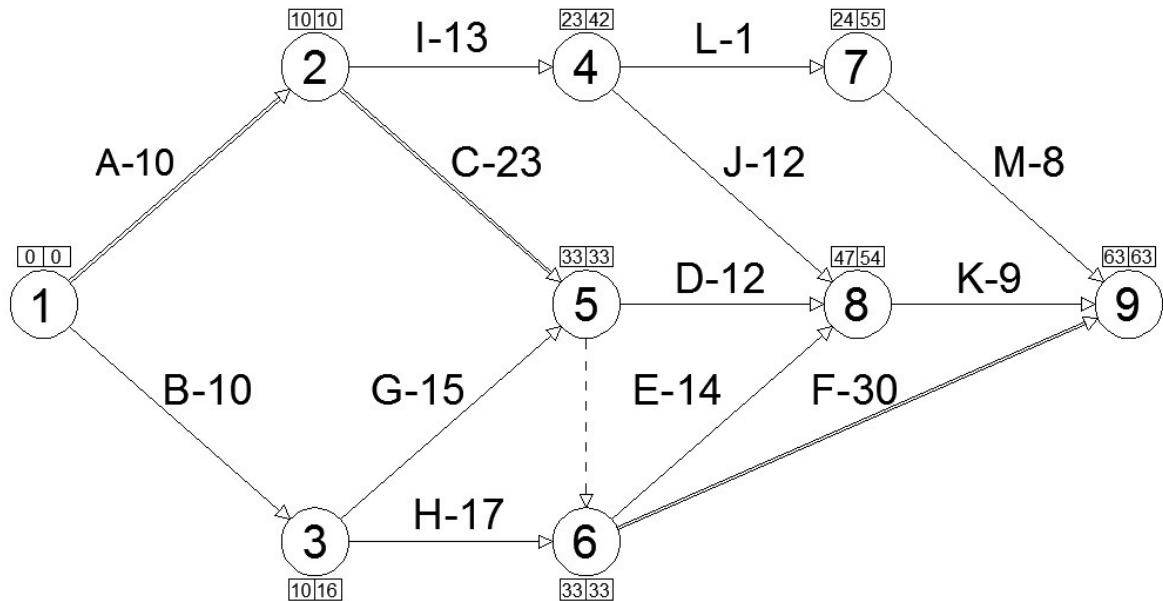


Figura 7 – Exemplo do método CPM (adaptado de [15])

Tabela 1 – Datas e margens (adaptado de [15])

Atividade	Antecessora	Sucessora	Duração	ES	EF	LS	LF	Folga
A	-	C, I	10	0	10	0	10	0
B	-	G, H	10	0	10	6	16	6
C	A	D, E, F	23	10	33	10	33	0
D	C, G	K	12	33	45	42	54	9
E	C, G, H	K	14	33	47	40	54	7
F	C, G, H	-	30	33	63	33	63	0
G	B	D, E, F	15	10	25	18	33	8
H	B	E, F	17	10	27	16	33	6
I	A	J, L	13	10	23	29	42	19
J	I	K	12	23	35	42	54	19
K	D, E, J	-	9	47	56	54	63	7
L	I	M	1	23	24	54	55	31
M	L	-	8	24	32	55	63	31
Fictícia	C, G	E, F	0	33	33	33	33	0

2.5 PERT

O PERT (*Program Evaluation and Review Technique*), em português “Técnica de avaliação e revisão de programa”, é uma técnica de planeamento probabilístico desenvolvido pela empresa *Booz-Allen and Hamilton*, para o planeamento do projeto do míssil *Polaris* da Marinha dos EUA. Este projeto continha inúmeras atividades cuja duração não era conhecida por nunca terem sido executadas, o que levou à introdução de duração probabilística das atividades [16].

O PERT tem como pressupostos que as atividades são independentes estatisticamente e que o caminho crítico contém um número de atividades suficiente para que seja possível aplicar o teorema do limite central, podendo-se, desta forma, recorrer à distribuição normal para as estimativas de tempos [18].

O PERT, tal como o CPM, baseia-se no conceito do diagrama de rede, mas difere do CPM na medida em que a duração das atividades é uma variável aleatória e, portanto, associa-se a cada atividade uma probabilidade de ocorrência. Contudo, habitualmente não há dados estatísticos que permitam a estimação das durações das atividades [18].

Assim, são estimadas três durações para cada atividade:

- duração otimista (a), que consiste no menor tempo possível de execução, que resultaria na realização da tarefa nas melhores condições possíveis;
- duração mais provável (m), que consiste na duração mais frequente para diferentes execuções;
- duração pessimista (b), aquela que conduz ao maior tempo de execução da atividade, considerando todos os fatores adversos.

Com estas 3 durações é, então, possível calcular a média e o desvio padrão dos valores:

$$\text{Média} \rightarrow \mu = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$$\text{Desvio padrão} \rightarrow \sigma = \frac{b - a}{6}$$

A expressão utilizada para o cálculo da média é válida para distribuições próximas da distribuição Beta e a expressão do desvio padrão é utilizada para distribuições unimodais.

As durações a , m e b têm de ser independentes do tempo disponível para a realização do projeto e têm de ser determinadas para as condições de trabalho e para os recursos definidos para o projeto [18].

As Figura 8 e Figura 9 ilustram um planeamento utilizando o método PERT.

Na Figura 8 apresenta-se a duração otimista, mais provável e pessimista de cada atividade. Na Figura 9 apresenta-se o valor da duração provável e variância para cada atividade, assim como se define o caminho crítico, a duração total do projeto e a sua variância.

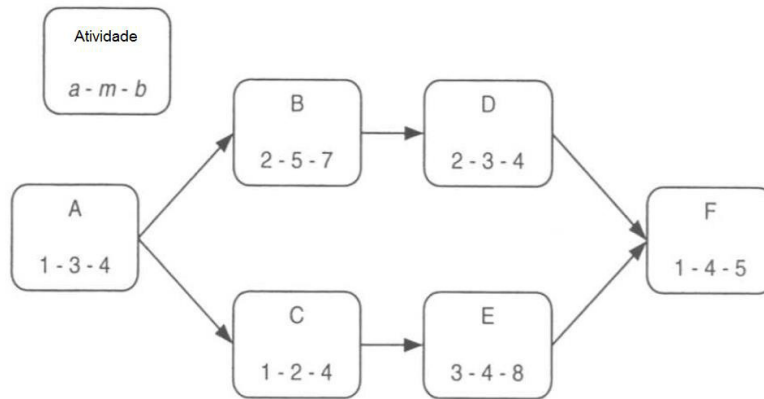


Figura 8 – Exemplo do método PERT (1) (adaptado de [19])

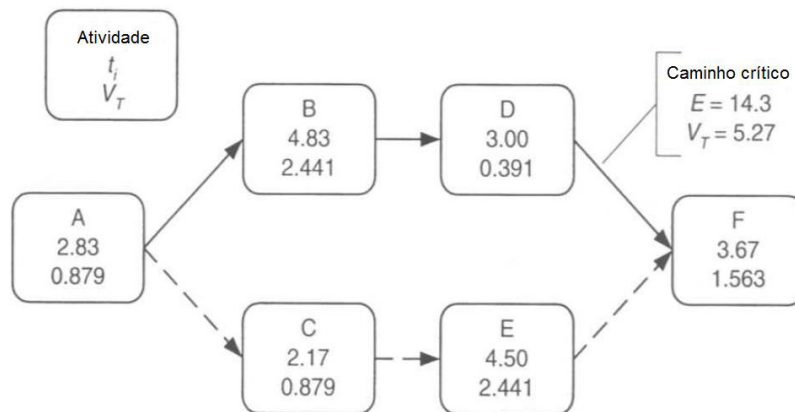


Figura 9 – Exemplo do método PERT (2) (adaptado de [19])

2.6 PDM

O Método do Diagrama de Precedência (*Precedence Diagramming Method - PDM*), criado em 1964, é uma extensão do CPM utilizando redes do tipo AON e permite o uso de relações complexas entre atividades. Destas dependências a mais usada é a fim – início (FS), muitas vezes com recurso a atrasos (*lags*) ou avanços (*leads*) entre atividades, como ilustra a Figura 10 [19].

O *lag* é uma alteração que impõe um atraso na atividade sucessora, ou seja, um intervalo de tempo que deve separar as duas atividades. Este intervalo de tempo pode ser, por exemplo, o tempo de cura de um betão. O *lead* impõe uma antecipação na atividade sucessora, sendo portanto, o inverso do *lag* [9].

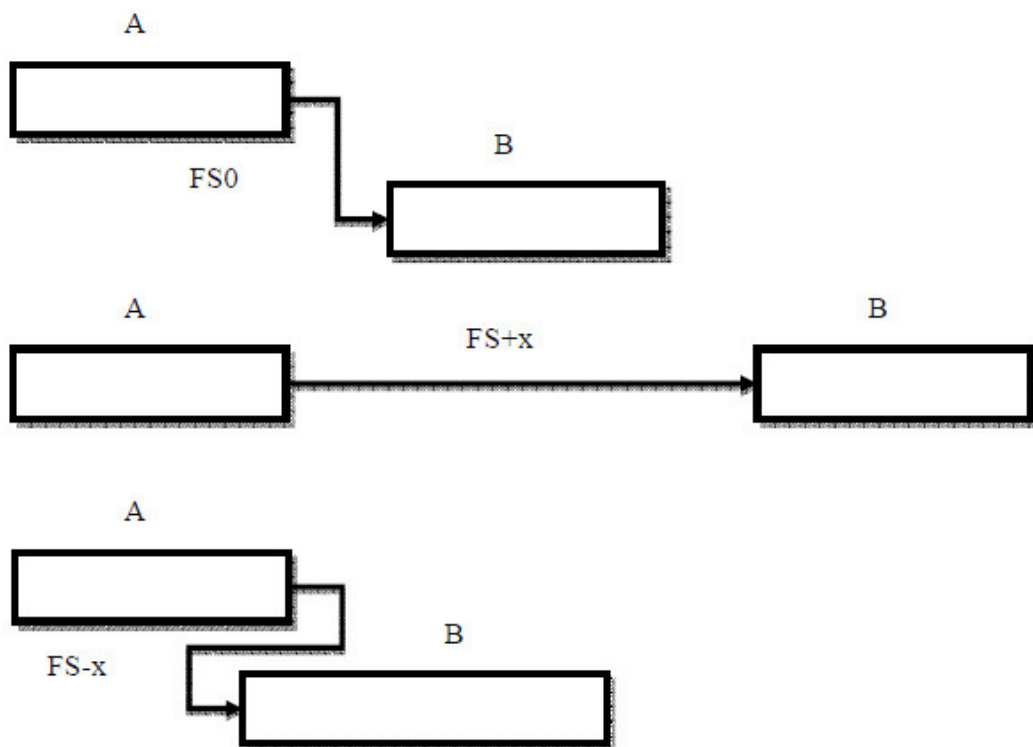


Figura 10 – Relação do tipo FS [10]

Os atrasos e avanços permitem que sejam considerados no planeamento certas restrições às atividades como tempos de cura, secagem, etc.

Uma das vantagens deste método é que ele ajuda a compreender as dependências do projeto, contudo em projetos com muitas atividades, ou em projetos com poucas atividades e muitas dependências, acaba por se tornar um diagrama confuso, mas quando utilizado em *softwares* de planeamento torna-se muito vantajoso.

Na Figura 11 apresenta-se um exemplo de um diagrama de rede calculado através do método PDM.

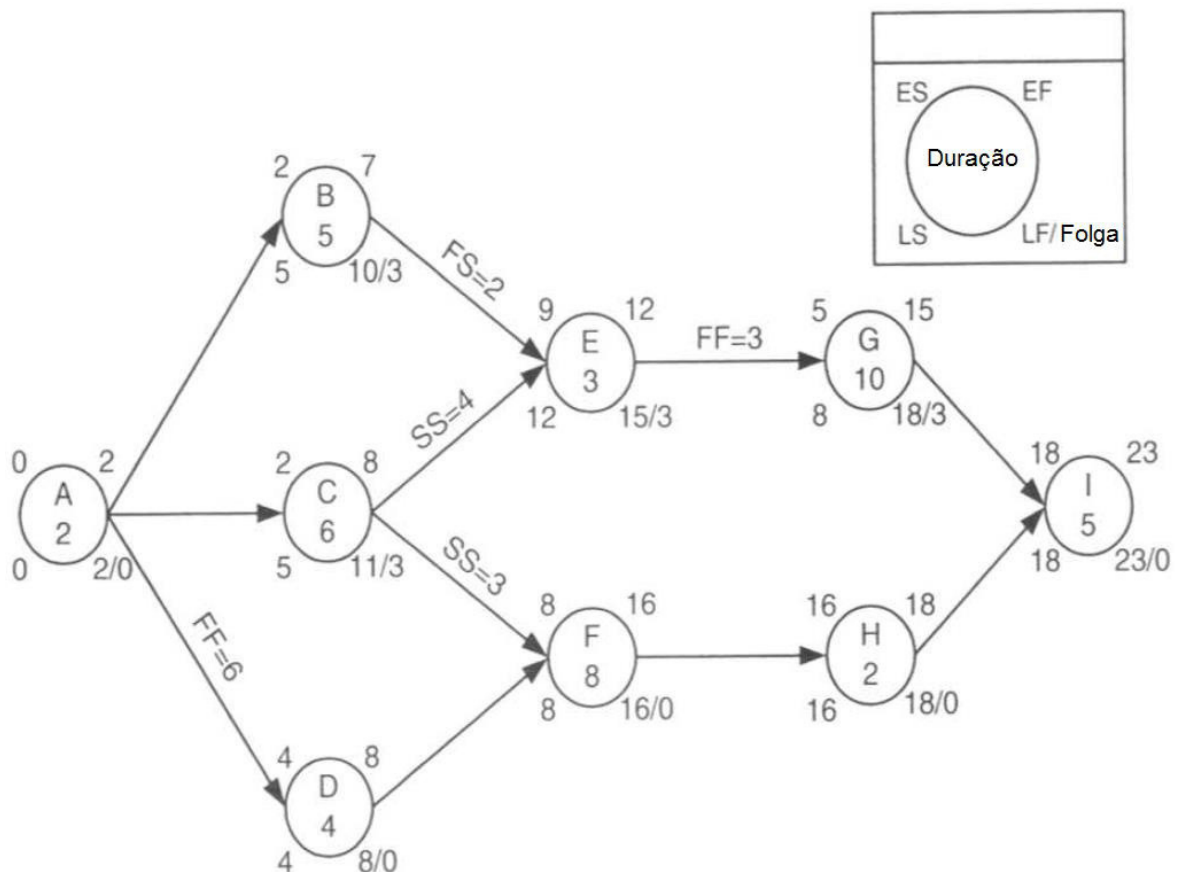


Figura 11 – Exemplo de um diagrama PDM [19]

2.7 Linha de Equilíbrio

O Método da Linha de Equilíbrio (*Line Of Balance - LOB*) é uma técnica de planeamento linear de projetos de construção com carácter repetitivo, aplicando-se, na maior parte dos casos, a edifícios. A LOB foi desenvolvida em 1940 na empresa *Goodyear* mas só em 1950 é que começou a ser efetivamente utilizada pela Marinha dos EUA. [3] [5]

Este método baseia-se no conceito de repetição das atividades ao longo de uma unidade de produção, utilizando diagramas com linhas que representam as atividades e cujas inclinações representam a produtividade das equipas de trabalho. As linhas são apresentadas num referencial cartesiano em que o tempo está representado no eixo das abcissas e o eixo das ordenadas representa a localização que, para a construção em altura, corresponde ao número do piso. [5]

A utilização deste método permite a compreensão das dependências e relações entre atividades e, visto ter em conta a taxa de aprendizagem das equipas, permite perceber o avanço real dos trabalhos, constituindo uma “mais-valia na otimização e controlo da produção” [20].

Esta técnica permite conhecer para determinada data ou localização as atividades que estão a ser executadas e os intervalos temporais ou espaciais entre atividades e evidencia erros de planeamento como, por exemplo, o cruzamento entre linhas que significa que para o mesmo local e ao mesmo tempo estão a ocorrer duas atividades. Desta forma, é possível de forma simples fazer correções ao planeamento e sincronizar os ritmos de produção para as várias tarefas, para que as linhas não se cruzem. Por este motivo, a Linha de Equilíbrio é muitas vezes utilizada para corrigir erros decorrentes do planeamento em CPM. [3]

Apesar das suas vantagens, este método apresenta alguns inconvenientes. É difícil diferenciar atividades sobrepostas, ainda que se utilizem gráficos coloridos. Esta desvantagem aumenta se o diagrama não for elaborado a uma escala apropriada. O planeamento LOB é extremamente sensível a erros nas estimativas de rendimentos, que são ampliados com as repetições. Outra das desvantagens é a necessidade de se programar atividades não repetitivas dentro de projetos de construção com carácter repetitivo. [21] [22]

Na Figura 12 ilustra-se um exemplo de uma Linha de Equilíbrio.

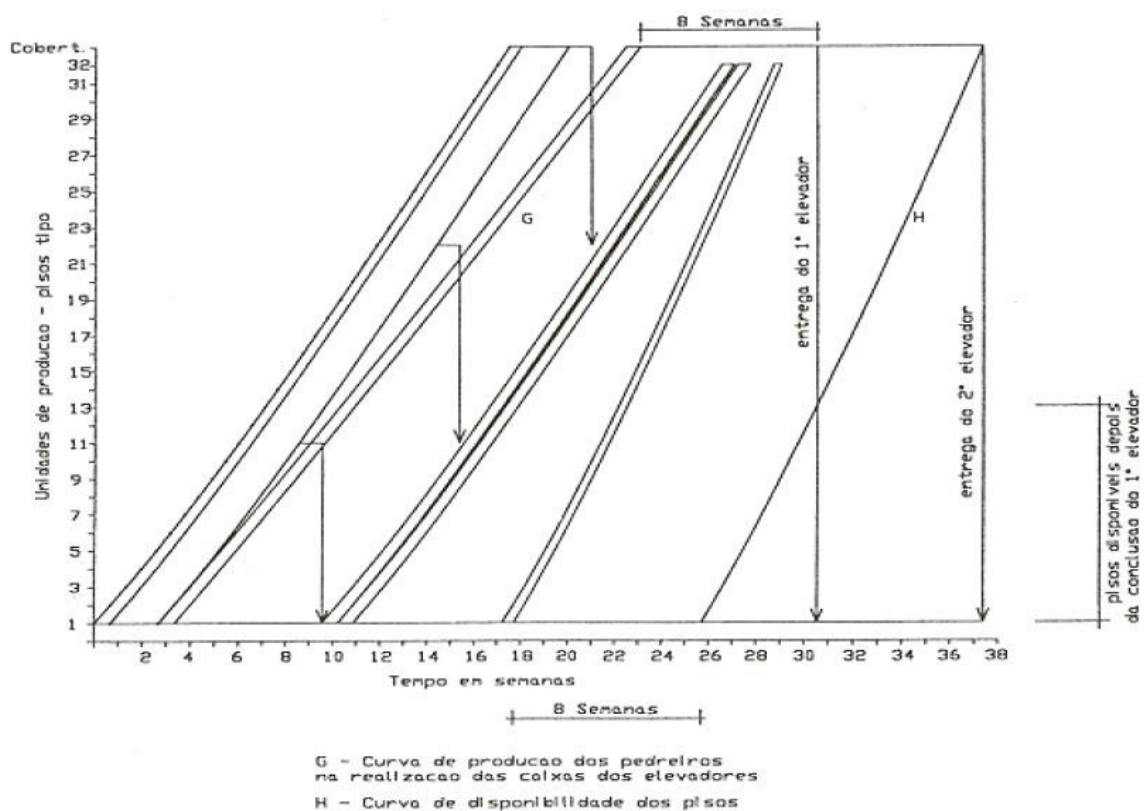


Figura 12 – Exemplo de uma Linha de Equilíbrio [21]

2.8 Harmonogramas

O harmonograma, ou diagrama espaço-tempo, é um método de planeamento linear (*linear scheduling method* – LSM) utilizado para o planeamento de projetos repetitivos que se desenvolvem longitudinalmente (estradas, *pipelines*, túneis, vias férreas, canais, pontes, etc.). Apesar de ser um método muito utilizado nos últimos anos, não existem grandes informações sobre o desenvolvimento deste método e a escassa bibliografia existente não oferece muitos detalhes.

O harmonograma é um mapa que apresenta as localizações, ou estações, no eixo das abcissas e o tempo no eixo das ordenadas, podendo em certos casos haver inversão de eixos [23]. Podem ser adicionadas imagens ao diagrama, como um plano ou perfil da obra, paralelamente ao eixo onde se apresentam as localizações, para melhor compreensão [24].

As atividades podem ser representadas por barras ou blocos.

As barras podem ser fixas (verticais) ou inclinadas. As barras fixas são utilizadas para representar atividades num local fixo, como por exemplo a execução de um pórtico. As barras inclinadas representam atividades que se realizam entre dois pontos num determinado período de tempo e a sua inclinação corresponde ao rendimento de execução dessa atividade [25].

Os blocos representam atividades que se estendem entre dois pontos e que se desenvolvem num extenso período de tempo. Muitas vezes são utilizados blocos para resumir um conjunto de várias atividades relacionadas entre si. Os blocos são definidos pela extensão da localização onde se realizam as atividades e pela duração necessária para as realizar [24] [25].

O harmonograma é uma das técnicas mais eficientes de planeamento pois contém informação sobre duração, direção do progresso da atividade, produtividade e localização dos trabalhos, permitindo um melhor planeamento e gestão da mobilização e utilização dos recursos e equipamentos [5]. Um erro comum na construção destes diagramas é a introdução um número elevado de elementos, o que leva a um aumento da complexidade e torna difícil a sua compreensão [25]. O grau de detalhe do harmonograma deve coincidir com as capacidades, aptidões e necessidades do planeador [21].

A Figura 13 apresenta o exemplo de um harmonograma, referente à execução de uma via-férrea, elaborado através do *software CCS Candy*.

Para além do *CCS Candy*, existem vários *softwares* de planeamento com recurso a harmonogramas entre os quais *TILOS*, *Chainlink*, *Linear Plus*, *Spider Project* e *Time Chainage* [23].

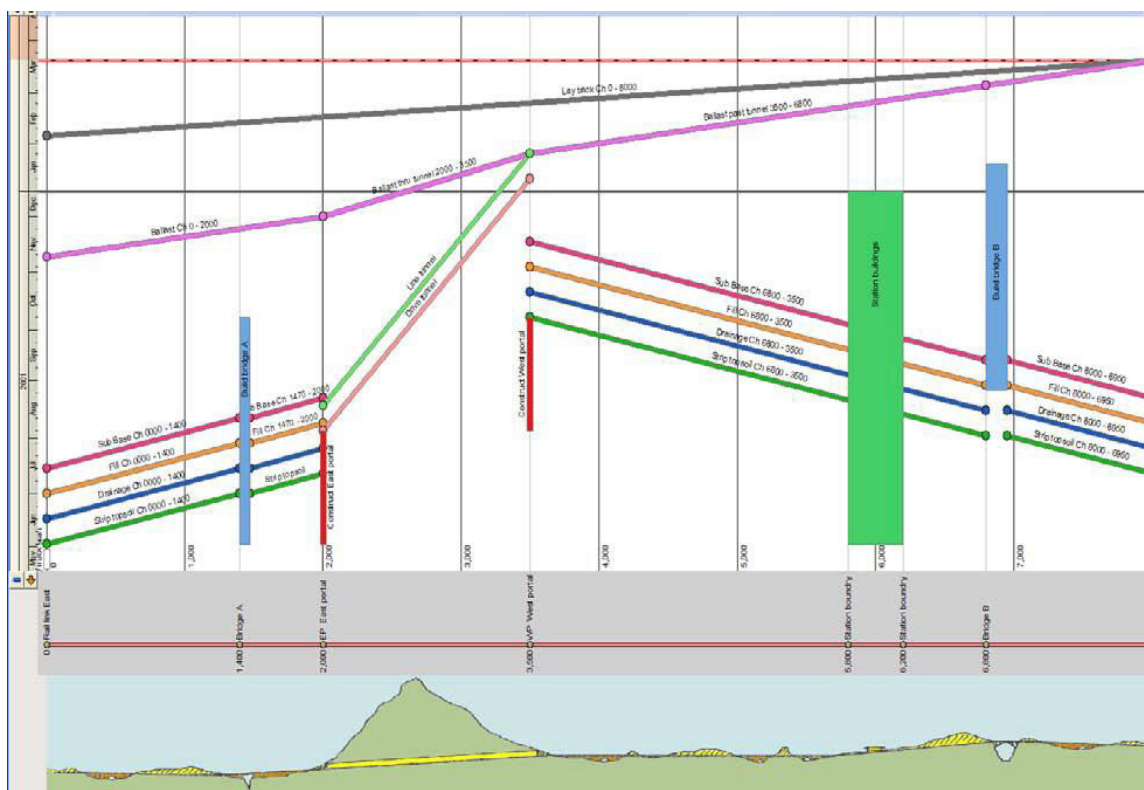


Figura 13 – Exemplo de um Harmonograma [25]

3. *Software* de planeamento de obras

3.1 Introdução

Na última década, verificou-se um grande crescimento da indústria informática, conduzindo ao desenvolvimento de inúmeras soluções informáticas para o planeamento de obra, concebidas com o intuito de simplificar o tratamento de dados, auxiliar e automatizar o planeamento e o controlo de tempos e custos associados aos projetos [10].

A maioria destas aplicações informáticas baseia-se nos métodos CPM e PERT e fornecem informações importantes sobre prazos e custos, possibilitam a criação de documentos e relatórios com informação rigorosa acerca do projeto e permitem visualizá-lo sobre a forma de gráficos ou redes [10].

Existem inúmeros *softwares* de gestão de projetos, entre os quais o *Artemis*, *CCS Candy*, *Microsoft Project*, *Planview*, *Primavera*, *Timeline*, *Project Scheduler*, *Open Plan* e *Timesheet Professional*, entre outros. Os mais conhecidos e utilizados no mercado português são o *Microsoft Project*, o *Primavera Project Planner* e o *CCS Candy* [10].

Para a elaboração desta dissertação recorreu-se ao *Microsoft Project* e ao *CCS Candy*.

3.2 *Microsoft Project*

O *Microsoft Project* é um *software* que trabalha em ambiente *Windows*, bastante utilizado devido ao baixo preço de comercialização e à facilidade de utilização, visto o seu funcionamento ser idêntico aos *softwares* da *Microsoft* [10].

O *Microsoft Project* gere uma base de dados que inclui informações como atividades, durações, dependências e relações, recursos e custos, entre outros, referentes a um projeto. Estas informações são submetidas a um programa de cálculo baseado em agendas, o que permite a referenciação das atividades ao longo do tempo [26].

O *Microsoft Project* possibilita a otimização do planeamento recorrendo ao nivelamento dos recursos, bem como a criação e obtenção de inúmeros relatórios com toda a informação do projeto.

Este *software* permite também criar uma *baseline* do planeamento inicial para, durante a execução do projeto, avaliar o progresso dos trabalhos, permitindo comparar a situação planeada com a situação inicial e avaliar atrasos na execução [2] [26].

Associando custos aos recursos é possível obter o cronograma financeiro do projeto e a elaboração do plano de pagamentos [26].

O *Microsoft Project* permite uma boa interação com os outros *softwares* da *Microsoft* mas possui algumas lacunas, entre as quais a falta de eficácia do planeamento em projetos complexos e não permitir a execução de linhas de equilíbrio e harmonogramas [10].

3.3 *CCS Candy* [27]

Fundada em 1978, a CCS (*Construction Computer Software*) é uma empresa Sul Africana dedicada ao desenvolvimento de *software* especializado para a indústria da construção civil.

A CCS criou o *Candy*, que consiste num sistema integrado de gestão de projetos, permitindo fazer orçamentação, planeamento, controlo e gestão de produção, previsões e visualização do *cashflow*, levando a uma maior precisão do planeamento e consequentemente a uma maior produtividade. Este *software* é utilizado nas maiores empresas portuguesas de construção e em algumas das maiores empresas do mundo, havendo mais de 7000 utilizadores deste *software* em mais de 50 países. O *CCS Candy* permite acompanhar a empreitada, desde a fase de concurso, até à sua conclusão e entrega, potenciando o cumprimento dos objetivos, podendo ser utilizado em todas as áreas da construção. O *CCS Candy* permite a importação ou exportação de dados de e para *Microsoft Project*, *Microsoft Excel* e *Primavera P6*.

No que respeita à orçamentação, o *CCS Candy* permite desenvolver bases de dados de artigos com uma composição de preços consistente, podendo conter, num mesmo orçamento, até 16 diferentes tipos de moedas. Para além da possibilidade de criar um vasto leque de relatórios normalizados, o *CCS Candy* permite a integração do orçamento com o planeamento, atribuindo às atividades do planeamento itens do mapa de medições, resultando numa previsão rigorosa de quantidades e custos em função do tempo. Integrando o orçamento com o planeamento, é possível fazer previsões imediatas do *cashflow*, o que permite analisar resultados e testar propostas alternativas.

O sistema de planeamento do *CCS Candy* é direcionado para a construção civil e utiliza o CPM. Este sistema permite planear e controlar o projeto, elaborar relatórios precisos do desenvolvimento do projeto e fazer a integração com a orçamentação, fornecendo previsões de quantidades, custos e análise de *cashflow*. O *CCS Candy* permite criar calendários de “*Long Lead*” e “*Information Schedule*”, de forma a registar situações que possam afetar o normal desenvolvimento da obra, como decisões de clientes, desenvolvimento do projeto ou problemas com fornecedores. É possível fazer nivelamento de recursos e monitorização do desenvolvimento do projeto. O planeamento pode ser graficamente representado por um diagrama de barras, uma rede de precedências ou por diagramas espaço/tempo.

O sistema de produção do *CCS Candy* permite a utilização imediata de informação e dados do orçamento, sendo possível analisar a variação de preços unitários, prever os valores finais e valores por executar e comparar custos reais com custos estimados. É possível ainda controlar as empreitadas e criar relatórios e documentos personalizados.

No sistema de previsões é possível elaborar resumos analíticos de custos, importar custos reais, realizar uma comparação mensal de custos reais e estimados e efetuar previsões de custos finais e em falta para além de ser possível obter previsões imediatas através da integração do orçamento com o planeamento, como referido anteriormente.

O sistema *cashflow* apresenta como especificações os modelos de financiamento, a integração com a orçamentação e o planeamento, prazos de pagamento, taxas de inflação, planos de pagamento, modelos de financiamento em várias moedas, relatórios analíticos e exportação de dados, empréstimos e adiantamentos, juros nos empréstimos e depósitos a prazo, bem como retenções de garantias de clientes e subempreiteiros.

4. Caso de estudo

4.1 Introdução

Esta dissertação utiliza como caso de estudo a Estrada de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado, situada no concelho de Melgaço, no norte de Portugal, pertencente à empreitada “Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado”.

Este Projeto de Execução foi elaborado em dezembro de 1999 e a execução da estrada teve início em junho de 2000.

Os viadutos pertencentes a esta obra não serão alvo de estudo.

Os volumes de trabalho utilizados são reais e baseiam-se nos seguintes documentos do Projeto de Execução:

- Volume I – Estudo da Via e Obras Acessórias; Tomo 1 – Peças Escritas – Memória Descritiva e Medições;
- Volume III – Terraplanagens e Geotecnia; Tomo 1 – Peças Escritas – Memória Descritiva e Justificativa, Anexo;
- Peças desenhadas:
 - ✓ Planta – Perfil Longitudinal;
 - ✓ Perfis transversais;
 - ✓ Pormenores – Arruamentos;
 - ✓ Estruturas de Contenção.

Visto os elementos fornecidos apenas conterem informações sobre as atividades e quantidades referentes ao traçado, não serão consideradas as especialidades de redes de águas pluviais, redes de águas residuais, abastecimento de água, infraestruturas de eletricidade, iluminação, telefones e sinalização.

4.2 Caracterização da obra [28]

A via a que se refere esta dissertação situa-se no concelho de Melgaço e faz a ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado. Tem início na EN 202, passando por uma extensa área de terrenos de cultivo e pinhal, atravessando em dois pontos o ribeiro do Porto, e tendo o seu término em frente ao Complexo Desportivo de Melgaço, na freguesia do Prado.

As Figura 14 e Figura 15 apresentam a localização da obra.



Figura 14 – Vila de Melgaço [29]

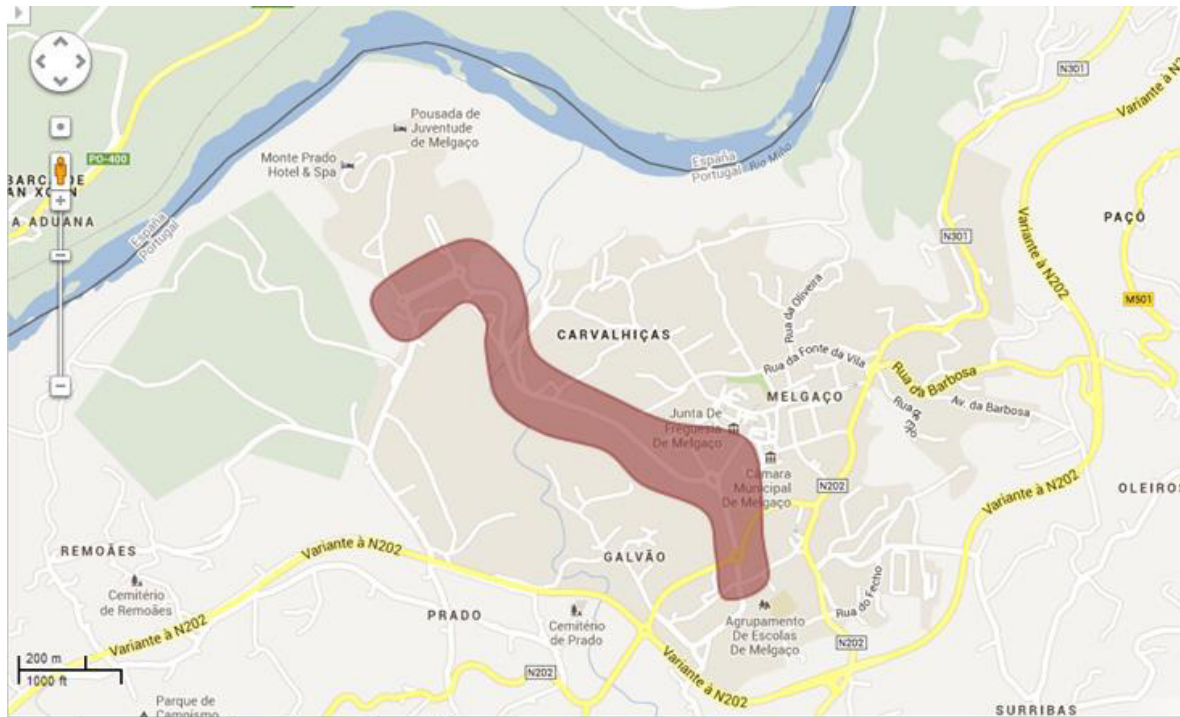


Figura 15 – Localização da obra [29]

4.2.1 Traçado da via [28]

A via de ligação Vila (Galvão) – Monte Prado situa-se na zona norte de Melgaço, iniciando-se na EN 202, junto à Vila (Galvão) na Rotunda 1, cruzando em seguida o ribeiro do Porto, aproximadamente ao km 0+130, por meio do Viaduto 1 (Fotografia 1 e Fotografia 2), ao qual se segue a Rotunda 2 (elíptica). O traçado desenvolve-se depois sensivelmente a meia encosta, ao longo do vale deste ribeiro até cruzar novamente este curso de água, ao km 0+955, por meio do Viaduto 2 (Fotografia 3 e Fotografia 4). Após a segunda travessia do ribeiro do Porto o traçado desenvolve-se ao longo da encosta do Monte Prado, caracterizado por um relevo rigoroso, até atingir a zona do Complexo Desportivo, na Rotunda 3. Este trecho foi designado de Ligação à EN 202 e tem uma

extensão total de 1298,37 m e apresenta um perfil transversal tipo com uma faixa de rodagem de 7,50 m, com passeios variáveis entre 1,50 m e 3,00 m, incluindo em certos locais, algumas zonas de estacionamento paralelo ao eixo da via com uma largura de 2,25 m, sendo que nestas zonas apresenta um passeio com 3,00 m (Fotografia 5 e Fotografia 6).



Fotografia 1 – Viaduto 1



Fotografia 2 – Viaduto 1



Fotografia 3 – Viaduto 2



Fotografia 4 – Viaduto 2



Fotografia 5 – Zona de Estacionamento após a Rotunda 2



Fotografia 6 – Zona de Estacionamento após a Rotunda 2

A Rotunda 1 (Fotografia 7) possui uma berma interior de 1,00 m, duas vias de 4,00 m e ainda uma berma exterior de 1,00 m, à qual se acrescentam passeios de 2,50 m.



Fotografia 7 – Rotunda 1

A Rotunda 2 (Fotografia 8 e Fotografia 9), com a forma de elipse, apresenta uma faixa de 10,00 m subdividida numa berma interior de 1,00 m, duas vias de 4,00 m e uma berma exterior com 1,00 m, à qual se acrescenta um passeio de 2,00 m.

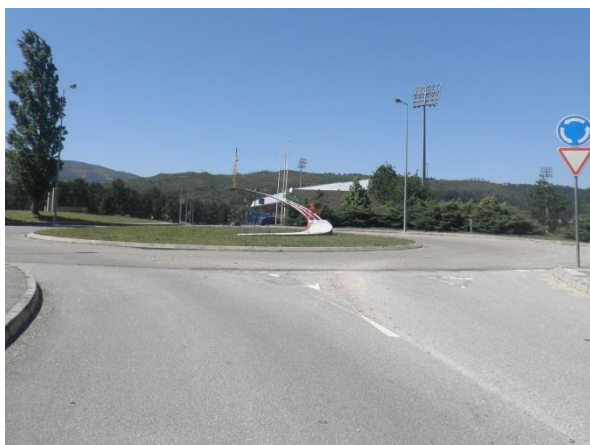


Fotografia 8 – Rotunda 2



Fotografia 9 – Rotunda 2

A partir da Rotunda 3 (Fotografia 10 e Fotografia 11) e até à Rotunda 4 (Fotografia 12), o traçado desenvolve-se pelo lado Sul do Complexo Desportivo (Fotografia 15 e Fotografia 16), numa extensão de 143,02 m, em linha reta e paralelamente ao Complexo Desportivo. O perfil transversal tipo deste trecho, designado Alameda do Complexo Desportivo, é o de uma avenida, apresentando duas faixas com 5,00 m separadas fisicamente por uma zona de passeio com 1,00 m e passeios à esquerda e à direita com 1,50 m.



Fotografia 10 – Rotunda 3



Fotografia 11 – Rotunda 3



Fotografia 12 – Rotunda 4

O Parque de Estacionamento (Fotografia 13 e Fotografia 14), paralelo à Alameda do Complexo dispõe de 99 lugares de estacionamento em espinha, apresenta comprimento igual ao da Alameda, apresentando um perfil longitudinal que se resume a dois trainéis a 0,5% e uma inclinação transversal de 2%.



Fotografia 13 – Parque de Estacionamento



Fotografia 14 – Parque de Estacionamento



Fotografia 15 – Alameda do Complexo Desportivo



Fotografia 16 – Alameda do Complexo Desportivo

As Rotundas 3 e 4 apresentam uma berma interior de 0,75 m, duas vias de 3,50 m e ainda uma berma exterior de 1,00 m e passeios de 2,00 m.

Na estrada em estudo existem 5 ligações às vias interferidas. As Ligações 1, 2 e 3 prendem-se com a inserção da Rotunda 1 (Fotografia 17) nas estradas existentes, sendo que a ligação 1 e 3 estão na EN 202 (Fotografia 18 e Fotografia 20) e a Ligação 2 (Fotografia 19) faz a ligação à Rua de Salgueiro Maia.



Fotografia 17 – Rotunda 1, Ligação 1,2 e 3 e início da Ligação à EN 202



Fotografia 18 – Ligação 1



Fotografia 19 – Ligação 2



Fotografia 20 – Ligação 3

A Ligação 4 (Fotografia 21) faz a ligação a uma estrada existente em paralelo que ladeia as piscinas municipais, que entronca a Alameda Inês Negra; a Ligação 5 (Fotografia 22) é um pequeno troço duma futura estrada considerada no plano de pormenor.

O perfil transversal tipo das ligações é variável em função da estrada a que se pretende ligar. Assim, a faixa de rodagem varia entre 6,00 m e 7,50 m, sendo os passeios também variáveis entre 1,50 m e 5,25 m.



Fotografia 21 – Ligação 4



Fotografia 22 – Ligação 5

4.2.2 Obras acessórias

Ao longo do traçado da via, é necessário incluir a execução de três muros de suporte que têm como função proteger o património construído que se situa nas imediações das faixas de rodagem.

➤ Muro M1

O muro de suporte designado por M1 é um muro de suporte, em betão armado, que se desenvolve paralelamente à via, entre os kms 0+082,05 e 0+110,00 do lado direito da Ligação à EN 202, com o desenvolvimento de 28,00 m. A sua principal função é suportar um talude de escavação que não se pode desenvolver na sua totalidade devido à existência de uma habitação. Atendendo à localização da mesma, adotou-se uma geometria em consola, desenvolvendo-se a sapata, na sua maior parte, para o interior do aterro.

A fundação desta estrutura ocorre aproximadamente a 1,00 m de profundidade, a partir da rasante da Ligação à EN 202, ou seja, assenta em terrenos de boas características geotécnicas.

➤ Muro M2

O muro M2 (Fotografia 23 e Fotografia 24) é uma estrutura de contenção que tem o objetivo de limitar a saia do aterro da Ligação à EN 202, por forma a proteger uma habitação existente, e localiza-se do lado direito da referida via, entre os kms 0+663,34 e 0+671,76, apresentando um desenvolvimento de 38,00 m. Este muro é construído em gabiões, com rede galvanizada sem revestimento.

A fundação do muro ocorre a pelo menos 1,00 m de profundidade, a partir do terreno natural, ou seja, assenta no aterro construído.



Fotografia 23 - Muro de Suporte M2



Fotografia 24 - Muro de Suporte M2

➤ Muro M3

Esta estrutura, localizada do lado direito da ligação à EN 202, entre o kms 0+869 e o km 0+890, tem um desenvolvimento de 19,00 m e suporta um talude de aterro para proteção

de uma habitação aí existente. O muro M3 é um muro em gabiões com rede galvanizada revestida a PVC, devido à sua localização junto a uma linha de água.

A fundação do muro M3 está pelo menos a 1,00 m de profundidade e assenta sobre um aterro técnico.

4.2.3 Pavimentação

➤ Faixas de rodagem

O pavimento das faixas de rodagem é constituído por uma camada de sub-base em agregado britado de granulometria extensa (AGE) de 0,15 m de espessura, sobre a qual se executa uma camada de base em macadame betuminoso de 0,08 m de espessura, e finalmente uma camada de betão betuminoso com 0,04 m de espessura. Entre estas últimas camadas, e como forma de ligação, deve proceder-se à execução de uma rega de impregnação e colagem com emulsão, não devendo a rega exceder $0,5 \text{ kg/m}^2$. O pavimento assim constituído apresenta uma espessura total de 0,27 m.

No caso da Ligação 4 e, como a estrada que esta restabelece é em paralelo, considerou-se um pavimento composto por uma camada de sub-base em AGE de 0,12 m de espessura, sobre a qual se coloca uma camada de areia de 0,04 m, para permitir um perfeito assentamento dos cubos de granito de 0,11 m de lado. O pavimento apresenta, igualmente, uma espessura total de 0,27 m.

➤ Estacionamentos

O pavimento dos estacionamentos é idêntico ao da Ligação 4, sendo composto por uma camada de sub-base em AGE de 0,12 m de espessura, uma camada de 0,04 m de areia, e finalmente o paralelo em granito de 0,11 m de lado.

➤ Passeios

Em todos os passeios marginais ao pavimento, e na separação entre o pavimento e o estacionamento, foi incluído um lancil em betão pré-fabricado com 1,00 m de comprimento, assente numa fundação de betão pobre com 0,30 x 0,12 m. Os passeios são compostos por uma camada de AGE de 0,30 m, seguido por uma camada de massame de betão de 0,05 m, e finalmente por uma camada de 0,02 m de betonilha esquartelada.

4.3 Elementos base da obra

Para que seja possível proceder ao planeamento desta obra é necessário conhecer, para além do tipo de trabalho a executar, a seguinte informação:

- Quantidade de trabalho a executar para cada atividade;
- Rendimentos associados a cada atividade.

As quantidades de trabalho, como já referido, são reais e foram fornecidas no mapa de medições do Projeto de Execução.

Os rendimentos serão apresentados em 4.3.2 e são incluídos exemplos de cálculo em 4.3.3.

Através do conhecimento desta informação é possível determinar a duração das atividades e, conseqüentemente, a duração total do projeto.

4.3.1 Mapa de medições

O mapa medições referente ao Projeto de Execução desta estrada é apresentado no Anexo A.

As Tabelas 2, 3, 4, 5 e 6 apresentam as atividades principais consideradas no planejamento da obra.

As medições utilizadas foram obtidas diretamente do projeto de execução, pelo que as quantidades apresentadas nem sempre correspondem às quantidades reais.

Tabela 2 – Atividades a executar – Terraplanagens

1	TERRAPLANAGENS
1.1	Trabalhos Preparatórios
1.1.1	Desmatação
1.1.2	Demolição de construções
1.1.3	Demolição de muros
1.1.4	Desativação de poços e enchimento com enrocamento
1.1.5	Decapagem
1.1.6	Preparação de fundação em aterros em condições especiais
1.2	Escavação na linha
1.2.1	Escavação com meios mecânicos
1.2.2	Escavação com recurso a explosivos
1.2.3	Carga, transporte e colocação em aterro
1.2.4	Carga, transporte e colocação em vazadouro
1.2.5	Regularização dos taludes
1.2.6	Regularização e modelação das áreas interiores das rotundas
1.3	Escavação em empréstimo
1.3.1	Escavação de solos e colocação em aterro
1.3.2	Escavação de rocha e colocação em aterro
1.4	Leito do Pavimento
1.4.1	Em aterros de solos seleccionados
1.4.2	Em escavações ou perfis mistos em solos
1.4.3	Em escavações ou perfis mistos em rocha

Tabela 3 – Atividades a executar – Pavimentação

2	PAVIMENTAÇÃO
2.1	Betão betuminoso na espessura de 0,04 m
2.2	Base em macadame betuminoso na espessura de 0,08 m
2.3	Rega de colagem com emulsão betuminosa
2.4	Rega de impregnação com emulsão betuminosa
2.5	Camada granular com características de sub-base em AGE
2.5.1	com 0,12 m de espessura
2.5.2	com 0,15 m de espessura
2.5.3	com 0,30 m de espessura
2.6	Colocação de cubos de granito cinzento com 0,11 m de lado
2.7	Almofada de areia com espessura de 0,04 m
2.8	Betonilha esquartelada com 0,02 m de espessura em passeios
2.9	Massame em betão (B20) com 0,05 m de espessura em passeios
2.10	Lancil em betão pré-fabricado, incluindo fundação em betão pobre com 0,30 x 0,12

Tabela 4 – Atividades a executar – Obras Acessórias – Muro M1

1	MURO M1
1.1	Movimento de Terras
1.1.1	Escavação para abertura de fundações
1.1.2	Aterro técnico no tardo do muro
1.2	Betões, incluindo fornecimento e colocação
1.2.1	Betão de limpeza (B20) aplicado em camadas com 0,10m de espessura
1.2.2	Betão B30
1.3	Cofragem, incluindo fornecimento e aplicação
1.3.1	Cofragem para betão em paramentos não visíveis
1.3.2	Cofragem para betão em paramentos visíveis
1.4	Aço, incluindo fornecimento e montagem
1.4.1	Aço A400 NR
1.5	Diversos
1.5.1	Juntas de dilatação
1.5.2	Caleiras de drenagem pré-fabricadas, em meia cana DN110
1.5.3	Bueiros em muros, executados em tubos de PVC DN 110 com 0,30 m de comprimento
1.5.4	Tubo PVC DN 100 mm perfurado, no tardo do muro, envolvido pela placa drenante
1.5.5	Tubo PVC GN 50 mm perfurado, envolvido pela brita 20/30 mm e manta geotêxtil
1.5.6	Geocompósitos tipo "Enkadrain" ou similar
1.5.7	Demolição de muro de pedra arrumada (PK 0+100), canalização e desvio de água
1.5.8	Reconstrução do muro com aproveitamento de pedra, incluindo lajeta de betão (B20) e reposição de água

Tabela 5 – Atividades a executar – Obras Acessórias – Muro M2

2	MURO M2
2.1	Movimento de Terras
2.1.1	Escavação para abertura de fundações
2.1.2	Aterro técnico no tardo do muro
2.2	Betões, incluindo fornecimento e colocação
2.2.1	Betão de limpeza (B20) aplicado em camadas com 0,10m de espessura
2.3	Gabiões
2.3.1	Gabiões galvanizados sem revestimento
2.4	Diversos
2.4.1	Caleiras de drenagem pré-fabricadas, em meia cana DN200
2.4.2	Tubo PVC DN 100 mm perfurado, no tardo do muro, envolvido por manta geotêtil
2.4.3	Manta geotêtil

Tabela 6 – Atividades a executar – Obras Acessórias – Muro M3

3	MURO M3
3.1	Movimento de Terras
3.1.1	Escavação para abertura de fundações
3.1.2	Aterro técnico no tardo do muro
3.2	Betões, incluindo fornecimento e colocação
3.2.1	Betão de limpeza (B20) aplicado em camadas com 0,10m de espessura
3.3	Gabiões
3.3.1	Gabiões galvanizados revestidos a PVC
3.4	Diversos
3.4.1	Caleiras de drenagem pré-fabricadas, em meias canas DN200, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares
3.4.2	Tubo PVC DN 110 mm perfurado, no tardo do muro, envolvido por manta geotêtil
3.4.3	Manta geotêtil,

4.3.2 Rendimentos de mão-de-obra e equipamentos

A duração das atividades é uma função variável, pois depende do rendimento dos materiais e mão-de-obra existentes em obra e das quantidades de trabalho a executar. Como, em cada projeto, as quantidades de trabalho estão definidas, a duração das atividades e, conseqüentemente, a duração do projeto, estão dependentes dos rendimentos [2].

Os rendimentos de mão-de-obra e equipamentos podem ser obtidos através de:

- Livros e publicações sobre o tema, entre as quais as tabelas de “rendimentos de mão-de-obra, materiais e equipamentos de construção civil” de Paz Branco e os documentos de apoio à disciplina de Organização e Gestão de Obras do Mestrado Integrado em Engenharia Civil do Instituto Superior Técnico;
- Catálogos de fabricantes de equipamentos, como por exemplo o Manual de Produção da Caterpillar;
- Dados fornecidos por uma empresa do setor da construção.

Depois de definidos os equipamentos a utilizar em cada trabalho e o seu rendimento, a duração de cada atividade é obtida através da expressão:

$$Duração (dias) = \frac{Quantidade}{Rendimento\ diário}$$

No caso de haver um prazo fixo para a execução de uma atividade, determina-se o rendimento necessário para a realização do trabalho nesse prazo, e dimensionam-se os recursos necessários para alcançar o rendimento imposto [2].

Alguns dados referentes a rendimentos e equipas de trabalho, apresentados neste capítulo, foram fornecidos por empresas do setor, com vários anos de experiência em trabalhos semelhantes.

4.3.2.1 Trabalhos preparatórios

➤ Desmatção

A desmatção compreende o corte de árvores e arbustos, o desenraizamento dos terrenos e permite a eliminação de pedras e detritos com posterior carga, transporte e colocação dos produtos em vazadoiro. A desmatção é medida em m^2 e a determinação da área a desmatar é feita a partir dos perfis transversais com a sobrelargura definida no projeto. [30]

Para os trabalhos de desmatção, é necessário uma equipa constituída por:

- Equipamentos:

1 Buldózer Cat D6M XL

2 Camião Cat 725

1 Moto roçadora

2 Motosserras

- Mão-de-obra:

3 Condutores / Manobreadores

4 Serventes

Utilizando a equipa de trabalho atrás descrita, é possível obter um rendimento diário de $1647,73 m^2$.

➤ **Demolições**

Os trabalhos de demolições dividem-se em demolições de construções e demolições de muros.

Os trabalhos de demolições de construções existentes abrangem as operações de demolição da construção e dos eventuais bens adjacentes, podem incluir a execução de escoramentos ou obras de suporte, e incluem também a carga, transporte e colocação em depósito dos produtos da demolição. Este trabalho é medido em m^3 , sendo o volume determinado pelo volume teórico definido pela área de implantação e pela altura da construção (excluindo os telhados). [30]

A demolição de muros engloba todas as operações necessárias para a execução da demolição de muros, incluindo carga, transporte e colocação em depósito dos produtos da demolição. A medição deste trabalho é feita ao m^2 , correspondendo a uma área teórica igual à área da face visível do muro. [30]

Para executar estes trabalhos é necessário uma equipa constituída por:

- Equipamentos:

- Mão-de-obra:6

1 Escavadora Cat 330B L

3 Condutores / Manobreadores

2 Camiões Cat 725

3 Serventes

1 Compressores Atlas Copco XA85

1 Martelo Escombrador

Utilizando a equipa de trabalho fornecida é possível executar, diariamente:

- Demolição de construções: $58,23 m^3$;
- Demolição de muros: $38,74 m^2$.

➤ **Desativação de poços e enchimento de poços com enrocamento**

Este trabalho visa desativar poços ou outras captações existentes ao longo do traçado da via, garantindo que as futuras variações do nível freático não afetem a obra a construir.

O enchimento de poços refere-se ao enchimento dos poços com enrocamento ou outro material com características drenantes equivalentes. A medição é feita ao m³ e corresponde ao volume interior do poço a encher. [30]

Para executar esta tarefa, a empresa necessita dos seguintes equipamentos e mão-de-obra:

- Equipamentos:

1 Retroescavadora Cat 438C

1 Camião Cat 725

- Mão-de-obra:

2 Condutores / Manobreadores

2 Serventes

A equipa referida executa, diariamente, 37,27 m³ deste trabalho.

➤ **Decapagem**

A decapagem consiste na escavação da terra arável e da terra vegetal ou com elevado teor em matéria orgânica, qualquer que seja a sua espessura, e deve ser executada de uma forma bastante cuidada para evitar posteriores contaminações dos materiais a utilizar nos aterros. A terra vegetal resultante da decapagem será colocada em locais de vazadouro aprovados para posterior utilização, ou conduzidas a depósito definitivo. A avaliação do volume a decapar é feita por critério geométrico, a partir das áreas definidas nos perfis transversais. [30]

Para realizar esta atividade é necessário:

- Equipamentos:

1 Buldózer Cat D6M XL

1 Retroescavadora Cat 438C

2 Camiões Cat 725

- Mão-de-obra:

4 Condutores / Manobradores

2 Serventes

O rendimento desta atividade é 484,48 m³/dia.

➤ **Preparação da fundação de aterros em condições especiais [30]**

A preparação da fundação de aterros destina-se a garantir uma adequada capacidade de suporte do terreno e uma adequada ligação entre o aterro e o terreno natural, em zonas compressíveis (aluvionares, coluvionares, etc.), depósitos de vertente ou outro tipo de terreno que coloque em risco a estabilidade da fundação/estrutura.

Este trabalho inclui, nesta obra, as seguintes atividades:

- Limpeza, regularização e compactação da fundação de aterros em zonas de solos para execução de aterros de pequena altura

São trabalhos de preparação da plataforma, a executar previamente à execução dos aterros, com o objetivo de garantir uma fundação estável e assegurar as condições de suporte adequadas para a compactação da primeira camada do aterro, e garantir uma boa ligação entre esta primeira camada e o terreno natural. É um trabalho de extrema importância em aterros com alturas até 3,0 m e no caso de aterros cujas fundações assentam sobre zonas com afloramentos rochosos.

Este trabalho é medido ao m^2 , sendo a área obtida a partir dos perfis transversais, incluindo as sobrelarguras.

Em zonas de solos, este trabalho inclui a regularização e compactação da zona a ocupar pela fundação do aterro, e que deve ser executado com particular cuidado, por forma a permitir uma execução adequada das camadas inferiores.

Para a execução desta atividade é necessário:

- Equipamentos:

1 Retroescavadora Cat 438C

1 Motoniveladora Cat 12H

1 Cilindro Cat CS-563D

1 Cisterna de água 4000 l

1 Trator agrícola

- Mão-de-obra:

4 Condutores / Manobreadores

2 Serventes

Com esta equipa é possível obter um rendimento diário de $750 m^2$.

- Saneamento em fundação de aterros

O saneamento em fundação de aterros corresponde aos trabalhos de remoção de solos de má qualidade, que corresponde a uma escavação e condução a vazadouro.

Este trabalho mede-se ao m^3 , sendo este volume determinado geometricamente a partir dos perfis transversais e da profundidade de saneamento prevista.

- Equipamentos:

1 Escavadora Cat 330B L

1 Retroescavadora Cat 438C

2 Camiões Cat 725

- Mão-de-obra:

4 Condutores / Manobreadores

2 Serventes

Diariamente, esta equipa executa 684 m³ de trabalho.

- Preenchimento dos volumes saneados com materiais adequados

Este trabalho refere-se à colocação de materiais aprovados nas zonas saneadas, incluindo fornecimento, transporte, espalhamento e compactação.

Este trabalho é medido ao m³, sendo o volume determinado a partir dos perfis transversais e da profundidade média de saneamento.

- Equipamentos:

1 Retroescavadora Cat 438C

1 Motoniveladora Cat 12H

1 Cilindro Cat CS-563D

1 Cisterna de água 4000 l

1 Trator agrícola

- Mão-de-obra:

4 Condutores / Manobreadores

2 Serventes

A equipa de trabalho, nesta atividade, obtém um rendimento de 684 m³ por dia.

Na Tabela 7 apresenta-se o resumo dos rendimentos das atividades inseridas nos trabalhos preparatórios.

Tabela 7 – Rendimento diário por equipa de trabalho – Trabalhos preparatórios

Trabalhos preparatórios		
Trabalhos	Unidade	Rendimento diário por equipa
Desmatação	m ²	1.647,73
Demolições de construções	m ³	58,23
Demolições de muros	m ²	38,74
Desativação de poços e enchimento com enrocamento	m ³	37,27
Decapagem	m ³	484,48
Limpeza, regularização e compactação da fundação de aterros	m ²	750,00
Saneamento em fundação de aterros	m ³	684,00
Preenchimento dos volumes saneados	m ³	684,00

4.3.2.2 Escavação na linha e colocação em aterro ou vazadouro

A medição dos volumes de escavação na linha e colocação em aterro ou vazadouro é feita ao m³, sendo o volume determinado a partir dos perfis transversais do projeto, não sendo considerados os empolamentos que ocorrem durante a escavação ou os adensamentos que ocorrem durante a compactação [30].

➤ **Escavação com meios mecânicos (lâmina, balde ou *ripper*)**

Este trabalho refere-se à execução de escavações dos materiais que exigem apenas meios mecânicos para o desmonte, entre os quais a lâmina ou *ripper* instalados em rastos com potências de 355 cv ou 260 kW, ou baldes com capacidade mínima de 2 m³. [30]

- Equipamentos:

1 Buldózer Cat D6M XL

1 Retroescavadora Cat 438C

2 Camiões Cat 725

- Mão-de-obra:

4 Condutores / Manobreadores

2 Serventes

Os trabalhos serão executados por duas equipas de trabalho, tendo, cada equipa, um rendimento diário de 484,48 m³.

➤ **Escavação com recurso a explosivos**

Trabalhos de escavação de materiais que exigem o recurso a explosivos no seu desmonte [30].

Para a execução deste trabalho é necessário:

- Equipamentos:

1 Roc Tamrock Ranger 500

1 Escavadora Cat 330B L

2 Camiões Cat 725

- Mão-de-obra:

4 Condutores / Manobreadores

2 Serventes

1 Técnico de explosivos

Este trabalho é realizado com um rendimento diário de 374,10 m³.

➤ **Carga, transporte e colocação em aterro ou vazadouro**

Operações de colocação em aterro ou vazadouro dos materiais provenientes da escavação, qualquer que tenha sido o tipo de desmonte. Este trabalho é medido em m³. [30]

Para a execução deste trabalho são necessários os seguintes equipamentos e recursos:

- Equipamentos:

1 Retroescavadora Cat 438C

1 Motoniveladora Cat 12H

1 Cilindro Cat CS-563D

1 Cisterna de água 4000 l

1 Trator agrícola

- Mão-de-obra:

4 Condutores / Manobradores

2 Serventes

Com esta equipa executam-se, diariamente, 684 m³ de trabalho para materiais a depositar em aterro ou em vazadouro.

➤ **Regularização de taludes [30]**

Na regularização de taludes de escavação incluem-se as tarefas que conduzem a uma eficaz regularização dos taludes de escavação, incluindo banquetas e arredondamento das cristas.

Estas operações variam consoante os materiais existentes.

Na regularização de taludes de aterro, incluem-se as operações necessárias para garantir um bom acabamento e limpeza dos materiais soltos.

A área de taludes a regularizar resulta do comprimento dos taludes definidos nos perfis transversais.

Para a execução deste trabalho é necessário:

- Equipamentos:

1 Escavadora Cat 330B L

1 Camião Cat 725

- Mão-de-obra:

2 Condutores / Manobreadores

2 Serventes

Esta equipa obtém um rendimento de 750 m²/dia.

➤ **Regularização e modelação das áreas interiores das rotundas [30]**

A regularização e modelação das áreas interiores das rotundas pretende garantir que a área de terreno interior das rotundas tenha a geometria definida no projeto.

Este trabalho é medido ao m² e a área correspondente é determinada em planta a partir dos desenhos do projeto.

Para a execução deste trabalho é necessário:

- Equipamentos:

1 Escavadora Cat 330B L

1 Camião Cat 725

- Mão-de-obra:

2 Condutores / Manobreadores

2 Serventes

O rendimento diário deste trabalho é 750 m².

Na Tabela 8 apresentam-se os rendimentos e durações dos trabalhos referentes a escavação na linha e colocação em aterro ou vazadouro.

Tabela 8 – Rendimento diário por equipa de trabalho – Escavação na linha e colocação em aterro ou vazadouro

Escavação na linha e colocação em aterro ou vazadouro		
Trabalhos	Unidade	Rendimento diário por equipa
Escavação com meios mecânicos	m ³	484,48
Escavação com recurso a explosivos	m ³	374,10
Carga, transporte e colocação em aterro/vazadouro	m ³	684,00
Regularização de taludes	m ²	750,00
Regularização e modelação das áreas interiores das rotundas	m ²	750,00

4.3.2.3 Escavação em empréstimo [30]

Estes trabalhos incluem todas as escavações executadas fora da zona que será ocupada pela obra, necessárias à obtenção de materiais para aterro. Podem, por isso, conduzir a distâncias de transporte muito superiores às distâncias praticadas quando se trata de escavações na linha. Inclui o arranjo paisagístico da área explorada e todos os trabalhos preparatórios, incluindo desmatação e decapagem.

Para além da escavação em empréstimo, esta operação inclui a carga, transporte e compactação para colocação em aterro.

O volume de materiais a obter em empréstimo é resultado da diferença entre o volume de aterros a construir e a escavação a executar na linha.

A equipa de trabalho é constituída pelos seguintes recursos:

- Equipamentos:

- 1 Buldózer Cat D6M XL
- 1 Escavadora Cat 330B L
- 1 Retroescavadora Cat 438C
- 1 Motoniveladora Cat 12H
- 1 Cilindro Cat CS-563D
- 1 Cisterna de água 4000 l
- 1 Trator agrícola

- Mão-de-obra:

- 6 Condutores / Manobreadores
- 2 Serventes

Os rendimentos diários, por equipa, para os trabalhos de escavação em empréstimo encontram-se apresentados na Tabela 9.

Os trabalhos de escavação de solos e colocação em aterro serão executados por duas equipas de trabalho.

Tabela 9 – Rendimento diário por equipa de trabalho – Escavação em empréstimo

Escavação em empréstimo		
Trabalhos	Unidade	Rendimento diário por equipa
Escavação de solos e colocação em aterro	m ³	684,00
Escavação de rocha e colocação em aterro	m ³	600,00

4.3.2.4 Leito do Pavimento

O leito do pavimento é a última camada de terraplanagem e destina-se a garantir e uniformizar as condições de suporte do pavimento. A medição é feita ao m² e corresponde à área determinada a partir da largura definida em perfil transversal e da extensão prevista no projeto. [30]

Para a execução dos trabalhos referentes ao leito do pavimento são necessários os seguintes recursos:

- Equipamentos:

1 Escavadora Cat 330B L

1 Retroescavadora Cat 438C

1 Motoniveladora Cat 12H

1 Cilindro Cat CS-563D

1 Cisterna de Água 4000 l

1 Trator agrícola

- Mão-de-obra:

6 Condutores / Manobradore

2 Serventes

Os rendimentos das atividades referentes ao leito do pavimento estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Rendimento diário por equipa de trabalho – Leito do pavimento

Leito do pavimento		
Trabalhos	Unidade	Rendimento diário por equipa
Em aterros de solos seleccionados com 0,30 m de espessura	m ²	500,00
Em escavações em solos seleccionados com 0,30m de espessura	m ²	500,00
Saneamento e preenchimento com solos seleccionados	m ²	750,00
Em escavações em rocha, na espessura média de 0,15 m	m ²	509,00
Limpeza e/ou saneamento e regularização da plataforma com material pétreo, na espessura de 0,15 m	m ²	750,00

4.3.2.5 Pavimentação

Os trabalhos de pavimentação medem-se ao m², correspondendo a área a considerar a uma área teórica que resulta do produto da extensão em que cada camada é aplicada pela sua largura efetiva, sendo esta largura a largura mediana determinada nos desenhos de construção.

As espessuras das camadas correspondem à espessura após compactação e são, por isso, espessuras mínimas consideradas como valor mínimo absoluto.

- **Camada granular com características de sub-base em agregado britado de granulometria extensa (AGE) [30]**

As camadas granulares são constituídas por materiais naturais ou britados e reciclados, empregues em camadas de sub-base e de base.

O agregado britado de granulometria extensa, utilizado em camadas de sub-base em solos selecionados, resulta de britagem de materiais rochosos adequados e a sua granulometria deve obedecer ao previsto no Caderno de Encargos, satisfazendo características de homogeneidade, desgaste e limpeza.

Para a execução dos trabalhos é necessária uma equipa com os seguintes recursos:

- Equipamentos:

2 Camiões Cat 725

1 Motoniveladora Cat 12H

1 Retroescavadora Cat 438C

1 Cilindro Cat CS-563D

1 Cisterna de água 4000 l

1 Trator agrícola

- Mão-de-obra:

7 Condutores / Manobreadores

2 Serventes

Esta equipa obtém um rendimento diário de 504,90 m² para camadas com 0,12 m de espessura e 502,01 m² para camadas com 0,15 m de espessura.

➤ **Camadas de misturas betuminosas a quente**

Nestes trabalhos incluem-se as camadas constituídas por misturas betuminosas, fabricadas em central, resultantes da combinação de um agregado com um ligante betuminoso, previamente aquecidos a temperaturas superiores às do ambiente, permitindo assim o seu manuseamento, espalhamento e compactação. A composição da mistura deve obedecer às especificações do Caderno de Encargos. [30]

O cálculo dos rendimentos de atividades referentes às camadas de misturas betuminosas encontra-se apresentado em 4.3.3.4.

Abaixo descrevem-se os equipamentos e mão-de-obra necessários às várias atividades.

Rega de impregnação com emulsão betuminosa

- Equipamentos:

1 Autocisterna 8000 l

1 Vassoura mecânica

- Mão-de-obra:

2 Condutores / Manobreadores

2 Espalhadores de betuminoso

Macadame betuminoso com 0,08 m de espessura

- Equipamentos:

1 Espalhadora Cat BG-245C

1 Cilindro Cat CB-534C

1 Cilindro Cat PF-290B

4 Camiões Cat 725

- Mão-de-obra:

7 Condutores / Manobreadores

2 Espalhadores de betuminoso

Rega de colagem com emulsão betuminosa

- Equipamentos:

1 Autocisterna 8000 l

- Mão-de-obra:

1 Condutor / Manobreador

2 Espalhadores de betuminoso

Betão betuminoso com 0,04 m de espessura

- Equipamentos:

1 Espalhadora Cat BG-245C

1 Cilindro Cat CB-534C

1 Cilindro Cat PF-290B

4 Camiões Cat 725

- Mão-de-obra:

7 Condutores / Manobradores

2 Espalhadores de betuminoso

➤ **Cubos de granito**

Para a colocação de cubos de granito é necessária a seguinte equipa:

- Equipamentos:

1 Carrinha de apoio

1 Mini pá-carregadora Bobcat M773 TH

1 Placa vibratória

- Mão-de-obra:

1 Condutor / Manobrador

4 Serventes

6 Calceteiros

➤ **Pavimentação de passeios**

Para os trabalhos de pavimentação dos passeios será necessária a utilização de duas equipas de trabalho por cada atividade. Cada equipa é constituída por:

Lancil em betão incluindo fundação em betão pobre

- Equipamentos:

1 Camião Cat 725

1 Retroescavadora Cat 438 C

- Mão-de-obra:

2 Condutores / Manobreadores

6 Pedreiros

2 Serventes

Agregado britado de granulometria extensa, massame de betão e betonilha esquartelada

- Equipamentos:

1 Retroescavadora Cat 438C

1 Carrinha de apoio

1 Mini pá carregadora BobCat M 773 H

1 Betoneira

1 Placa vibratória

- Mão-de-obra:

3 Condutores / Manobreadores

5 Serventes

A Tabela 11 apresenta os rendimentos diários das atividades de pavimentação.

Tabela 11 – Rendimentos das atividades de Pavimentação

Pavimentação		
Trabalhos	Unidade.	Rendimento diário por equipa
Pavimentação geral		
Sub-base em AGE com 0,15 m de espessura	m ²	502,01
Rega de impregnação com emulsão betuminosa	m ²	23921,73
Base em macadame betuminoso com 0,08 m de espessura	m ²	13.175,76
Rega de colagem com emulsão betuminosa	m ²	102.000,00
Betão betuminoso com 0,04 m de espessura	m ²	13.832,80
Pavimentação Ligação 4 e estacionamentos		
Sub-base em AGE com 0,12 m de espessura	m ²	504,90
Cubos de granito com 0,11 m de lado (incluindo almofada de areia com 0,04 m de espessura)	m ²	117,20
Pavimentação passeios		
Lancil em betão pré-fabricado, incluindo fundação em betão pobre com 0,30 x 0,12	ml	253,70
AGE com 0,30 m de espessura	m ²	310,33
Massame de betão com 0,05 m de espessura	m ²	374,89
Betonilha esquadrelada com 0,02 m de espessura	m ²	201,90

4.3.2.6 Estruturas de Contenção

Inserem-se, no traçado da Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado, três muros de suporte:

Muro M1 – muro em consola – localizado na Ligação à EN202 entre o km 0+082,05 e o km 0+110;

Muro M2 – muro em gabiões – localizado na Ligação à EN202 entre o km 0+633,64 e o km 0+671,76;

Muro M3 – muro em gabiões – localizado na Ligação à EN202 entre o km 0+869 e o km 0+890.

Estas estruturas destinam-se a proteger o património construído situado nas imediações das faixas de rodagem.

Os rendimentos e equipas referentes a todos os trabalhos relacionados com a execução dos muros de suporte foram fornecidos por uma empresa do setor, com vários anos de experiência.

➤ Muro M1 – Muro em Consola

Apresentam-se de seguida os dados fornecidos pela empresa, referentes às equipas de trabalho necessárias à execução do muro de suporte M1.

- Escavação e demolição:

- Equipamentos:

1 Escavadora 20 ton

1 Camião de transporte

- Mão-de-obra:

2 Condutores / Manobreadores

1 Servente

- Aterro, drenagens e reconstrução do muro:

- Equipamentos:

1 Retroescavadora

1 Cilindro 3 ton

1 Cisterna de água

- Mão-de-obra:

3 Condutores / Manobreadores

2 Pedreiros

2 Serventes

- Betonagens:

- Equipamentos:

1 Manitou

1 Camião bomba

1 Camião de transporte de betão pronto

- Mão-de-obra:

3 Condutores / Manobreadores

2 Serventes

2 Ferrageiros + 1 ajudante

3 Carpinteiros de tosco / pedreiros

➤ Muro M2 e Muro M3

Para a execução dos muros em gabiões, a empresa consultada necessita das seguintes equipas:

- Escavação:

- Equipamentos:

1 Escavadora 20 ton

1 Camião de transporte

- Mão-de-obra:

2 Condutores / Manobreadores

1 Servente

- Betão de limpeza:

- Equipamentos:

1 Betoneira

- Mão-de-obra:

2 Pedreiros

1 Servente

- Gabiões e drenagens:

- Equipamentos:

1 Manitou

1 Retroescavadora

- Mão-de-obra:

2 Condutores / Manobreadores

3 Pedreiros

1 Servente

- Aterro:

- Equipamentos:

1 Retroescavadora

1 Cilindro

1 Cisterna de água

- Mão-de-obra:

3 Condutores / Manobreadores

1 Servente

As Tabela 12, Tabela 13 e Tabela 14 apresentam as quantidades de trabalho, rendimentos diários e durações das atividades dos muros de suporte M1, M2 e M3, respetivamente.

Tabela 12 – Quantidades de trabalho, rendimento diário e durações – Muro M1

MURO M1 (km 0+082,05 - km 0+110)				
Trabalhos	un.	Quantidade	Rendimento diário	Duração (dias)
Demolição de muro de pedra arrumada, canalização e desvio de água	vg	1,00	1,00	1
Escavação para abertura de fundações	m ³	200,150	66,72	3
Betão de limpeza (B20), aplicado em camadas de 0,10m de espessura	m ³	5,560	5,85	1
Aço A400 NR	kg	3.165,320	1.055,11	3
Cofragem	m ²	153,35	51,12	3
Betonagem (incluindo juntas de dilatação e colocação de bueiros)	m ³	45,370	15,12	3
Aterro técnico em camadas de 0,20m de espessura	m ³	61,000	30,50	2
Drenagem (drenos e "Enkadrain")	ml	42,00	21,00	2
Drenagem (meia cana)	ml	63,000	31,50	2
Reconstrução do muro e reposição de água	vg	1,000	0,25	4

Tabela 13 – Quantidades de trabalho, rendimento diário e durações – Muro M2

MURO M2 (km 0+633,34 - km 0+671,76)				
Trabalhos	un.	Quantidade	Rendimento diário	Duração (dias)
Escavação para abertura de fundações	m ³	169,440	42,36	4
Betão de limpeza (B20) aplicado em camadas de regularização de fundações com 0,10m de espessura	m ³	17,560	5,85	3
Gabiões	m ³	451,50	25,00	18
Drenagem (tubo PVC e manta geotêxtil)	ml	61,00	3,59	17
Aterro técnico em camadas de 0,20m de espessura	m ³	374,000	20,78	18
Caleiras de drenagem pré-fabricadas, em meias canas DN 200	ml	40,00	20,00	2

Tabela 14 – Quantidades de trabalho, rendimento diário e durações – Muro M3

MURO M3 (km 0+869 - km 0+890)				
Trabalhos	un.	Quantidade	Rendimento diário	Duração (dias)
Escavação para abertura de fundações	m ³	50,380	42,36	1
Betão de limpeza (B20) aplicado em camadas de regularização de fundações com 0,10m de espessura	m ³	5,190	5,85	1
Gabiões	m ³	124,250	25,00	5
Drenagem (tubo PVC e manta geotêxtil)	ml	29,00	7,25	4
Aterro técnico em camadas de 0,20m de espessura	m ³	68,850	13,77	5
Caleiras de drenagem pré-fabricadas, em meias canas DN 200	ml	19,000	20,00	1

4.3.3 Cálculo de rendimentos

A título de exemplo descreve-se, de seguida, o processo de determinação de rendimento de vários equipamentos utilizados na obra tida como caso de estudo.

4.3.3.1 Decapagem

➤ Buldózer Cat D6M XL

O buldózer considerado para esta obra é o Cat D6M XL, apresentado na Figura 16. Este buldózer possui uma lâmina semi-universal (SU) com 3,17 m de largura, 4,92 m de comprimento e 4,28 m³ de capacidade.



Figura 16 – Bulldozer Cat D6M XL [31]

De acordo com o Manual de Produção da *Caterpillar* [32], o rendimento de um buldózer pode ser estimado através da produção máxima, fornecida nas curvas de produção, utilizando fatores de correção de condições de trabalho.

As curvas de produção dos buldózers da Caterpillar fornecem a produção máxima teórica para lâminas retas, universais e semi-universais, e baseiam-se nos seguintes pressupostos:

- 100% de eficácia no trabalho (hora de 60 minutos);
- Máquinas de servo-transmissão, com tempos fixos de 0,05 minutos;
- A máquina corta numa extensão de 15 m, fazendo posteriormente a descarga (tempo de descarga – 0 segundos);
- Densidade do solo de 1370 kg/m³;
- Coeficiente de tração:
 - Máquinas de rastros: 0,5 ou mais
 - Máquinas de rodas: 0,4 ou mais

- Empregam-se máquinas de comandos hidráulicos;
- Escava - 1ª avante, carrega em 2ª avante e retorna em 2ª a ré.

A Figura 17 fornece a produção máxima estimada do buldózer com lâmina semi-universal. O buldózer em estudo é representado pela letra G no gráfico. Considerando uma distância média de operação de lâmina de 45,00 m, a produção máxima estimada deste buldózer é aproximadamente 200 m³/h.

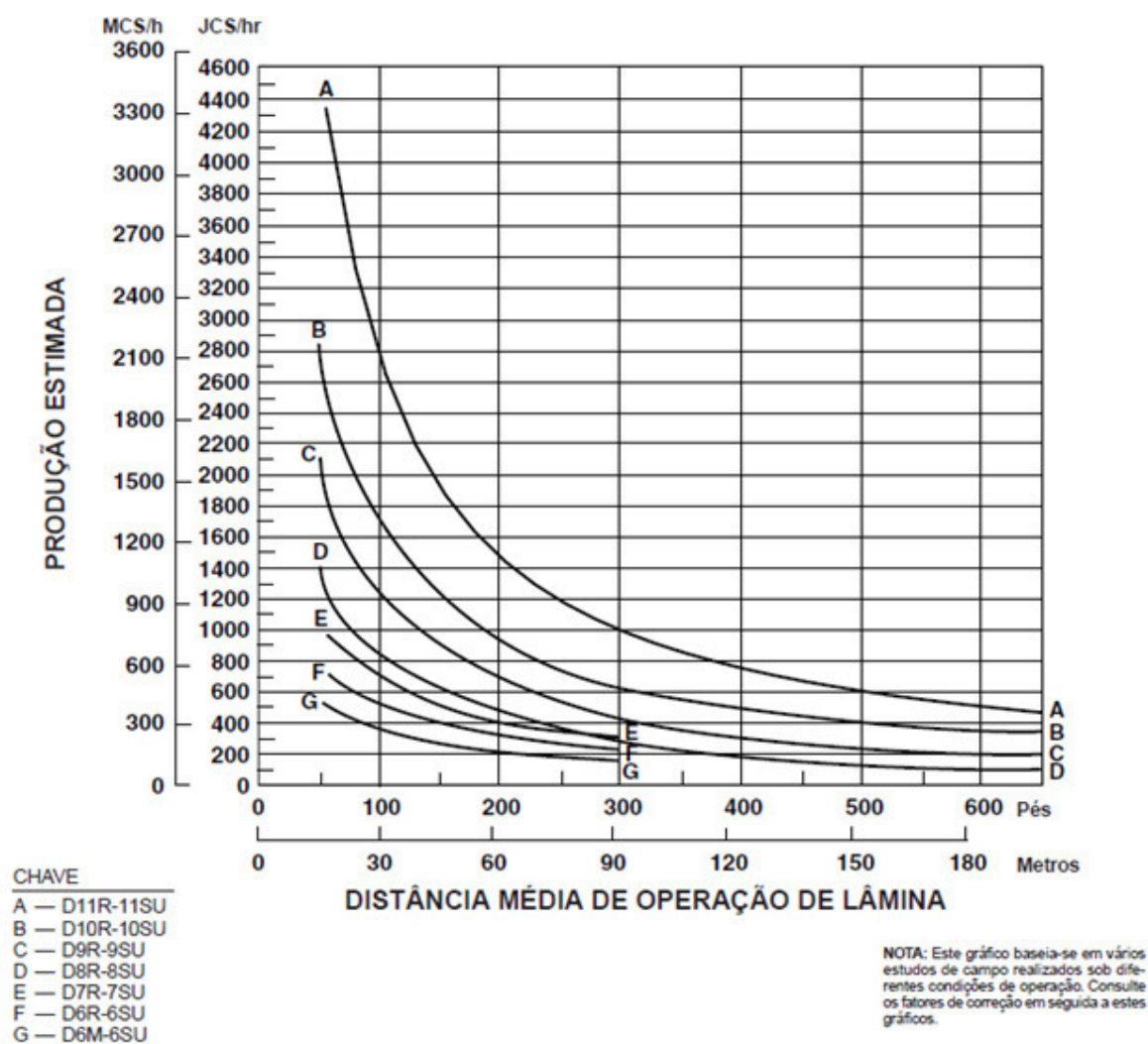


Figura 17 – Gráfico da produção estimada para lâminas semi-universais [32]

A produção estimada máxima deve ser afetada pelos fatores de correção fornecidos na Figura 18. Os fatores de correção a utilizar serão os fornecidos na coluna “Trator de esteiras” visto o buldózer considerado ser um bulldozer de rastos.

	TRATOR DE ESTEIRAS	TRATOR DE RODAS
OPERADOR —		
Excelente	1,00	1,00
Regular	0,75	0,60
Fraco	0,60	0,50
MATERIAL —		
Solto	1,20	1,20
De corte difícil; congelado —		
com cilindro de inclinação	0,80	0,75
sem cilindro de inclinação	0,70	—
com lâmina controlada por cabo	0,60	—
De movimentação difícil; material “morto”, (seco, não coesivo) ou material muito pegajoso.	0,80	0,80
Rocha, material escarificado ou fragmentado	0,60-0,80	—
CORTE EM TRINCHEIRA	1,20	1,20
OPERAÇÃO LADA A LADO	1,15-1,25	1,15-1,25
VISIBILIDADE —		
Poeira, chuva, neve, neblina ou escuridão	0,80	0,70
EFICIÊNCIA DO TRABALHO —		
50 min/hr	0,83	0,83
40 min/hr	0,67	0,67
BULDÓZER*		
Ajuste baseado na capacidade recomendada pela SAE e relativa à lâmina básica utilizada nos gráficos de produção estimada dos buldôzers.		
Rampas — consultar gráfico seguinte.		

*NOTA: As lâminas anguláveis e as lâminas amortecedoras não são consideradas buldôzers de produção. Dependendo das condições de trabalho, essas lâminas alcançarão em média 50-75% da produção da lâmina reta.

Figura 18 – Fatores de correção de condições de trabalho [32]

Considerando um manobrador de habilidade média, terra vegetal e aterros com peso estimado de 1800 kg/m^3 e uma eficiência de trabalho de 50 min/h , obtemos os seguintes fatores de correção:

- Operador regular: 0,75
- Solo compacto de corte difícil: 0,80
- Eficiência de trabalho: 0,83
- Correção do peso do solo: $1370/1800 = 0,76$

Após se obterem a produção máxima estimada e todos os fatores de correção, procede-se ao cálculo da produção do buldózer. Para determinar a produção estimada em metros cúbicos no corte, é necessário ter em conta o empolamento das terras, sendo necessário aplicar o fator de carga apresentado na Figura 19. Como se trata de terra comum, o empolamento é 25% [33], correspondendo a um fator de carga de 0,8.

Assim, a produção do buldózer é:

$$\textit{Produção (m}^3\text{/h)} = \textit{Produção máxima (m}^3\text{/h)} \times \textit{Fatores de correção} \times \textit{Fator de carga}$$

$$\textit{Produção} = 200 \times (0,75 \times 0,80 \times 0,83 \times 0,76) \times 0,8 = 60,56 \text{ m}^3\text{/h}$$

EMPOLAMENTO (%)	VAZIOS (%)	FATOR DE CARGA
5	4,8	0,952
10	9,1	0,909
15	13,0	0,870
20	16,7	0,833
25	20,0	0,800
30	23,1	0,769
35	25,9	0,741
40	28,6	0,714
45	31,0	0,690
50	33,3	0,667
55	35,5	0,645
60	37,5	0,625
65	39,4	0,606
70	41,2	0,588
75	42,9	0,571
80	44,4	0,556
85	45,9	0,541
90	47,4	0,526
95	48,7	0,513
100	50,0	0,500

Figura 19 – Razão entre empolamento, vazios e fator de carga [32]

➤ Retroscavadora Cat 438C



Figura 20 – Retroscavadora Cat 438C [34]

A retroescavadora considerada neste trabalho é uma retroescavadora Cat 438C, apresentada na Figura 20, apresentando um balde com uma capacidade rasa de 1,0 m³.

Segundo [33], a produção de um retroescavadora pode ser determinada recorrendo à expressão:

$$P = Vc \times Nc$$

em que:

P – Produção do equipamento por hora (m³/h);

Vc – Volume por ciclo (m³/ciclo);

Nc – Número de ciclos por hora (ciclos/h).

O tempo de ciclo da retroescavadora corresponde à soma do tempo de carga do balde, elevação e rotação simultânea, descarga e descida e rotação.

Considerando [33]:

- Carga do balde: 5 s;
- Elevação e rotação simultânea: 12 s;
- Descarga: 5 s;
- Descida e rotação: 8 s.

O tempo total de ciclo é, assim, de 30 segundos.

O número de ciclos depende das condições de trabalho e de gestão do equipamento. As condições de trabalho incluem fatores como a topografia do terreno, a quantidade de trabalho a realizar e as condições meteorológicas; as condições de gestão do equipamento incluem a experiência e motivação do manobrador, a adequação do equipamento ao

trabalho a realizar, a correta aplicação do plano de manutenção do equipamento e a eficiência e coordenação do plano de trabalho [33].

Condições de gestão \ Condições de trabalho	Excelentes	Boas	Regulares	Fracas
Excelentes	0.84	0.81	0.76	0.70
Boas	0.78	0.75	0.71	0.65
Regulares	0.72	0.69	0.65	0.60
Fracas	0.63	0.62	0.57	0.52

Figura 21 – Fatores de eficiência em movimentação de terras [33]

Considerando como boas as condições de trabalho e as condições de gestão, tendo em conta a Figura 21, obtemos um fator de eficiência de trabalho de 0,75.

O número de ciclos por hora é, então:

$$Nc = \frac{3600 \text{ s/h}}{30 \text{ s/ciclo}} \times 0,75 = 90 \text{ ciclos/h}$$

O volume por ciclo depende do tipo de máquina utilizada. No caso de retroescavadora considera-se a capacidade rasa, ou seja, o volume de terras que o balde suporta sem derramar. No cálculo do volume por ciclo é comum utilizar-se o fator de eficiência, ou fator de enchimento do balde, que varia com a natureza do terreno e permite uma melhor estimativa da capacidade do balde [33]. A Figura 22 fornece os fatores de enchimento de baldes consoante o tipo de terreno. Considerando terra comum, o fator de enchimento varia entre 0,80 e 1,10 pelo que foi considerado o valor médio de 0,95.

Tipo de terreno	Factor de enchimento
Terra comum	0.80 - 1.10
Areia e brita	0.90 - 1.00
Argila dura	0.65 - 0.95
Argila húmida	0.50 - 0.90
Rocha muito desagregada	0.70 - 0.90
Rocha pouco desagregada	0.40 - 0.70

Figura 22 – Fatores de enchimento de baldes [33]

Tendo esta retroescavadora uma capacidade rasa de $1,00 \text{ m}^3$, o volume total por ciclo é:

$$Vc = 1,00 \times 0,95 = 0,95 \text{ m}^3/\text{ciclo}$$

Assim, a produção da retroescavadora é:

$$P = Vc \times Nc$$

$$P = 0,95 \times 90 = 85,5 \text{ m}^3/h$$

➤ Camião Cat 725

O camião utilizado para transporte de terras e materiais é o camião Cat 725, apresentado na Figura 23.



Figura 23 – Camião basculante Cat 725 [35]

Os produtos da decapagem serão colocados maioritariamente em vazadouro, havendo algum material que será colocado depósito provisório para futura utilização. O local de vazadouro e o depósito provisório ficam situados num terreno a 2,0 km da “Rotunda 1”

Assim, pela Figura 24, para uma distância de 2000 m e uma resistência total de 6%, obtemos um tempo de viagem de 5,25 minutos carregado e 3,25 minutos vazio.

Considerando um tempo de descarga de 1 minuto, obtém-se um tempo total de 9 minutos e 30 segundos por viagem, por camião.

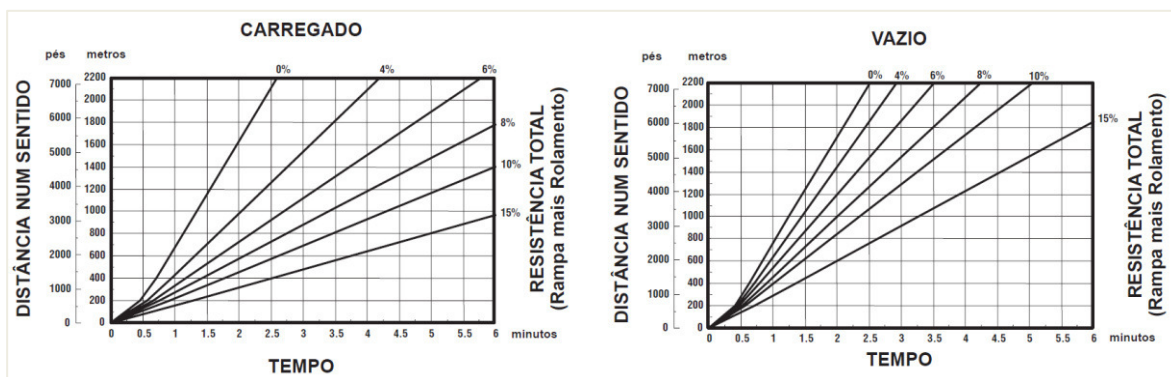


Figura 24 – Tempos de percurso do camião Cat 725 [32]

Tendo em conta que a retroescavadora tem um rendimento de $85,5 \text{ m}^3/\text{h}$, e a capacidade coroada deste camião é de $13,6 \text{ m}^3$, são necessários aproximadamente 9,5 minutos para encher o camião.

Assim, como o tempo de ida e volta de um camião é igual ao tempo de carregamento, e estão disponíveis em obra dois camiões para este trabalho, a retroescavadora pode trabalhar continuamente, não existindo períodos de espera.

O rendimento desta atividade é condicionado pelo buldózer, que possui um rendimento de $60,56 \text{ m}^3/\text{hora}$, ou $484,48 \text{ m}^3/\text{dia}$, sendo este o rendimento considerado para os trabalhos de decapagem.

4.3.3.2 Saneamento em fundação de aterros

- Escavadora Cat 330B L



Figura 25 – Escavadora Cat 330B L [36]

A produção da escavadora Cat 330B L, apresentada na Figura 25, pode, segundo [33], ser estimada através da seguinte expressão:

$$P = Vc \times Nc$$

em que:

P – Produção do equipamento por hora (m^3/h);

Vc – Volume por ciclo ($m^3/ciclo$);

Nc – Número de ciclos por hora (ciclos/h).

A escavadora Cat 330B L possui um balde com capacidade coroada de $2,1 m^3$ [32], sendo o fator de enchimento do balde é 0,95 (ver Figura 22).

Assim,

$$V_c = 2,1 \times 0,95 = 2,00 m^3$$

Considerando um tempo por ciclo de 30 s [33] e um fator de eficiência do trabalho de 0,75 (Figura 13), obtém-se:

$$N_c = \frac{3600 s/hora}{30 s/ciclo} \times 0,75 = 90 ciclos/h$$

A produção da escavadora é, então:

$$P = V_c \times N_c = 2,00 \times 90 = 180,00 m^3/h$$

➤ Retroescavadora Cat 438C e Camiões Cat 725

A produção do conjunto retroescavadora/camião, apresentada no ponto 4.3.3.1, é de 85,5 m³/h.

Visto estes equipamentos possuírem um rendimento inferior ao da escavadora, são condicionantes. O rendimento deste trabalho é, então, igual a 85,5 m³/h, o que corresponde a uma produção diária de 684 m³.

4.3.3.3 Preenchimento dos volumes saneados com materiais adequados

➤ Retroescavadora Cat 438C

A produção da retroescavadora Cat 438C é de 85,5 m³/h, estando o seu cálculo apresentado no ponto 4.3.3.1.

➤ Trator agrícola e cisterna de água de 4000 l

O trator agrícola e cisterna de água considerados neste trabalho estão apresentados na Figura 26. O seu rendimento, por não ser condicionante, não é considerado.



Figura 26 – Trator Agrícola e Cisterna de água de 4000 l [37]

➤ Motoniveladora Cat 12H



Figura 27 – Motoniveladora Cat 12H [38]

A motoniveladora a utilizar nesta estrada é a Cat 12H, apresentada na Figura 27. Um dos métodos utilizados para determinar a produção de uma motoniveladora é através da expressão apresentada em [32], em que a produção horária está relacionada com a área coberta pela lâmina.

$$A = S \times (L_E - L_o) \times 1000 \times E$$

Onde:

A – Área de operação horária (m²/h)

S – Velocidade de operação (km/h)

L_e – Comprimento efetivo da lâmina (m)

L_o – Largura de sobreposição (m)

E – Eficiência da tarefa

A velocidade de operação da máquina é de 13 km/h.

A motoniveladora possui uma lâmina de 4,877 m de comprimento, com um ângulo de 30^o, que corresponde, pela Figura 28, a um comprimento efetivo de 4,22 m.

A largura de sobreposição é, geralmente, de 0,60 m e a eficiência da tarefa é de 0,85 [32].

Comprimento da Lâmina, m (pés)	Comprimento Efetivo, m (pés) Ângulo da lâmina de 30 graus	Comprimento Efetivo, m (pés) Ângulo da lâmina de 45 graus
3,658 (12)	3,17 (10,4)	2,59 (8,5)
3,962 (13)	3,43 (11,3)	2,80 (9,2)
4,267 (14)	3,70 (12,1)	3,02 (9,9)
4,877 (16)	4,22 (13,9)	3,45 (11,3)
7,315 (24)	6,33 (20,8)	5,17 (17,0)

Para outros comprimentos de lâmina e ângulos de carregamento:
Comprimento efetivo = Comprimento da lâmina x SIN (ângulo)

Figura 28 – Comprimento efetivo da lâmina [32]

Assim,

$$A = S \times (L_E - L_0) \times 1000 \times E = 13 \times (4,22 - 0,60) \times 1000 \times 0,85 = 40001 \text{ m}^2/\text{h}$$

➤ Cilindro Cat CS-563D

O cilindro escolhido, apresentado na Figura 29, é um cilindro de rolo liso e a sua produção pode ser estimada recorrendo à Figura 30. Os valores apresentados aplicam-se a espessuras de camada de 15,2 cm, velocidade nominal de percurso da máquina de 6,4 km/h e a uma largura de rolo, para o cilindro seleccionado, de 213,4 cm. Com estas condições, a produção da máquina é de 299 m³/h.



Figura 29 – Cilindro Cat CS-563D [39]

Modelo	Largura do Rolo		Espessura da Camada		Passadas Requeridas	Estimativas de Produção			
	cm	pol	cm	pol			Valetas 3,7 m (12 pés)	Base de Estrada 9,15 m (30 pés)	Áreas Largas
CS-323C	127	50	10,2	4	6	m ³ /hr jds ³ /hr	80 104	111 145	122 159
CS-431C, CS-433C	167,6	66	10,2	4	4	m ³ /h jds ³ /hr	159 209	249 326	249 326
CS-531D, CS-533D CS-563D	213,4	84	15,2	6	6	m ³ /hr jds ³ /hr	239 313	299 391	324 424
CS-583D	213,4	84	15,2	6	4	m ³ /hr jds ³ /hr	— —	448 587	486 636
CP-323C	127	50	15,2	6	6	m ³ /hr jds ³ /hr	120 156	133 174	183 239
CP-433C	167,6	66	15,2	6	6	m ³ /hr jds ³ /hr	159 209	199 261	249 326
CP-533D, CP-563D	213,4	84	30,5	12	6	m ³ /hr jds ³ /hr	478 626	478 626	647 847

Figura 30 – Estimativas de produção de compactadores vibratórios [32]

O equipamento condicionante nesta tarefa é a retroscavadora. Assim, o rendimento desta tarefa será o rendimento da retroscavadora, ou seja, 85,5 m³/h ou 684 m³/dia.

4.3.3.4 Pavimentação com misturas betuminosas

➤ Rega de impregnação

Após a execução da camada granular em AGE, e antes de se iniciar a rega de impregnação, é necessário limpar a superfície da camada, sendo utilizada uma vassoura mecânica (Figura 31) para esse efeito [2].



Figura 31 – Vassoura mecânica [40]

A produção da vassoura mecânica pode ser obtida a partir da expressão adaptada da expressão de cálculo de produção de compactadores, fornecida no manual de pavimentação e compactação da *Dynapac* [41]:

$$A = \frac{c \times W \times v \times 1000}{n}$$

Onde:

A - Área de operação horária (m²/h)

c - Fator de eficiência

W - Largura de compactação (m)

v - Velocidade de operação (km/h)

n - número de passagens

Assim, utilizando uma vassoura com 2,3 m de largura, com um fator de eficiência de 0,85 e uma velocidade de operação de 4 km/h, considerando duas passagens, a sua produção é:

$$A = \frac{0,85 \times 2,3 \times 4 \times 1000}{2} = 3910 \text{ m}^2/\text{h}$$

A duração desta tarefa é, então:

$$\text{Duração} = \frac{\text{Quantidade}}{\text{Rendimento}} = \frac{19197,19 \text{ m}^2}{3910 \text{ m}^2/\text{h}} = 4,91 \text{ h}$$

A rega de impregnação será efetuada com recurso a uma autocisterna e dispositivo de rega para emulsões betuminosas, apresentada na Figura 32.



Figura 32 – Autocisterna com caldeira e dispositivo de rega para emulsões [42]

A produção é calculada pela expressão apresentada para a vassoura, considerando apenas uma passagem ($n=1$), fator de eficiência de 0,85, largura igual a 3,75 m e uma velocidade de 4 km/h. Assim:

$$A = c \times W \times v \times 1000 = 0,85 \times 3,75 \times 4 \times 1000 = 12750 \text{ m}^2/\text{h}$$

A duração desta tarefa é:

$$\text{Duração} = \frac{\text{Quantidade}}{\text{Rendimento}} = \frac{19197,19 \text{ m}^2}{12750 \text{ m}^2/\text{h}} = 1,51 \text{ h}$$

A duração total desta atividade é igual à soma da duração da tarefa de limpeza com a duração da tarefa de rega, pois a rega só começa depois da superfície se encontrar devidamente limpa. A duração é, então, igual a 6,42 horas.

O rendimento total da atividade é, portanto:

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{Quantidade}}{\text{Duração}} = \frac{19197,19 \text{ m}^2}{6,42 \text{ h}} = 2990,22 \text{ m}^2/\text{h} = 23921,73 \text{ m}^2/\text{dia}$$

Para que se possa garantir a estabilização da rega e a sua completa absorção pela camada granular subjacente, é necessário aguardar 24 horas antes da execução da camada sobrejacente em macadame betuminoso [2].

- Base em macadame betuminoso com 0,08 m de espessura

A espalhadora de betuminoso a utilizar é a Cat BG-245C, apresentada na Figura 33.

A velocidade máxima de pavimentação desta máquina é 65,5 m/min (215 pés/min) e a sua capacidade máxima teórica é 2177 ton/h [32].



Figura 33 – Espalhadora Cat BG-245C [43]

Produção em toneladas/hora com camada compactada de 3 pol

Velocidade pés por minuto	Largura de Pavimentação						
	6'0"	7'0"	8'0"	9'0"	10'0"	11'0"	12'0"
10	66	78	87	99	111	120	132
20	132	153	174	198	219	240	284
30	198	231	261	297	330	360	393
40	264	306	348	393	438	483	525
50	330	387	435	492	549	603	657

Figura 34 – Produção de espalhadoras em tonelada/hora para camada compactada de 3 pol [32]

Como a espessura da camada de betuminoso depois de compactada é de 8 cm (3,15 pol), foi considerada a tabela referente a uma camada de 3 pol. Segundo o manual de pavimentação e compactação da *Dynapac* [41], as velocidades de compactação na Europa variam entre 4 a 10 m/min. Assim, a velocidade de pavimentação considerada é de 30 pés/min (9,14 m/min) e a largura de pavimentação de 12'0" pol (3,048 m). Assim, para uma eficácia de 100%, a produção da espalhadora é 393 toneladas curtas/hora, o equivalente, no sistema métrico, a 356,52 ton/h.

Considerando um macadame betuminoso com peso específico de $2,3 \text{ ton/m}^3$ [41], uma eficácia de 85% e uma espessura de camada de 0,08 m, o equipamento tem a seguinte produção:

$$P = \frac{356,52 \text{ ton/h}}{2,3 \text{ ton/m}^3 \times 0,08 \text{ m}} \times 0,85 = 1646,97 \text{ m}^2/\text{h}$$

O cilindro de rolos a utilizar é o CB-534 C, apresentado na Figura 35.



Figura 35 – Cilindro de rolos Cat CB-534C [44]

A produção deste cilindro pode ser estimada através das taxas representativas de produção fornecidas na Figura 36. Este cilindro possui uma taxa representativa de produção de 276,8 ton/h.

Modelo	Unidades	LARGURA DE PAVIMENTAÇÃO						
		1,8 m 6 pés	2,4 m 8 pés	3,0 m 10 pés	3,7 m 12 pés	4,3 m 14 pés	4,9 m 16 pés	5,5 m 18 pés
CB-214D	toneladas/hr	138,4	184,5	179,4	176,1	173,9	198,7	193,7
	toneladas/hr	152,5	203,4	197,7	194,1	191,6	219,0	213,6
CB-224D et	toneladas/hr	193,7	184,5	230,6	215,3	205,5	234,8	223,5
	toneladas/hr	213,6	203,4	254,2	237,3	226,5	258,9	246,4
CB-334D et	toneladas/hr	193,7	184,5	230,6	215,3	251,1	234,8	264,2
	toneladas/hr	213,6	203,4	254,2	237,3	276,8	258,9	291,2
CB-434C	toneladas/hr	193,7	258,3	230,6	276,8	251,1	287,0	264,2
	toneladas/hr	213,6	284,7	254,2	305,1	276,8	316,4	291,2
CB-534C	toneladas/hr	193,7	258,3	322,9	276,8	322,9	287,0	322,9
	toneladas/hr	213,6	284,7	355,9	305,1	355,9	316,4	355,9
CB-634C	toneladas/hr	322,9	258,3	322,9	387,5	322,9	369,0	415,1
	toneladas/hr	355,9	284,7	355,9	427,1	355,9	406,8	457,6

Figura 36 – Taxas representativas de produção de cilindros de rolo para larguras comuns de construção [32]

A largura de pavimentação é 3,75 m. Para larguras compreendidas entre duas larguras apresentadas na tabela, o valor a utilizar é o valor superior. Como neste caso a largura de 3,7 m é muito próxima da largura real, será considerado este valor dado para esta largura e não o valor superior.

$$P = \frac{276,8 \text{ ton/h}}{2,3 \text{ ton/m}^3 \times 0,08 \text{ m}} \times 0,85 = 1278,70 \text{ m}^2/\text{h}$$

Os valores fornecidos na Figura 36 são estimados para uma espessura de camada compactada de 2 pol (5,08 cm). Como a espessura da camada após compactação é de 8 cm (3,15 pol) é necessário ajustar o valor da produtividade. Assim,

$$P = 1278,70 \text{ m}^2/\text{h} \times \frac{3,15 \text{ pol}}{2 \text{ pol}} = 2013,95 \text{ m}^2/\text{h}$$

O cilindro de pneus a utilizar é o Cat PF-290B, apresentado na Figura 37. A produção deste cilindro, em trabalhos com misturas betuminosas, é estimada pela Figura 38, que

apresenta valores para espessuras de camada de 2 pol e velocidade máxima de operação de 8 km/h.



Figura 37 – Cilindro de pneus Cat PF-290B [45]

<i>Mistura de Asfalto Quente</i>		LARGURA DE PAVIMENTAÇÃO						
		1,8 m 6 pés	2,4 m 8 pés	3,0 m 10 pés	3,7 m 12 pés	4,3 m 14 pés	4,9 m 16 pés	5,5 m 18 pés
Modelo	Unidades							
PS-150B et	toneladas/hr	195,2	260,2	325,3	270,2	315,3	275,5	310,0
PS-200B	toneladas/hr	215,1	286,8	358,6	297,9	347,5	303,7	341,7
PF-300B et	toneladas/hr	195,2	260,2	325,3	270,2	315,3	360,3	310,0
PS-300B	toneladas/hr	215,1	286,8	358,6	297,9	347,5	397,2	341,7
PF-290B et	toneladas/hr	351,3	260,2	325,3	390,3	455,4	360,3	405,3
PS-360B	toneladas/hr	387,2	286,8	358,6	430,3	502,0	397,2	446,8

Figura 38 – Produção de cilindros de pneus para misturas de asfalto quente [32]

A largura de pavimentação é 3,75 m, pelo que o valor tabelado a utilizar será o referente a 3,7 m.

Os valores apresentados na Figura 38 representam estimativas para uma espessura de camada compactada de 2 pol (5,08 cm). Como a espessura real da camada depois de compactada é de 8 cm (3,15 pol) será necessário multiplicar a produção do compactador por um fator de ajustamento igual a 3,15 pol/2 pol. Assim, considerando um fator de

eficácia de 85%, um macadame betuminoso com peso específico de 2,3 ton/m³ e o fator de ajustamento de 8/5,08, a produção do compactador é:

$$P = \frac{390,3 \text{ ton/h}}{2,3 \text{ ton/m}^3 \times 0,08 \text{ m}} \times 0,85 \times \frac{8 \text{ cm}}{5,08 \text{ cm}} = 2837,57 \text{ m}^2/\text{h}$$

Nesta atividade, a produção da espalhadora vai condicionar o rendimento total, pelo que se considera a produção da espalhadora igual ao rendimento da atividade.

Assim, o rendimento de aplicação de uma camada com 8 cm de espessura de macadame betuminoso é 1646,97 m²/h, o que equivale a 13175,76 m²/dia.

➤ Rega de colagem com emulsão betuminosa

Para esta atividade é utilizada uma autocisterna igual à utilizada na rega de impregnação, com igual produtividade.

Assim, o rendimento desta atividade é de 12750 m²/h, o que equivale a 102000 m² diários.

➤ Betão betuminoso na espessura de 0,04 m

A espalhadora de betuminoso, apresentada na Figura 33, apresenta, para camadas de 2 pol, as produções estimadas apresentadas na Figura 39.

Produção em toneladas/hora com camada compactada de 2 pol

Velocidade pés por minuto	Largura de Pavimentação						
	6'0"	7'0"	8'0"	9'0"	10'0"	11'0"	12'0"
10	44	52	58	66	74	80	88
20	88	176	116	132	146	160	176
30	132	154	174	198	220	240	262
40	176	204	232	262	292	322	350
50	220	258	290	328	366	402	438

Figura 39 – Produção de espalhadoras em toneladas/hora com camada compactada de 2 pol [32]

Como a espessura da camada de betuminoso depois de compactada é de 4 cm, foi considerada uma camada de 2 pol (5,08 cm), velocidade de pavimentação de 30 pés/min (9,14 m/min) e a largura de pavimentação de 12'0" pol (3,048 m). Assim, para uma eficácia de 100%, a produção da espalhadora é 262 toneladas curtas/h o que corresponde, no sistema métrico, a 237,68 ton/h.

Considerando um betão betuminoso com peso específico de 2,3 ton/m³, uma espessura de camada de 0,04 m, uma eficácia de 85% e um fator de ajuste de 4/5,08 a produção é:

$$P = \frac{237,68 \text{ ton/h}}{2,3 \text{ ton/m}^3 \times 0,04 \text{ m}} \times 0,85 \times \frac{4 \text{ cm}}{5,08 \text{ cm}} = 1729,10 \text{ m}^2/\text{h}$$

A produção do cilindro de rolos é apresentada na Figura 36 e é igual a 276,7 ton/h.

Considerando um betão betuminoso com peso específico de 2,3 ton/m³, uma espessura de camada de 0,04 m, uma eficácia de 85% e um fator de ajuste de 4/5,08 a produção é:

$$P = \frac{276,8 \text{ ton/h}}{2,3 \text{ ton/m}^3 \times 0,04 \text{ m}} \times 0,85 \times \frac{4 \text{ cm}}{5,08 \text{ cm}} = 2013,69 \text{ m}^2/\text{h}$$

O cilindro de pneus, apresentado na Figura 37 tem um rendimento, segundo a Figura 38, de 390,3 ton/h. Considerando um betão betuminoso com peso específico de 2,3 ton/m³,

uma espessura de camada de 0,04 m, uma eficácia de 85% e um fator de ajuste de 4/5,08 a produção deste equipamento é:

$$P = \frac{390,3 \text{ ton/h}}{22,3 \text{ ton/m}^3 \times 0,04 \text{ m}} \times 0,85 \times \frac{4 \text{ cm}}{5,08 \text{ cm}} = 2839,6 \text{ m}^2/\text{h}$$

Como a produção da espalhadora condiciona a duração da atividade, considera-se que a sua produção corresponde ao rendimento da atividade. Assim, o rendimento de aplicação do betão betuminoso na espessura de 0,04 m é 1729,10 m²/h, o que corresponde a um rendimento diário de 13832,8 m².

4.4 Planeamento da obra em *Microsoft Project* [46]

Ao iniciar o *Microsoft Project*, surge uma das possíveis visualizações da área de trabalho (Figura 40), sendo apresentado, por defeito, o Diagrama de *Gantt*.

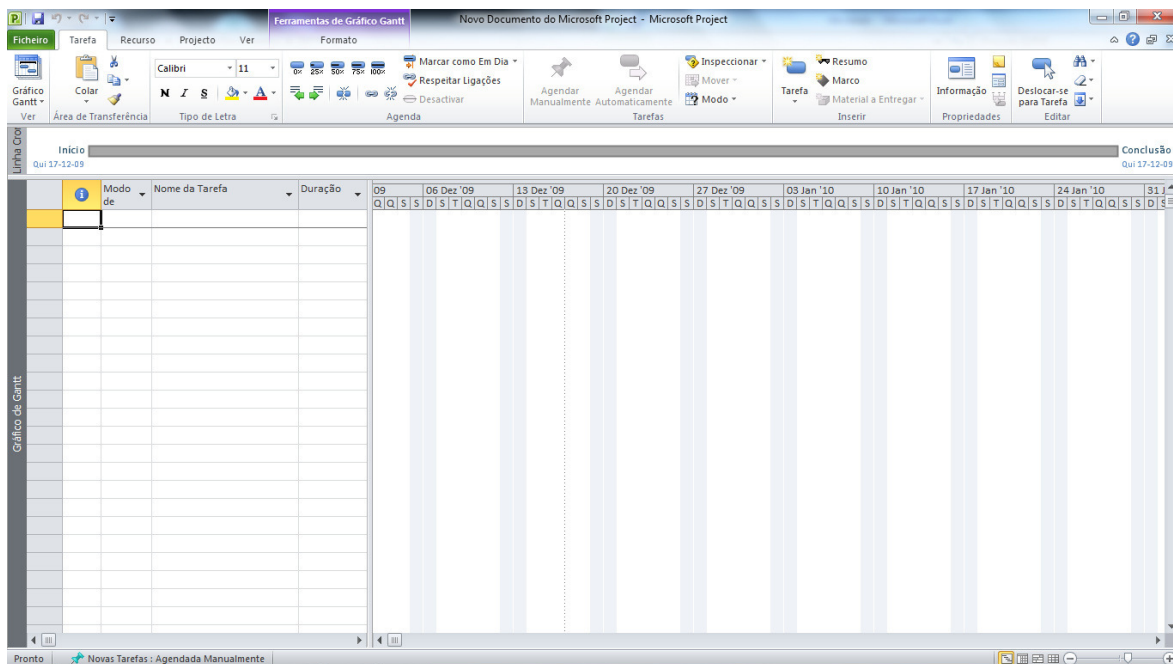


Figura 40 – *Microsoft Project* – Visualização inicial

De forma a definir o calendário do projeto, seleciona-se a opção “Informação do Projeto” no separador “Projecto” (Figura 41).

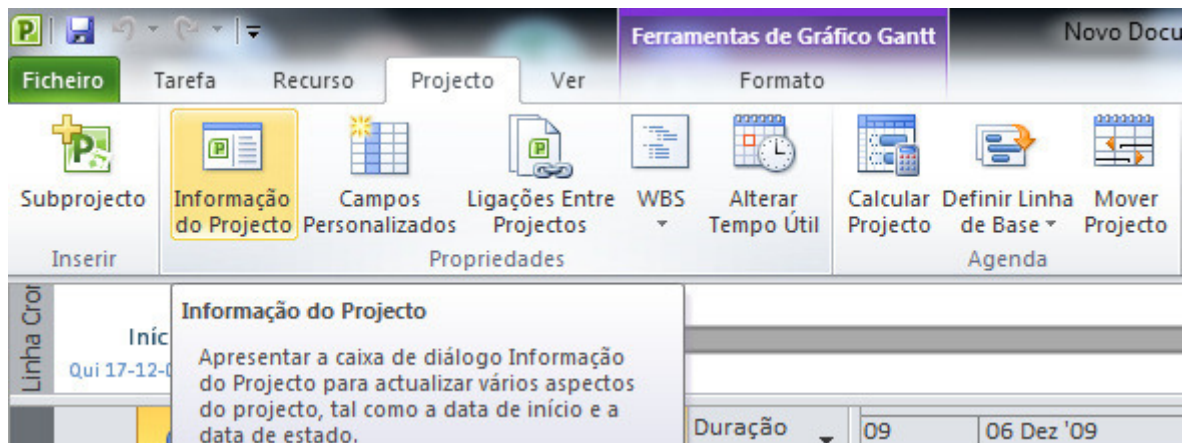


Figura 41 – Microsoft Project – Projeto – Informação do Projeto

Na janela “Informação de Projeto” é possível definir a data de início do projeto e o tipo de calendário, entre outros (Figura 42).

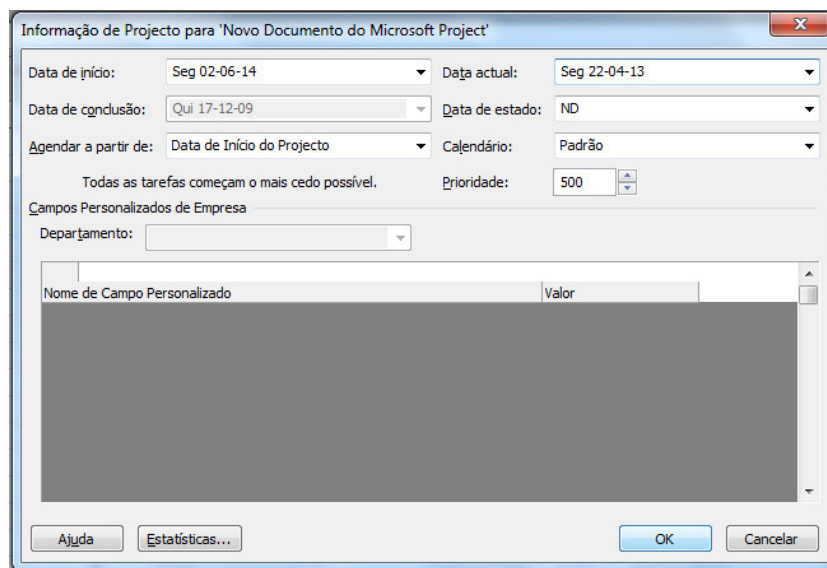


Figura 42 – Microsoft Project – Informação de Projeto

Ainda no separador “Projeto”, em “Alterar Tempo Útil” (Figura 43) serão introduzidos os dias feriados no calendário (Figura 44).

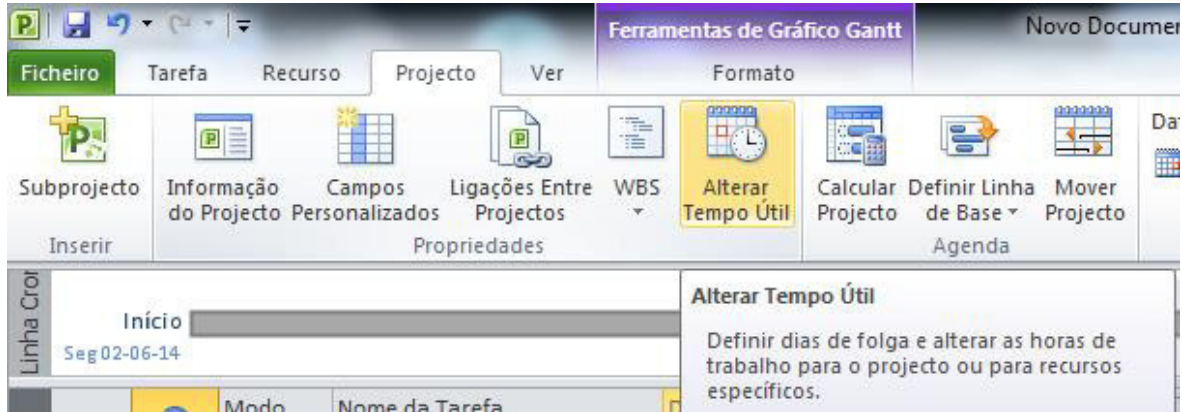


Figura 43 – Microsoft Project – Alterar tempo útil

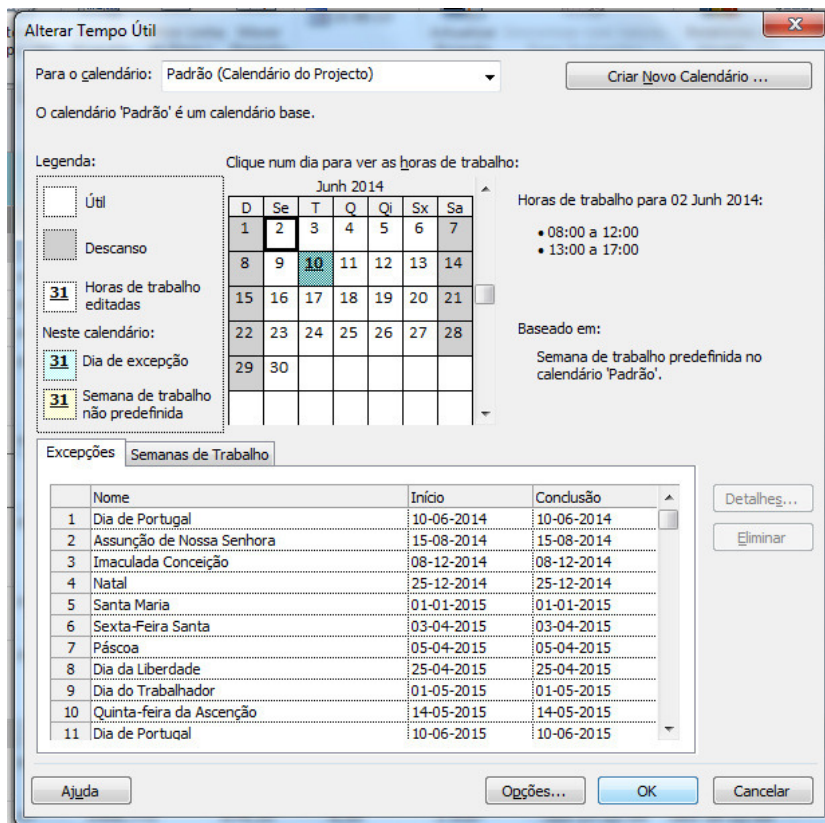


Figura 44 – Microsoft Project – Alteração de tempo útil: Definição de feriados

Após a definição do calendário, é necessário introduzir a lista de atividades do projeto (Figura 45).

Modo de	Nome da Tarefa	Duração	Início	Conclusão	Predecessor	Nomes de Recursos	Adicionar Nova Coluna
	ESTRADA DE LIGAÇÃO DA VILA (GALVÃO) AO MONTE PRADO	1 dia	Seg 02-06-14	Ter 03-06-14			
	TERRAPLANAGEM	1 dia	Seg 02-06-14	Ter 03-06-14			
	Trabalhos Preparatórios	1 dia	Seg 02-06-14	Ter 03-06-14			
	Desmatção						
	Demolição de construções						
	Demolição de muros						
	Desativação de poços e enchimento com enrocamento						
	Decapagem de terra vegetal						
	Preparação da fundação de aterros	1 dia	Seg 02-06-14	Ter 03-06-14			
	Limpeza, regularização e compactação da fundação de aterros						
	Saneamento em fundação de aterros						
	Preenchimento dos volumes saneados com materiais adequados						
	Escavação na linha	1 dia	Seg 02-06-14	Ter 03-06-14			
	Escavação com meios mecânicos						
	Escavação com recurso a explosivos						
	Carga, transporte e colocação em aterro dos materiais provenientes da escavação						
	Carga, transporte e colocação em vazadouro dos materiais provenientes da escavação						
	Regularização de taludes						
	Regularização e modelação das áreas interiores das rotundas						

Figura 45 – Microsoft Project – Listagem de atividades

Depois de introduzidas as atividades, são atribuídos os recursos necessários para a execução de cada atividade. A Figura 46 ilustra, como exemplo, a atribuição de recursos para a atividade “Desmatção”.

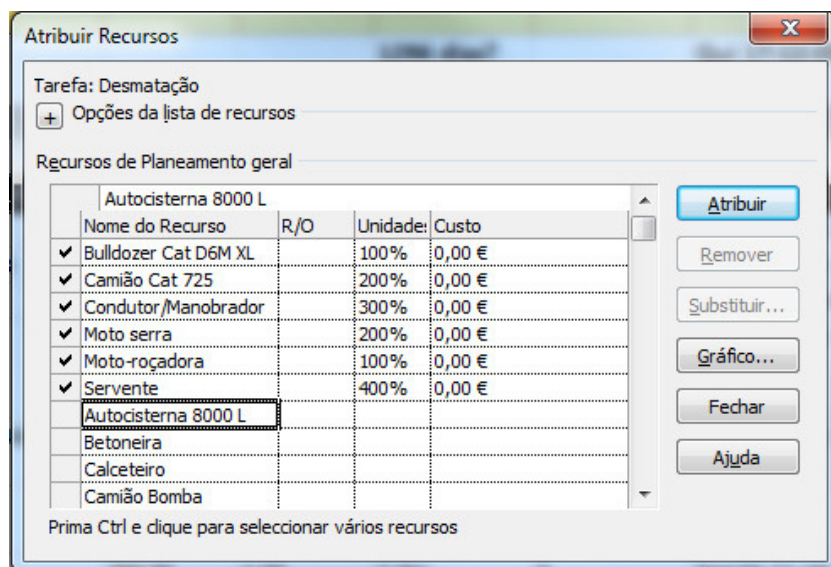


Figura 46 – Microsoft Project – Atribuir Recursos

Posteriormente são introduzidas as quantidades, unidades e rendimentos associados a cada atividade. Para a introdução destes dados é necessário criar 3 novas colunas.

Com o botão direito do rato ou clicando sobre a coluna “Adicionar nova coluna”, apresentada na Figura 45, é possível adicionar colunas (Figura 47).

Modo de	Nome da Tarefa	Un.	Quantidade	Rendimento diário	Duração	Início	Conclusão
1	- ESTRADA DE LIGAÇÃO DA VILA (GALVÃO) AO MONTE PRADO				1 dia	Seg 02-06-14	Ter 03-06-14
2	- TERRAPLANAGEM				1 dia	Seg 02-06-14	Ter 03-06-14
3	- Trabalhos Preparatórios				1 dia	Seg 02-06-14	Ter 03-06-14
4	Desmatção						
5	Demolição de construes						
6	Demolição de muros						
7	Desativação de poos e enchimento com enrocamento						
8	Decapagem de terra vegetal						
9	- Preparação da fundação de aterros				1 dia	Seg 02-06-14	Ter 03-06-14
10	Limpeza, regularização e compactação da fundação de aterros						
11	Saneamento em fundação de aterros						
12	Preenchimento dos volumes saneados com materiais adequados						
13	- Escavação na linha				1 dia	Seg 02-06-14	Ter 03-06-14
14	Escavação com meios mecnicos						
15	Escavação com recurso a explosivos						
16	Carga, transporte e colocação em aterro dos materiais provenientes da escavação						

Figura 47 – Microsoft Project – Adicionar colunas (unidade, quantidade e rendimento diário)

Depois de preenchidas as novas colunas, é possível calcular a duração. Insere-se uma nova coluna para a duração com o nome “Duração calculada” Selecciona-se o separador “Projeto” e a opção “Campos Personalizados”. Selecciona-se o campo “Duração calculada” e depois “Fórmula” e é possível introduzir a fórmula de cálculo da duração (Figura 48).

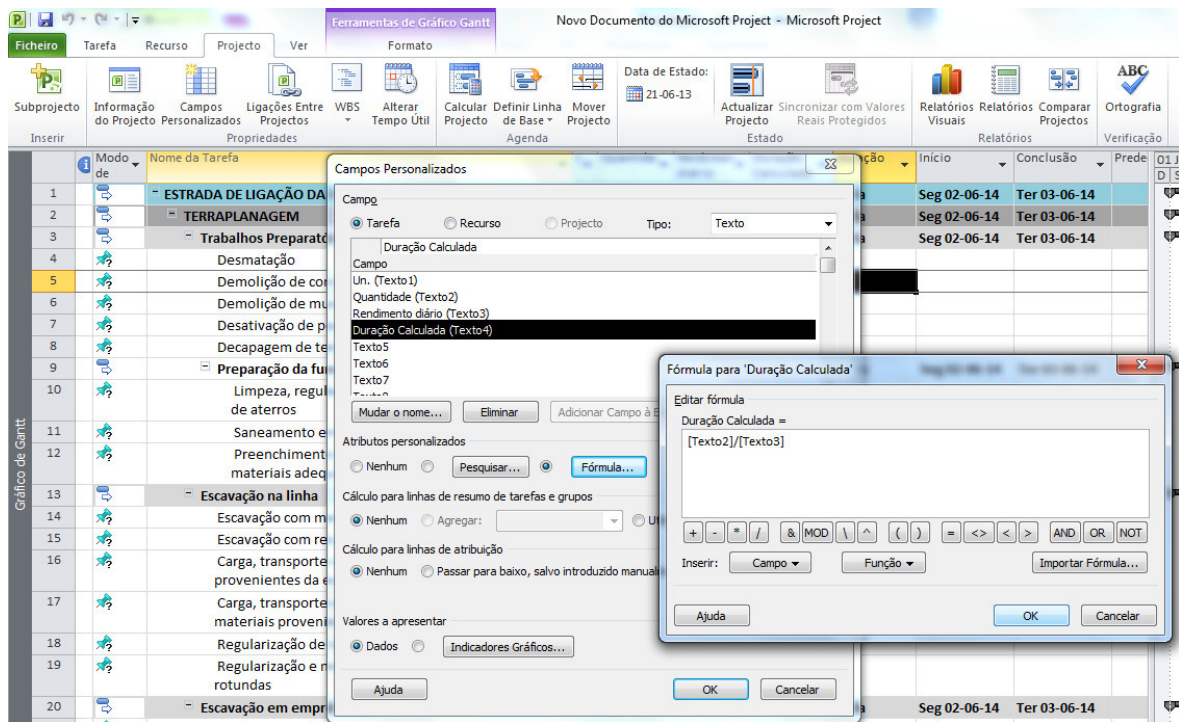


Figura 48 – Microsoft Project – Introdução de Fórmula para Duração Calculada

De seguida são definidas as precedências entre atividades, como ilustra a Figura 49.

Nome da Tarefa	Quantid	Rendime diário por	Duraç Calcu	Duraçã	Início	Conclusão	Predecessora
0 - Estrada de Ligação da Vila ao Monte Prado				301 dias	Seg 02-06-14	Seg 10-08-15	
1 - TERRAPLANAGEM				239 dias	Seg 02-06-14	Ter 12-05-15	
2 - Trabalhos Preparatórios				87 dias	Seg 02-06-14	Sex 03-10-14	
3 Desmatção	m ² 39019,10	1647,73	23,68	24 dias	Seg 02-06-14	Seg 07-07-14	
4 Demolição de construções	m ³ 1010,33	58,23	17,35	17 dias	Sex 27-06-14	Ter 22-07-14	3 +18 dias
5 Demolição de muros	m ³ 550	38,74	14,2	14 dias	Sex 27-06-14	Qui 17-07-14	3 +18 dias
6 Desativação de poços e enchimento com enrocamento	m ³ 100	37,27	2,68	3 dias	Qui 17-07-14	Ter 22-07-14	5
7 Decapagem de terra vegetal	m ³ 24590,486	484,48	50,76	51 dias	Qui 17-07-14	Seg 29-09-14	5
8 Preparação da fundação de aterros				4 dias	Seg 29-09-14	Sex 03-10-14	
9 Limpeza, regularização e compactação da fundação de aterros	m ² 780,00	500,00	1,56	2 dias	Seg 29-09-14	Qua 01-10-14	7
10 Saneamento em fundação de aterros	m ³ 1008,000	684,00	1,47	1 dia	Qua 01-10-14	Qui 02-10-14	9
11 Preenchimento dos volumes saneados com materiais adequados	m ³ 1008,000	684,00	1,47	1 dia	Qui 02-10-14	Sex 03-10-14	10
12 - Escavação na linha				91 dias	Seg 29-09-14	Sex 06-02-15	
13 Escavação com meios mecânicos	m ³ 48657,777	484,48	100,43	50 dias	Sex 10-10-14	Seg 22-12-14	14
14 Escavação com recurso a explosivos	m ³ 3366,775	374,10	9	9 dias	Seg 29-09-14	Sex 10-10-14	7
15 Carga, transporte e colocação em aterro/vazadoiro dos materiais provenientes da escavação	m ³ 38902,493	684,00	56,87	57 dias	Sex 10-10-14	Sex 02-01-15	13
16 Regularização de taludes	m ² 20881,65	750,00	27,84	28 dias	Seg 22-12-14	Seg 02-02-15	13
17 Regularização e modelação das áreas interiores das rotundas	m ² 1971,19	750,00	2,63	4 dias	Seg 02-02-15	Sex 06-02-15	16

Figura 49 – Microsoft Project – Introdução de precedências

Depois de introduzidos todos os dados, obtém-se a duração total do projeto. Este tem início no dia 2 de junho de 2014 e termina no dia 10 de agosto de 2015, tendo uma duração de 301 dias úteis, como se pode observar na Figura 50.

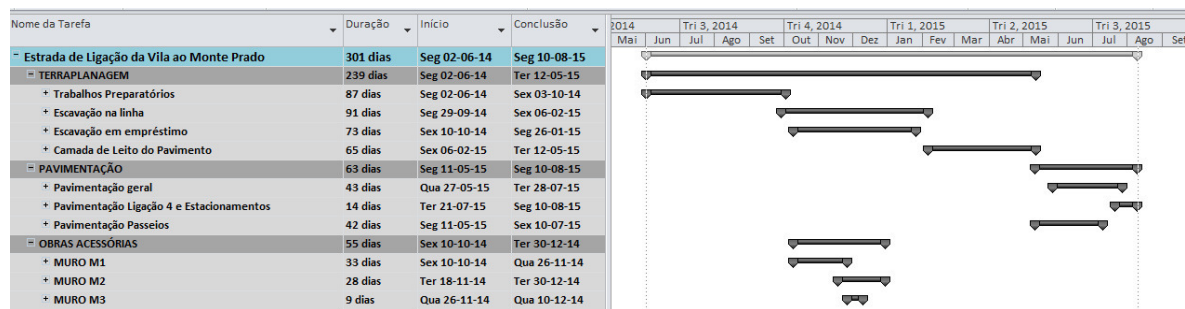


Figura 50 – Microsoft Project – Vista geral após introdução de todos os dados

Para imprimir a Folha de Tarefas, é necessário selecionar, no separador “Ver”, a opção “Outras Vistas” e depois “Folha de Tarefas” (Figura 51).

De seguida, selecionando o separador “Ficheiro”, seleciona-se a opção imprimir (Figura 52).

Deve ser definida a impressora e proceder-se à configuração da página, na qual se definem as margens, cabeçalhos e rodapés da folha, entre outros (Figura 53).

Quanto ao Diagrama de Gantt, no separador “Ver” deve ser selecionada a opção “Gráfico Gantt”. De seguida, selecionando a opção “imprimir”, no separador “Ficheiro”, deve ser adotados os passos de configuração seguidos para a impressão da “Folha de Tarefas”.

Nome da Tarefa	Quantid	Rendime diário por	Duraç Calculu	Duraçã	Início	Conclusão	Predecessora
29	m² 19197,19	502,01	38,24	38 dias	Qua 27-05-15	Ter 21-07-15	38
30	m² 19197,19	24261,84	0,79	6 h	Ter 21-07-15	Ter 21-07-15	29
31	m² 19197,19	13175,76	1,46	2 dias	Qua 22-07-15	Sex 24-07-15	30CI+1 dia
32	m² 19913,12	102000,00	0,2	2 h	Sex 24-07-15	Seg 27-07-15	31
33	m² 19913,12	13832,80	1,44	1 dia	Seg 27-07-15	Ter 28-07-15	32
34	Pavimentação Ligação 4 e Estacionamentos			14 dias	Ter 21-07-15	Seg 10-08-15	
35	m² 1276,52	504,90	2,53	3 dias	Ter 21-07-15	Sex 24-07-15	29
36	m² 1276,52	117,20	10,89	11 dias	Sex 24-07-15	Seg 10-08-15	35
37	Pavimentação Passeios			42 dias	Seg 11-05-15	Sex 10-07-15	
38	ml 5077,17	253,70	20,01	10 dias	Ter 12-05-15	Qua 27-05-15	23
39	m² 7497,15	310,33	24,16	12 dias	Seg 11-05-15	Qui 28-05-15	38CC+1 dia
40	m² 7497,72	374,89	20	10 dias	Qui 28-05-15	Sex 12-06-15	39
41	m² 8041,87	201,90	39,83	20 dias	Sex 12-06-15	Sex 10-07-15	40
42	OBRAS ACESSÓRIAS			55 dias	Sex 10-10-14	Ter 30-12-14	
43	MURO M1			33 dias	Sex 10-10-14	Qua 26-11-14	
44	vg 1	1,00	1	1 dia	Sex 10-10-14	Seg 13-10-14	14
45	m³ 200,150	66,72	3	3 dias	Seg 13-10-14	Qui 16-10-14	44
46	m³ 5,560	5,56	1	1 dia	Qui 16-10-14	Sex 17-10-14	45
47	kg 3165,32	1055,11	3	3 dias	Qui 16-10-14	Ter 21-10-14	46II
48	m² 153,35	51,12	3	3 dias	Sex 17-10-14	Qua 22-10-14	46;47CC+1 dia

Figura 51 – Microsoft Project – Folha de Tarefas

Nome da Tarefa	Quantid	Rendime diário por	Duraç Calculu	Duraçã	Início	Conclusão	Predecessora
29	m² 19197,19	502,01	38,24	38 dias	Qua 27-05-15	Ter 21-07-15	38
30	m² 19197,19	24261,84	0,79	6 h	Ter 21-07-15	Ter 21-07-15	29
31	m² 19197,19	13175,76	1,46	2 dias	Qua 22-07-15	Sex 24-07-15	30CI+1 dia
32	m² 19913,12	102000,00	0,2	2 h	Sex 24-07-15	Seg 27-07-15	31
33	m² 19913,12	13832,80	1,44	1 dia	Seg 27-07-15	Ter 28-07-15	32
34	Pavimentação Ligação 4 e Estacionamentos			14 dias	Ter 21-07-15	Seg 10-08-15	
35	m² 1276,52	504,90	2,53	3 dias	Ter 21-07-15	Sex 24-07-15	29
36	m² 1276,52	117,20	10,89	11 dias	Sex 24-07-15	Seg 10-08-15	35
37	Pavimentação Passeios			42 dias	Seg 11-05-15	Sex 10-07-15	
38	ml 5077,17	253,70	20,01	10 dias	Ter 12-05-15	Qua 27-05-15	23
39	m² 7497,15	310,33	24,16	12 dias	Seg 11-05-15	Qui 28-05-15	38CC+1 dia
40	m² 7497,72	374,89	20	10 dias	Qui 28-05-15	Sex 12-06-15	39
41	m² 8041,87	201,90	39,83	20 dias	Sex 12-06-15	Sex 10-07-15	40
42	OBRAS ACESSÓRIAS			55 dias	Sex 10-10-14	Ter 30-12-14	
43	MURO M1			33 dias	Sex 10-10-14	Qua 26-11-14	
44	vg 1	1,00	1	1 dia	Sex 10-10-14	Seg 13-10-14	14
45	m³ 200,150	66,72	3	3 dias	Seg 13-10-14	Qui 16-10-14	44
46	m³ 5,560	5,56	1	1 dia	Qui 16-10-14	Sex 17-10-14	45
47	kg 3165,32	1055,11	3	3 dias	Qui 16-10-14	Ter 21-10-14	46II
48	m² 153,35	51,12	3	3 dias	Sex 17-10-14	Qua 22-10-14	46;47CC+1 dia

Figura 52 – Microsoft Project – Imprimir – Folha de Tarefas

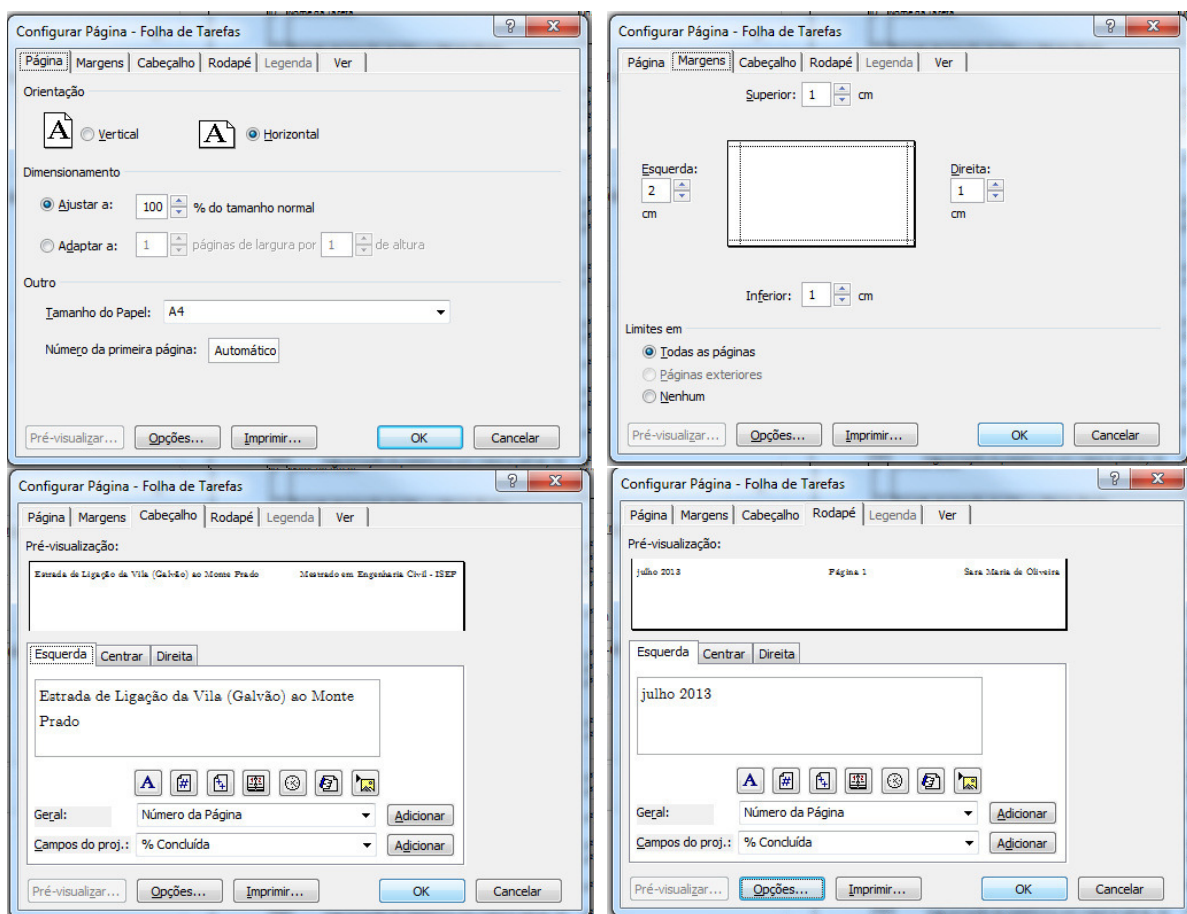


Figura 53 – Microsoft Project – Imprimir "Folha de Tarefas" – Configurar página

Nos Anexo B e C apresentam-se, respetivamente, a Folha de Tarefas e o Diagrama de Gantt, elaborados em Microsoft Project.

4.5 Planeamento da obra em *CCS Candy* [25]

Ao iniciar o programa, surge a caixa de diálogo “Gestor de Caminho de Dados” (Figura 54) que permite seleccionar a localização onde serão guardados os Trabalhos.

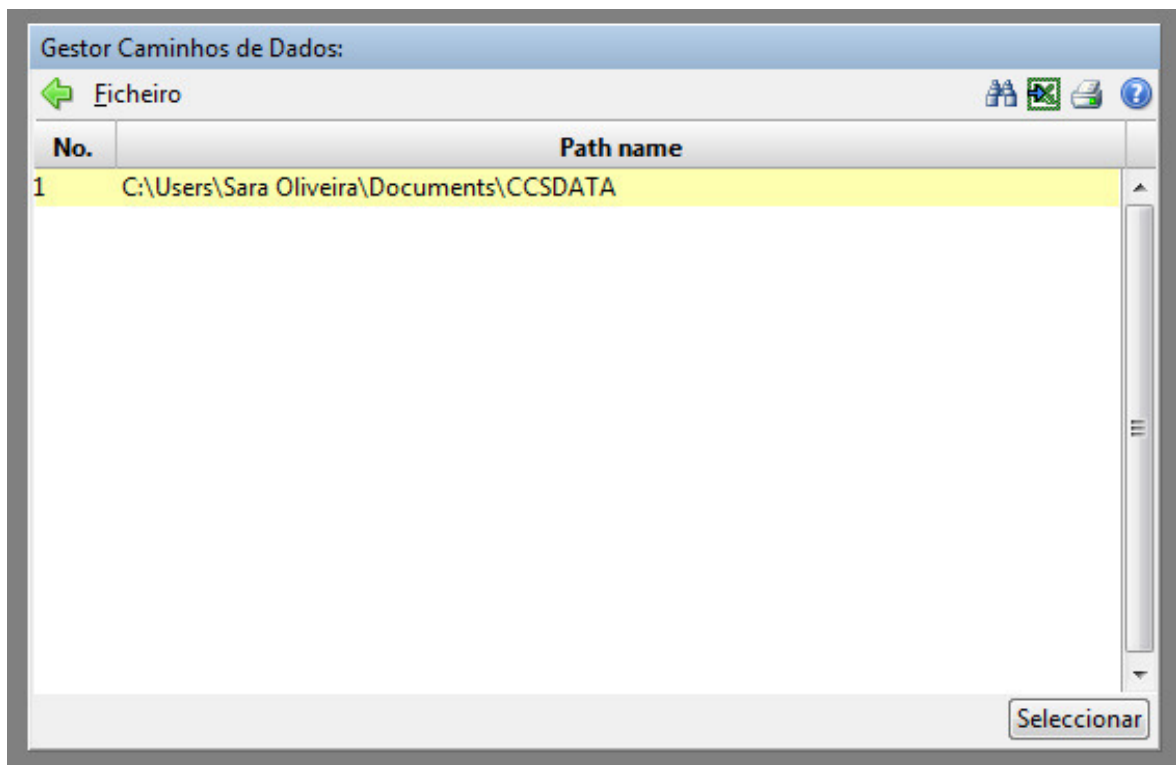


Figura 54 – *CCS Candy* – Gestor de Caminho de Dados

Seleccionando a localização predefinida, surge a caixa de diálogo “Gestor de Companhias” (Figura 55), onde é possível seleccionar a Companhia (empresa), sendo possível criar até 24 Companhias.

Para criar uma Companhia, basta clicar no menu “Companhia” e “Adicionar uma nova Companhia”, e de seguida definir o nome e o código da Companhia, podendo também ser

associada uma *password* a essa Companhia. (Figura 56). Neste caso a Companhia terá o nome ISEP.

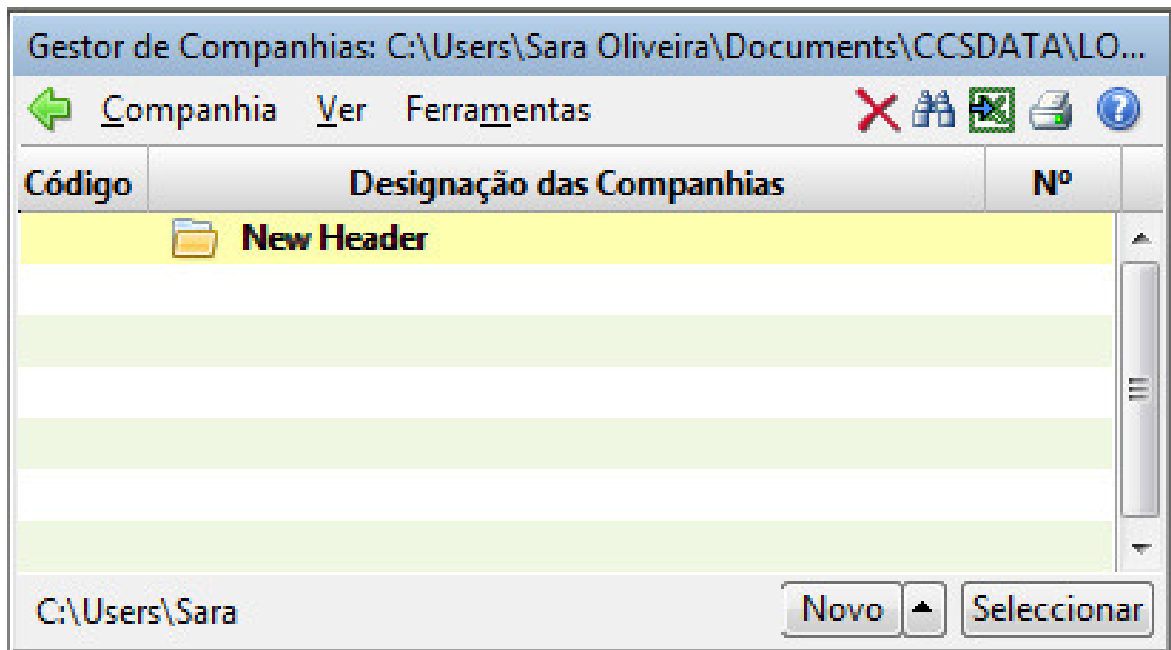


Figura 55 – *CCS Candy* – Gestor de Companhias

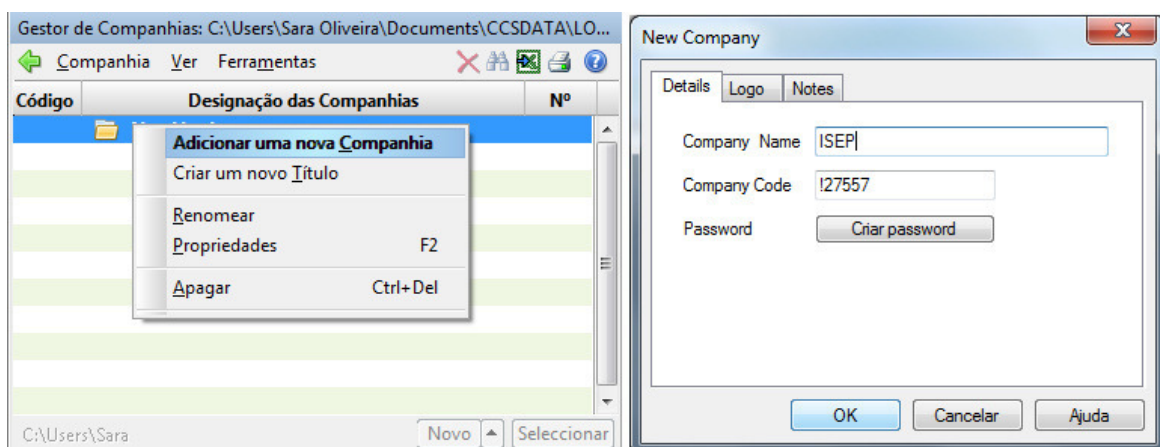


Figura 56 – *CCS Candy* – Criação de uma nova Companhia

Fazendo duplo clique na Companhia ISEP, surge a caixa de diálogo do Gestor de Trabalhos (Figura 57), onde se encontram os trabalhos pertencentes a esta companhia. A criação de um Trabalho é semelhante à criação de uma Companhia.

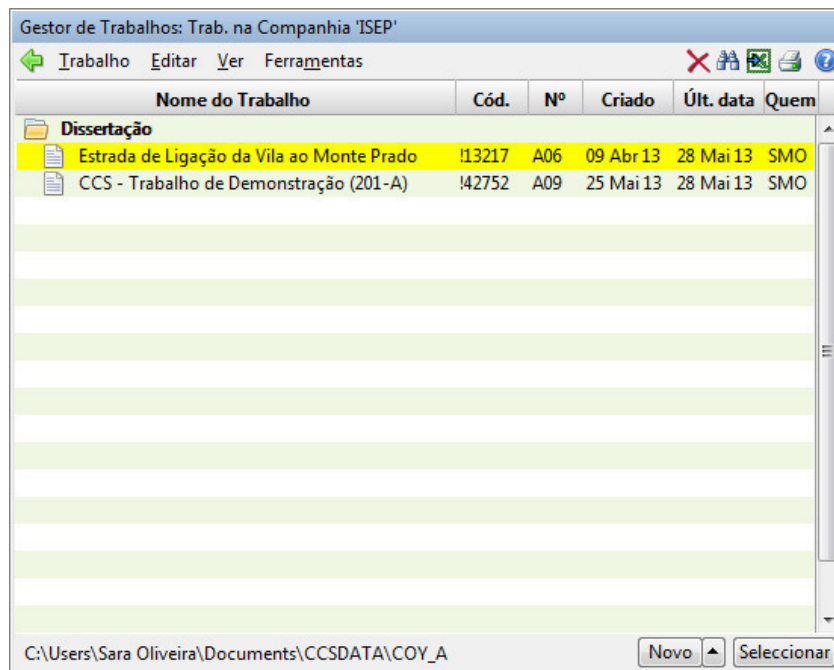


Figura 57 – *CCS Candy* – Gestor de Trabalhos na Companhia ISEP

Na Companhia ISEP, foi criado o Título “Dissertação”, com o Trabalho “Estrada de Ligação da Vila ao Monte Prado” e o Trabalho “CCS – Demonstração” fornecido pela empresa *Timelink*.

Selecionando o Trabalho “Estrada de Ligação da Vila ao Monte Prado”, ficarão apenas visíveis as barras de menu do *CCS Candy*.

Na Figura 58 é apresentada a barra de menus do *CCS Candy*.



Figura 58 – *CCS Candy* – Visualização da barra de menus

A barra de título, apresentada na Figura 59, indica o nome da Companhia (ISEP) e o nome do Trabalho (Estrada de Ligação da Vila ao Monte Prado) e permite minimizar, maximizar e fechar o programa.



Figura 59 – *CCS Candy* – Barra de título

A barra *Candy*, na Figura 60, possui o botão *Candy* que permite aceder aos menus “Gestor de Trabalhos”, “Gestor de Companhias”, “Gestor de Caminho de Dados” e separadores para os menus “Orçamentação”, “Planeamento”, “Ligações & Previsões”, “*Cashflow*”, “Produção”, Registo de Custos” e “Gestão de Desenhos”, onde se encontra o botão da Versão.

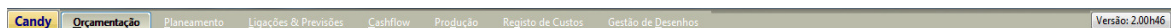


Figura 60 – *CCS Candy* – Barra *Candy*

A barra de ferramentas geral, apresentada na Figura 61, dispõe de botões para acesso direto às configurações do sistema, documentos externos, listas telefónicas, diário, jogos, calculadora, entre outros.



Figura 61 – *CCS Candy* – Barra de ferramentas geral

Antes de se iniciar o planeamento propriamente dito é necessário definir a data de início do trabalho, bem como a definição de feriados no calendário.

No separador “Planeamento”, escolhendo o menu “Principal”, e clicando em “Definições e Configurações” (Figura 62) é possível alterar a data de início do trabalho. Esta foi fixada para o dia 2 de junho de 2014, como se pode observar na Figura 63.

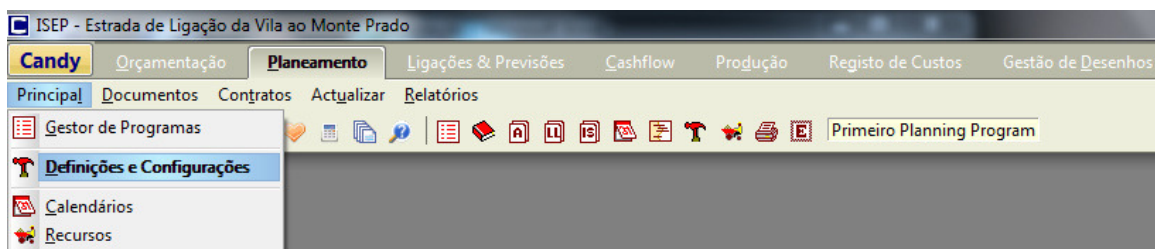


Figura 62 – CCS Candy – Seleção do menu "Definições e Configurações"

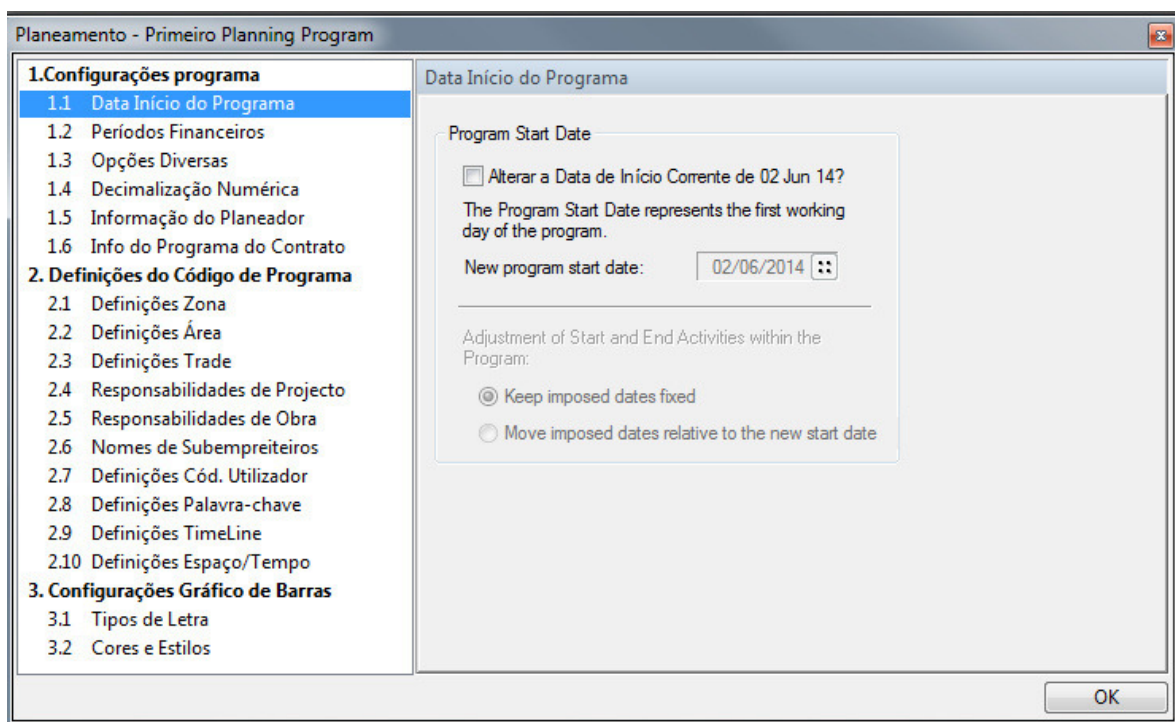


Figura 63 – CCS Candy – Data Início do Programa

Selecionando a opção “Calendário”, apresentado na Figura 62, surge a janela apresentada na Figura 64. Nesta janela podem ser introduzidos dias de trabalho, fins de semana, dias sem trabalho e férias, assim como definir semanas de 5 ou 6 dias de trabalho.

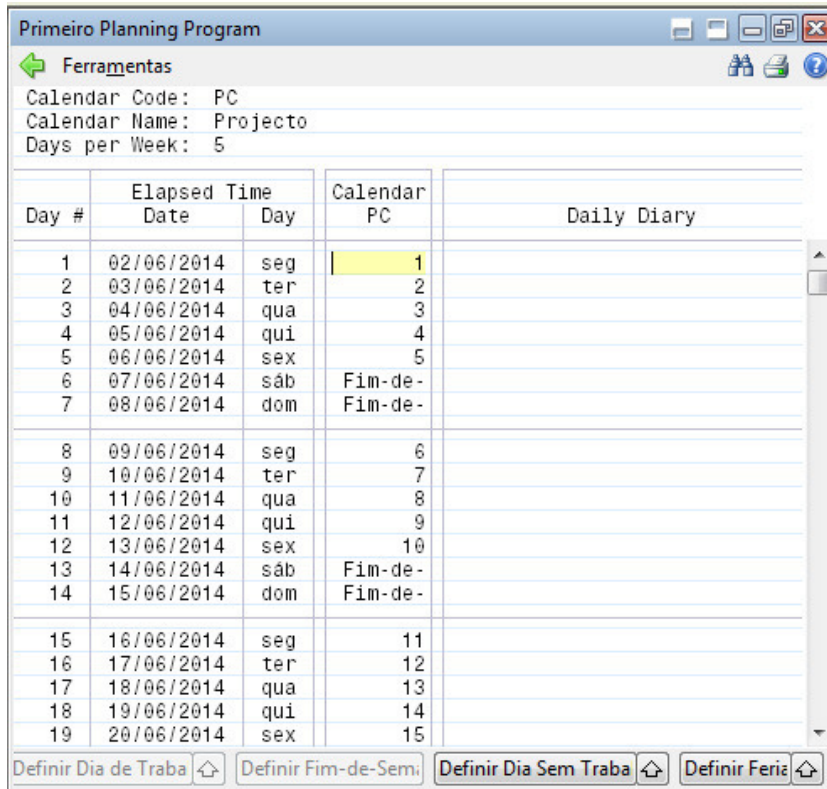


Figura 64 – CCS Candy – Calendário

Depois de definido o calendário, e de forma a iniciar a introdução da lista de atividades, é necessário selecionar o separador “Planeamento” e de seguida, selecionar a opção “Lista de Atividades / Gráfico de Barras”, representado por um quadrado com um “A”, como indica a Figura 65.

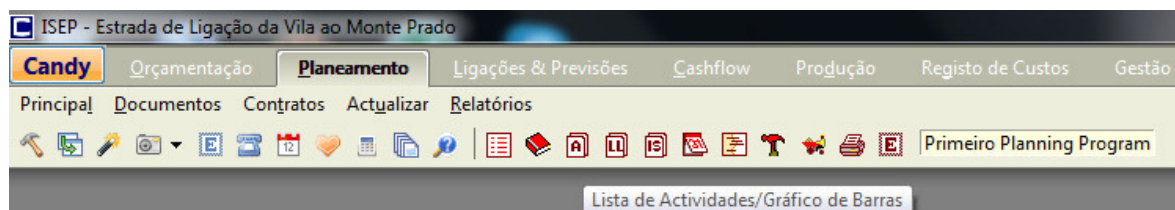


Figura 65 – CCS Candy – Lista de Atividades/Gráfico de Barras

Ao seleccionar a opção “Lista de Atividades”, surge a janela apresentada na Figura 66.

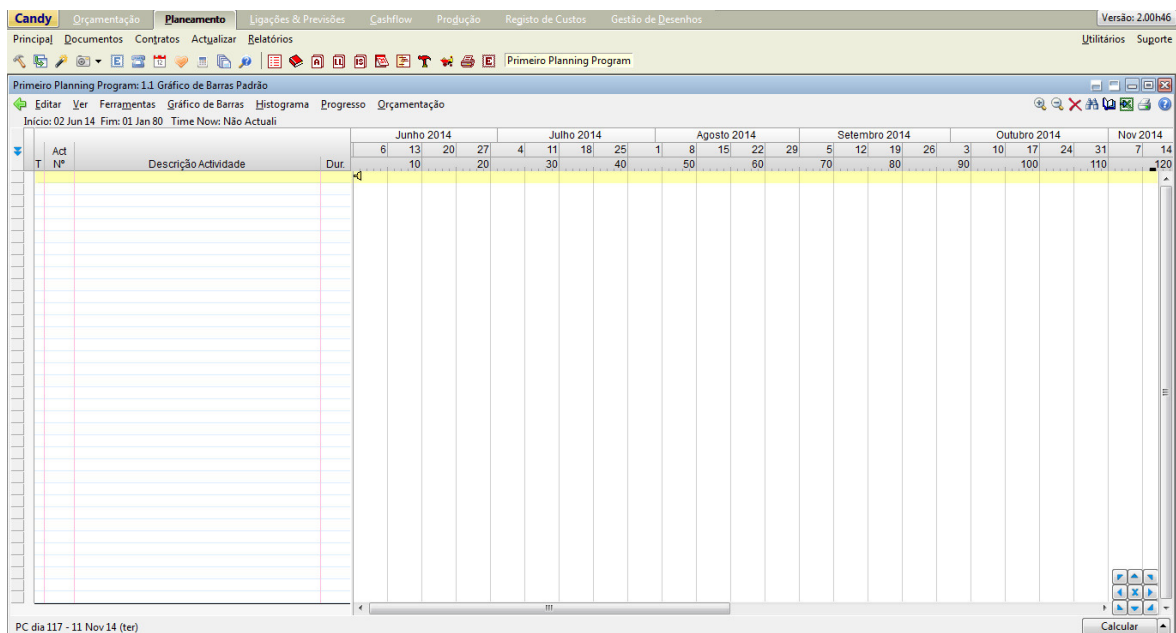


Figura 66 – *CCS Candy* – Lista de Atividades/Gráfico de Barras

A “Lista de Atividades” está disponível no Anexo D. Para imprimir esta lista é necessário seleccionar, no separador “Planeamento”, o menu “Gestor de Relatórios (Figura 67).

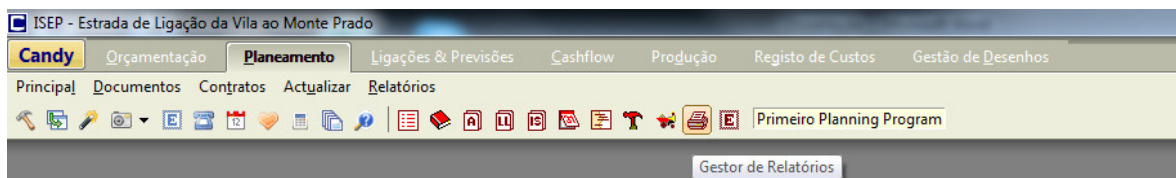


Figura 67 – *CCS Candy* – Gestor de Relatórios

Depois de clicar sobre “Lista de Atividades” (Figura 68) é necessário configurar vários aspetos do relatório antes de o poder imprimir. Estas configurações incluem a definição da impressora e margens, tamanho do papel, introdução de cabeçalho, rodapé, título, entre outros (Figura 69).

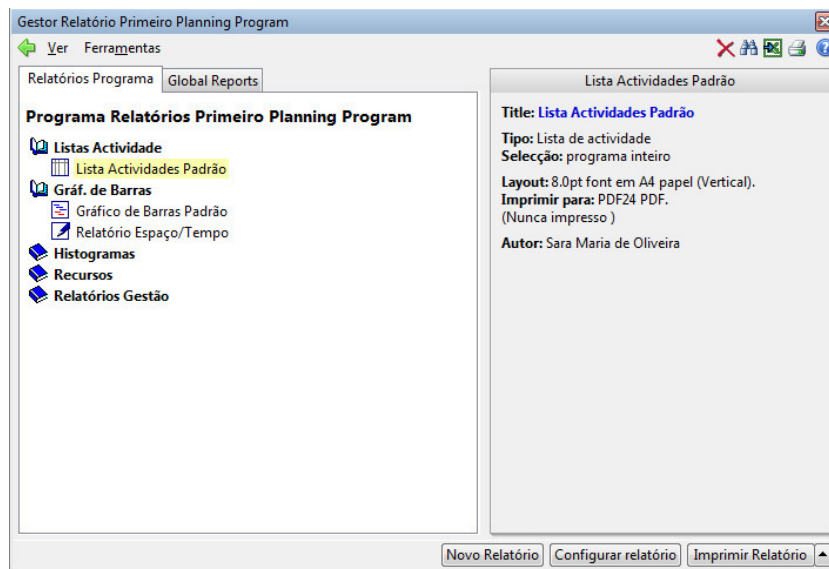


Figura 68 – CCS Candy – Gestor de Relatórios

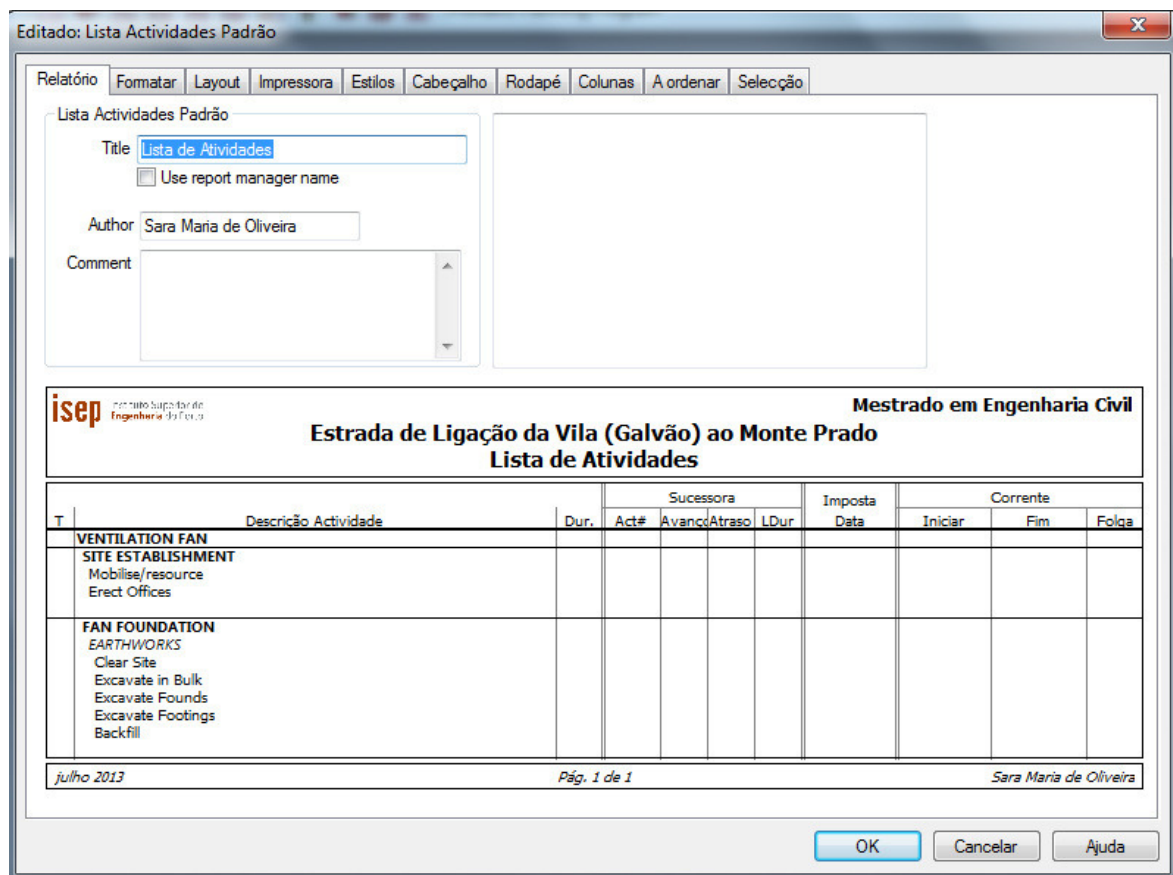


Figura 69 – CCS Candy – Lista de Atividades – Configurar relatório

De seguida, é necessário introduzir a lista de recursos do projeto, seleccionando para isso o ponto 4.4 no menu “Gestor de Documentos” (Figura 70).

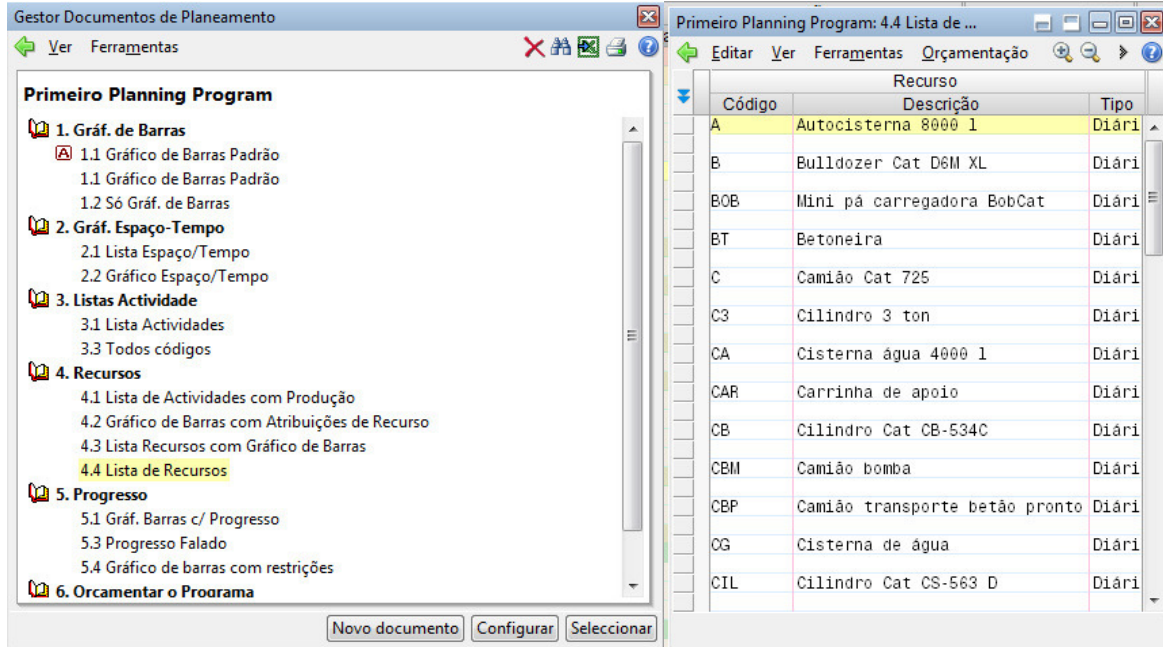


Figura 70 – CCS Candy – Gestor de Documentos - Lista de Recursos - Introdução de Recursos

Novamente no “Gestor de Documentos”, no ponto “4.1 – Lista de Atividades com Produção”, é possível introduzir as quantidades de trabalho associados a cada atividade, bem como o seu rendimento e os recursos necessários.

Na Figura 71, apresenta-se, como exemplo, a introdução de dados da atividade “Desmatção” relacionados com produção.

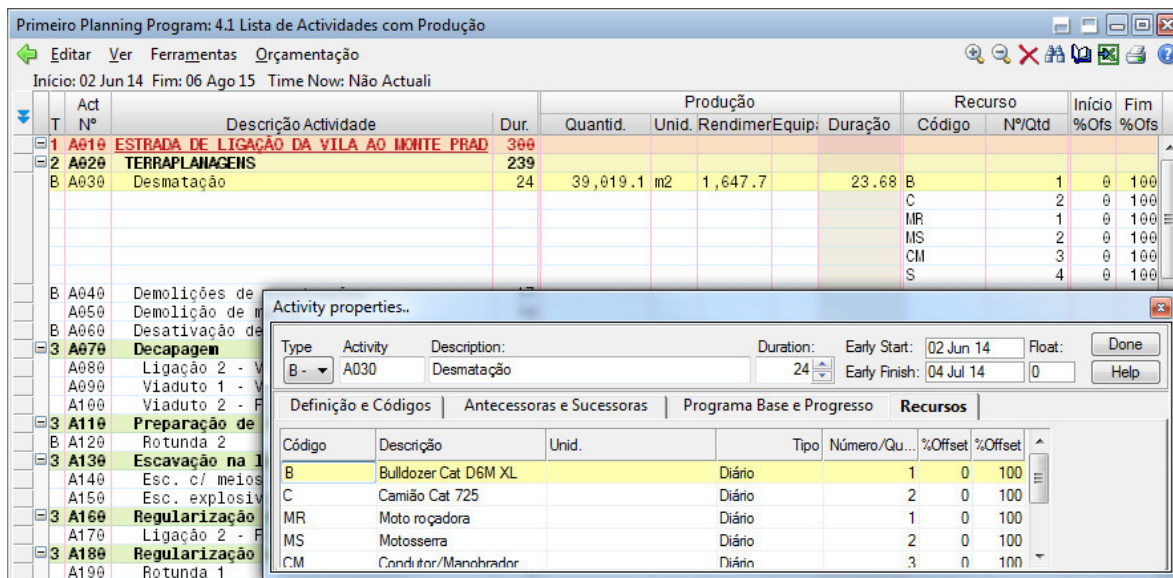


Figura 71 – CCS Candy – Atribuição de recursos

A lista de atividades deste projeto, elaborada em *CCS Candy*, encontra-se no Anexo D.

Depois de introduzidas as atividades, recursos e respetivas durações, é necessário introduzir as relações de precedência entre atividades.

Clicando em “Ver” e seleccionando a opção “Adicionar/remover colunas” (Figura 72), são adicionados os itens 6.1, 6.4, 6.5 e 6.6 (Figura 73).

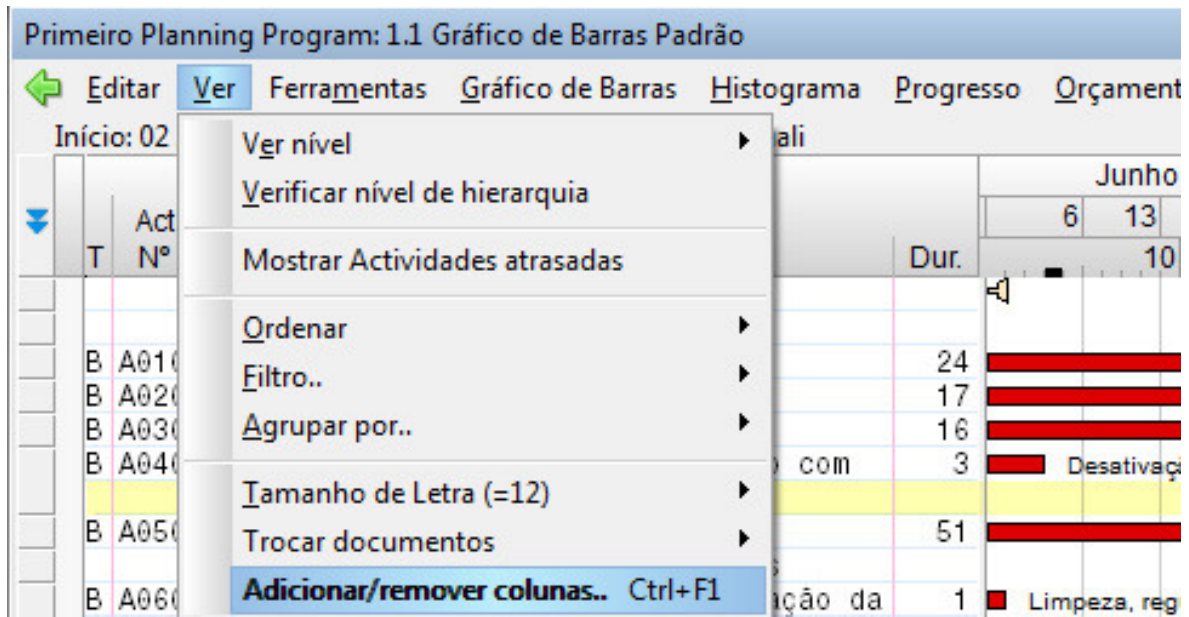


Figura 72 – CCS Candy – Adicionar/remover colunas

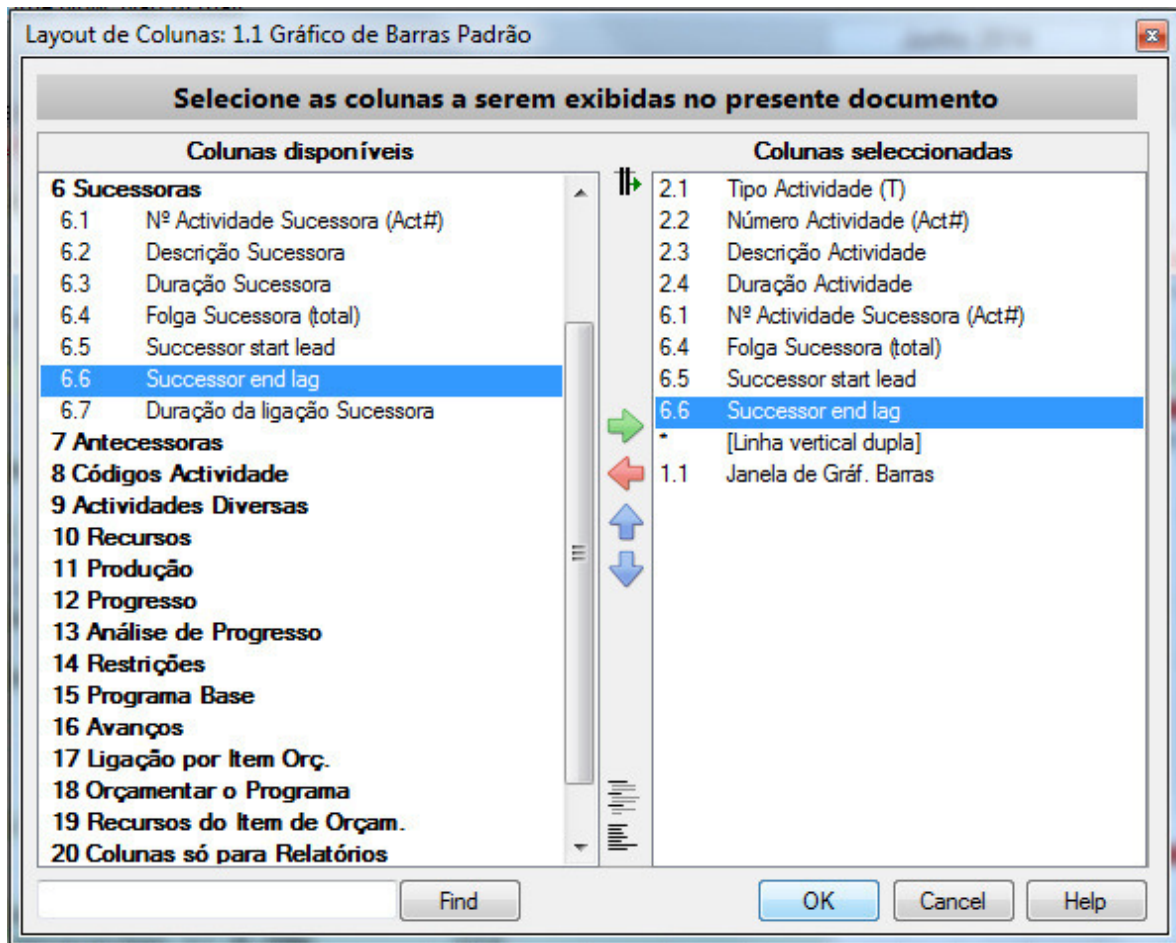


Figura 73 – CCS Candy – Adicionar colunas de precedências (sucessoras)

Depois de introduzidas todas as precedências entre atividades, é possível obter o gráfico de barras (Figura 74).

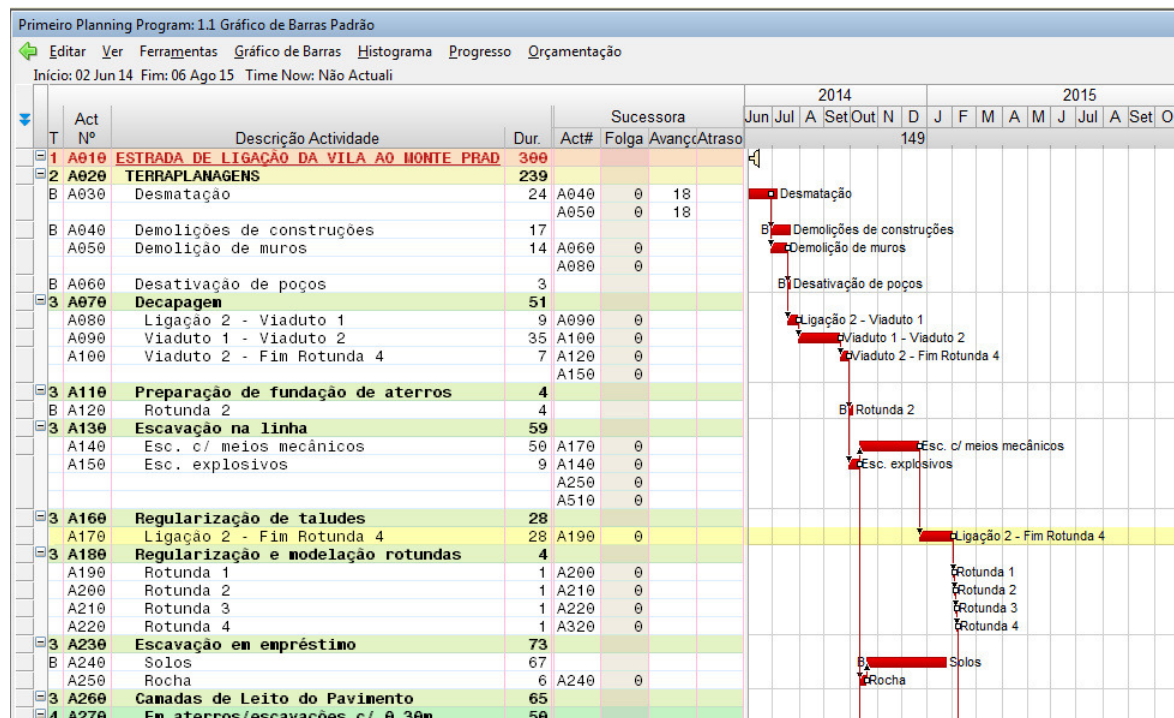


Figura 74 – CCS Candy – Gráfico de barras padrão

A duração total do projeto, depois de introduzidos todos os dados, é de 300 dias úteis, tendo início no dia 2 de junho de 2014 e terminando no dia 6 de agosto de 2015 (Figura 74).

Seguindo os passos para a impressão da “Lista de Atividades” (Figura 67 Figura 68) é possível imprimir o “Gráfico de Barras” (Figura 75). O “Gráfico de Barras” é apresentado no Anexo E.

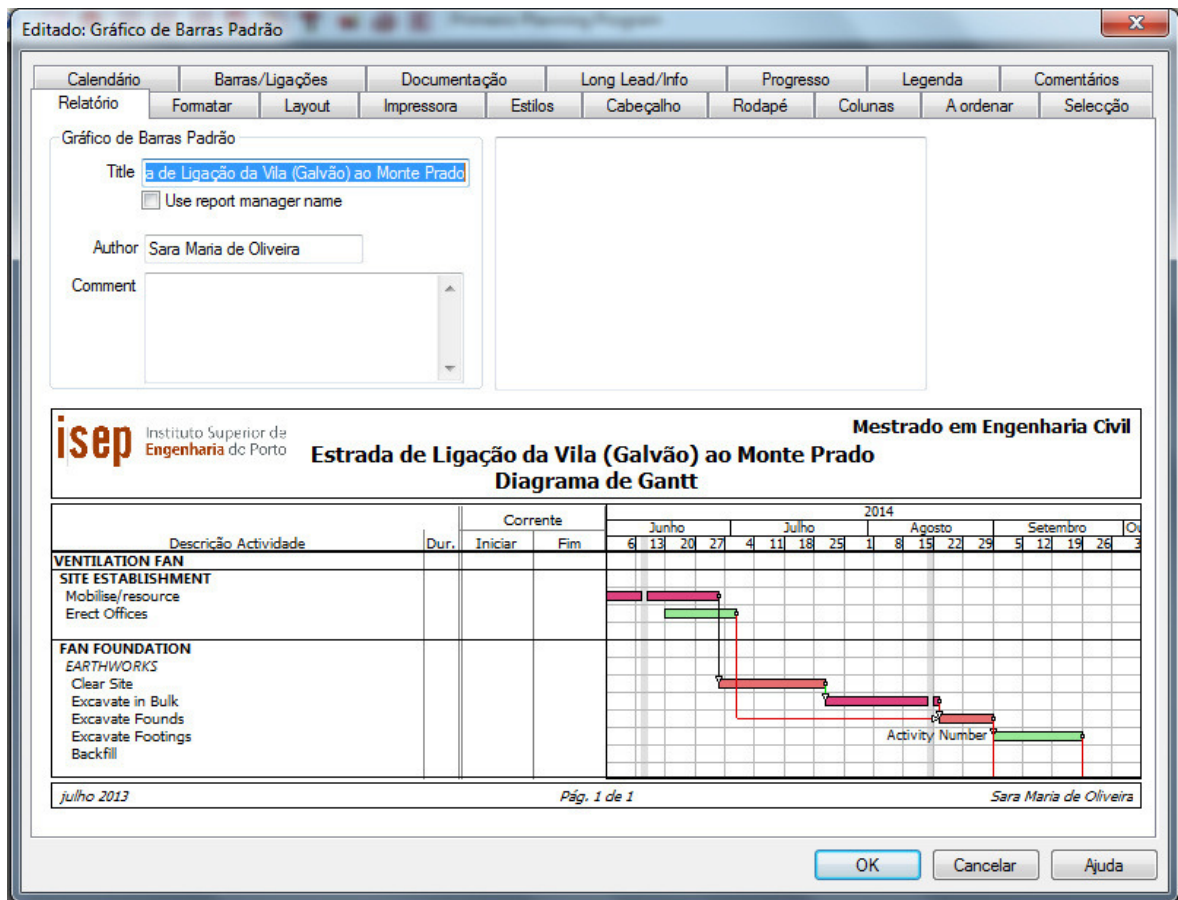


Figura 75 – CCS Candy – Configurar relatório gráfico de barras

O próximo passo é definir as zonas, de forma a ser possível obter o diagrama espaço-tempo. Para tal, seleciona-se a opção “Planeamento – Definições e Configurações”, no separador “Planeamento” (Figura 76).

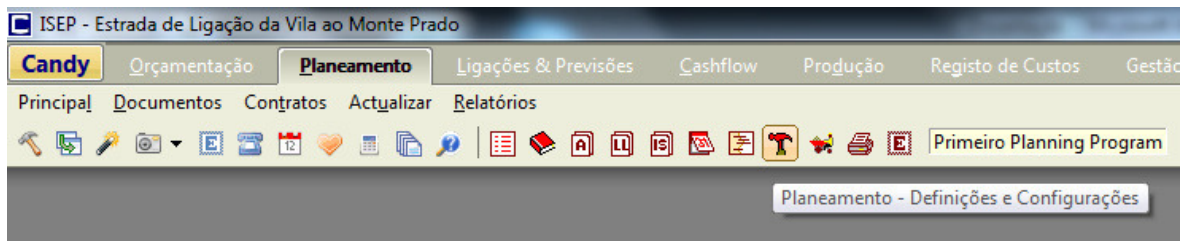


Figura 76 – CCS Candy – Planeamento - Definições e Configurações

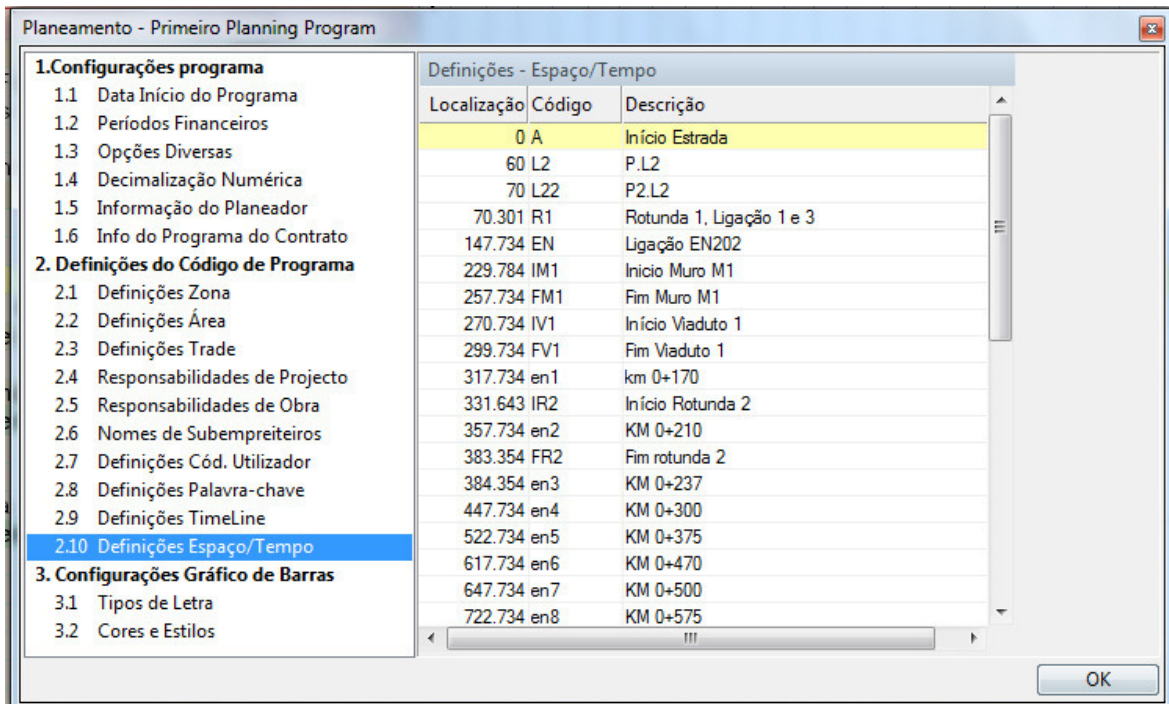


Figura 77 – CCS Candy – Definições Espaço/Tempo

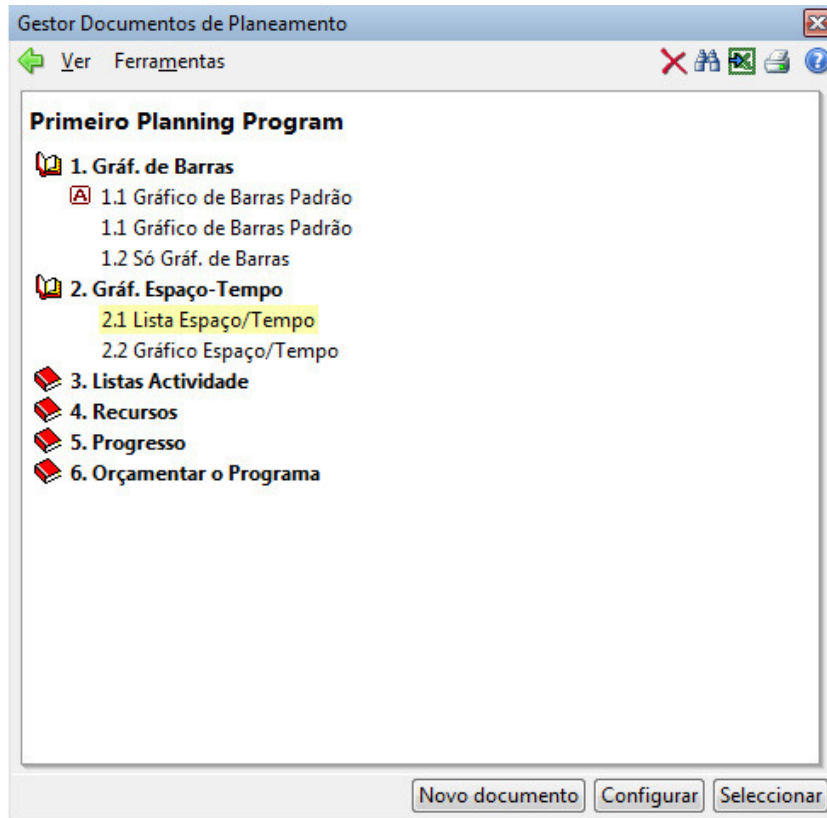


Figura 78 – CCS Candy – Gestor de Documentos - Lista Espaço/Tempo

Depois de inseridas todas as localizações necessárias ao planeamento (Figura 77), é necessário associar essas localizações às atividades. Para tal, no botão “Gestor de documentos” será selecionada a opção “Lista Espaço/Tempo” (Figura 78).

Depois de se associarem todas as localizações às atividades, obtemos o diagrama espaço-tempo.

De forma a tornar mais agradável a visualização deste diagrama, são adicionados códigos de utilizador, no menu “Definições e Configurações” do separador Planeamento, que permitem colorir as barras e blocos consoante o grupo de trabalhos em que as atividades se incluem.

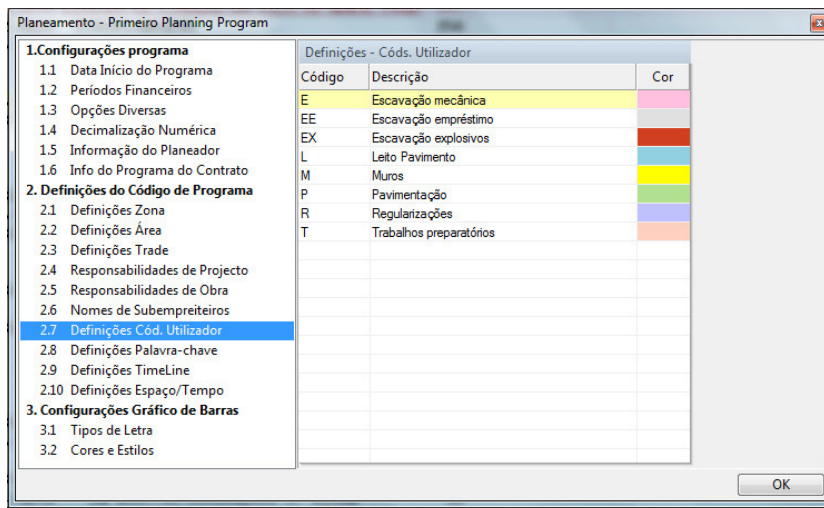


Figura 79 – CCS Candy – Definições e configurações – Códigos de utilizador

Depois de criados os códigos, estes são atribuídos às atividades, conforme ilustra a Figura 80.

Act						
T	Nº	Descrição Actividade	Dur.	Localização	Texto Localização	Utilizador
1	A010	ESTRADA DE LIGAÇÃO DA VILA AO MONTE PRAD	317			
2	A020	TERRAPLANAGENS	256			
B	A030	Desmatção	24	A - R3	Desmatção	T
	A040	Demolições de construções	17	en1 # IR2	Demo.construções	T
	A050	Demolição de muros	14	EN - en7	Demo.muros	T
B	A060	Desativação de poços	3	R1	Poços	T
3	A070	Decapagem	51			
	A080	Ligação 2 - Viaduto 1	9	A - IV1	Decapagem	T
	A090	Viaduto 1 - Viaduto 2	35	FV1 - IV2	Decapagem	T
	A100	Viaduto 2 - Fim Rotunda 4	7	FV2 - FR4	Decapagem	T
3	A110	Preparação de fundação de aterros	4			
B	A120	Rotunda 2	4	IR2 - FR2	Fundação aterro	T
3	A130	Escavação na linha	59			
	A140	Esc. c/ meios mecánicos	50	A - FR4	Esc.	E
	A150	Esc. explosivos	9	en13 - en16	Esc.explosivos	EX
3	A160	Regularização de taludes	28			
	A170	Ligação 2 - Fim Rotunda 4	28	A - FR4	Reg.Taludes	R
3	A180	Regularização e modelação rotundas	4			
	A190	Rotunda 1	1	R1 - EN	Reg.R1	R
	A200	Rotunda 2	1	IR2 - FR2	Reg.R2	R
	A210	Rotunda 3	1	R3 - AP	Reg.R3	R
	A220	Rotunda 4	1	R4 - FR4	Reg.R4	R
3	A230	Escavação em empréstimo	73			
B	A240	Solos	67	A - FR4	Esc.emp.solos	EE
	A250	Rocha	6	en17 - IV2	Esc.em.rocha	EE
3	A260	Camadas de Leito do Pavimento	65			
4	A270	Em aterros/escavações c/ 0,30m	50			

Figura 80 – *CCS Candy* – Atribuição de códigos de utilizador

O diagrama espaço-tempo resultante deste planeamento encontra-se no Anexo F.

Para imprimir o relatório deste diagrama, basta seguir os passos apresentados para a impressão da lista de atividades (Figura 67 e Figura 68) e posteriormente configurar as margens, cabeçalho, rodapé, entre outros, e inserir a legenda.

Analisando o diagrama espaço-tempo, é possível verificar que os trabalhos de demolição de muros e de demolição de construções se sobrepõem no tempo e no espaço tal como acontece com as atividades “Decapagem” e “Desativação de poços e enchimento com enrocamento” (Figura 81). Assim, é necessário introduzir algumas alterações ao planeamento, para que estas atividades não se sobreponham.

No que se refere às demolições, será executada inicialmente a atividade “Demolição de construções” e de seguida a atividade “Demolição de muros”. A atividade “Desativação de

poços e enchimento com enrocamento” irá ser antecipada, de forma a terminar na data de início da atividade “Decapagem” (Figura 82).

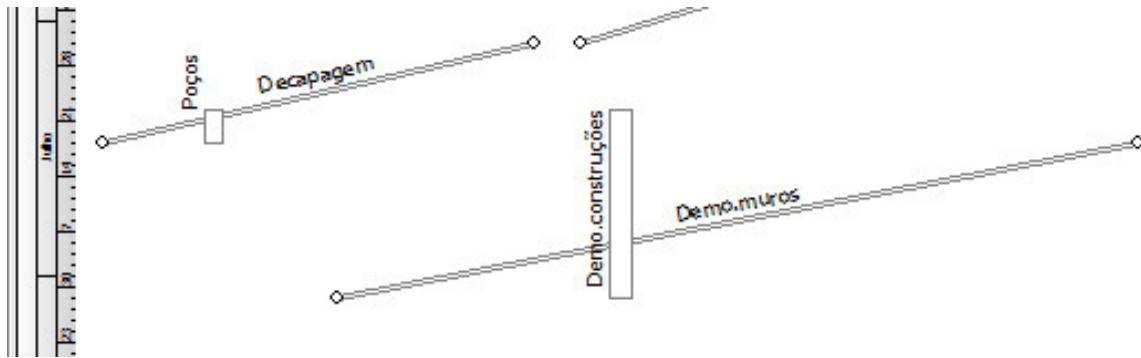


Figura 81 – *CCS Candy* – Diagrama espaço-tempo – Sobreposição de atividades (1)

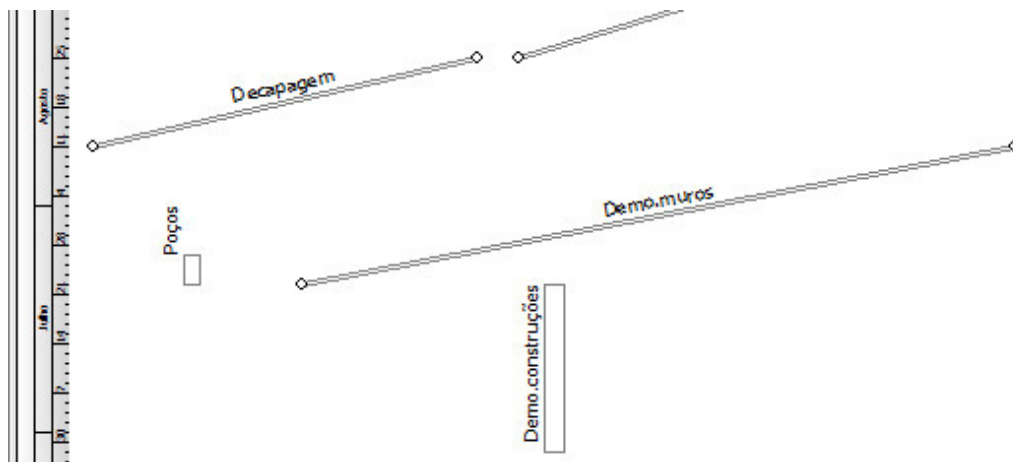


Figura 82 – *CCS Candy* – Diagrama espaço-tempo – Correção de sobreposições (1)

As atividades de construção dos muros M1 e M2 sobrepõem-se às atividades “Escavação” e “Escavação em empréstimo” (Figura 83). A data de início da execução dos muros de suporte irá ser atrasada, para que a execução se inicie apenas quando a escavação estiver concluída (Figura 84).

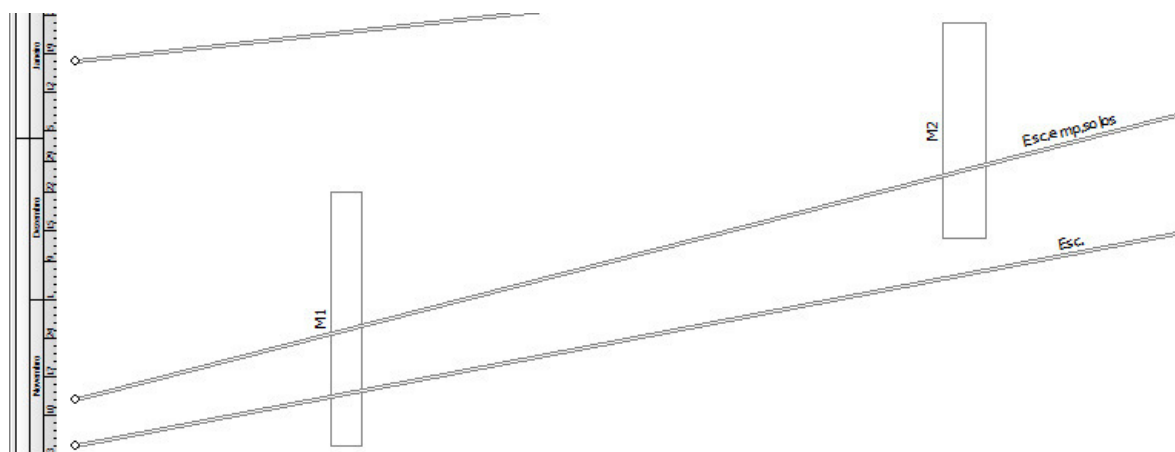


Figura 83 – *CCS Candy* – Diagrama espaço-tempo – Sobreposição de atividades (2)

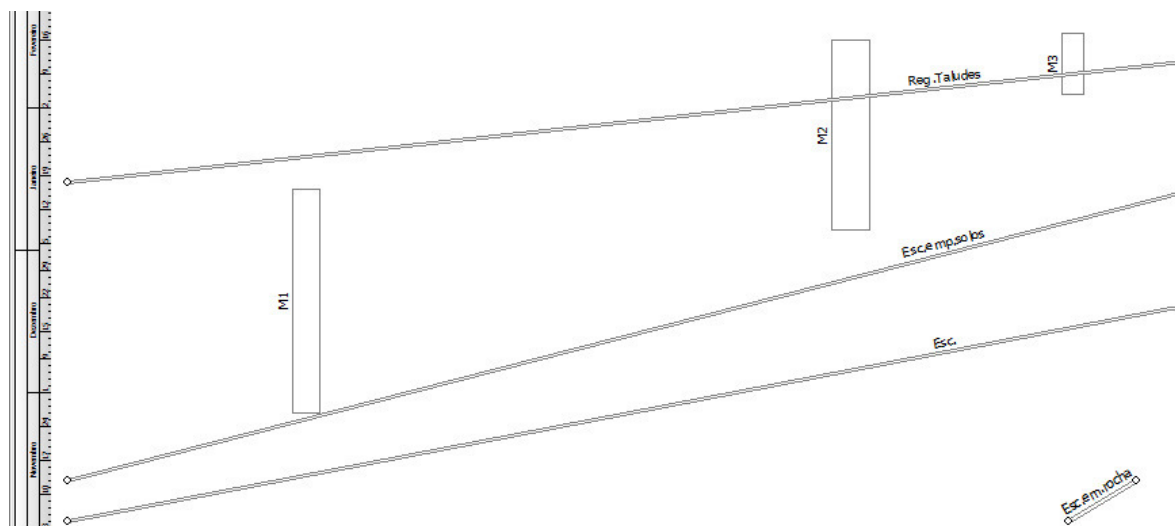


Figura 84 – *CCS Candy* – Diagrama espaço-tempo – Correção de sobreposições (2)

As alterações introduzidas provocaram um prolongamento da duração de execução da obra de 300 para 317 dias. O projeto tem, assim, início no dia 2 de junho de 2014 e termina no dia 31 de agosto de 2015.

O diagrama espaço-tempo e, conseqüentemente, o diagrama de barras resultantes da introdução destas alterações encontram-se, respetivamente, nos Anexos G e H.

5. Análise e discussão dos resultados

5.1 Introdução

A utilização de dois tipos de software de gestão de projetos de referência no setor da construção civil como o *Microsoft Project* e o *CCS Candy* levanta um conjunto de problemas e formas de abordagem diferentes.

Neste sentido, é importante referir algumas diferenças entre estes *softwares*, que podem constituir vantagens ou desvantagens consoante a sua utilização no planeamento de casos reais.

5.2 Vantagens e desvantagens

O *Microsoft Project* é um software de gestão de projetos aplicado a todo o tipo de projetos, enquanto o *CCS Candy* é um software específico para projetos do setor da construção civil.

Ambos os softwares são de fácil utilização, tendo o *Microsoft Project* uma filosofia de funcionamento semelhante aos aplicativos *Office*.

Uma das diferenças entre o *CCS Candy* e o *Microsoft Project* é o facto de no *CCS Candy* não ser necessário gravar periodicamente o trabalho à medida que se vai elaborando o

planeamento, pois este *software* grava, automaticamente, qualquer ação realizada. Esta é uma grande vantagem pois não se corre o risco de perder informação. Por outro lado, o *CCS Candy* não permite anular as últimas ações realizadas, o que não acontece no *Microsoft Project*, facto que pode levar a que se perca algum tempo, depois de algum erro ou engano, a repor o planeamento no estado anterior ao erro/engano [46].

Uma grande diferença entre o *Microsoft Project* e o *CCS Candy* é o facto da unidade mínima de duração do *CCS Candy* ser o dia, o que não acontece no *Microsoft Project*, em que se podem atribuir durações horárias [46].

No que toca ao estabelecimento de ligações de precedência entre atividades, no *CCS Candy* não é possível estabelecer ligações com atividades-sumário, assim como também não é possível atribuir recursos a estas atividades [46], ao contrário do que acontece no *Microsoft Project*.

O *CCS Candy* permite a introdução de duas ligações entre duas atividades, enquanto o *Project* apenas permite a introdução de uma ligação entre duas atividades.

Em relação à introdução de avanços (*leads*) e atrasos (*lags*), o *Microsoft Project* possui apenas a funcionalidade de adicionar *lags*, pelo que se se pretender adicionar um lead, terá que ser colocado um sinal negativo nesse *lag*. O *CCS Candy* possui dois campos diferentes para a introdução destes valores, campos *lead* e *lag*, sendo estes valores sempre positivos [46].

Quanto ao cálculo do caminho crítico, o *Microsoft Project* permite fazer um cálculo determinístico; já o *CCS Candy* permite calcular a duração determinística de sete formas distintas: “Cálculo Normal”, “Ignore Processo”, “Considere Tudo Crítico”, “Ignore Objetivos Finais”, “Normal, mas ignore títulos”, “Ignore Restrições” e “Caminho mais Longo”.

No *CCS Candy*, as atividades que possuem antecessora mas não disponham de sucessoras são consideradas críticas, fazendo estas parte do caminho crítico [46].

No *CCS Candy* é possível definir equipas de trabalho e determinar o seu rendimento, através da introdução do rendimento de cada recurso dessa equipa.

Ambos os *softwares* possuem a vantagem de permitir a filtragem de atividades, que facilita bastante a edição de propriedades e informações de várias atividades ou recursos, de uma só vez. [46]

Uma das vulnerabilidades do *Microsoft Project* é que este não se adequa ao planeamento de projetos com características repetitivas. Pelo contrário, o *CCS Candy* é uma ferramenta capaz de planear estes projetos pois tem a possibilidade de elaborar diagramas espaço-tempo, que constituem a melhor forma de planeamento de projetos com características repetitivas.

Os diagramas espaço-tempo permitem detetar sobreposições de atividades no tempo e espaço, o que permite adaptar e corrigir o planeamento. As vantagens do diagrama espaço-tempo são a simplicidade gráfica, a diminuição do esforço de programação, a facilidade de compreensão e a facilidade de monitorização.

Por outro lado, os diagramas espaço-tempo têm alguns inconvenientes, tais como a necessidade de rigor da previsão das durações e a dificuldade de computorização [3], e não permitem introduzir uma grande quantidade de informação no gráfico, tornando-se confusos e de difícil compreensão, logo não são uma boa opção para o planeamento de projetos com maior grau de detalhe, o que não acontece com os Diagramas de *Gantt*, elaborados tanto pelo *Project* como pelo *CCS Candy*.

O *CCS Candy* é um *software* que integra orçamentação e planeamento de acordo com a estrutura de mapas com quantidades e orçamentos utilizados normalmente em concursos

de obras públicas e privadas e permite a elaboração de “mapas e gráficos de cargas de equipamento, materiais e mão-de-obra, com ligação dinâmica entre o orçamento, o planeamento e a produção” [25].

5.3 Quadro comparativo

Na Tabela 15 são apresentadas algumas comparações entre o *CCS Candy* e o *Microsoft Project*.

Tabela 15 - Quadro comparativo *CCS Candy* / *Microsoft Project*

	<i>CCS Candy</i>	<i>Microsoft Project</i>
Adequado a projetos de natureza repetitiva	Sim	Não
Definição do caminho crítico	Sim	Sim
Deteção de estrangulamentos de produção	Sim	Não
Disposição gráfica do ritmo de produção	Sim	Não
Elaboração de Diagramas de Redes CPM/PERT	Sim ¹	Sim
Elaboração de Diagramas Espaço-Tempo	Sim	Não
Filtragem de atividades	Sim	Sim
Identificação da localização das atividades	Sim	Não
Introdução de durações horárias	Não	Sim

¹ O *CCS Candy* permite, no “Gestor de Relatórios”, elaborar um relatório designado “Diagrama de Precedências (PERT)”. Apesar de ser designado de PERT, este diagrama não é mais do que um diagrama de precedência (PDM), apresentando apenas as relações entre atividades, a duração determinística e as datas ES, LS, EF e LF de cada atividade.

6. Conclusões

6.1 Conclusões gerais

Esta dissertação tem por base um caso de estudo de planeamento de uma estrada. Este caso de estudo é um caso real de uma via de comunicação localizada no concelho de Melgaço, tendo como ponto de partida o estudo do Projeto de Execução.

Inicialmente foram definidas as atividades a executar, tendo por base o mapa de medições do Projeto de Execução. De seguida, determinaram-se as equipas de trabalho e foram calculados os seus rendimentos, ou foram utilizados rendimentos fornecidos por empresas.

Tendo em conta as quantidades de trabalho a executar definidas no mapa de medições e os rendimentos das equipas, atribuíram-se durações às atividades. Posteriormente definiram-se as relações e dependências entre atividades, obtendo-se a duração total do projeto.

É com base nos rendimentos, que integram mão-de-obra e equipamentos com custos associados, que se pode afirmar se uma obra cumpre ou não os prazos estabelecidos, e a que preço. Contudo, os rendimentos são uma matéria à qual tem sido dada pouca relevância.

Em Portugal pode-se utilizar, para a determinação de rendimentos, entre outros, as Tabelas de “Rendimentos de Mão-de-Obra, Materiais e Equipamentos de Construção Civil” de Paz Branco, cuja edição é de 1983 e se encontram, portanto, um pouco

desatualizadas; manuais de produção de fornecedores de equipamentos, nem sempre acessíveis; e fórmulas de cálculo de produção diária referidas em publicações académicas.

Para a determinação de rendimentos específicos para obras de estradas, as fontes de obtenção destes rendimentos são ainda mais restritivas uma vez que as estradas têm tido pouca atenção, o que se confirma pelo escasso número de dissertações ou teses existentes sobre o planeamento de vias e também devido ao facto de as empresas de construção civil especializadas em vias de comunicação considerarem os rendimentos como um fator crítico de sucesso, o que as motiva ao sigilo.

Na realidade não se encontraram dissertações ou teses que refiram explicitamente a forma de determinação de rendimentos para o planeamento de uma estrada.

Neste sentido pode-se afirmar que este trabalho representa alguma inovação pelo que se pode concluir que todos os objetivos propostos foram alcançados.

Durante a realização deste trabalho constatou-se que não basta obter rendimentos, mesmo observando a sua dificuldade, mas importa também utilizar *software* de planeamento adequado. O planeamento do caso de estudo foi elaborado em Microsoft Project e em CCS Candy, sendo este último, utilizado por várias empresas portuguesas do setor das vias de comunicação por permitir a elaboração de diagramas espaço-tempo. Este diagrama adequa-se ao planeamento de estradas pois “introduz uma nova unidade nos planeamentos, as localizações, o que resulta em esquemas mais intuitivos”, que permitem identificar, no tempo e no espaço, a localização das equipas de trabalho e o seu ritmo de produção [20].

Para a realização dos objetivos propostos foi fundamental a realização de ações de formação pela *Timelink*, no ISEP, quer pessoalmente quer através de outros meios tecnológicos.

A realização das ações de formação permitiu-me obter diversas competências no *software CCS Candy* que não se esgotam no planeamento, e é mais uma opção para o mercado de trabalho.

6.2 Desenvolvimentos futuros

Esta dissertação está vocacionada para o planeamento do fator tempo, não considerando os custos, que representam um dos critérios relevantes na adjudicação de uma obra. Por este facto, justifica-se a realização futura de um trabalho de investigação que, partindo dos tempos, possa determinar os custos e, se possível, permita a determinação ótima de tempo face aos custos.

Referências Bibliográficas

- 1 Vieira, Carlos. *Direção de Obra de Estradas – Contribuição para a melhoria do processo*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2004. 142 pp. (Dissertação de Mestrado)
- 2 Brandão, Francisco. *Plano de Trabalhos-Tipo para a Construção de Estradas*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2000. 108 pp. (Dissertação de Mestrado)
- 3 Ferreira, Ricardo. *Comparação aplicada entre as técnicas de planeamento CPM e LOB (Line of Balance)*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2011. 87 pp. (Dissertação de Mestrado)
- 4 Georgy, Maged E. *Evolutionary resource scheduler for linear projects*. Automation in Construction, 17. 2008. pp. 573-583
- 5 Shak, Raj Kapur. *Innovative Methodology for Location-based Scheduling and Visualisation of Earthworks in Road Construction Project*. Teesside University, 2011. 288 pp. (Dissertação de Doutoramento)
- 6 Heredia, Rafael de. *Dirección Integrada de Proyecto - DIP*. Publicacioners de la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1995.
- 7 Miguel, António. *Gestão Moderna de Projetos - Melhores Técnicas e Práticas*. FCA - Editora de Informática, Lisboa, 2006.
- 8 Roldão, Vitor Sequeira. *Gestão de Projetos*. Monitor, Lisboa, 1992.
- 9 Sousa, Nuno. *Gestão de Projetos na Construção - Modelo de avaliação do desempenho em projetos*. Instituto Superior Técnico, 2008. 138 pp. (Dissertação de Mestrado)
- 10 Paulo, José António. *Gestão Integrada do Tempo e do Custo - Uma Contribuição para a Gestão de Projetos de Construção em Portugal*. Universidade Aberta, 1997. 208 pp. (Dissertação de Mestrado)
- 11 Oliveira, Daniel. *Definição do Modelo e Planeamento de Produção de uma empresa de*

- Construção Civil*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2011. 63 pp.
(Dissertação de Mestrado)
- 12 Avila e Jungles. *Planejamento e Controle de Projetos*. Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.
- 13 Carvalho, Dinis.
In: http://pessoais.dps.uminho.pt/jdac/apontamentos/Cap04_Project.pdf (consultado em 15 de abril de 2013)
- 14 Gehbauer, Fritz et al. *Planejamento e Gestão de Obras*. CEFET-PR, Curitiba, 2002.
- 15 Ferrão, A. *Curso de Planificação de Obras*. Comissão de Planeamento da Região do Norte, Porto, 1976.
- 16 Mendes, Jorge Magalhães. *Sistemas de Apoio à Decisão para Planeamentos de Sistemas de Produção Tipo Projeto*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2003. 256 pp.
(Dissertação de Doutoramento)
- 17 Mattos, Aldo Dórea. Os 50 Anos do PERT/CPM. *Revista Perspectiva*, fevereiro/março 2009, 44-46 pp.
- 18 Silva, Jaime Gabriel. *Apontamentos da Disciplina de Métodos de Gestão na Construção*. ISEP, Porto, 2008.
- 19 Patrick, Charles. *Construction Project Planning and Scheduling*. Pearson Prentice Hall, Columbus, Ohio, 2004.
- 20 Sousa H, Monteiro A. *Linha de Balanço - Uma nova abordagem ao Planeamento e Controlo na Construção*. CD do 2ª Fórum Internacional de Gestão da Construção – GESCON 2011: Sistemas de Informação na Construção. Porto, outubro 2011. 12 pp.
- 21 Couto, João. *Métodos de Planeamento na Construção Repetitiva em Altura em Portugal - Método das Curvas de Equilíbrio*. Universidade do Minho, 1998. 191 pp. (Dissertação de Mestrado)
- 22 Pinheiro, Marisônia. *Considerações gráficas sobre a ligação entre a Linha de Balanço e o Sistema Toyota de Produção*. Universidade Federal do Ceará, 2009. 58 pp. (Monografia)

- 23 Duffy, Greg et al. *Advanced linear scheduling program with varying production rates for pipelines construction projects*. Automation in Construction, 27, 2012. 99-110 pp.
- 24 Yuksel, Ibrahim e O'Conner, James. *Schedule Compression of an Urban Highway Project Using the Linear Scheduling Method*. Center For Transportation Research, The University of Texas at Austin, 2000.
- 25 TIMELINK. *Candy*. Lisboa.
- 26 Feio, Rui. *Gestão de Projetos com o Microsoft Project 2003*. FCA - Editora de Informática, Lisboa, 2008
- 27 TIMELINK. <http://www.timelink.pt>. (consultado em 15 de abril de 2013)
- 28 Engico, Engenheiros Consultores. *Projeto de Execução - Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado, Volumes I e III*. 1999.
- 29 GOOGLE. *In: http://maps.google.pt*. (consultado em 24 de março de 2013)
- 30 ESTRADAS DE PORTUGAL, S.A. *Caderno de Encargos Tipo Obras (CETO)*. Capítulos 14 e 16. 2009.
- 31 *In: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bulldozer_CAT_D6M_XL_8703.jpg*. (consultado em 30 de maio de 2013)
- 32 CATERPILLAR. *Manual de Produção, Edição 31*. Caterpillar, Inc., Peoria, E. U. A., 2000.
- 33 Dias, Luís Alves. *Documentos de Apoio às aulas de Organização e Gestão de Obras*. Instituto Superior Técnico, 2012.
- 34 *In: http://static.mascus.com/image/product/large/8438122e/caterpillar-438c, 012cbc5c.jpg*. (consultado em 30 de maio de 2013)
- 35 *In: http://www.creativecrash.com/system/photos/000/257/324/257324/big/tt_cat725_11.jpg?1351539456*. (consultado em 30 de maio de 2013)
- 36 *In: http://www.camese.org/uploads/cat%20330bl%20004.jpg*. (consultado em 30 de maio de 2013)
- 37 *In: http://images01.olx.pt/ui/13/23/68/1298574027_171111568_2-ford-5600-e-cisterna-*

- herculano-4000-L-Torres-Vedras.jpg. (consultado em 30 de maio de 2013)
- 38 *In:* http://images02.olx.es/ui/4/46/92/64994492_1-Fotos-de-MOTONIVELADORA-CAT-12H-ES.jpg. (consultado em 30 de maio de 2013)
- 39 *In:* <http://www.pioneerjax.com/images/compact/CS563D.jpg>. (consultado em 3 de julho de 2013)
- 40 *In:* http://www.bobcat.com/attachments/angle_broom. (consultado em 30 de maio de 2013)
- 41 DYNAPAC PUBLICATION NO. HHC 1111-2 ENG. *Compaction and Paving - Theory and Practice*. Business-to-Business Information, Suécia, 1989.
- 42 *In:* [http://www.impac.pt/images/conteudos/img011%20\(Small\).jpg](http://www.impac.pt/images/conteudos/img011%20(Small).jpg). (consultado em 30 de maio de 2013)
- 43 *In:* <http://www.rockanddirt.com/equipment-for-sale/CATERPILLAR/BG245C/invnum=36736123>. (consultado em 15 de março de 2013)
- 44 *In:* <http://www.pioneerjax.com/images/paving/CB534C.jpg>. (consultado em 30 de maio de 2013)
- 45 *In:* <http://www.emarkets.co.jp/photos/viewphotos.asp?ecn=12429>. (consultado em 30 de maio de 2013)
- 46 Araújo, Rui. *Planeamento de Obra*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2008.

Anexos

Anexo A: Mapa de Medições do Projeto de Execução

Anexo B: Folha de Tarefas – *Microsoft Project*

Anexo C: Diagrama de *Gantt* – *Microsoft Project*

Anexo D: Lista de Atividades – *CCS Candy*

Anexo E: Diagrama de *Gantt* – *CCS Candy*

Anexo F: Diagrama Espaço – Tempo – *CCS Candy*

Anexo G: Diagrama Espaço – Tempo com alterações – *CCS Candy*

Anexo H: Diagrama de *Gantt* com alterações – *CCS Candy*

Anexo A

Mapa de Medições do Projeto de Execução

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
---	-----------------------

MEDIÇÕES								
DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS		Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES		
			COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS	
1	TERRAPLANAGEM							
	Trabalhos a realizar de acordo com o projeto e satisfazendo o especificado no C.E.							
1.1	Trabalhos Preparatórios							
1.1.1	Desmatção, incluindo derrube de árvores, desenraizamento, limpeza do terreno, carga, transporte e colocação dos produtos em vazadouro e eventual indemnização por depósito	m2						
	- Ligação à EN 202						30.482,43	
	- Rotunda 1						2.933,07	
	- Rotunda 2						3.307,35	
	- Ligação 2						1.000,22	
	- Ligação 4						1.041,93	
	- Ligação 5						254,10	39.019,10
1.1.2	Demolição de construções (excluindo muros), incluindo carga, transporte e colocação dos produtos em vazadouro, e eventual indemnização por depósito	m3						
	- Ligação à EN 202		118,50		5,50		651,75	
			38,60		2,50		96,50	
			43,68		6,00		262,08	1010,33
1.1.3	Demolição de muros, incluindo carga, transporte e colocação dos produtos em vazadouro, e eventual indemnização por depósito	m2						
	- Ligação à EN 202						550,00	550,00
1.1.4	Desativação de poços, nascentes ou outras captações existentes							
1.1.4.1	Enchimento de poços com enrocamento	m3						
	- Ligação à EN 202						100,000	100,000
1.1.5	Decapagem de terra vegetal com a(s) espessura(s) média(s) definida(s) no projeto e sua colocação em vazadouro, ou depósito provisório para posterior utilização, incluindo carga, transporte, proteção e eventual indemnização por depósito							
1.1.5.1	Com colocação em vazadouro	m3						
	- Decapagem da ligação à EN 202							
	km 0+000 - km 0+120		2.455,14		0,60		1.473,084	
	km 0+155 - km 0+180		350,08		0,30		105,024	
	km 0+240 - km 0+300		2.271,96		0,80		1.817,568	

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
---	-----------------------

MEDIÇÕES

	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES	
			COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS
	km 0+300 - km 0+500		7.266,75		0,30	2.180,025	
	km 0+500 - km 0+935		11.485,47		1,00	11.485,470	
	km 0+990 - km 1+125		2.781,28		0,20	556,256	
	km 1+125 - km 1+298,37		3.871,75		0,60	2.323,050	
	- Deduzir terra vegetal a colocar nos taludes da Ligação à EN 202					-2.551,079	
	- Decapagem da Alameda ao Complexo Desportivo - Deduzir terra vegetal a colocar nos taludes da Alameda do Complexo					0,000 -49,077	
	- Deduzir terra vegetal a colocar nos taludes da Rotunda 1					-29,912	
	- Decapagem da Rotunda 2 km 0+000 - km 0+075		1.143,32		0,3	342,996	
	km 0+075 - km 0+125		1.075,91		0,8	360,728	
	km 0+125 - km 0+161,93		668,82		0,3	200,646	
	- Deduzir terra vegetal a colocar nos taludes da Rotunda 2					-120,791	
	- Decapagem da Rotunda 3 - Deduzir terra vegetal a colocar nos taludes da Rotunda 3					0,000 -135,030	
	- Decapagem da Rotunda 4 - Deduzir terra vegetal a colocar nos taludes da Rotunda 4					0,000 -20,144	
	- Decapagem da Ligação 2 - Deduzir terra vegetal a colocar nos taludes da Ligação 2		1.000,22		0,5	500,110 -17,127	
	- Decapagem da Ligação 4 - Deduzir terra vegetal a colocar nos taludes da Ligação 4		1041,93		0,3	312,579 -7,746	
	- Decapagem da Ligação 5 - Deduzir terra vegetal a colocar nos taludes da Ligação 5		254,1		0,3	76,230 -14,487	
	- Decapagem do Parque de Estacionamento - Deduzir terra vegetal a colocar nos taludes do Parque de Estacionamento					0,000 -191,838	21453,257
1.1.5.2	Com colocação em depósito provisório	m3					
	- Ligação à EN 202		17.007,19		0,15	2551,079	
	- Alameda do Complexo Desportivo		327,18		0,15	49,077	
	- Rotunda 1		199,41		0,15	29,912	
	- Rotunda 2		805,27		0,15	120,791	
	- Rotunda 3		900,20		0,15	135,030	

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
---	-----------------------

MEDIÇÕES

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS		Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES	
			COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS
	- Rotunda 4		134,29		0,15	20,144	
	- Ligação 2		114,18		0,15	17,127	
	- Ligação 4		51,64		0,15	7,746	
	- Ligação 5		96,58		0,15	14,487	
	- Parque de Estacionamento		1.245,70		0,15	191,838	3.137,230
1.1.6	Preparação da fundação de aterros em condições especiais						
1.1.6.1	Limpeza, regularização e compactação da fundação de aterros						
1.1.6.1.1	Em zonas de solos para execução de aterros de pequena altura	m2					
	- Rotunda 2: km 0+000 - km 0+020					780,00	780,00
1.1.6.1.2	Em zonas de afloramentos rochosos	m2					
	- Ligação à EN 202					1,00	1,00
1.1.6.2	Saneamento em fundação de aterros	m3					
	- Rotunda 2: km 0+080 - km 0+140		60,00	24,00	0,70	1.008,000	1.008,000
1.1.6.3	Preenchimento dos volumes saneados com materiais adequados	m3					
	- Rotunda 2: km 0+080 - km 0+140		60,00	24,00	0,70	1.008,000	1.008,000
1.1.6.4	Fornecimento e colocação de geossintéticos em fundações de aterro						
1.1.6.4.1	Sobre baixas aluvionares compressíveis ou outros solos moles, com o objetivo essencial de desempenhar as funções de separação e/ou filtro	m2					
	- Ligação à EN 202					1,00	1,00
1.1.6.4.2	Em zonas de deficiente traficabilidade com espessuras elevadas de terra vegetal, de modo a permitir a circulação dos equipamentos de construção	m2					
	- Ligação à EN 202					1,00	1,00
1.1.6.4.3	Com furos de reforço, incluindo todos os dispositivos e acessórios necessários à sua aplicação	m2					
	- Ligação à EN 202					1,00	1,00
1.1.7	Camada drenante sobrejacente ao geotêxtil						
1.1.7.1	Em materiais britados ou obtidos por crivagem	m3					
	- Ligação à EN 202					1,00	1,00
1.1.8	Valas drenantes na transição aterro/escavação	m3					
	- Ligação à EN 202						
	km 0+713		14,75	1,00	0,80	11,800	
	km 0+773		25,45	1,00	0,80	20,360	

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
---	-----------------------

MEDIÇÕES								
DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS			Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES	
				COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS
	km 1+019			29,65	1,00	0,80	23,720	
	km 1+215			13,3	1,00	0,80	10,640	66,520
1.2	Escavação na linha							
1.2.1	Escavação com meios mecânicos (lâmina, balde ou ripper)	m3						
1.2.1.1	Escavação na linha (p/ perfis transversais)							
	- Ligação à EN 202							
	km 0+000 - km 1+015		1,00	3.799,09			3.799,090	
	km 1+015 - km 1+220		0,50	5.664,68			2.832,340	
	km 1+220 - km 1+298,37		1,00	63,60			63,600	
	- Alameda do Complexo Desportivo						1.689,930	
	- Rotunda 1						75,400	
	- Rotunda 2						344,960	
	- Rotunda 3						0,000	
	- Rotunda 4						555,890	
	- Ligação 1						265,110	
	- Ligação 2						270,970	
	- Ligação 3						120,490	
	- Ligação 4						712,460	
	- Ligação 5						129,560	
	- Parque de Estacionamento						6.623,920	17.483,720
1.2.1.2	Escavação para endentamento							
	- Ligação à EN 202							
	km 0+237 - km 0+300			63,00	38,30	1,00	2.412,900	
	km0+375 - km 0+650			275,00	29,96	1,00	8.239,000	
	km 1+062 - km 1+142,5			80,50	5,00	1,00	402,500	
	- Rotunda 2							
	km 0+080 - km 0+145			65,00	22,14	1,00	1.439,100	
	- Rotunda 3							
	km 0+050 - km 0+117,81			67,81	24,86	1,00	1.685,757	14.179,257
1.2.1.3	Escavação para camada de leito de pavimento							
	- Ligação à EN 202			4.202,25		0,30	1.260,675	
	- Alameda do Complexo Desportivo			1.535,66		0,30	460,698	
	- Rotunda 1			646,17		0,30	193,851	
	- Rotunda 2			525,95		0,30	157,785	
	- Rotunda 4			848,02		0,30	254,406	
	- Ligação 1			374,20		0,30	112,260	
	- Ligação 2			759,92		0,30	227,976	
	- Ligação 3			280,42		0,30	84,126	
	- Ligação 4			986,59		0,30	295,977	
	- Ligação 5			171,26		0,30	51,378	
	- Parque de Estacionamento			2.578,70		0,30	773,610	3.872,742

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
---	-----------------------

MEDIÇÕES

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS		Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES	
			COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS
1.2.2	Escavação com recurso a explosivos	m3					
1.2.2.1	Escavação na linha (p/ perfis transversais) - Ligação à EN 202 km 1+015 - km 1+220		0,5	5.664,68		2.832,340	
1.2.2.2	Escavação para camada de leito de pavimento - Ligação à EN 202 km 1+015 - km 1+220			3.562,90	0,15	534,435	3.366,775
1.2.3	Carga, transporte e colocação em aterro dos materiais provenientes de escavação, incluindo espalhamento e compactação	m3					
	- Ligação à EN 202					22.376,880	
	Material escavado (1.2.1 + 1.2.2)						
	Deduzir materiais a rejeitar (1.2.4)					-2.120,900	
	- Alameda do Complexo Desportivo					2.150,628	
	Material escavado (1.2.1 + 1.2.2)						
	- Rotunda 1					269,251	
	Material escavado (1.2.1 + 1.2.2)						
	Deduzir materiais a rejeitar (1.2.4)					-400,050	
	- Rotunda 2					1.941,845	
	Material escavado (1.2.1 + 1.2.2)						
	- Rotunda 3					1.685,757	
	Material escavado (1.2.1 + 1.2.2)						
	- Rotunda 4					810,296	
	- Ligação 1					377,370	
	Material escavado (1.2.1 + 1.2.2)						
	Deduzir materiais a rejeitar (1.2.4)					-35,075	
	- Ligação 2					498,946	
	Material escavado (1.2.1 + 1.2.2)						
	Deduzir materiais a rejeitar (1.2.4)					-69,400	
	- Ligação 3					204,616	
	Material escavado (1.2.1 + 1.2.2)						
	- Ligação 4					1.008,437	
	Material escavado (1.2.1 + 1.2.2)						
	- Ligação 5					180,938	
	Material escavado (1.2.1 + 1.2.2)						
	- Parque de estacionamento					7.397,530	36.277,068
	Material escavado (1.2.1 + 1.2.2)						
1.2.4	Carga, transporte e colocação em vazadouro dos materiais provenientes de escavação que não apresentam características adequadas, incluindo espalhamento e eventual indemnização por depósito	m3					

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
---	-----------------------

MEDIÇÕES

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS		Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES	
			COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS
	- Ligação à EN 202						
	km 0+500 - km 0+575		75,00	14,47	1,00	1.085,250	
	km 0+720 - km 0+775		55,00	18,83	1,00	1.035,650	
	- Rotunda 1						
	km 0+015 - km 0+050		35,00	4,14	0,50	72,450	
	km 0+070 - km 0+100		30,00	21,84	0,50	327,600	
	- Ligação 1						
	km 0+025 - km 0+036,79		11,79	5,95	0,50	35,075	
	- Ligação 2						
	km 0+060 - km 0+070		10,00	13,88	0,50	69,400	2.625,425
1.2.5	Escavação de solos a rejeitar por falta de características para aplicação em aterros, incluindo carga, transporte, espalhamento em vazadouro e eventual indemnização por depósito	m3					
	- Ligação à EN 202						
	km 0+155 - km 0+170		15,00	12,74	2,00	382,200	
	km 0+210 - km 0+300		62,50	38,61	0,70	1.689,188	
	km 0+470 - km 0+500		30,00	28,65	0,50	429,750	
	km 0+575 - km 0+720		145,00	22,81	1,00	3.307,450	
	km 0+775 - km 0+855		80,00	25,80	1,00	2.064,000	
	km 0+855 - viaduto 2		86,75	23,31	2,00	4.044,285	
	- Rotunda 1						
	km 0+000 - km 1+015		15,00	30,46	0,50	228,450	
	km 0+050 - km 0+070		20,00	29,28	0,50	292,800	
	km 0+135 - km 0+157,08		73,07	9,36	1,00	683,935	13.122,058
1.2.6	Regularização dos taludes de escavação						
1.2.6.1	Em zonas onde a escavação foi feita mecanicamente	m2					
	- Ligação à EN 202						
	km 0+000 - km 1+015	1,0	2.262,88			2.262,88	
	km 1+015 - km 1+220	0,5	1.658,51			829,26	
	km 1+220 - km 1+298,37	1,0	28,42			28,42	
	- Alameda do Complexo Desportivo					186,60	
	- Rotunda 1					199,41	
	- Rotunda 2					147,68	
	- Rotunda 4					79,47	
	- Ligação 2					110,46	
	- Ligação 5					49,19	
	- Parque de Estacionamento					464,27	4.357,64
1.2.6.2	Em zonas onde a escavação foi feita com recurso a	m2					
	- Ligação à EN 202						

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
---	-----------------------

MEDIÇÕES

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS		Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES		
			COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS	
	km 1+015 - km 1+220		0,5	1658,51			829,26	829,26
1.2.7	Regularização dos taludes de aterro - Ligação à EN 202 - Alameda do Complexo Desportivo - Rotunda 2 - Rotunda 3 - Rotunda 4 - Ligação 2 - Ligação 4 - Ligação 5 - Parque de Estacionamento	m2					13.057,380 140,580 657,590 900,200 54,820 3,720 51,640 47,39 781,43	15.694,750
1.2.8	Regularização e modelação das áreas interiores das rotundas - Rotunda 1 - Rotunda 2 - Rotunda 3 - Rotunda 4	m2					692,79 668,80 304,80 304,80	1.971,19
1.3	Escavação em Empréstimo							
1.3.1	Escavação e colocação em aterro, incluindo carga, transporte, espalhamento e compactação, indemnização por matagem e arranjo para enquadramento paisagístico da zona de empréstimo a cargo do empreiteiro							
1.3.1.1	Solos - Ligação à EN 202 - Alameda do Complexo Desportivo - Rotunda 1 - Rotunda 2 - Rotunda 3 - Rotunda 4 - Ligação 1 - Ligação 2 - Ligação 3 - Ligação 4 - Ligação 5 - Parque de Estacionamento	m3					85.875,913 -1.428,228 672,289 4.835,395 10.663,530 -700,006 -377,370 -332,536 -202,846 -929,147 -33,238 -6.489,170	91.554,586
1.3.1.2	Rocha - Ligação à EN 202	m3						
	km 0+874 - viaduto 2			65	24,17	2,25	3.534,86	3.534,86

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
---	-----------------------

MEDIÇÕES

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS		Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES	
			COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS
1.4	Camada de Leito do Pavimento incluindo tratamento ou fornecimento e colocação dos materiais (espessura das camadas após compactação)						
1.4.1	Em aterros de solos:						
1.4.1.1	Em solos selecionados						
1.4.1.1.1	com 0,30 m de espessura	m2					
	- Ligação à EN 202						
	km 0+000 - km 0+064,5					714,43	
	viaduto 1 - km 0+162,6					77,64	
	rotunda 2 - km 0+318,8					1.183,84	
	km 0+340 - km 0+440,7					1.811,21	
	km 0+614,8 - km 0+713,3					1.411,57	
	km 0+772,9 - viaduto 2					2.078,26	
	viaduto 2 - km 1+015					290,33	
	km 1+220- km 1+298,37					909,67	
	- Alameda do Complexo Desportivo						
	km 0+000 - km 0+025					392,42	
	km 0+134,8 - km 0+143,02					161,11	
	- Rotunda 1					610,46	
	- Rotunda 2					561,78	
	- Rotunda 3					947,61	
	- Rotunda 4					106,66	
	- Parque de Estacionamento					548,70	11.805,69
1.4.2	Em escavações ou perfis mistos em solo						
1.4.2.1	Em solos selecionados						
1.4.2.1.1	com 0,30 m de espessura	m2					
	- Ligação à EN 202						
	km 0+318,8 - km 0+340					301,14	
	km 0+440,7 - km 0+614,8					3.007,65	
	km 0+713,3 - km 0+772,9					893,46	
	- Alameda do Complexo Desportivo						
	km 0+025 - km 0+134,8					1.535,66	
	- Rotunda 1					646,17	
	- Rotunda 2					525,95	
	- Rotunda 4					848,02	
	- Ligação 1					374,20	
	- Ligação 2					759,92	
	- Ligação 3					280,42	
	- Ligação 4					986,59	

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
---	-----------------------

MEDIÇÕES

	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES	
			COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS
	- Ligação 5 - Parque de Estacionamento					171,26 2.578,70	12.909,14
1.4.2.2	Saneamento e preenchimento com solos selecionados, incluindo carga, transporte e espalhamento em vazadouro, e eventual indemnização por depósito						
1.4.2.2.1	na espessura de 1,00 m - Ligação à EN 202 km 0+720 - km 0+775	m2	55,00	18,83		1.035,65	1.035,65
1.4.2.2.2	na espessura de 0,60 m - Rotunda 1 km 0+015 - km 0+050 km 0+070 - km 0+100 - Ligação 1 km 0+025 - km 0+036,79 - Ligação 2 km 0+060 - km 0+070	m2	35,00 30,00 11,79 10,30	4,14 21,84 5,95 13,47		144,90 655,20 70,15 138,74	1.008,99
1.4.3	Em escavações ou perfis mistos em rocha						
1.4.3.1	Limpeza e/ou saneamento, para posterior regularização da plataforma com material pétreo:						
1.4.3.1.1	na espessura média de 0,15 m - Ligação à EN 202 km 1+015 - km 1+220	m2	205,00	17,38		3.562,90	3.562,90
1.4.3.2	Regularização da plataforma com material pétreo						
1.4.3.2.1	na espessura média de 0,15 m - Ligação à EN 202 km 1+015 - km 1+220	m2	205,00	17,38		3.562,90	3.562,90
1.5	Trabalhos Complementares						
1.5.1	Máscara drenante	m3	25,00	0,40	3,00	30,00	30,00
1.5.2	Esporão drenante	m3	3,00	1,00	2,00	6,00	
			3,00	1,00	4,00	12,00	
			3,00	1,00	3,00	9,00	27,00
2	PAVIMENTAÇÃO						
2.1	Betão betuminoso na espessura de 0,04 m - Ligação à EN 202 km 0+000 - viaduto 1 deduzir área de ilhas e/ou viaduto 1 viaduto 1 - km 0+183,91 km 0+235,62 - viaduto 2	m2				908,21 -7,71 276,90 219,86 5.256,50	

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
---	-----------------------

MEDIÇÕES

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS		Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES	
			COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS
	viaduto 2					439,03	
	viaduto 2 - km 1+298,37					2.308,52	
	deduzir área de ilhas e/ou					-6,97	
	entroncamento ao km 0+442					91,70	
	entroncamento ao km 0+554					56,73	
	entroncamento ao km 0+636					59,20	
	entroncamento ao km 0+765					89,64	
	entroncamento ao km 0+825					246,48	
	- Alameda do Complexo Desportivo					1.632,63	
	deduzir área de ilhas e/ou					-161,70	
	- Rotunda 1					1.256,64	
	- Rotunda 2					1.305,14	
	- Rotunda 3					790,31	
	- Rotunda 4					790,31	
	- Ligação 1					225,24	
	- Ligação 2					546,92	
	deduzir área de ilhas e/ou					-9,59	
	- Ligação 3					155,59	
	deduzir área de ilhas e/ou					-4,09	
	- Ligação 4					434,77	
	- Ligação 5					71,09	
	- Parque de Estacionamento					3.127,40	
	deduzir área de ilhas e/ou					-38,87	
	deduzir área de ilhas e/ou	16	2,30	1,33		-48,94	
	deduzir área de ilhas e/ou					-49,11	
	deduzir área de lancis		324,70	0,15		-48,71	19.913,12
2.2	Base em macadame betuminoso na espessura de 0,08 m	m2					
	- Ligação à EN 202 km 0+000 - viaduto					908,21	
	deduzir área de ilhas e/ou					-7,71	
	viaduto 1 - km 0+183,91					219,86	
	km 0+235,62 - viaduto 2					5.256,50	
	viaduto 2 - km 1+298,37					2.308,52	
	deduzir área de ilhas e/ou					-6,97	
	entroncamento ao km 0+442					91,70	
	entroncamento ao km 0+554					56,73	
	entroncamento ao km 0+636					59,20	
	entroncamento ao km 0+765					89,64	
	entroncamento ao km 0+825					246,48	
	- Alameda do Complexo Desportivo		143,02	11,00		1.573,22	
	deduzir área de ilhas e/ou					59,41	
	deduzir área de ilhas e/ou					-161,70	
	- Rotunda 1					1.256,64	

Empreitada:	Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado	TRAÇADO DA VIA
	TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	

MEDIÇÕES

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS		Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES	
			COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS
	- Rotunda 2					1.305,14	
	- Rotunda 3					790,31	
	- Rotunda 4					790,31	
	- Ligação 1		36,79	6,00		220,74	
						4,50	
	- Ligação 2		70,30	7,50		527,25	
						19,67	
	deduzir área de ilhas e/ou					-9,59	
	- Ligação 3		22,48	6,00		134,88	
						20,71	
	deduzir área de ilhas e/ou					-4,09	
	- Ligação 4		57,08	7,50		428,10	
						6,67	
	- Ligação 5		9,10	7,50		68,25	
						2,84	
	- Parque de Estacionamento					3.127,40	
	deduzir área de ilhas e/ou					-38,87	
	deduzir área de ilhas e/ou	16	2,30	1,33		-48,94	
	deduzir área de ilhas e/ou					-49,11	
	deduzir área de lancis		324,70	0,15		-48,71	19.197,19
2.3	Rega de colagem com emulsão betuminosa	m2					
	- Ligação à EN 202 km 0+000 - viaduto					908,21	
	deduzir área de ilhas e/ou					-7,71	
	viaduto 1					276,90	
	viaduto 1 - km 0+183,91					219,86	
	km 0+235,62 - viaduto 2					5.256,60	
	viaduto 2					439,03	
	viaduto 2 - km 1+298,37					2.308,52	
	deduzir área de ilhas e/ou					-6,97	
	entroncamento ao km 0+442					91,70	
	entroncamento ao km 0+554					56,73	
	entroncamento ao km 0+636					59,20	
	entroncamento ao km 0+765					89,64	
	entroncamento ao km 0+825					246,48	
	- Alameda do Complexo Desportivo		143,02	11,00		1.573,22	
						59,41	
	deduzir área de ilhas e/ou					-161,70	
	- Rotunda 1					1.256,64	
	- Rotunda 2					1.305,14	
	- Rotunda 3					790,31	
	- Rotunda 4					790,31	
	- Ligação 1		36,79	6,00		220,74	

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
--	-----------------------

MEDIÇÕES

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES	
		COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS
					4,50	
- Ligação 2		70,30	7,50		527,25	
deduzir área de ilhas e/ou					19,67	
- Ligação 3		22,48			-9,59	
deduzir área de ilhas e/ou					134,88	
- Ligação 4		57,08			20,71	
deduzir área de ilhas e/ou					-4,09	
- Ligação 5		9,10			428,10	
deduzir área de ilhas e/ou					6,67	
- Parque de Estacionamento					68,25	
deduzir área de ilhas e/ou					2,84	
deduzir área de ilhas e/ou					3.127,40	
deduzir área de ilhas e/ou					-38,87	
deduzir área de ilhas e/ou	16	2,30	1,33		-48,94	
deduzir área de lancis		324,70	0,15		-49,11	
deduzir área de lancis					-48,71	19.913,12
2.4 Rega de impregnação com emulsão betuminosa	m2					
- Ligação à EN 202 km 0+000 - viaduto					908,21	
deduzir área de ilhas e/ou					-7,71	
viaduto 1 - km 0+183,91					219,86	
km 0+235,62 - viaduto 2					5.256,60	
viaduto 2 - km 1+298,37					2.308,52	
deduzir área de ilhas e/ou					-6,97	
entroncamento ao km 0+442					91,70	
entroncamento ao km 0+554					56,73	
entroncamento ao km 0+636					59,20	
entroncamento ao km 0+765					89,64	
entroncamento ao km 0+825					246,48	
- Alameda do Complexo Desportivo		143,02	11,00		1.573,22	
deduzir área de ilhas e/ou					59,41	
deduzir área de ilhas e/ou					-161,70	
- Rotunda 1					1.256,64	
- Rotunda 2					1.305,14	
- Rotunda 3					790,31	
- Rotunda 4					790,31	
- Ligação 1		36,79	6,00		220,74	
deduzir área de ilhas e/ou					4,50	
- Ligação 2		70,30	7,50		527,25	
deduzir área de ilhas e/ou					19,67	
deduzir área de ilhas e/ou					-9,59	
- Ligação 3		22,48	6,00		134,88	

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
---	-----------------------

MEDIÇÕES

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS		Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES	
			COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS
	deduzir área de ilhas e/ou					20,71	
	- Ligação 4		57,08	7,50		-4,09	
						428,10	
						6,67	
	- Ligação 5		9,10	7,50		68,25	
						2,84	
	- Parque de Estacionamento					3.127,40	
	deduzir área de ilhas e/ou					-38,87	
	deduzir área de ilhas e/ou	16	2,30	1,33		-48,94	
	deduzir área de ilhas e/ou					-49,11	
	deduzir área de lancis		324,70	0,15		-48,71	19.197,19
2.5	Camada granular com características de sub-base em agregado britado de granulometria extensa (AGE)						
2.5.1	com 0,12 m de espessura	m2					
	- Ligação à EN 202 (estacionamentos)		75,00	2,25		168,75	
			15,00	2,25		33,75	
			30,00	2,25		67,50	
			10,00	2,25		22,50	
			80,00	2,25		180,00	
			20,00	2,25		45,00	
			15,00	2,25		33,75	
			20,00	2,25		45,00	
			55,00	2,25		123,75	
	deduzir área de lancis		320,00	0,15		-48,00	
	- Ligação 4		57,08	7,50		428,10	
						6,67	
	- Ligação 4 (estacionamentos)		35,00	5,00		175,00	
	deduzir área de lancis		35,00	0,15		-5,25	1.276,52
2.5.2	com 0,15 m de espessura	m2					
	- Ligação à EN 202 km 0+000 - viaduto					908,21	
	deduzir área de ilhas e/ou					-7,71	
	viaduto 1 - km 0+183,91					219,86	
	km 0+235,62 - viaduto 2					5.256,50	
	viaduto 2 - km 1+298,37					2.308,52	
	deduzir área de ilhas e/ou					-6,97	
	entroncamento ao km 0+442					91,70	
	entroncamento ao km 0+554					56,73	
	entroncamento ao km 0+636					59,20	
	entroncamento ao km 0+765					89,64	
	entroncamento ao km 0+825					246,48	
	- Alameda do Complexo Desportivo		143,02	11,00		1.573,22	
						59,41	

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
---	-----------------------

MEDIÇÕES

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS		Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES		
			COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS	
	deduzir área de ilhas e/ou						-161,7	
	- Rotunda 1						1.256,64	
	- Rotunda 2						1.305,14	
	- Rotunda 3						790,31	
	- Rotunda 4						790,31	
	- Ligação 1		36,79	6,00			220,74	
							4,50	
	- Ligação 2		70,30	7,50			527,25	
							19,67	
	deduzir área de ilhas e/ou						-9,59	
	- Ligação 3		22,48	6,00			134,88	
							20,71	
	deduzir área de ilhas e/ou						-4,09	
	- Ligação 4		57,08	7,50			428,10	
							6,67	
	- Ligação 5		9,10	7,50			68,25	
							2,84	
	- Parque de Estacionamento						3.127,40	
	deduzir área de ilhas e/ou						-38,87	
	deduzir área de ilhas e/ou	16	2,30	1,33			-48,94	
	deduzir área de ilhas e/ou						-49,11	
	deduzir área de lancis		324,70	0,15			-48,71	19.197,19
2.5.3	com 0,30 m de espessura	m2						
	- Ligação à EN 202							
	km 0+000 - viaduto						393,67	
	deduzir área de ilhas e/ou		265,35	0,15			-39,80	
	viaduto 1 - km 0+183,91						102,58	
	deduzir área de ilhas e/ou		62,87	0,15			-9,43	
	km 0+235,62 - viaduto 2						1.983,19	
							879,14	
							389,39	
							230,11	
							372,47	
							162,95	
							18,32	
							149,72	
	deduzir área de lancis		1.468,26	0,15			-220,24	
	viaduto 2 - km 1+298,37						468,06	
							471,37	
							6,97	
	deduzir área de lancis		636,85	0,15			-95,53	
	- Alameda do Complexo Desportivo						235,93	

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
---	-----------------------

MEDIÇÕES								
DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS			Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES	
				COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS
							107,68	
							112,95	
							161,70	
		deduzir área de lancis		598,93	0,15		-89,84	
		- Rotunda 1					17,19	
							108,18	
							27,15	
							71,16	
		deduzir área de lancis		83,86	0,15		-12,58	
		- Rotunda 2					52,27	
							50,54	
							73,61	
							21,55	
		deduzir área de lancis		101,43	0,15		-15,21	
		- Rotunda 3					18,74	
							138,55	
		deduzir área de lancis		74,67	0,15		-11,20	
		- Rotunda 4					138,88	
							25,46	
		deduzir área de lancis		78,68	0,15		-11,80	
		- Ligação 1					64,16	
							83,91	
		deduzir área de lancis		81,24	0,15		-12,19	
		- Ligação 2					105,81	
							99,54	
							9,59	
		deduzir área de lancis		143,91	0,15		-21,59	
		- Ligação 3					64,89	
							60,24	
							4,09	
		deduzir área de lancis		63,95	0,15		-9,55	
		- Ligação 4					211,67	
							165,14	
		deduzir área de lancis					-19,19	
		- Ligação 5					50,09	
							50,09	
		deduzir área de lancis		21,90	0,15		-3,29	
		- Parque de Estacionamento					49,11	
							38,87	
			16	2,30	1,33		48,94	

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
---	-----------------------

MEDIÇÕES								
DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS			Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES	
				COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS
2.6	deduzir área de lancis			180,27	0,15		-27,04	7.497,15
	Fornecimento e colocação de cubos de granito cinzento com 0,11 m de lado	m2						
	- Ligação à EN 202 (estacionamentos)			75,00	2,25		168,75	
				15,00	2,25		33,75	
				30,00	2,25		67,50	
				10,00	2,25		22,50	
				80,00	2,25		180,00	
				20,00	2,25		45,00	
				15,00	2,25		33,75	
				20,00	2,25		45,00	
				55,00	2,25		123,75	
	deduzir área de lancis			320,00	0,15		-48,00	
	- Ligação 4			57,08	7,50		428,10	
							6,67	
	- Ligação 4 (estacionamentos)			35,00	5,00		175,00	
	deduzir área de lancis			35,00	0,15		-5,25	1.276,52
2.7	Execução de almofada de areia com uma espessura de 0,04m	m2						
	- Ligação à EN 202 (estacionamentos)			75,00	2,25		168,75	
				15,00	2,25		33,75	
				30,00	2,25		67,50	
				10,00	2,25		22,50	
				80,00	2,25		180,00	
				20,00	2,25		45,00	
				15,00	2,25		33,75	
				20,00	2,25		45,00	
				55,00	2,25		123,75	
	deduzir área de lancis			320,00	0,15		-48,00	
	- Ligação 4			57,08	7,50		428,10	
							6,67	
	- Ligação 4 (estacionamentos)			35,00	5,00		175,00	
	deduzir área de lancis			35,00	0,15		-5,25	1.276,52
2.8	Execução de betonilha esquartelada com 0,02 m de espessura em passeios	m2						
	- Ligação à EN 202							
	km 0+000 - viaduto 1						394,28	
	deduzir área de lancis			265,35	0,15		-39,80	
	viaduto 1						110,76	
							110,76	
	deduzir área de lancis			73,84	0,15		-11,08	

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
---	-----------------------

MEDIÇÕES								
DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS		Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES		
			COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS	
	viaduto 1 - km 0+183,91						49,95	
	deduzir área de lancis		62,87	0,15			52,63	
	km 0+235,62 - viaduto 2						-9,43	
							1.983,19	
							879,14	
							389,39	
							230,11	
							372,47	
							162,95	
							18,32	
							149,72	
	deduzir área de lancis		1.468,26	0,15			-220,24	
	viaduto 2						175,67	
							175,56	
	deduzir área de lancis		117,07	0,15			-17,56	
	viaduto 2 - km 1+298,37						468,06	
							471,37	
							6,97	
	deduzir área de lancis		636,85	0,15			-95,53	
	- Alameda do Complexo Desportivo						235,93	
							107,68	
							112,95	
							161,70	
	deduzir área de lancis		598,93	0,15			-89,84	
	- Rotunda 1						17,19	
							108,18	
							27,15	
							71,16	
	deduzir área de lancis		83,86	0,51			-12,58	
	- Rotunda 2						52,27	
							50,54	
							73,61	
							21,55	
	deduzir área de lancis						-15,21	
	- Rotunda 3						18,74	
							138,55	
	deduzir área de lancis		74,67	0,15			-11,20	
	- Rotunda 4						138,88	
							25,46	
	deduzir área de lancis		78,68	0,15			-11,80	
	- Ligação 1						64,16	
							83,91	

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
---	-----------------------

MEDIÇÕES								
DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS		Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES		
			COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS	
	deduzir área de lancis		81,24	0,15		-12,19		
	- Ligação 2					105,81		
						99,54		
						9,59		
	deduzir área de lancis		143,91	0,15		-21,59		
	- Ligação 3					64,89		
						60,24		
						4,09		
	deduzir área de lancis		63,65	0,15		-9,55		
	- Ligação 4					211,67		
						165,14		
	deduzir área de lancis		127,96	0,15		-19,19		
	- Ligação 5					50,09		
						50,09		
	deduzir área de lancis		21,90	0,15		-3,29		
	- Parque de Estacionamento					49,11		
						38,87		
		16,00	2,30	1,33		48,94		
	deduzir área de lancis		180,27	0,15		-27,04		8.041,87
2.9	Execução de massame de betão (B20) com 0,05 m de espessura em passeios	m2						
	- Ligação à EN 202							
	km 0+000 - viaduto 1					394,28		
	deduzir área de lancis					-39,80		
	viaduto 1 - km 0+183,91					49,95		
						52,63		
	deduzir área de lancis					-9,43		
	km 0+235,62 - viaduto 2					1.983,19		
						879,14		
						389,39		
						230,11		
						372,47		
						162,95		
						18,32		
						149,72		
	deduzir área de lancis		1.468,25	0,15		-220,24		
	viaduto 2 - km 1+298,37					468,06		
						471,37		
						6,97		
	deduzir área de lancis		636,85	0,15		-95,53		
	- Alameda do Complexo Desportivo					235,93		
						107,68		

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
---	-----------------------

MEDIÇÕES								
DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS		Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES		
			COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS	
						112,95		
						161,70		
	deduzir área de lancis		598,93	0,15		-89,84		
	- Rotunda 1					17,19		
						108,18		
						27,15		
						71,16		
	deduzir área de lancis		83,86	0,15		-12,58		
	- Rotunda 2					52,27		
						50,54		
						73,61		
						21,55		
	deduzir área de lancis		101,43	0,15		-15,21		
	- Rotunda 3					18,74		
						138,55		
	deduzir área de lancis		74,67	0,15		-11,20		
	- Rotunda 4					138,88		
						25,46		
	deduzir área de lancis		78,68	0,15		-11,80		
	- Ligação 1					64,16		
						83,91		
	deduzir área de lancis		81,24	0,15		-12,19		
	- Ligação 2					105,81		
						99,54		
						9,59		
	deduzir área de lancis		143,91	0,15		-21,59		
	- Ligação 3					64,89		
						60,24		
						4,09		
	deduzir área de lancis		63,65	0,15		-9,55		
	- Ligação 4					211,67		
						165,14		
	deduzir área de lancis		127,96	0,15		-19,19		
	- Ligação 5					50,09		
						50,09		
	deduzir área de lancis		21,90	0,15		-3,29		
	- Parque de Estacionamento					49,11		
						38,87		
		16	2,30	1,33		48,94		
	deduzir área de lancis		180,27	0,15		-27,04		7.497,76

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	TRAÇADO DA VIA
---	-----------------------

MEDIÇÕES								
DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS			Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES	
				COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS
	- Rotunda 2						94,25	
							27,04	
							26,81	
							35,64	
							11,94	
							99,10	
	- Rotunda 3						8,90	
							65,77	
							62,83	
	- Rotunda 4						66,28	
							12,40	
							62,83	
	- Ligação 1						41,91	
							39,33	
	- Ligação 2						58,85	
							64,82	
							20,24	
	- Ligação 3						26,75	
							27,01	
							9,93	
	- Ligação 4						70,62	
							57,34	
							35,00	
	- Ligação 5						10,95	
							10,95	
	- Parque de Estacionamento						324,70	
							33,57	
							30,54	
			16		7,26		116,16	5.077,17

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	OBRAS ACESSÓRIAS
---	-------------------------

MEDIÇÕES

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS		Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES	
			COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS
1	Trabalhos a realizar de acordo com o projeto e satisfazendo o especificado no C.E.						
	MURO M1						
1.1	Movimento de Terras						
1.1.1	Escavação para abertura de fundações, incluindo implantação, entivação, escoramento, bombagem de eventuais águas afuentes, carga, transporte, espalhamento em vazadouro dos produtos sobranes, eventual indenização por depósito e todos os trabalhos acessórios e complementares						
1.1.1.1	Com meios mecânicos (lâmina, balde ou ripper)	m3				200,150	200,150
1.1.2	Aterro técnico no tardo do muro com terras provenientes das escavações e/ou empréstimo, por camadas de 0,20 m, compactadas, previamente regadas, incluindo transporte, colocação e todos os trabalhos acessórios e complementares	m3				61,000	61,000
1.2	Betões, incluindo fornecimento e colocação						
1.2.1	Betão de limpeza (B20) aplicado em camadas de regularização de fundações com 0,10m de espessura, de acordo com os pormenores de projeto, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	m3				5,560	5,560
1.2.2	Betão B30, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	m3				45,370	45,370
1.3	Cofragem, incluindo fornecimento e aplicação						
1.3.1	Cofragem para betão em paramentos não visíveis, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	m2				15,41 45,37 22,61 9,00	92,39
1.3.2	Cofragem para betão em paramentos visíveis, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	m2				9,16 31,28 15,69 4,83	60,96
1.4	Aço, incluindo fornecimento e montagem, e todos os trabalhos acessórios e						
1.4.1	Aço A400NR	kg				3.165,32	3.165,32

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	OBRAS ACESSÓRIAS
---	-------------------------

MEDIÇÕES

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS		Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES	
			COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS
1.5	Diversos						
1.5.1	Juntas de dilatação, incluindo fornecimento e colocação de todos os materiais definidos no projeto, conforme desenho GAMP-15-01-05	m2				0,75	0,75
1.5.2	Fornecimento e execução de caleiras de drenagem pré-fabricadas, em meias canas DN110, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	ml				63,00	63,00
1.5.3	Fornecimento e execução de bueiros em muros, executados com tubos de PVC DN 110 mm com 0,30 m de comprimento, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	un				7,00	7,00
1.5.4	Fornecimento e colocação do tubo PVC DN 100 mm perfurado, no tardo do muro, envolvido pela placa drenante tipo "Enkadrain" ou similar, conforme especificação do C.E., incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	ml				28,00	28,00
1.5.5	Fornecimento e colocação do tubo PVC DN 50 mm perfurado, envolvido pela brita de 20/30 mm e manta geotêxtil, conforme especificação do C.E., incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	ml				14,00	14,00
1.5.6	Fornecimento e colocação de geocompósitos tipo "Enkadrain" ou similar, conforme especificação do C.E., incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	ml				44,87	44,87
1.5.7	Demolição de muro de pedra arrumada (PK 0+100), canalização e desvio de água	vg				1,00	1,00
1.5.8	Reconstrução do muro com aproveitamento de pedra, incluindo lajeta de betão (B20) e reposição de água	vg				1,00	1,00

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	OBRAS ACESSÓRIAS
---	-------------------------

MEDIÇÕES

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES	
		COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS
2 MURO M2						
2.1 Movimento de Terras						
2.1.1 Escavação para abertura de fundações, incluindo implantação, entivação, escoramento, bombagem de eventuais águas afuentes, carga, transporte, espalhamento em vazadouro dos produtos sobranes, eventual indenização por depósito e todos os trabalhos acessórios e complementares						
2.1.1.1 Com meios mecânicos (lâmina, balde ou ripper)	m3				169,440	169,440
2.1.2 Aterro técnico no tardo do muro com terras provenientes das escavações e/ou empréstimo, por camadas de 0,20 m, compactadas, previamente regadas, incluindo transporte, colocação e todos os trabalhos acessórios e complementares	m3				374,000	374,000
2.2 Betões, incluindo fornecimento e colocação						
2.2.1 Betão de limpeza (B20) aplicado em camadas de regularização de fundações com 0,10m de espessura, de acordo com os pormenores de projeto, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	m3				17,560	17,560
2.3 Gabiões						
2.3.1 Fornecimento, montagem, enchimento e colocação dos gabiões galvanizados sem revestimento, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	m3				451,50	451,50
2.4 Diversos						
2.4.1 Fornecimento e execução de caleiras de drenagem pré-fabricadas, em meias canas DN 200, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	ml				40,00	40,00
2.4.2 Fornecimento e colocação do tubo PVC DN 110 mm perfurado, no tardo do muro, envolvido por manta geotêxtil, conforme desenho, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	ml				61,00	61,00
2.4.3 Fornecimento e colocação de manta geotêxtil, conforme especificação no C.E., incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	m2				301,50	301,50

Empreitada: Estrada e Viaduto de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado TRAÇADO DA VIA E OBRAS ACESSÓRIAS	OBRAS ACESSÓRIAS
---	-------------------------

MEDIÇÕES							
DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS		Partes iguais	DIMENSÕES			QUANTIDADES	
			COMP.	LARG.	ALT.	PARCIAIS	TOTAIS
3	MURO M3						
3.1	Movimento de Terras						
3.1.1	Escavação para abertura de fundações, incluindo implantação, entivação, escoramento, bombagem de eventuais águas afuentes, carga, transporte, espalhamento em vazadouro dos produtos sobranes, eventual indenização por depósito e todos os trabalhos acessórios e complementares						
3.1.1.1	Com meios mecânicos (lâmina, balde ou ripper)	m3				50,380	50,380
3.1.2	Aterro técnico no tardo do muro com terras provenientes das escavações e/ou empréstimo, por camadas de 0,20 m, compactadas, previamente regadas, incluindo transporte, colocação e todos os trabalhos acessórios e complementares	m3				68,85	68,85
3.2	Betões, incluindo fornecimento e colocação						
3.2.1	Betão de limpeza (B20) aplicado em camadas de regularização de fundações com 0,10m de espessura, de acordo com os pormenores de projeto, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	m3				5,190	5,190
3.3	Gabiões						
3.3.1	Fornecimento, montagem, enchimento e colocação dos gabiões galvanizados revestidos a PVC, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	m3				124,25	124,25
3.4	Diversos						
3.4.1	Fornecimento e execução de caleiras de drenagem pré-fabricadas, em meias canas DN 200, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	ml				19,00	19,00
2.4.2	Fornecimento e colocação do tubo PVC DN 110 mm perfurado, no tardo do muro, envolvido por manta geotêxtil, conforme desenho, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	ml				29,00	29,00
2.4.3	Fornecimento e colocação de manta geotêxtil, conforme especificação no C.E., incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares	m2				101,00	101,00

Anexo B

Folha de Tarefas – Microsoft Project

ID	Nome da Tarefa	Un.	Quantidade	Rendimento diário por equipa	Duração Calculada	Duração	Início	Conclusão	Predecessoras
0	Estrada de Ligação da Vila ao Monte Prado					301 dias	Seg 02-06-14	Seg 10-08-15	
1	TERRAPLANAGEM					239 dias	Seg 02-06-14	Ter 12-05-15	
2	Trabalhos Preparatórios					87 dias	Seg 02-06-14	Sex 03-10-14	
3	Desmatção	m ²	39019,10	1647,73	23,68	24 dias	Seg 02-06-14	Seg 07-07-14	
4	Demolição de construções	m ³	1010,33	58,23	17,35	17 dias	Sex 27-06-14	Ter 22-07-14	3II+18 dias
5	Demolição de muros	m ²	550	38,74	14,2	14 dias	Sex 27-06-14	Qui 17-07-14	3II+18 dias
6	Desativação de poços e enchimento com enrocamento	m ³	100	37,27	2,68	3 dias	Qui 17-07-14	Ter 22-07-14	5
7	Decapagem de terra vegetal	m ³	24590,486	484,48	50,76	51 dias	Qui 17-07-14	Seg 29-09-14	5
8	Preparação da fundação de aterros					4 dias	Seg 29-09-14	Sex 03-10-14	
9	Limpeza, regularização e compactação da fundação de aterros	m ²	780,00	500,00	1,56	2 dias	Seg 29-09-14	Qua 01-10-14	7
10	Saneamento em fundação de aterros	m ³	1008,000	684,00	1,47	1 dia	Qua 01-10-14	Qui 02-10-14	9
11	Preenchimento dos volumes saneados com materiais adequados	m ³	1008,000	684,00	1,47	1 dia	Qui 02-10-14	Sex 03-10-14	10
12	Escavação na linha					91 dias	Seg 29-09-14	Sex 06-02-15	
13	Escavação com meios mecânicos	m ³	48657,777	484,48	100,43	50 dias	Sex 10-10-14	Seg 22-12-14	14
14	Escavação com recurso a explosivos	m ³	3366,775	374,10	9	9 dias	Seg 29-09-14	Sex 10-10-14	7
15	Carga, transporte e colocação em aterro/vazadouro dos materiais provenientes da escavação	m ³	38902,493	684,00	56,87	57 dias	Sex 10-10-14	Sex 02-01-15	13II
16	Regularização de taludes	m ²	20881,65	750,00	27,84	28 dias	Seg 22-12-14	Seg 02-02-15	13
17	Regularização e modelação das áreas interiores das rotundas	m ²	1971,19	750,00	2,63	4 dias	Seg 02-02-15	Sex 06-02-15	16
18	Escavação em empréstimo					73 dias	Sex 10-10-14	Seg 26-01-15	
19	Solos	m ³	91554,586	684,00	133,85	67 dias	Seg 20-10-14	Seg 26-01-15	20
20	Rocha	m ³	3534,863	600,00	5,89	6 dias	Sex 10-10-14	Seg 20-10-14	14
21	Camada de Leito do Pavimento					65 dias	Sex 06-02-15	Ter 12-05-15	

ID	Nome da Tarefa	Un.	Quantidade	Rendimento diário por equipa	Duração Calculada	Duração	Início	Conclusão	Predecessoras
22	Em aterros de solos seleccionados com 0,30m de espessura	m ²	11805,69	500,00	23,61	24 dias	Sex 27-02-15	Qui 02-04-15	26
23	Em solos seleccionados com 0,30m de espessura	m ²	12909,14	500,00	25,82	26 dias	Qui 02-04-15	Ter 12-05-15	22
24	Saneamento e preenchimento com solos seleccionados	m ²	2044,64	750,00	2,73	3 dias	Sex 06-02-15	Qua 11-02-15	17
25	Em escavações em rocha, na espessura média de 0,15m	m ²	3562,90	509	7	7 dias	Qua 11-02-15	Sex 20-02-15	24
26	Regularização da plataforma com material pétreo, na espessura média de 0,15m	m ²	3562,90	750,00	4,75	5 dias	Sex 20-02-15	Sex 27-02-15	25
27	PAVIMENTAÇÃO					63 dias	Seg 11-05-15	Seg 10-08-15	
28	Pavimentação geral					43 dias	Qua 27-05-15	Ter 28-07-15	
29	Sub-base em AGE com 0,15m de espessura	m ²	19197,19	502,01	38,24	38 dias	Qua 27-05-15	Ter 21-07-15	38
30	Rega de impregnação com emulsão betuminosa	m ²	19197,19	23921,73	0,8	6 h	Ter 21-07-15	Ter 21-07-15	29
31	Base em macadame betuminoso na espessura de 0,08m	m ²	19197,19	13175,76	1,46	2 dias	Qua 22-07-15	Sex 24-07-15	30Cl+1 dia
32	Rega de colagem com emulsão betuminosa	m ²	19913,12	102000,00	0,2	2 h	Sex 24-07-15	Seg 27-07-15	31
33	Betão betuminoso na espessura de 0,04m	m ²	19913,12	13832,80	1,44	1 dia	Seg 27-07-15	Ter 28-07-15	32
34	Pavimentação Ligação 4 e Estacionamentos					14 dias	Ter 21-07-15	Seg 10-08-15	
35	Sub-base em AGE com 0,12m de espessura	m ²	1276,52	504,90	2,53	3 dias	Ter 21-07-15	Sex 24-07-15	29
36	Cubos de granitos de 0,11m de lado (incluindo almofada de areia de 0,04m de espessura)	m ²	1276,52	117,20	10,89	11 dias	Sex 24-07-15	Seg 10-08-15	35
37	Pavimentação Passeios					42 dias	Seg 11-05-15	Sex 10-07-15	
38	Lancil em betão pré-fabricado, incluindo fundação e em betão pobre com 0,30 x 0,12	ml	5077,17	253,70	20,01	10 dias	Ter 12-05-15	Qua 27-05-15	23
39	AGE com 0,30m de espessura	m ²	7497,15	310,33	24,16	12 dias	Seg 11-05-15	Qui 28-05-15	38CC+1 dia
40	Massame de betão (B20) com 0,05m de espessura	m ²	7497,72	374,89	20	10 dias	Qui 28-05-15	Sex 12-06-15	39
41	Betonilha esquadrelada com 0,02m de espessura	m ²	8041,87	201,90	39,83	20 dias	Sex 12-06-15	Sex 10-07-15	40
42	OBRAS ACESSÓRIAS					55 dias	Sex 10-10-14	Ter 30-12-14	

ID	Nome da Tarefa	Un.	Quantidade	Rendimento diário por equipa	Duração Calculada	Duração	Início	Conclusão	Predecessoras
43	MURO M1					33 dias	Sex 10-10-14	Qua 26-11-14	
44	Demolição de muro de pedra arrumada	vg	1	1,00	1	1 dia	Sex 10-10-14	Seg 13-10-14	14
45	Escavação	m ³	200,150	66,72	3	3 dias	Seg 13-10-14	Qui 16-10-14	44
46	Betão de limpeza (B20)	m ³	5,560	5,56	1	1 dia	Qui 16-10-14	Sex 17-10-14	45
47	Aço A400 NR	kg	3165,32	1055,11	3	3 dias	Qui 16-10-14	Ter 21-10-14	46II
48	Cofragem	m ²	153,35	51,12	3	3 dias	Sex 17-10-14	Qua 22-10-14	46;47CC+1 d
49	Betonagem (incluindo juntas de dilatação e bueiros)	m ³	45,370	15,12	3	3 dias	Qua 22-10-14	Seg 27-10-14	48
50	Aterro técnico e drenagens (dreno + "Enkadrain")	m ³	61,000	30,50	2	2 dias	Sex 14-11-14	Ter 18-11-14	49CI+14 dias
51	Drenagem (meia cana)	ml	63,000	31,50	2	2 dias	Ter 18-11-14	Qui 20-11-14	50
52	Reconstrução do muro e reposição de água	vg	1,00	0,25	4	4 dias	Qui 20-11-14	Qua 26-11-14	51
53	MURO M2					28 dias	Ter 18-11-14	Ter 30-12-14	
54	Escavação	m ³	169,440	42,36	4	4 dias	Ter 18-11-14	Seg 24-11-14	50
55	Betão de limpeza (B20), em camadas de 0,10m	m ³	17,560	5,85	3	3 dias	Sex 21-11-14	Qua 26-11-14	54CI-1 dia
56	Gabiões	m ³	451,50	25,00	18,06	18 dias	Qua 26-11-14	Ter 23-12-14	55
57	Drenagem (tubo PVC e manta geotêxtil)	ml	61,00	3,59	16,99	17 dias	Qui 27-11-14	Ter 23-12-14	56CC
58	Aterro técnico	m ³	374,000	20,78	18	18 dias	Sex 28-11-14	Sex 26-12-14	56II+2 dias
59	Drenagem (meia cana)	ml	40,00	20,00	2	2 dias	Sex 26-12-14	Ter 30-12-14	58
60	MURO M3					9 dias	Qua 26-11-14	Qua 10-12-14	
61	Escavação para abertura de fundações	m ³	50,380	42,36	1,19	1 dia	Qua 26-11-14	Qui 27-11-14	55
62	Betão de limpeza (B20), em camadas de 0,10m	m ³	5,190	5,85	0,89	1 dia	Qua 26-11-14	Qui 27-11-14	61CI-1 dia
63	Gabiões	m ³	124,25	25,00	4,97	5 dias	Qui 27-11-14	Qui 04-12-14	62
64	Drenagem (tubo PVC e manta geotêxtil)	ml	29,00	7,25	4	4 dias	Sex 28-11-14	Qui 04-12-14	63CC
65	Aterro técnico	m ³	68,850	13,77	5	5 dias	Seg 01-12-14	Ter 09-12-14	63II+2 dias
66	Drenagem (meia cana)	ml	19,00	20	0,95	1 dia	Ter 09-12-14	Qua 10-12-14	65

Anexo D

Lista de Atividades – *CCS Candy*

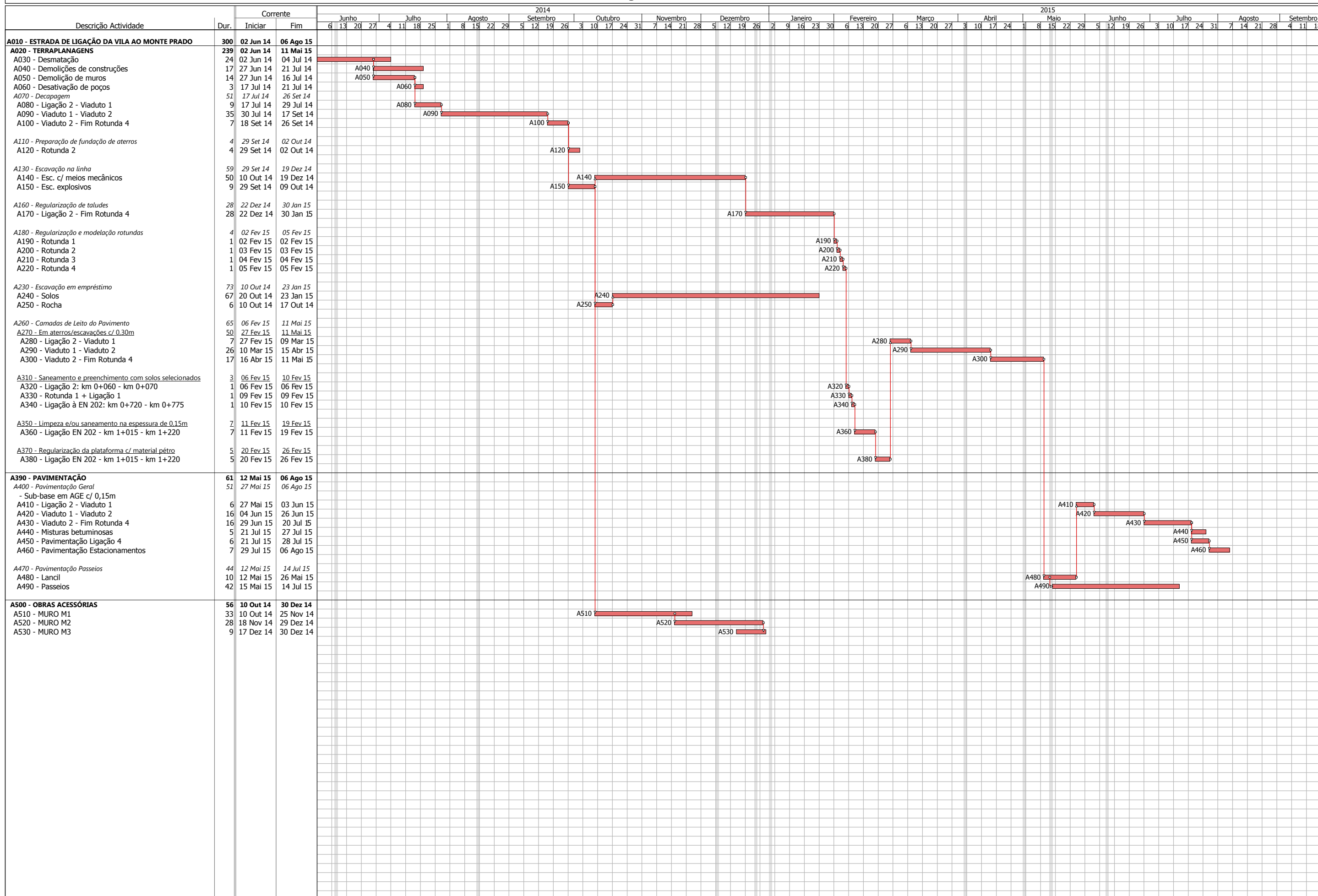
Estrada de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado
Lista de Atividades

T	Descrição Actividade	Dur.	Sucessora			Imposta	Corrente		
			Act#	Avanç	Atraso		LDur	Data	Iniciar
1	A010 - ESTRADA DE LIGAÇÃO DA VILA AO MONTE PRADO	300					02 Jun 14	06 Ago 15	0
2	A020 - TERRAPLANAGENS	239					02 Jun 14	11 Mai 15	0
B	A030 - Desmatização	24	A040	18		02 Jun 14	02 Jun 14	04 Jul 14	0
			A050	18					
B	A040 - Demolições de construções	17					27 Jun 14	21 Jul 14	0
	A050 - Demolição de muros	14	A060				27 Jun 14	16 Jul 14	0
			A080						
B	A060 - Desativação de poços	3					17 Jul 14	21 Jul 14	0
3	A070 - Decapagem	51					17 Jul 14	26 Set 14	0
	A080 - Ligação 2 - Viaduto 1	9	A090				17 Jul 14	29 Jul 14	0
	A090 - Viaduto 1 - Viaduto 2	35	A100				30 Jul 14	17 Set 14	0
	A100 - Viaduto 2 - Fim Rotunda 4	7	A120				18 Set 14	26 Set 14	0
			A150						
3	A110 - Preparação de fundação de aterros	4					29 Set 14	02 Out 14	0
B	A120 - Rotunda 2	4					29 Set 14	02 Out 14	0
3	A130 - Escavação na linha	59					29 Set 14	19 Dez 14	0
	A140 - Esc. c/ meios mecânicos	50	A170				10 Out 14	19 Dez 14	0
	A150 - Esc. explosivos	9	A140				29 Set 14	09 Out 14	0
			A250						
			A510						
3	A160 - Regularização de taludes	28					22 Dez 14	30 Jan 15	0
	A170 - Ligação 2 - Fim Rotunda 4	28	A190				22 Dez 14	30 Jan 15	0
3	A180 - Regularização e modelação rotundas	4					02 Fev 15	05 Fev 15	0
	A190 - Rotunda 1	1	A200				02 Fev 15	02 Fev 15	0
	A200 - Rotunda 2	1	A210				03 Fev 15	03 Fev 15	0
	A210 - Rotunda 3	1	A220				04 Fev 15	04 Fev 15	0
	A220 - Rotunda 4	1	A320				05 Fev 15	05 Fev 15	0
3	A230 - Escavação em empréstimo	73					10 Out 14	23 Jan 15	0
B	A240 - Solos	67					20 Out 14	23 Jan 15	0
	A250 - Rocha	6	A240				10 Out 14	17 Out 14	0
3	A260 - Camadas de Leito do Pavimento	65					06 Fev 15	11 Mai 15	0
4	A270 - Em aterros/escavações c/ 0,30m	50					27 Fev 15	11 Mai 15	0
	A280 - Ligação 2 - Viaduto 1	7	A290				27 Fev 15	09 Mar 15	0
	A290 - Viaduto 1 - Viaduto 2	26	A300				10 Mar 15	15 Abr 15	0
	A300 - Viaduto 2 - Fim Rotunda 4	17	A480				16 Abr 15	11 Mai 15	0
4	A310 - Saneamento e preenchimento com solos selecionados	3					06 Fev 15	10 Fev 15	0
	A320 - Ligação 2: km 0+060 - km 0+070	1	A330				06 Fev 15	06 Fev 15	0
	A330 - Rotunda 1 + Ligação 1	1	A340				09 Fev 15	09 Fev 15	0
	A340 - Ligação à EN 202: km 0+720 - km 0+775	1	A360				10 Fev 15	10 Fev 15	0
4	A350 - Limpeza e/ou saneamento na espessura de 0.15m	7					11 Fev 15	19 Fev 15	0
	A360 - Ligação EN 202 - km 1+015 - km 1+220	7	A380				11 Fev 15	19 Fev 15	0
4	A370 - Regularização da plataforma c/ material pétro	5					20 Fev 15	26 Fev 15	0
	A380 - Ligação EN 202 - km 1+015 - km 1+220	5	A280				20 Fev 15	26 Fev 15	0
2	A390 - PAVIMENTAÇÃO	61					12 Mai 15	06 Ago 15	0
3	A400 - Pavimentação Geral	51					27 Mai 15	06 Ago 15	0
	- Sub-base em AGE c/ 0,15m								
	A410 - Ligação 2 - Viaduto 1	6	A420				27 Mai 15	03 Jun 15	0
	A420 - Viaduto 1 - Viaduto 2	16	A430				04 Jun 15	26 Jun 15	0
	A430 - Viaduto 2 - Fim Rotunda 4	16	A440				29 Jun 15	20 Jul 15	0
			A450						
B	A440 - Misturas betuminosas	5					21 Jul 15	27 Jul 15	0
	A450 - Pavimentação Ligação 4	6	A460				21 Jul 15	28 Jul 15	0
B	A460 - Pavimentação Estacionamentos	7					29 Jul 15	06 Ago 15	0
3	A470 - Pavimentação Passeios	44					12 Mai 15	14 Jul 15	0
	A480 - Lancil	10	A410				12 Mai 15	26 Mai 15	0
			A490	2					
B	A490 - Passeios	42					15 Mai 15	14 Jul 15	0
2	A500 - OBRAS ACESSÓRIAS	56					10 Out 14	30 Dez 14	0
	A510 - MURO M1	33	A520	27			10 Out 14	25 Nov 14	0
	A520 - MURO M2	28	A530		1		18 Nov 14	29 Dez 14	0
B	A530 - MURO M3	9					17 Dez 14	30 Dez 14	0

Anexo E

Diagrama de *Gantt* – *CCS Candy*

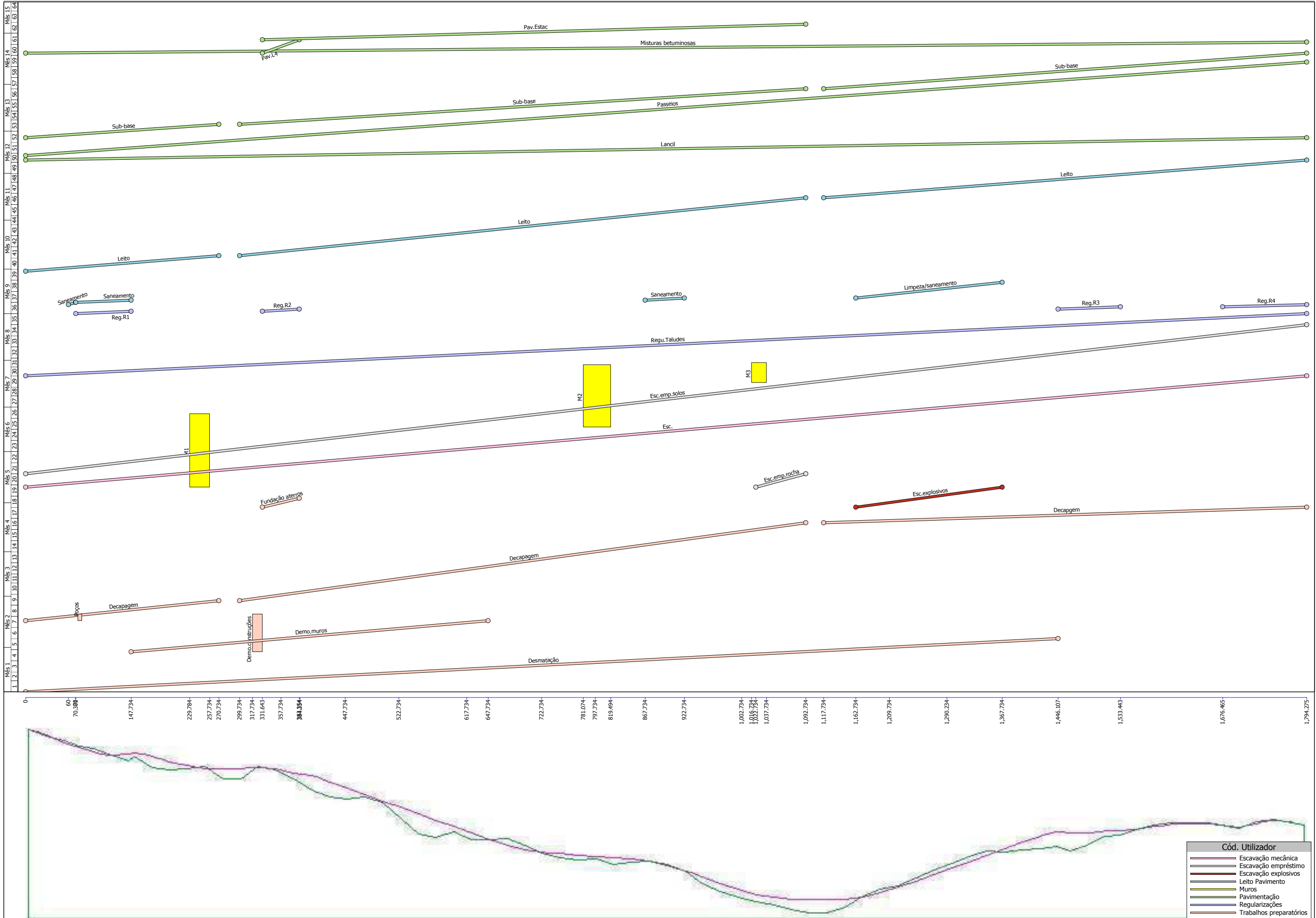
Estrada de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado
Diagrama de Gantt



Anexo F

Diagrama Espaço-Tempo – *CCS Candy*

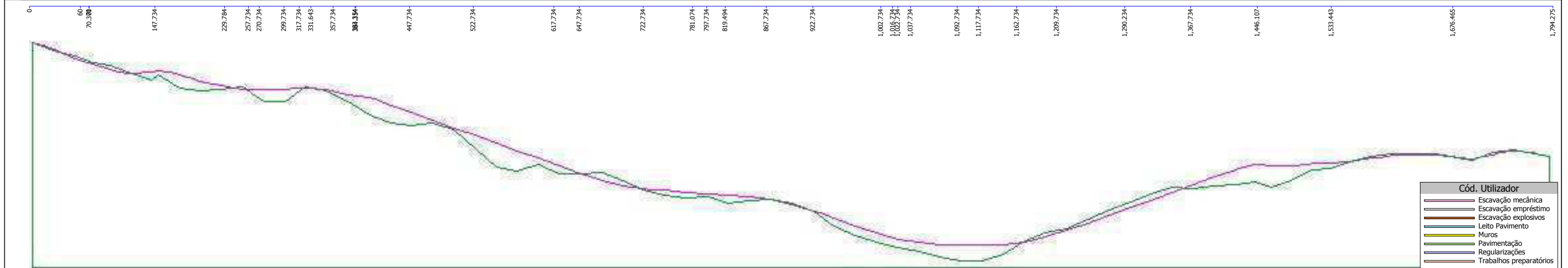
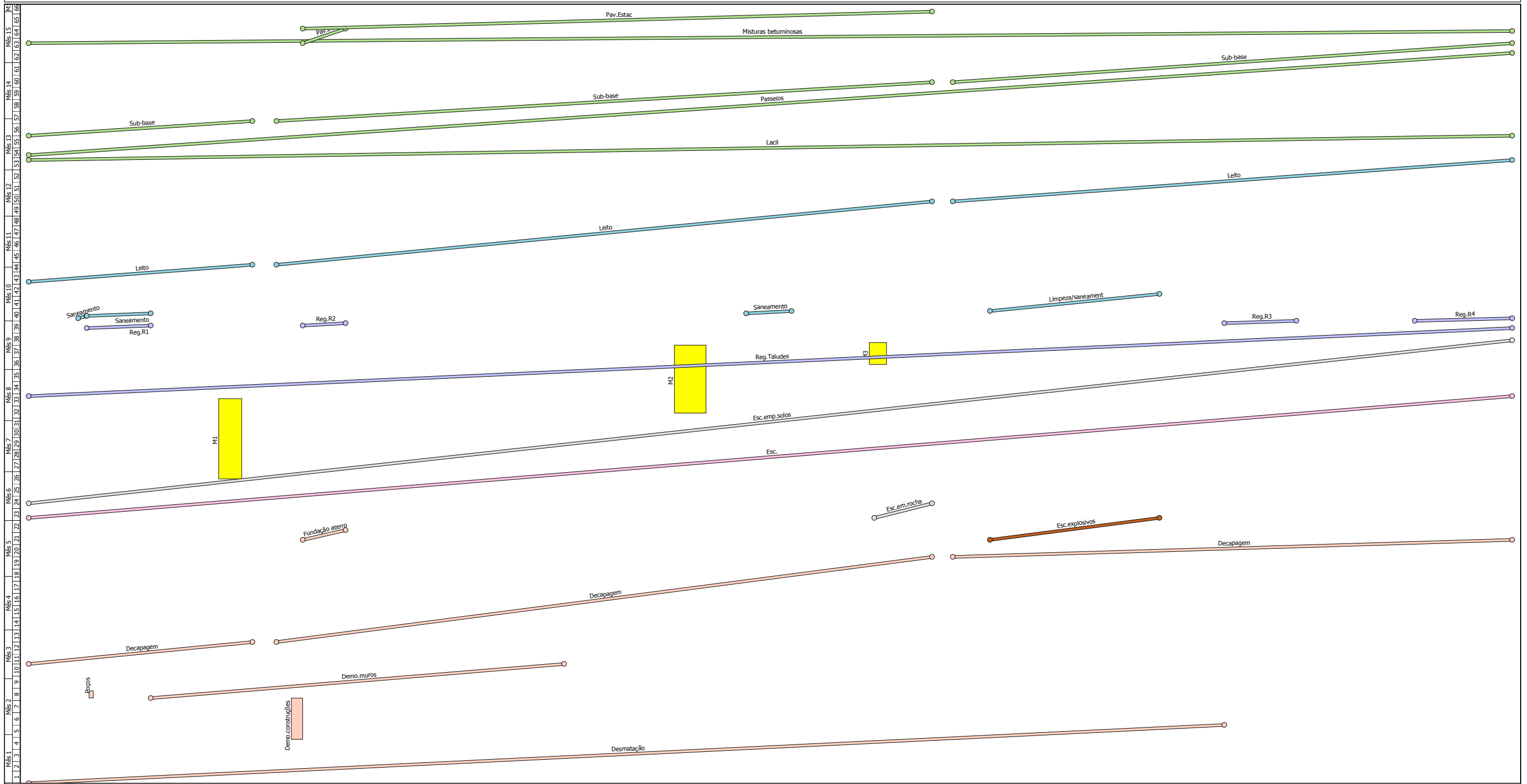
Estrada de Ligação da Vila ao Monte Prado
Diagrama Espaço-Tempo



Anexo G

Diagrama Espaço-Tempo com alterações – *CCS Candy*

Estrada de Ligação da Vila ao Monte Prado
Diagrama Espaço-Tempo (com alterações)



Anexo H

Diagrama de Gantt com alterações – *CCS Candy*

Estrada de Ligação da Vila (Galvão) ao Monte Prado
Diagrama de Gantt (com alterações)

