



# **CONTROLO DE QUANTIDADES, RENDIMENTOS, PRODUTIVIDADE E CONSUMOS NO ÂMBITO DA DIREÇÃO DE OBRA**

**AIRES ANTÓNIO PEREIRA FERREIRA DOS SANTOS**

novembro de 2022



# **CONTROLO DE QUANTIDADES, RENDIMENTOS, PRODUTIVIDADE E CONSUMOS NO ÂMBITO DA DIREÇÃO DE OBRA**

**AIRES ANTÓNIO PEREIRA FERREIRA DOS SANTOS**

Outubro de 2022

# **CONTROLO DE QUANTIDADES, RENDIMENTOS, PRODUTIVIDADE E CONSUMOS NO ÂMBITO DA DIREÇÃO DE OBRA**

AIRES ANTÓNIO PEREIRA FERREIRA DOS SANTOS

Relatório de Estágio submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de

**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE GESTÃO DA CONSTRUÇÃO**

Orientador: José Carlos Casto Pinto de Faria (ISEP)

Supervisor: Luís Alberto Melo Martins de Sousa (Telhabel Construções S.A)

**OUTUBRO DE 2022**

Eu , Aires António Pereira Ferreira dos Santos, estudante nº 1140653, do Mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto, declaro que não fiz plágio nem auto-plágio, pelo que o trabalho intitulado “Controlo de Quantidades, Rendimentos, Produtividade e Consumos no Âmbito de Direção de Obra” é original e da minha autoria, não tendo sido usado previamente para qualquer outro fim. Mais declaro que todas as fontes usadas estão citadas, no texto e na bibliografia final, segundo as regras de referência adotadas na instituição.

Porto e ISEP, 2022/10/28

A handwritten signature in black ink, reading "Aires António Pereira Ferreira dos Santos". The signature is written in a cursive style with some capital letters.

# ÍNDICE GERAL

Índice Geral .....	iii
Resumo.....	v
Abstract .....	vii
Agradecimentos .....	ix
Índice de Texto .....	xi
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xv
Índice de Equações.....	xvii
CAPÍTULO 1    Introdução.....	1
CAPÍTULO 2    Estado da Arte.....	5
CAPÍTULO 3    Caso de Estudo.....	29
CAPÍTULO 4    Conclusão .....	73
Referências Bibliográficas .....	75
Anexos .....	77



## RESUMO

Portugal, bem como todos os países do mundo, desenvolvidos ou em desenvolvimento, requerem e necessitam de bons resultados no setor da construção, e para isso é fulcral uma boa gestão de cada obra. Esta gestão não é mais do que o estudo e implementação de estratégias, por parte da entidade executante, que permitam a execução dos trabalhos em obra da forma mais eficaz e, que permitam o maior ganho possível, quer em termos financeiros, quer em termos de prazo e qualidade dos trabalhos, gerindo com este propósito os recursos humanos, materiais e equipamentos, parte integrante de cada trabalho.

Deste modo, o papel da Direção de Obra, enquanto membro integrador entre todas as entidades/fatores/elementos externos e a obra, torna-se crucial para que tudo esteja alinhado para um mesmo fim, que é a maximização da produtividade e rendimento dos trabalhos, a redução de custos e a entrega final da empreitada, objeto de um contrato, com a qualidade devida e dentro dos parâmetros dos projetos pretendidos.

A Direção de Obra tem, também, a incumbência do acompanhamento do trabalho realizado, permitindo a análise da realização de diferentes tarefas em tempo real, observando as mesmas e recolhendo dados que possibilitem retirar as conclusões relativamente aos rendimentos dos trabalhos, consumos e perdas existentes, bem como a produtividade que se obtém ao longo do desenvolvimento da empreitada e de que maneira os resultados a influenciam, por forma a promover uma melhoria contínua dentro da empresa e melhorar os resultados nas próximas tarefas e de próximas empreitadas.

Palavras-chave: Direção de Obra, Produtividade, Rendimentos, Consumos e Perdas.



## **ABSTRACT**

Portugal, as well as all the countries of the world, developed or developing, require and need good results in the construction sector and for this a good management of each work is essential. This management is nothing more than the study and implementation of strategies, by the executing entity, that allow the execution of the work on the job in the most effective way, and that allow the greatest possible gain, whether, in financial terms or in terms of the time and quality of the work, managing for this purpose human resources, materials and equipment, an integral part of each job.

Thus, the role of the Construction Management, as an integrating member between all entities/factors/external elements and the construction site, becomes crucial so that everything is aligned for the same purpose, which is the maximization of productivity and efficiency of the work, the reduction of costs and the final delivery of any project, the subject of a contract, with the quality due and within the parameters of the projects as well as deadlines.

It is also extremely important the task of monitoring the work carried out, allowing the analysis of the performance of different tasks in real time, observing them and collecting data that make it possible to draw conclusions regarding the efficiency of work and workers, consumption and wastes that exist, as well as the productivity that is obtained throughout the development of the project and how the results influence it, in order to promote continuous improvement within the company and improve results in upcoming tasks and upcoming projects.

Keywords: Site Management. Productivity. Efficiency. Consumption. Wastes.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço inicialmente à minha família, e mais ainda à minha mãe e irmão, por todo o apoio e paciência durante o tempo decorrido, pelas palavras de motivação e principalmente por ter estado sempre do meu lado.

Ainda aos meus amigos e colegas por todos os momentos que partilhamos desde o início, e todo o trabalho, tempo e momentos que se dedicou em entreaajuda.

Ao Eng.º Pinto Faria, por toda dedicação, apoio, acompanhamento e disponibilidade que sempre apresentou durante todo o percurso até ao momento final.

A toda a equipa Telhabel que me deu a oportunidade de realização do estágio. Em especial ao Eng.º Luís Sousa e ao Eng.º Abel Esteves, por toda a paciência e disponibilidade que apresentaram durante o tempo presente em estágio, o apoio e os conhecimentos que sempre fizeram questão de conferir, e a forma de integração na equipa.

Finalmente um especial obrigado ao meu pai, que já não se encontra comigo para poder ver este final de fase, e uma das pessoas que me acompanhou sempre, e que me deu a oportunidade e a perseverança para seguir este caminho, seguindo os meus ideais.



## ÍNDICE DE TEXTO

1.1	Âmbito do Tema .....	1
1.2	Objetivos .....	1
1.3	Historial da Empresa .....	2
2.1	Planeamento .....	5
2.1.1	Linha de Balanço .....	9
2.2	Gestão de Materiais .....	13
2.2.1	Desperdícios e perdas .....	17
2.2.2	Preparações .....	21
2.2.3	Medições .....	22
2.3	Produtividade .....	23
2.4	Rendimento .....	27
3.1	Apresentação do Caso de Estudo .....	29
3.2	Trabalhos executados em formato de estágio .....	34
3.3	Gestão de Materiais .....	35
3.4	Recolha e Análise de Dados .....	36
3.4.1	Alvenarias .....	36
3.4.2	Betão Leve e Betonilhas .....	49
3.5	Medições .....	55
3.5.1	Medição de Betão Armado e Cofragem .....	55
3.6	Controlo de Consumo de Água e Eletricidade .....	62
3.7	Planeamento .....	64
	Tarefas/Especialidades .....	65

## ÍNDICE DE TEXTO

Acompanhamento das atividades.....	66
Tempos previstos de execução .....	66
Alterações efetuadas:.....	68
4.1 Considerações Finais.....	73
4.2 Desenvolvimentos Futuros .....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Organograma Empresa Telhabel .....	3
Figura 2.1 – Linha de balanço.....	10
Figura 2.2 – Exemplo de colisão de tarefas no mesmo local de trabalho (Vargas & Moreira, 2015) .....	11
Figura 2.3 – Representação de variação de preços de materiais ao longo do tempo (Instituto Nacional de Estatística (INE), s.d.).....	14
Figura 2.4 – Marcação de posição de paredes interiores segundo preparações.....	21
Figura 3.1 - Esquema zoneado da divisão da empreitada.....	30
Figura 3.2 – Acesso principal da empreitada/Localização bloco A .....	30
Figura 3.3 - Escavação/Execução de sapatas bloco C.....	31
Figura 3.4 - Início de execução de piso 0 bloco B.....	31
Figura 3.5 - Estado de execução bloco C .....	32
Figura 3.6 - Escoras e cofragem gerais e preparação para execução de Laje Piso 3.....	32
Figura 3.7 - Estado de execução bloco B .....	33
Figura 3.8 - Estado de execução Bloco A.....	33
Figura 3.9 – Excerto de planta de estaleiro.....	35
Figura 3.10 – Organização por Área de Trabalho para execução de alvenaria.....	35
Figura 3.11 – Local com sistema de organização Semipermanente .....	35
Figura 3.12 – Estado cave Bloco A durante execução .....	36
Figura 3.13 – Estado de limpeza pós execução no local dos equipamentos utilizados .....	36
Figura 3.14 – Exemplo de registo de apoio ao controlo de areia.....	37
Figura 3.15 – Exemplo de registo de apoio ao controlo de cimento .....	37
Figura 3.16 - Alvenaria exterior Bloco C.....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.17 - Estado de execução de fachada Bloco C .....	37
Figura 3.18 - Aplicação da folha modelo para medições de alvenaria .....	39
Figura 3.19 - Contabilização de argamassa na alvenaria.....	40
Figura 3.20 – Registos fotográficos de alvenaria nos diversos blocos .....	44
Figura 3.21 – Folha de ponto tipo para registo de mão de obra.....	45
Figura 3.22 - Planta estrutural Bloco C Piso 0.....	56
Figura 3.23 - Planta de Arquitetura, Bloco C Piso 0, Pormenor de pilares.....	57
Figura 3.24 – Pormenores de erros de execução .....	57
Figura 3.25 - Aplicação da folha modelo para medições de betão bloco A .....	59
Figura 3.26 - Aplicação da folha modelo para medições de cofragem bloco A .....	59
Figura 3.27 – Excerto de relatório de medição de Betão .....	60
Figura 3.28 – Excerto de relatório de medição de Cofragens .....	61
Figura 3.29 - Consumos de energia ao longo do tempo.....	63
Figura 3.30 - Consumo de água ao longo do tempo .....	63
Figura 3.31 – Indicativos de previsão temporal de cada tarefa .....	66
Figura 3.32 - Linha de Balanço, atividades originais.....	67
Figura 3.33 - Legenda LOB .....	67
Figura 3.34 - Linha de balanço pós-retificações .....	68
Figura 3.35 - Linha de Balanço Trabalhos Exteriores.....	69
Figura 3.36 - Linha de Balanço Trabalhos Interiores .....	69
Figura 3.37 – Balizamento Final de atividades interiores.....	70
Figura 3.38 – Balizamento Final de atividades exteriores .....	70

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Fatores de influência na produtividade segundo gestor de obra e empreiteiros.....	25
Tabela 3.1 - Traço de argamassa.....	41
Tabela 3.2 - Registo de dados relativamente às diferentes tipologias de alvenaria.....	41
Tabela 3.3 - Valores teóricos de matérias primas.....	42
Tabela 3.4 - Quantidades de argamassa prevista para aplicação.....	42
Tabela 3.5 - Quantidades registadas de utilização de matérias-primas previstas.....	43
Tabela 3.6 - Aplicação de cimento e areia em outros trabalhos.....	43
Tabela 3.7 - Quantidades registadas de utilização de matérias-primas.....	43
Tabela 3.8 - Registo de horas de trabalho do subempreiteiro de alvenaria.....	45
Tabela 3.9 - Registos de materiais e a sua utilização.....	45
Tabela 3.10 - Registos de consumos de materiais e matérias-primas para alvenaria.....	46
Tabela 3.11 - Registos de produtividade segundo Paz Branco.....	47
Tabela 3.12 - Registo de produtividade segundo Orçamentos.eu.....	47
Tabela 3.13 - Comparações de Produtividade.....	48
Tabela 3.14 - Determinação de rendimento.....	48
Tabela 3.15 - Áreas de execução de betão leve por bloco, piso e fogo.....	49
Tabela 3.16 - Espessuras e quantidades executadas de betão leve por bloco, piso e fogo.....	50
Tabela 3.17 - Utilização de cimento na tarefa de Betão Leve.....	50
Tabela 3.18 - Registo de horas de trabalho para tarefa de Betão Leve.....	50
Tabela 3.19 - Quadro parcial de áreas por bloco, piso e fogo para betonilhas.....	51
Tabela 3.20 - Quadro parcial de espessura e quantidade de betonilha por bloco, piso e fogo.....	51
Tabela 3.21 - Registo de horas de trabalho para tarefa de betonilha.....	52

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.22 - Quantidade de Betão Leve executado.....	52
Tabela 3.23 - Utilização de cimento na tarefa de Betão Leve .....	52
Tabela 3.24 - Produtividade Betão Leve.....	53
Tabela 3.25 - Quantidade total de betonilha executada.....	53
Tabela 3.26 - Registo de cimento e areia na atividade de betonilha .....	53
Tabela 3.27 – Produtividade Betonilha .....	53
Tabela 3.28 - Determinação de Rendimento Betonilha .....	54
Tabela 3.29 – Determinação de Rendimento Betão Leve .....	55
Tabela 3.30 - Quantificação prevista e medida de betão e cofragem.....	61
Tabela 3.31 – Registo de encomendas e desperdício existente pós execução .....	61
Tabela 3.32 – Registos temporais previstos e reais para betonagem do bloco A.....	62
Tabela 3.33 – Rendimento da tarefa .....	62

## ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 2.1 - Produtividade .....	23
Equação 2.2 - Consumo .....	23
Equação 2.3 - Rendimento .....	27
Equação 3.1 – Determinação de quantidade de blocos.....	41
Equação 3.2 – Argamassa teórica por metro quadrado.....	42
Equação 3.3 – Argamassa teórica.....	42
Equação 3.4 – Cimento teórico .....	42
Equação 3.5 – Areia Teórica .....	42



# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 ÂMBITO DO TEMA

A melhoria de processos e procedimentos no setor da construção são desde há muito o propósito de investigação. Não apenas ao nível dos custos, mas também de inovação de metodologias para diversos fins.

A boa gestão de uma obra bem como o elemento capaz de fazer esta boa gestão e acompanhamento cada vez mais ficou incumbido de inculcar boas relações e o bom ambiente em empreitadas. Com todos os desenvolvimentos de novos métodos e materiais, assim como as grandes variações no mercado que se têm visto e em especial na atual escassez de mão-de-obra, torna-se cada vez mais necessário ter atenção a elementos de produtividade, bem como rendimentos de trabalhos, devendo esta análise ser efetuada de dentro para fora de todo o contexto empresarial, contando com todos os elementos envolvidos, humanos ou materiais.

### 1.2 OBJETIVOS

Os objetivos para o desenvolvimento do presente relatório de estágio passam pelo controlo de quantidades, rendimentos, produtividade e consumos no âmbito de direção de obra. Com este objetivo em mente, foram recolhidos dados e informações de determinadas tarefas existentes quer ao nível das matérias-primas, quer ao nível da mão de obra, por forma a identificar as frentes com maior necessidade de intervenção, e comparar os rendimentos e produtividade das mesmas com bases de dados existentes.

Para além destes principais objetivos durante o estágio curricular foram desenvolvidos outros trabalhos no âmbito de direção de obra, contemplando:

- Colaboração na coordenação da relação com equipas de projeto, fiscalização e dono de obra;
- Colaboração na coordenação, planeamento e preparação das atividades de obra;
- Colaboração no controlo dos custos relativos às atividades a realizar;

- Diligência na pesquisa e disponibilização de normas e/ou catálogos com técnicas aplicadas ou a aplicar;
- Garantia do cumprimento do Plano de Segurança e Saúde (PSS);
- Colaboração na mobilização de meios, com objetivo da implementação e aquisição de conhecimento relativo ao Sistema de Gestão Ambiental

### **1.3 HISTORIAL DA EMPRESA**

A TELHABEL Construções é uma sociedade anónima estabelecida em 1973 em Vila Nova de Famalicão, onde se mantém sediada, dispondo de quase 50 anos de experiência no mercado da construção civil.

Desde cedo procurou implementar dinamismo e inovação em toda a sua envolvente, através do empenho no trabalho, que se traduz num alto nível de qualidade, rigor e diversidade de soluções, de modo a construir um futuro melhor para a sociedade e para gerações vindouras. Mantém como sua constante, altos valores éticos, de responsabilidade e transparência na sua organização, comprometendo-se e dedicando-se às necessidades dos clientes e nomeando a vida como valor superior.

A empresa assume desde cedo uma posição competitiva relativamente à qualidade dos seus serviços, cumprimento de planeamentos e desenvolvimento próprio quanto a inovação tecnológica, cumprindo a integridade das normas de segurança e a sua preocupação relativamente ao ambiente.

Toda esta filosofia como organização, vontade e necessidade de inovação interna levou a empresa a abranger o seu mercado de possibilidades, tendo-se internacionalizado na frente africana em Angola, com voto de continua procura de melhoria e aposta em inovação.

Desta forma apresenta um currículo e um portefólio altamente qualificado e diversificado em diversas áreas do setor privado e público, nomeadamente na educação, desporto, saúde, reabilitação, serviços, industrial, residencial, infraestruturas e obras de arte, sendo desde cedo denominada como uma empresa de referência no setor da construção (TELHABEL, s.d.).

É uma empresa bem organizada com diversos setores e departamentos que demonstram bem a dimensão que a empresa possui e a sua presença e preocupação com diversas frentes na área (Figura 1.1).



ORGANOGRAMA

DATA DA ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO 05/07/2021

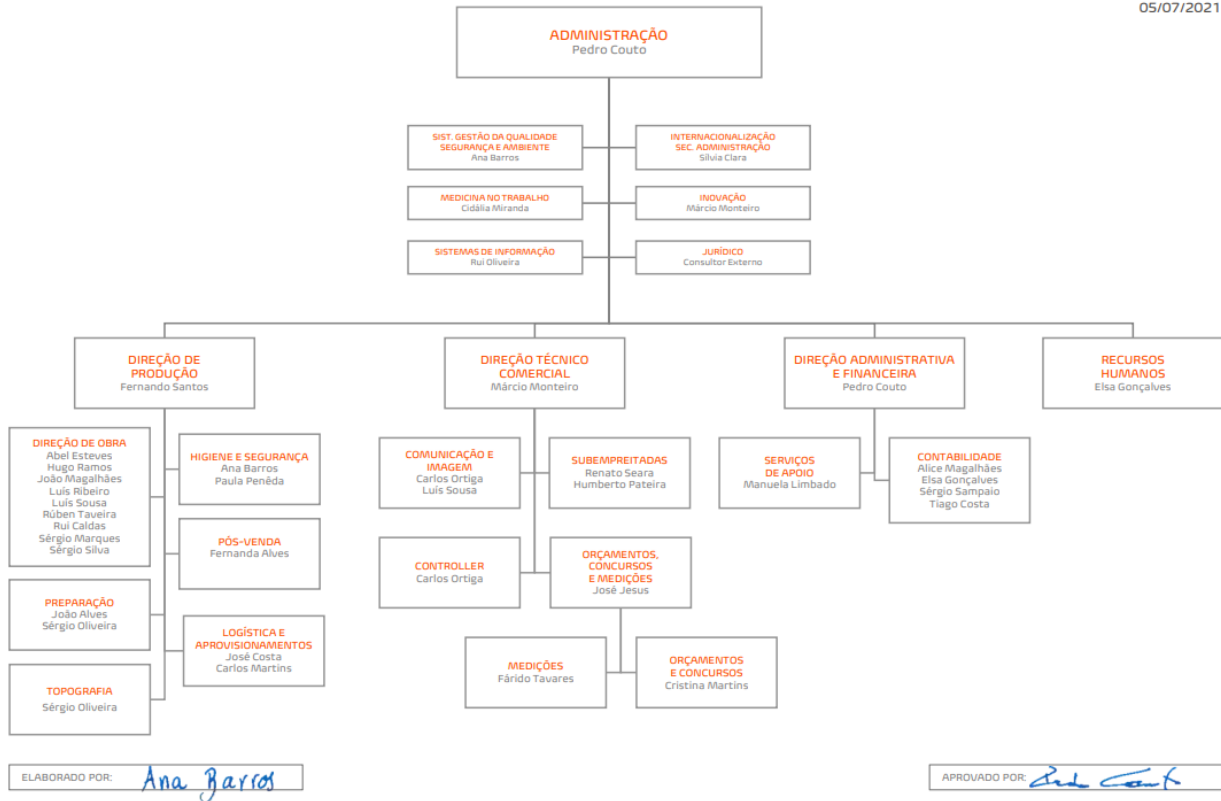


Figura 1.1 – Organograma Empresa Telhabel



# CAPÍTULO 2

## ESTADO DA ARTE

### 2.1 PLANEAMENTO

A fase de planeamento de uma construção engloba diversas matérias no que toca ao controlo relativo a obras de diversas espécies e tipologias.

Segundo a Lei 31/2009, atualizado pela Lei 40/2015 de 01 de junho, o Diretor de Obra é o «(...) técnico habilitado a quem incumbe assegurar a execução da obra, cumprindo o projeto de execução e, quando aplicável, as condições da licença ou comunicação prévia, bem como o cumprimento das normas legais e regulamentares em vigor;».

Desta forma, o Diretor de Obra terá de garantir o cumprimento de algumas funções para alcançar o bom funcionamento de qualquer tipo de obra, tais como:

- Executar a obra de acordo com o Caderno de Encargos;
- Verificar a conformidade com o projeto;
- Analisar e fazer cumprir os contratos;
- Preencher o Livro de Obra;
- Motivar as equipas de trabalho;
- Controlar a vertente económica e financeira da empreitada.
- Cumprir os prazos;
- Identificar e gerir o processo de erros e omissões
- Executar os Planos de Medição e Monitorização.

Para se atingir o bom funcionamento em qualquer uma delas é necessário não apenas a realização de um planeamento temporal, mas também de outras envolventes.

Dentro-dessas envolventes, encontram-se:

➤ Planeamento da Produção

Este planeamento requer a definição de uma sequência de trabalhos de modo a atingir os objetivos propostos, o designado Cronograma de Trabalhos. Na execução desta sequência de trabalhos, e de modo a não haver interrupções desvantajosas, deve-se garantir que existe um encadeamento das tarefas, devendo ser atribuídos pelo Diretor de Obra tempos de execução ajustados, de modo a completar a execução da empreitada no tempo definido contratualmente.

Neste planeamento o Cronograma de Trabalhos deve ser complementado com os restantes elementos para a gestão dos meios monetários em forma de controlo de custos de todas as áreas, normalmente executado com datas mensais, e inclusive materiais e mão de obra que deverá ser disposto da forma mais adequada para atingir os objetivos.

O documento permite segmentar a execução da obra nos seus diversos trabalhos com descrição de sequencialidade e temporalidade, deve ser flexível a alterações e deve poder ser atualizado à medida que a obra evolua. Para além deste ponto, deve ser assumido na sua execução a melhor previsão possível, dentro da realidade, tendo já em conta que a execução de certas atividades/tarefas provavelmente terão atrasos. Para este efeito atualmente é utilizado em diversas empresas o programa MS.Project, pois é um software muito versátil no que toca a planeamento de produção.

Durante este processo devem estar incluídos subprocessos como a inclusão da definição de objetivos, os critérios de aceitação a definir pelo Diretor de Obra ou Dono de Obra e ainda de modo a realizar a atualização do documento periodicamente, as reuniões internas entre Diretor de Obra e o Encarregado, para obter informações relativas ao estado da obra em conformidade com o planeado, realizando as retificações e justificações de atraso caso seja necessário e ainda reuniões de obra para discutir todos os elementos inerentes à obra, com intervenientes da Direção de Produção, do Dono de Obra, da Direção da Fiscalização e da Direção de Obra.

Relativamente à mão-de-obra, é necessário determinar as necessidades perante a quantidade de trabalho que vai ser desenvolvido por tarefa. O tempo de execução dos trabalhos é definido no planeamento da produção, e na altura através de uma previsão, dada uma indicação da duração das equipas em obra, permitindo atingir os rendimentos das tarefas/trabalhos funcionando isto quer com equipas internas como com externas estando dependentes do calendário da obra.

De modo a realizar um melhor controlo de necessidade de materiais e equipamentos, executa-se uma decomposição do artigo referente à tarefa, descrito no mapa de quantidades em sub-artigos permitindo analisar as necessidades a utilizar.

➤ Planeamento de mão-de-obra

As quantidades e necessidades de recursos humanos, depende essencialmente do tipo de obra, dimensão da mesma, mas também da quantidade de trabalho de acordo com o planeamento.

Previamente ao início da obra, relativamente aos recursos humanos internos, da empresa, é necessário apresentar as necessidades para haver desenvolvimento da empreitada.

Quando houver necessidade de envolver subempreiteiros, são apresentados os prazos e as previsões segundo a qual se devem reger e seguir, tendo de haver alguma flexibilidade dependendo das situações correntes da obra e da dependência dos trabalhos.

O documento apresentado é um elemento de planeamento de obra, neste caso gráfico de Gantt executado sobre o software MS.Project. Neste momento é dever do subempreiteiro destacar a mão de obra como vir melhor e mais eficiente, de forma a cumprir com o previsto, salvo quaisquer imprevistos ocorridos.

➤ Planeamento de Materiais

Avaliam-se as necessidades dos materiais baseadas nas medições iniciais, em fase de projeto, de onde resultam os mapas de quantidades a utilizar aquando dos pedidos de aprovisionamentos. Para tal é necessário ter em conta a quantidade de perdas que têm de ser previstas, de modo a não se ter problemas no ato da execução, encomendando a mais de acordo com o percentual previsto, onde será aceitável, no caso atual, uma perda de aproximadamente 10% do valor total de cada encomenda.

Quanto às quantidades, estas são requisitadas segundo o mapa de quantidades da obra e o planeamento de trabalhos, tendo em conta as condições geométricas dos elementos.

➤ Previsão de perdas de materiais

As previsões de perdas de materiais são realizadas necessariamente através de dois elementos essenciais:

- Quantidades teóricas - Estas são determinadas através das características do trabalho a realizar, pelas medições ou valores teóricos que permitem determinar as quantidades de material a utilizar.
- Quantidades reais - Estas serão determinadas, analisando as guias referentes a cada material e verificado o material existente em stock, devendo este procedimento ser feito periodicamente para melhor controlo e análise do estado das obras e para efetuar um controlo da faturação.

Relativamente às quantidades de materiais para a obra, deverão ser contabilizadas as quantidades totais e exercer um percentil extra de entre 5 a 10% para executar algum tipo de falha que tenha existido na medição e perdas que poderão existir.

Quanto às encomendas a problemática coloca-se no seu tempo de encomenda e aquisição. Estas devem ser efetuadas atempadamente, atendendo às necessidades de entradas apresentadas no planeamento, de forma a rentabilizar os trabalhos e cumprir os prazos estipulados.

As encomendas são executadas, mal seja aprovado o material e com alguma antecedência, de forma a permitir ao subempreiteiro ou empreiteiro a aquisição dos materiais/equipamentos.

Estas encomendas podem ser concretizadas por:

- pedidos internos - o material ou equipamento existe em estaleiro central ou de outras obras ou foram adquiridos com antecedência e lá guardados;
- pedidos externos – o material ou equipamento é encomendado a entidades externas, ficando sempre condicionado à disponibilidade do fornecedor na concretização desse pedido. Para estas encomendas de materiais ou equipamentos deve o Diretor de Obra ter, neste caso, o cuidado de as reservar ou encomendar atempadamente ou realizar uma reserva para a altura pretendida.

Atualmente em todo o mundo, devido aos conflitos de guerra, nota-se cada vez mais variações nos custos de todos os tipos de elementos, essencialmente devido a subida de custo de combustível. Existe então as seguintes possibilidades de encomenda estipuladas:

- A encomenda é feita com bastante tempo de antecedência, guardadas em estaleiro central da empresa (materiais pouco degradáveis), evitando sobrecustos que eventualmente possam acontecer no mercado.
- Encomendas feitas com antecedência, para, por exemplo, o betão, definindo os momentos de entrega, de forma que o fornecedor tenha a noção de que existe uma expectativa de entrega de material na obra nesse dia; no entanto, deverá haver o contacto durante esse tempo para confirmar se as encomendas se mantêm na altura decidida. A estas devem-se materiais normalmente de uso imediato ou a curto prazo em estaleiro local.

➤ Controlo de Produção

O controlo de produção processa-se com a verificação das amostras teóricas e reais, no decorrer da obra para os diversos centros de produção.

No controlo de produção quando são detetados desvios entre previsão e execução dever ser indicadas:

- as causas;
- quais as medidas corretivas a implementar para mitigação dos desvios.

Estes desvios devem ser analisados o mais rapidamente possível para se poder agir de acordo com a diferença obtida no que diz respeito a:

- Qualidade;
- Custos;
- Quantidades;
- Produtividade;
- Rendimento;
- Prazos;
- Consumos.

Os métodos de controlo e verificação passam pela análise dos seguintes documentos em obra:

- Controlo de Guias internas e externas;
- Balanços de despesas mensais;
- Balanço de quantidades executadas para efeitos de faturação;
- Controlo das subempreitadas e trabalho executado.

### **2.1.1 Linha de Balanço**

Para ser estabelecido um bom planeamento na expectativa de um bom decorrer dos trabalhos, são necessários suportes de organização para qualquer obra. O documento que permite segmentar a execução da obra nos seus diversos trabalhos com descrição de sequencialidade e temporalidade, deve ser flexível a alterações e deve poder ser atualizado à medida que a obra evolua. Para além deste ponto, deve ser assumido na sua execução a melhor previsão possível, dentro da realidade, tendo já em conta que a execução de certas partes provavelmente terá algum atraso. Para este efeito atualmente é utilizado em diversas empresas o programa MS.Project, sendo um software muito versátil no que toca a planeamento de produção.

Durante este processo devem estar incluídos subprocessos como a inclusão da definição de objetivos, os critérios de aceitação a definir pelo Diretor de Obra ou Dono de Obra, e ainda de modo a realizar a atualização do documento periodicamente, as reuniões internas entre Diretor de Obra e o Encarregado, para obter informações relativas ao estado da obra comparativamente com o planeado.

Partindo destes pressupostos–deverão ser realizadas, as retificações e justificações de atraso, caso seja necessário, e ainda reuniões de obra para discutir todos os elementos inerentes à obra, com intervenientes da Direção de Produção, do Dono de Obra, da Direção da Fiscalização e da Direção de Obra.

No seguimento das necessidades apresentadas referentes ao planeamento de uma obra, enquadra-se atualmente e cada vez mais a metodologia da Linha de Balanço. Esta é uma metodologia de planeamento, onde através de uma representação gráfica, é possível ter uma clara perceção do planeamento e desenvolvimento de uma empreitada, envolvendo desde estruturas singulares a estruturas múltiplas.

Este método foi desenvolvido como alguns outros, partindo da metodologia CPM e de acordo com as limitações desta. Foi desenvolvido de forma a facilitar a análise de atividades com um alto critério de repetibilidade, no entanto, isto não é uma limitação da metodologia, permitido a mesma facilidade quando a repetibilidade é reduzida.

Para a implementação de uma Linha de Balanço é necessário ter em conta algumas condicionantes e informações necessárias à sua execução:

- Planeamento das atividades (tempos de execução, inícios e fins de tarefas);
- Sequenciamento de atividades (precedência e posterioridade);
- Equipas disponibilizadas para cada atividade (quantidades de elementos e rendimentos).

Com estas informações é possível o desenvolvimento de um gráfico, onde o eixo das ordenadas é identificado com o piso/local/fase de obra e o das abcissas representando a duração das atividades. No gráfico, as atividades são representadas por uma linha decorrente desde o início apresentado pelo planeamento previamente analisado até ao final dessa atividade, onde o declive da linha representa o rendimento dessa atividade e a produtividade necessária das equipas a realizá-la (Figura 2.1).

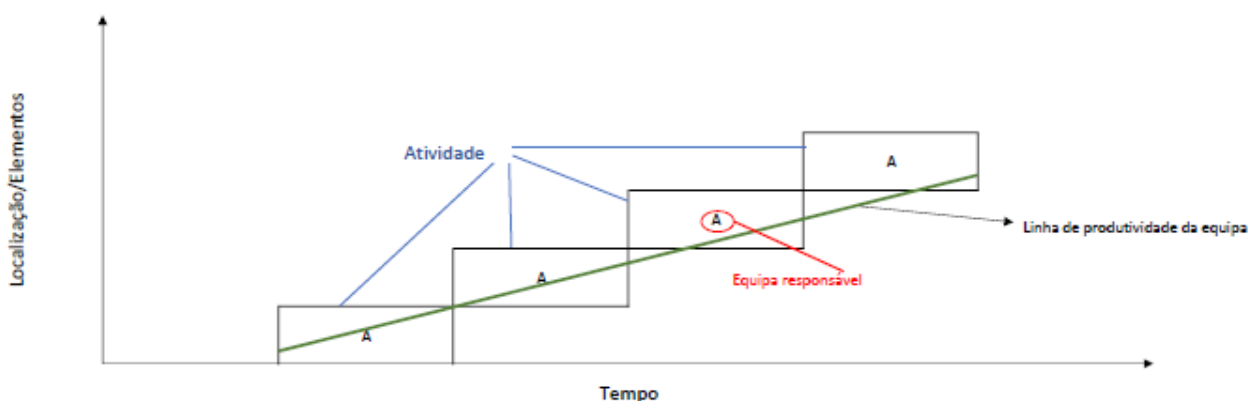


Figura 2.1 – Linha de balanço

É assim possível verificar uma série de elementos (Faria, 2021):

- Rendimento pretendido para as atividades;
- Necessidades de recursos materiais, humanos ou equipamentos;
- Necessidades de entradas de subempreitadas;
- Previsão de sobreposições de subempreiteiros e atividades.

Com estas informações obtidas pode-se tentar executar uma antecipação de atividades, melhor ajuste de trabalhos e organização de tarefas, estabelecer com os subempreiteiros marcos e datas-limite de execuções parciais ou totais, bem como organizar os planos de encomendas de modo que estes acompanhem o desenvolvimento dos trabalhos.

No final do traçado das linhas, o que se atinge é um conjunto de linhas que representa o trabalho efetuado pelas equipas em determinado tempo, ou seja, o seu rendimento.

É importante referir que a interpretação de uma linha de balanço permite identificar “falhas” no planeamento, nomeadamente (Faria, 2021) (Figura 2.2),

- Atividades iguais a ocorrer em diferentes locais de trabalho;
- Atividades diferentes no mesmo local de trabalho;
- Atividades diferentes a começar ao mesmo tempo;
- Elevados períodos de tempo sem qualquer atividade.

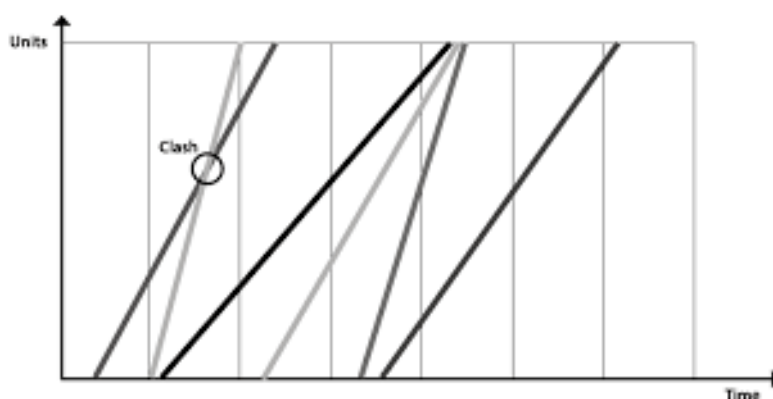


Figura 2.2 – Exemplo de colisão de tarefas no mesmo local de trabalho (Vargas & Moreira, 2015)

Nem sempre uma obra ou um planeamento, permite o perfeito decorrer das atividades de uma forma perfeitamente ajustadas e sequenciais, tendo em conta a quantidade de trabalhos a ser desenvolvidos.

Segundo o propósito do método, qualquer Linha de Balanço com muita ou pouca repetibilidade, permite a inserção de diferentes rendimentos e tempos diferentes a tarefas, podendo querer por exemplo, acelerar uma atividade ou torná-la mais morosa, de acordo com as necessidades.

A existência de uma tarefa a ser executada em diferentes locais dentro de uma obra ou mesmo tarefas diferentes a serem executadas ao mesmo tempo no mesmo local, são acontecimentos que de acordo com os princípios são rejeitáveis teoricamente, mas, no entanto, são muitas vezes recorrentes em diversas empreitadas.

Portanto este é um método bastante flexível a todas a todas as obras, bem como facilmente ajustável de forma a existir uma rápida, fácil, visual e efetiva análise, e possibilitar alterações de modo a prever e atuar sobre possíveis ocorrências indesejáveis, atuando imediatamente sobre elas. Trata-se de um investimento e uma mais-valia que facilita extremamente a gestão de uma obra e permite identificar os pontos essenciais à organização da mesma, para os pacotes de trabalho, a saber:

1. Qual o seu custo;
2. Quem deve executá-los;
3. Quando executá-los;
4. Local de execução dos mesmos.

Como contrapartida são necessárias algumas atenções relativamente à dificuldade de manuseamento de várias tarefas graficamente e a identificação e a sua diferenciação visual. O facto de depender de taxas de produção de equipas que parte de uma estimativa que poderá produzir erros, dependendo do rendimento das equipas. Este último ponto será, no entanto, contornável, pois o planeamento vai sendo ajustado de acordo com as necessidades e em função das ocorrências. Se for um planeamento a longo prazo sem modificações torna-se um problema, no entanto, atualmente são raros os Projetos onde tudo corre exatamente como planeado.

Apesar de não ser uma metodologia de gestão ou controlo muito utilizada, existe já desenvolvimento de software nesta perspetiva, gerando as linhas de balanço. Dando o exemplo de dois softwares “Turbo-Chart” e “LoBTracker” que permitem a recolha de informação fazendo relação com outros programas ou através de elementos criados, por exemplo, através de folhas Excel.

## 2.2 GESTÃO DE MATERIAIS

Previamente a todo o processo de gestão de materiais é necessário a execução de um levantamento dos materiais a requisitar.

Durante a fase de aquisição dos mesmos, deve-se recorrer aos elementos utilizados como amostra para realizar o projeto.

Consideram-se duas opções:

1. Arranjar entidades que forneçam materiais ou elementos de características semelhantes, pedindo amostras e verificando se a qualidade esta dentro dos conformes com o Dono de Obra/Fiscalização;
2. Utilizar o material da entidade sugerida pelo projetista/arquiteto, podendo isto comprometer bastante quanto a custos.

Assim que estes sejam obtidos, devem ser entregues em obra ou estaleiro central da empresa do empreiteiro, caso este acomode os custos da encomenda, sendo posteriormente de acordo com as necessidades sendo enviado para obra.

No momento que estes dão entrada em obra seguidos de uma guia complementar, de forma a haver um correto controlo do material que entra em obra, devendo esta guia ser assinada mal seja acabado o transporte para a obra. Este processo deve ser executado cuidadosamente, de forma a não haver problemas com as quantidades totais ou os rendimentos.

Uma boa gestão de Projetos requer certos tipos de critérios de gestão de modo a permitir ao empreiteiro e o seu representante em obra, o Diretor de Obra, o cumprimento de um projeto de execução.

Essencialmente definem-se quatro requisitos:

- Conhecimentos;
- Competências;
- Ferramentas;
- Técnicas.

A partir destas capacidades existentes, na sua base permite a execução de qualquer empreitada com qualidade, cumprindo os prazos, mantendo ou mesmo reduzindo os custos de execução e ainda assegurar a previsão e gestão de recursos, sejam esta mão-de-obra ou materiais.

Relativamente à gestão dos materiais, esta deve ser realizada tendo em conta que estes são a maior parcela do orçamento de uma empreitada, representando entre 50% a 60% do custo total (Azevedo, 2011). Assim sendo, há que ter em bastante consideração um bom controlo desta parcela.

## CAPÍTULO 2

Há que entender que todo o tipo de elemento que pode ser gerido, tem as suas inconveniências, nomeadamente no que diz respeito à essência da boa gestão de obra e capacidades de um Diretor de Obra.

Para implementar metodologias de boa gestão a Direção de Obra, na gestão dos materiais, deverá determinar:

- Necessidades de materiais;
- Quantias de materiais;
- Melhor custo/qualidade de fornecedores;
- Definição de um local para armazenamento de materiais.

No entanto, há cuidados a ter referente a algumas problemáticas geradas devido à gestão de materiais, que o Diretor de Obra tem de ter em atenção:

- Aquisição cedo demais (Figura 2.3)
  - ◆ Capital Inutilizável;
  - ◆ Deterioração de material.
- Aquisição tardia (Figura 2.3)
  - ◆ Atrasos na execução;
  - ◆ Custo mais elevado;
  - ◆ Atraso na entrega.

Período de referência dos dados	Factor de produção	Índice de custo de construção de habitação nova (Taxa de variação média anual - Base 2015 - %) por Localização geográfica e Factor de produção; Mensal Localização geográfica Portugal %
Agosto de 2022	Materiais	13,4
Julho de 2022	Materiais	12,7
Junho de 2022	Materiais	11,9
Maio de 2022	Materiais	11,0
Abril de 2022	Materiais	9,9
Março de 2022	Materiais	8,5
Fevereiro de 2022	Materiais	7,5
Janeiro de 2022	Materiais	6,8

Índice de custo de construção de habitação nova (Taxa de variação média anual - Base 2015 - %) por Localização geográfica e Factor de produção; Mensal - INE, Índice de custo de construção de habitação nova (Base 2015)

Figura 2.3 – Representação de variação de preços de materiais ao longo do tempo (Instituto Nacional de Estatística (INE), s.d.)

O planeamento prévio de estaleiro é um dos trabalhos essenciais ao início de uma obra, pois será um projeto de organização e localização de modo que permita o bom decorrer dos trabalhos e movimentação quer de entradas, quer de saídas do estaleiro.

Para uma organização atingir este fim é aconselhável a execução de uma matriz de correlação entre todos os elementos necessários, de modo a identificar os graus de maior importância entre os elementos.

De acordo com o documento da Câmara Municipal de Vila do conde (EDILajes S.A. Engenharia e Construção , 2017), definem dois locais de estaleiro:

1. Central - Localizado numa propriedade pertencendo à empresa, onde se encontram as instalações e equipamentos de utilização que servirão para servir as diversas obras a que a empresa esteja envolvidas.
2. Local - Localizado na obra contendo todos os elementos para satisfação das exigências da obra.

Define, ainda, as bases segundo a qual a implantação de um estaleiro deve reunir:

- Iniciar a empreitada o mais rápido possível;
- Permitir determinar previsões de custos de estaleiro
- Determinar os locais mais adequados para os diversos elementos inerentes à obra
- Planear e estabelecer a previsão de aprovisionamentos e escoamentos de elementos e desperdícios
- Garantir seguras vias de circulação de maquinaria e pessoas
- Planear e prever os trabalhos para a instalação de estaleiro.

De acordo (Azevedo, 2011), estabelecem-se três zoneamentos dentro de um estaleiro de obra. No entanto, são situações ideais e muitas das vezes não refletem as realidades como por exemplo, o tamanho disponível afastado da zona de implantação dos edifícios.

Este método de organização é possível, caso se mantenha um certo nível de limpeza, segurança e acessos nas e às premissas de modo a garantir produtividade. Assim:

- i. Zona semipermanente

Neste local serão armazenados materiais antes da sua utilização, portanto sendo um local de armazenamento a longo prazo e relativamente afastado da construção sempre que possível.

- ii. Zona de cargas e descargas

Local para estacionamento de transporte de cargas e descargas de materiais vindas para obra, o mais perto da obra/entrada da obra.

- iii. Área de trabalho

Local de armazenamento no interior da obra e nos locais de execução de trabalhos que servirá de armazenamento provisório e de curto espaço de tempo, para servir o planeamento previsto.

### **Práticas de gestão dos materiais**

Uma boa gestão e controlo de materiais torna-se de certa forma complexa, especialmente aquando da existência de diversas especialidades com entradas distintas em obra, promovendo uma confusa panóplia de diversos materiais a ter de distribuir para as diversas zonas de obra, bem como comunicações entre as partes fornecedores-obra-empregado

As soluções ou metodologias para atingir uma boa gestão de matéria-prima, ao invés da tradicional verificação, que pode gerar falhas, pode passar, por exemplo, pela inclusão de metodologias Inovadoras e sistemas eletrónicos, ambos comprovadamente eficientes e eficazes (Azevedo, 2011), (Khandve, 2015).

- *Lean Construction*;
- Leitor de Código de barras
- Sistema RFID.

De acordo com (Thomas, 2005), uma má gestão de materiais seja relativamente a armazenamento, fornecimentos ou organização de trabalhos pode gerar perdas diárias de 40%.

A implementação de um sistema de gestão neste respeito irá permitir

- Redução de custos;
- Maior produtividade;
- Reduzidos custos de armazenamento.

Sobre a aquisição destes materiais existem certas condicionantes e deveres que o Dono de Obra deve compreender e verificar:

- Amostras - existência de diversas amostras para poder ser verificadas as componentes técnicas e conformidade para com o projeto
- Orçamento - envio de orçamentos pelos fornecedores para o trabalho requerido.

Ordens de compra

- Guias de remessa - elemento que comprova envio de material para obra, devendo ser assinada no ato de entrega e registada na documentação da empreitada.
- Faturas - comprovativo de pagamento pelos diversos serviços presentes.

No momento prévio à aquisição de materiais, e após a produção de amostras para obra, devem executar verificações técnicas, estéticas e financeiras para aprovação, quer por parte do projetista/ou arquiteto e Dono de Obra, podendo apenas a partir da válida aprovação avançar para aquisição e utilização

Partirá daqui uma classificação dos materiais utilizados em quaisquer construções (Azevedo, 2011),

1. Materiais de Construção;
2. Pré-Fabricados;
3. Consumíveis.

Podem existir, como em qualquer outra área de gestão, problemas com esta temática, sendo que os maiores com que um Diretor de Obra se depara, tem origem essencialmente:

- Entrega de materiais - Este elemento é importante ter em atenção. Sejam encomendas realizadas diretamente pelo empreiteiro, sejam as que tem origem no subempreiteiro. As ocorrências dos problemas partirão, à partida, dos fornecedores, por diversas razões: atraso na produção dos materiais no tempo de entrega, demora no registo da encomenda ou mesmo relativamente a falta de pagamentos, devendo o(s) Diretor(es) de Obra manusear todos estes elementos para o bom decorrer da obra e a não “falha” de quaisquer desenvolvimentos.
- Existência de materiais em estaleiro

O controlo de inventário serve essencialmente como confirmação de tudo existente em obra e servirá também como controlo extra referente a custos, sejam eles de custos relativos às compras efetuadas, às encomendas realizadas, ao seu armazenamento ou mesmo ao seu transporte, ou inexistência em local.

### **2.2.1 Desperdícios e perdas**

O controlo de desperdícios de construção ou demolição existente numa obra tem um papel extremamente importante, quer seja na redução e controlo de materiais inutilizados e inutilizáveis, quer na boa gestão e organização de uma obra, de modo a conferir-lhe condições de trabalhabilidade e salubridade.

Desta forma deve ser realizado um plano de estaleiro, que permita identificar as diferentes situações perante os diversos materiais, tendo noção de que nem sempre é possível haver reaproveitamento ou reciclagem, dependendo da sua constituição. No caso de haver possibilidade de reaproveitamento, a utilização passará por:

- Utilizar noutras obras;
- Transformar os materiais para diferente utilização;
- Reutilizar na mesma obra, caso se encontre em bom estado.

Quanto aos resíduos urbanos em obra, devem estar dispostos em zonas essenciais de trabalhadores, e tentar o mais possível realizar a sua separação procurando manter o ambiente em obra limpo.

De acordo com (Kubba, 2016), as boas práticas deverão ser as que se apresentam:

1. Reaproveitar sempre que possível os materiais na nova obra, no caso de existência de demolições;
2. Colocar depósitos para materiais recicláveis, dispostos em zonas de fácil acesso aos envolventes na obra;
3. Priorizar os materiais de construção aquando da sua seleção, de modo a tornar a obra mais sustentável e *ambient friendly*.

Relativamente à gestão destes desperdícios no setor da construção, segundo (Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, 2008) atualizada pelo documento (Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, 2018), são definidos dois termos importantes para este assunto. Refere desperdício como sendo qualquer tipo de objeto ou substância que um utilizador descarta, e especifica a definição de desperdício em construção e demolição, como qualquer objeto ou substância que um utilizador descarta na área da construção.

No setor da construção civil, praticamente todo o tipo de material pode proporcionar desperdícios, seja em tipologia de construção, seja em demolição, como por exemplo as alvenarias, as madeiras, o papel e outros tipos de resíduos urbanos, ferro e ainda materiais de revestimento diversos. Todos estes podem ser considerados como tendo e sendo desperdícios das atividades que lhes são inerentes, desde que sejam colocados em obra e não adjacentes a elementos modulares.

Esta temática torna-se algo alarmante no que diz respeito às preocupações ambientais e o impacto que os desperdícios têm nas diferentes fases de conceção de uma obra.

#### **2.2.1.1 Controlo de desperdício**

O pensamento relativamente ao controlo de desperdício, tem e deve ser realizado desde a fase de planeamento do Projeto e novamente aquando da realização de encomendas, de forma a tentar garantir um maior controlo de desperdícios previsíveis. É importante realizar este controlo de modo que estes eventos não gerem outras problemáticas relativamente a outros “departamentos”, de forma a não haver interferência com o plano, organização ou segurança na obra. A diferenciação dos materiais em estaleiro é feita por zonas ou locais, onde existem elementos onde se depositam estes, estando devidamente identificados e diferenciados.

Segundo (Formoso, Cesare, Lantelme, & Soibelman, 1993), distinguem os tipos de perdas segundo três critérios:

- Possibilidade de controlo;
- Natureza;
- Origem

### **Possibilidade de controlo**

No que diz respeito a este primeiro ponto, é necessário ter uma visão realista sobre esta temática e abertura a novos desenvolvimentos para compreender. O autor define então dois tipos de perdas no que diz respeito ao controlo:

- Perdas Inevitáveis - Estas são perdas normalmente são consideradas por todas as empresas, existindo um limite racional, imposto pela própria empresa, através da análise de dados quanto a historial de empreitadas já realizadas, havendo uma determinação por semelhança de um nível aceitável para o critério;
- Perdas evitáveis - Este elemento existe aquando de uma verificação de má eficiência e aplicação quer de custos como de materiais, sendo fracamente aplicados em processos pouco definidos.

### **Natureza**

A natureza de uma perda descrita segundo (Formoso, Cesare, Lantelme, & Soibelman, 1993) vai de encontro com os princípios dispostos aplicados por Taichi Ohno no sistema de produção Toyota, e adaptado posteriormente para a atual conhecida metodologia LEAN, visada como ideal em diversas áreas, sendo a construção civil uma delas.

Desta forma, designaram-se os desperdícios em categorias (Formoso, Cesare, Lantelme, & Soibelman, 1993):

- Superprodução - Neste segmento inserem-se as quantidades que são produzidas ou executadas em quantidades superiores às requisitadas para o dia ou trabalho em questão;
- Substituição - Alteração de materiais que estariam previstos para executar um certo trabalho ou quantidades para executar certo elemento;
- Transporte - Englobam qualquer tipo de materiais ou elementos que devido à necessidade de transporte excessivo, coloque em risco a sua integridade ou qualidade;

- Processamento - Estas estão envolvidas com a execução de atividades, onde por mau planeamento ou falta de experiência seja necessário a remoção ou alteração de elementos já executados para cumprir planos e projetos;
- Estaleiro - Associadas à colocação e armazenamento dos materiais em estaleiro de obra, gerando problemas quanto ao espaço do estaleiro, estando mais condicionadas relativamente a obras onde o estaleiro já se encontre em local limitado, e podendo também levar à degradação dos materiais, tornando-os inutilizáveis;
- Movimentação - Esta tipologia deve-se à desnecessária movimentação dos materiais já em estaleiro de obra, onde a movimentação dos materiais para os locais necessários esteja limitada pelos acessos existentes, ou não haja meios seguros e eficientes para o seu transporte para o local, devendo-se isto a uma má organização temporal dos trabalhos ou requisições antecipadas para os trabalhos devido a mau sequenciamento dos mesmos;
- Espera - Este desperdício está associado com atividades que ainda não estão concluídas, e onde provoca um desajuste temporal e de atividade nas que se encontram a jusante. Isto pode ser devido a uma antecipada aquisição de materiais, bem como falta de mão-de-obra ou equipamentos, provocando uma demora na entrada de um possível subempreiteiro e consequentemente na execução da tarefa inerente;
- Defeito - Esta perda ocorre devido a material enviado pelo fabricante que, não estando dentro dos conformes de qualidade projetados, provocam aquando da sua perceção um processo de devolução de material e perda temporal devido ao ocorrido, ou em caso de perceção tardia a necessidade de remoção do elemento provocando não só desgaste de matéria, bem como monetário e temporal;

### **Origem**

Esta categoria dos desperdícios indica que as perdas não se deem apenas em fase de execução, mas também através de falhas durante a fase de planeamento ou aquisição;

Podendo estar então envolvidos estas perdas em falhas por exemplo, na determinação dos recursos humanos e materiais necessários, ou mesmo em erros ou omissões existentes em projeto.

### 2.2.2 Preparações

Previamente ao processo das medições e da execução e para permitir o bom seguimento da elevação dos elementos, é necessário a realização da marcação da arquitetura no local de trabalho. Este processo realiza-se assim que o local esteja preparado e limpo preferencialmente para clarificar os locais marcados, neste caso, envolveu-se mais no que diz respeito às zonas interiores, identificando todos os locais de trabalhos das diferentes especialidades, por forma que tanto o projeto de arquitetura como de especialidades se possa executar sem entraves. Tem de ser um processo minucioso, para que as dimensões previstas e posicionamento dos elementos estejam conforme com projeto. Exemplificando, tendo um vão interior, onde a medição que compreende nas duas paredes de bordo e isolamento, é necessário deixar as medidas corretas, para que não haja problemas aquando verificação e posteriormente, durante a fase de utilização, sendo que um pequeno erro na marcação das posições, ou mesmo por erros de estrutura, pode gerar diferenças consideráveis e denegrir certas condições essenciais.

Durante este procedimento, são necessárias a utilização de equipamentos de auxílio à marcação, nomeadamente a preparação, fita métrica, medidor laser e, no caso atual, “fio blue” (Figura 2.4). Para iniciar este trabalho, tem de ser consideradas condicionantes do projeto e seguir as guias de esquadria, caso exista e o plano de medição e monitorização (PMM) de cada atividade.



Figura 2.4 – Marcação de posição de paredes interiores segundo preparações

### 2.2.3 Medições

As medições são um segmento de extrema importância para qualquer obra. Essencialmente podem ser descritos e identificados em duas fases (Carmo, 2019-2020),

#### 1. Fase de Projeto

Nesta fase serão executadas medições de acordo com as regras atualmente dispostas no documento “Regras de Medição na Construção” do LNEC de modo a possibilitar a quantificação e estimativa para os elementos a ser utilizados em obra e no caso de o empreiteiro poder orçar sobre a empreitada.

#### 2. Fase de Obra

Nesta fase serão igualmente executadas medições em projeto, seguindo as mesmas regras da fase de projeto. Terão de ser verificadas as medições devido a quaisquer possíveis erros de medição na fase de projeto ou devido a alterações que, entretanto, tenham sido necessárias de executar. Nesta fase é necessário algum cuidado pois todo e qualquer erro na medição pode causar alterações no que diz respeito a necessidades de materiais e alterações no planeamento de custos, especialmente relativamente a sobre-medições.

Durante a execução de qualquer tipo de tarefa que em projeto tenha sido alvo de medição é boa prática a realização de medições em obra sobre o que realmente foi executado, de forma que, quer o Dono de Obra, quer o Diretor de Obra estejam a par da realidade da execução dos elementos em projeto, verificando a geometria e conseqüentemente a quantificação real da medida em fase de Projeto.

Para isto o Diretor de Obra pode executar o trabalho, ou designar uma pessoa (medidor) de forma a realizar as medições de todos os elementos executados a longo do desenvolvimento da obra.

Todo este trabalho irá permitir, para além de verificar as quantidades com as de projeto, identificar os avanços temporalmente identificando a conformidade com o planeamento ou desvios, decifrar o rendimento que os trabalhadores têm até ao momento, bem como os consumos, ajudar na verificação das necessidades de encomendas a realizar e ainda benéfico no que diz respeito aos autos de medições. Como muitas vezes os trabalhos são adjudicados a subempreiteiros, e o trabalho é pago perante o trabalho que executam, é importante também na faturação mensal.

Após a execução, inicia-se o processo de medição em obra. Isto passa pela medição real dos elementos que foram realizados, tendo em conta as unidades de medição, a geometria dos elementos, os materiais constituintes do produto final, os trabalhadores empregados e o tempo que estes demoraram para a sua realização.

No presente caso, todos os elementos sujeitos às medições dos trabalhos acompanhados têm uma medição diária, de forma a acompanhar e registar o trabalho realizado diariamente.

Os elementos necessários à medição foram decididos de acordo com o mapa de quantidades:

- Entrada de material em obra (Guias de remessa);
  - Areia [m<sup>3</sup>];
  - Blocos (Cimento, Térmico e Tijolo) [Qtd];
  - Cimento (saco) [Kg].
- Empreiteiro e Subempreiteiro
  - Trabalhadores [Qtd];
  - Trabalho executado [Horas].

## 2.3 PRODUTIVIDADE

Antes de entrar dentro do assunto da produtividade, é necessário entender o seu conceito, o seu processo de determinação e ainda a influência na construção civil.

Segundo um estudo (Bierman, Marnewick, & Pretorius, 2016), este define produtividade com uma medida que relaciona os *outputs* (produto final) com os *inputs*, sendo que estes podem ser diversos dependendo do tipo de produtividade que se pretende analisa, sendo por norma, nesta área relacionados com fatores como

- Trabalho executado;
- Económicos;
- Materiais.

Desta forma pode-se atingir diversas possibilidades de análise de desempenho de um grupo com o mesmo formulário (Equação 2.1)

$$Produtividade = \frac{Outputs}{Inputs} \quad (2.1)$$

Equação 2.1 - Produtividade

permitindo a sua utilização ainda na forma inversa(Equação 2.2) de modo a determinar os consumos, ou seja,

$$Consumo = \frac{Inputs}{Outputs} \quad (2.2)$$

Equação 2.2 - Consumo

## CAPÍTULO 2

Ambos os elementos são de extrema importância para um Diretor de Obra, de modo a melhorar o controle e a boa gestão sobre uma empreitada.

De forma a classificar a produtividade (Prieto, 2003), refere a necessidade de diferenciação em duas fases, sendo uma referente a facetas diretas, que sejam controladas de acordo com decisões tomadas por quem está diretamente envolvido nos projetos,

- Dono de Obra;
- Diretor de Obra (empreiteiro);
- Projetista;
- Subempreiteiros

E ainda uma segunda fase que trata os fatores indiretos que podem ser alterados apenas a longo prazo.

Nestes termos, de acordo um documento (Bernstein, 2003), este indica diversos fatores que permitem uma correta, mais abrangente e exata medição de produtividade, tornando este um processo com alta complexidade e caracterização:

1. Complexidade e tamanho de um projeto;
2. Ambiente de trabalho;
3. Tamanho da organização;
4. Trabalho;
5. Tecnologia;
6. Planeamento
7. Custo
8. Qualidade

Todos estes fatores são considerados perante setores, de entre os quais referentes a:

- Trabalhos Públicos;
- Transporte;
- Edifícios;
- Ambiental.

Para poder analisar a produtividade precisamos de ter em conta aquilo que a pode afetar, não apenas em local de obra, mas em toda a envolvente da empreitada.

De acordo com (Tam, Toan, Hai, & Dinh, 2021), que realizaram uma análise de percepção entre quem gere uma obra e os empreiteiros, sugerem que lhe deverão ser impostas algumas categorias e alguns fatores:

- Mão de Obra;
- Gerência;
- Motivação;
- Condições de Trabalho;
- Fatores do Projeto;
- Fatores externos.

Ainda neste trabalho é analisada a opinião afeta quer ao(s) gestor(es) de obra quer ao subempreiteiro, sendo que as conclusões passam por uma priorização seletiva. Apenas serão aqui demonstrados os cinco primeiros elementos de cada envolvente (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Fatores de influência na produtividade segundo gestor de obra e empreiteiros

	Gestor de Obra	Empreiteiro
1º	Capacidade de Construção	Experiência dos trabalhadores
2º	Situação financeira dos <i>stakeholders</i>	Correção de trabalhos já executados
3º	Disciplina de trabalho	Situação Financeira
4º	Alterações no projeto	Disciplina de trabalho
5º	Períodos de faturação	Disponibilidade de materiais

Desta forma, a produtividade pode também ser medida realizando marcos temporais. Neste processo existe a realização de registos diários das partes envolvidas nas tarefas, bem como o trabalho executado nas suas unidades específicas, segundo a qual o mercado de trabalho se dirige no aspeto dos materiais e mão de obra. A análise pode ser efetuada através de perfis diários. No entanto, pode-se tornar mais benéfico, por exemplo, a sua análise em períodos mais longos. A sobrecarga de análise diária pode-se tornar um exercício contraprodutivo tanto para o desenvolver da obra como para o trabalho do Diretor de Obra.

Relativamente a entraves que possam existir aos trabalhos e à sua produtividade passam por de forma generalizada, o rendimento dos trabalhadores, a quantidade de elementos e pelas necessidades de materiais.

Com as análises à produtividade pretende-se como já referido anteriormente conferir ao Diretor de Obra dados de forma que este possa entender quais as frentes de trabalho com deficit ou adianto, bem como

analisar se a gestão de materiais e recursos humanos está a ser executada de acordo com o previsto e se o planeamento das necessidades está a ser cumprido.

Segundo (Marinho, 2019), existem diversos critérios que podem colocar um entrave em qualquer tipo de obra. De entre os dispostos destacam-se

- Capacidade de treino de mão de obra;
- Necessidades de materiais;
- Segurança;
- Planeamento e controlo das empreitadas;

Os fatores que levam à produtividade devem ser encarados como um *puzzle*, onde quaisquer falhas podem colocar obstáculos a toda a envolvente de tarefas de uma obra, sendo que a melhor produtividade é atingida quando todas as partes se regulam e funcionam em prole de um mesmo fim e segundo todos os parâmetros organizacionais e propostos para os envolvidos. Uma falha no planeamento, gera confusão em obra e desregulamento dos trabalhos, um trabalho mal-executado provoca a sua retificação, implicando gastos redobrados em matérias-primas, mão de obra e possivelmente equipamentos.

A falha na assiduidade e/ou tempos adequados para início de trabalho, provoca demora na entrada ou término de outros trabalhos. Exemplos mais específicos poderiam ser erros ou má execução de betonagem, provocaria atraso em entrada de alvenaria. Mesmo as ocorrências mais simples como falha ou atraso na marcação de divisórias interiores, pode provocar atrasos na pichelaria devido aos erros de marcação para furação e colocação de tubagens.

Todos estes exemplos para indicar que uma obra é um sistema interligado, onde as falhas provocam a destabilização dos restantes sistemas.

Por parte do Diretor de Obra, pessoa que gere toda a envolvente relacionada com execução, as preocupações e precauções que levam a uma boa produtividade de obra passam essencialmente por:

- Estudo extensivo das tarefas numa obra e dos projetos;
- Devido planeamento das tarefas com os executantes e encarregado;
- Eficiente comunicação entre as partes envolvidas;
- Necessidades de material estarem bem planeadas de modo que se atinga um ideal de “material à espera do trabalho”;
- Equipas com capacidade para fazer trabalho (referências, experiência, quantidade de trabalhadores para cumprir planeamento).

## 2.4 RENDIMENTO

Relativamente ao rendimento, que é um dado que passa por um fator percentual, onde se mede a qualidade de execução de uma tarefa bem como a sua rapidez de conclusão ou exequibilidade. A referência a estes elementos, é relativa tanto no âmbito dos elementos atrás descritos, como também aos trabalhadores, à sua qualidade de execução de um certo trabalho.

Inserindo um exemplo a termo de compreensão, se um certo número de trabalhadores segundo o planeamento devem executar uma tarefa em x número de semanas e executarem em tempo menor do que o planeado, isto implica que inicialmente a produtividade foi mais elevada, o que proporciona um rendimento de tarefa mais elevado do que o previsto. Particular atenção na diferenciação entre a produtividade obtida numa tarefa e o rendimento da mesma.

A metodologia de determinação de rendimentos e de onde se pode adquirir algum dado referente ao bom ou mau rendimento, passa pela comparação com documentos, onde de acordo com certas condições de trabalho (variantes de obra para obra) e registos de trabalhos já executados se determina o bom ou mau caminho e se chega a certas conclusões.

Estes documentos referidos são nacionalmente utilizados, como por exemplo, as tabelas de Paz Branco e as tabelas de rendimentos do LNEC. Partindo daqui permite-nos então determinar o rendimento que relaciona o trabalho real e o trabalho previsto (Equação 2.3),

$$Rendimento = \frac{Real}{Previsão} \quad (2.3)$$

Equação 2.3 - Rendimento

Para maximizar e potenciar este elemento de forma a melhorar o funcionamento de uma obra, inicialmente é necessário ter em consideração que à medida que os trabalhos em diferentes zonas na mesma obra são feitos com as mesmas características e pela mesma equipa, o rendimento destes aumenta, e alguns pontos podem ser recolhidos de forma a se poder tentar melhor gerir o trabalho executado:

- Verificar o rendimento no final dos trabalhos por zona e comparar com aquilo que era previsto para registar algum desvio e tentar atuar perante o mesmo;
- Definir zonas de colocação de material, de modo a não haver perdas de tempo ou grandes interrupções;
- Ajustar as equipas, caso algum elemento esteja a ser um impasse para a restante equipa;
- Ajustar as metodologias de execução de tarefas para aumentar o rendimento da mesma;

## *CAPÍTULO 2*

- Executar os trabalhos de grande quantidade de forma contínua de forma a não deixar pormenores por executar e não desmotivar equipas.

Todos os elementos controláveis deverão ter tidos em conta e todas as recolhas de informação nunca são em demasia. Todo o trabalho de Direção de Obra funciona de maneira a rentabilizar uma obra quanto a prazos e custos e melhorar a sua produtividade, sendo todos os elementos considerados e consideráveis para uma boa gestão e bom funcionamento da mesma.

## CAPÍTULO 3

### CASO DE ESTUDO

#### 3.1 APRESENTAÇÃO DO CASO DE ESTUDO

O presente trabalho foi baseado nas funções de adjunto do Diretor de uma obra, que se encontra sobre alçada do departamento de direção de produção na categoria de Direção de Obra segundo o organograma da empresa sob tutela do Diretor de Obra Luís Sousa e acompanhamento auxiliar do Diretor de Obra, Eng.º Abel Esteves.

O caso para estudo e desenvolvimento do presente relatório de estágio é uma obra localizada na cidade do Porto, na Rua da Firmeza.

O contexto de obra era originalmente de construção e reabilitação, devido à vontade de manter o edifício existente previamente pelo Dono de Obra. No entanto, foi efetuado um pedido deferido de alteração de modo a permitir a demolição total do edifício, por razões inerentes à trabalhabilidade do solo e segurança estrutural.

Esta empreitada trata a execução construtiva de uma obra de tipologia hoteleira, a ser implantada com três edifícios, compreendendo as três entre dois e três pisos elevados com acessibilidade à cobertura, e ainda uma zona de lazer exterior.

Para os efeitos deste relatório apenas são considerados os edifícios, sendo diferenciados por zonas, Bloco A, Bloco B e Bloco C (Figura 3.1). O empreendimento tem duas frentes principais, uma correspondente ao Bloco A, que servirá de entrada principal, bem como de zona de cargas e descargas na Rua da Firmeza e uma segunda frente correspondente ao Bloco C, servindo como entrada para a garagem na Rua Comandante Rodolfo de Araújo.



Figura 3.1 - Esquema zoneado da divisão da empreitada

O desenvolvimento da Obra no momento inicial de contacto era relativamente pequeno, estando o bloco A a servir como entrada de maquinaria (Figura 3.2) e a ser executados trabalhos de fundações no Bloco C (Figura 3.3).

O Bloco B, em fase de execução mais adiantada, tendo já executado o pavimento térreo com alguns pilares elevados e contenção por cofragem para início de execução de laje de Piso 0 (Figura 3.4).



Figura 3.2 – Acesso principal da empreitada/Localização bloco A



Figura 3.3 - Escavação/Execução de sapatas bloco C



Figura 3.4 - Início de execução de piso 0 bloco B

Aquando do primeiro balizamento realizado verificou-se um evidente avanço de trabalhos relativo a toda a empreitada, com execução avançada do Bloco C com elevação estrutural de 2 pisos (Figura 3.5) e processo de cofragem e escoramento do Piso 3 em andamento (Figura 3.6).



Figura 3.5 - Estado de execução bloco C



Figura 3.6 - Escoras e cofragem gerais e preparação para execução de Laje Piso 3

Com um semelhante avanço, o Bloco B, estando elevados o primeiro piso e laje de segundo piso, estando a ser cofrados e escorados os elementos para execução de cobertura neste elemento (Figura 3.7).



Figura 3.7 - Estado de execução bloco B

Quanto ao Bloco A como serviu de acesso para as outras duas zonas encontrava-se mais atrasado com muros de contenção estruturais, tendo sido betonados contra o terreno a ser realizados e fundações(Figura 3.8).

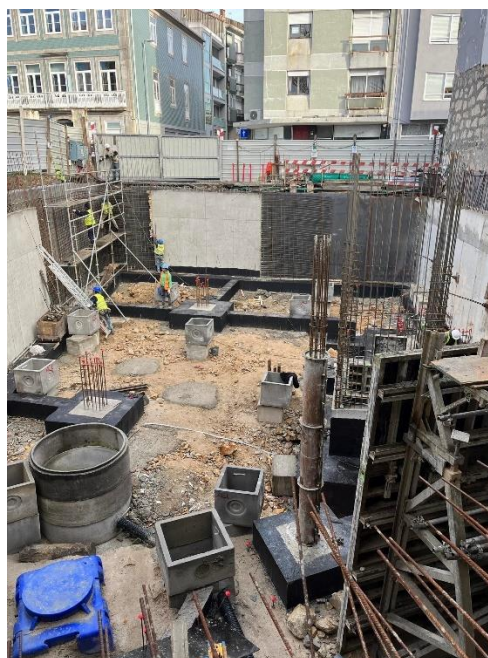


Figura 3.8 - Estado de execução Bloco A

### 3.2 TRABALHOS EXECUTADOS EM FORMATO DE ESTÁGIO

Durante toda a estadia, foram executadas atividades segundo as quais permitiram a adaptação, aquisição e aplicação de conhecimentos adjudicadas pelos Diretores de Obra de forma a permitir o acompanhamento da obra e verificação do bom funcionamento, tais como:

- Estudo e acompanhamento de projetos de diversas especialidades e verificação em local da conformidade com projeto;
- Acompanhamento e controlo do desenvolvimento de atividades;
- Verificação e confirmação de entradas e saídas de mão de obra, materiais, equipamentos e matérias-primas;
- Análise de mapas de quantidades;
- Presença, acompanhamento e interação em reuniões de obra, reuniões com subempreiteiros e fornecedores;
- Solucionamento de situações pertinentes à boa execução da empreitada;
- Participação no desenvolvimento e registo de Planos de Medição e Monitorização;
- Aplicação e desenvolvimento de metodologias para melhorar planeamento;
- Preparação de Obra em dwg para aplicação direta no terreno;
- Marcação de trabalhos “no terreno” juntamente com o Encarregado;
- Medição de trabalhos executados (betão armado);
- Medição de trabalhos em execução (alvenaria);
- Medição de trabalhos em execução (Betão leve e Betonilha).

### 3.3 GESTÃO DE MATERIAIS

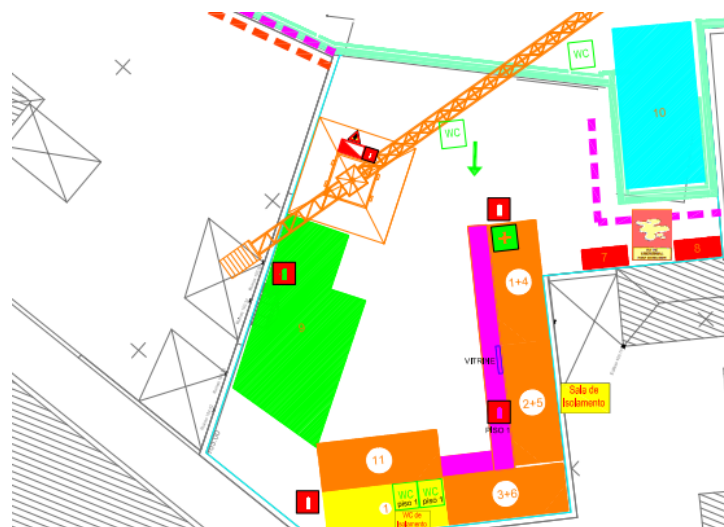


Figura 3.9 – Excerto de planta de estaleiro

Como já referido anteriormente, para se poder ter uma boa gestão dos materiais e respetivo controlo da sua utilização em obra, a base passa por uma boa organização do estaleiro, como exposto no excerto de planta de estaleiro apresentado (Figura 3.9), e representado integralmente em anexo (Anexo I).



Figura 3.10 – Organização por Área de Trabalho para execução de alvenaria



Figura 3.11 – Local com sistema de organização Semipermanente

Neste caso, devido à escassez de espaço para permitir armazenamento de todos os materiais em obra, houve uma ainda maior necessidade de organização (Figura 3.10, Figura 3.11), quer de processo logístico de encomendas e respetivas receções, conferindo material encomendado em guias com o que deu entrada, como da organização da localização e disposição dos materiais, matérias prima e equipamentos

para executar as tarefas, bem como dos locais de trabalho no que diz respeito à limpeza dos mesmos garantindo a boa funcionalidade(Figura 3.12, Figura 3.13).



Figura 3.12 – Estado cave Bloco A durante execução



Figura 3.13 – Estado de limpeza pós execução no local dos equipamentos utilizados

Desta forma, e através da boa organização, permitiu menores atrasos nos trabalhos, bem como a não interferência de detritos ou restos de tarefas anteriores, nas que se seguiram, e permitiu facilidade no acesso à informação relativa a material em stock e o que foi utilizado, assim como de necessidades existentes para realização de novas encomendas.

## 3.4 RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS

### 3.4.1 Alvenarias

#### 3.4.1.1 Medição de Alvenaria

Os trabalhos de alvenaria, foram as tarefas com maior acompanhamento no estágio. O objetivo foi acompanhar a tarefa em toda a sua duração, verificando:

- Mão de Obra;
- Gestão e controlo de materiais;
- Controlo de tempo de duração da tarefa

Todos estes elementos serviram para controlo dos trabalhos e a verificação dos consumos ao longo do tempo. Para além dos consumos, permitiu verificar as perdas de materiais e ainda os rendimentos e a produtividade dos trabalhos e trabalhadores ao longo do tempo.

O método de controlo de utilização foi executado diariamente e visualmente, no que diz respeito aos materiais e mão de obra presente a trabalhar na tarefa, sendo sempre que possível realizado durante vistorias à obra e segundo o planeamento diário de tarefas (Figura 3.14, Figura 3.15).



Figura 3.14 – Exemplo de registo de apoio ao controlo de areia



Figura 3.15 – Exemplo de registo de apoio ao controlo de cimento

Relativamente ao trabalho executado, foram sendo feitos registos fotográficos (Figura 3.16, Figura 3.17) para verificar a fase de execução dos elementos e os avanços realizados, sendo efetuada a medição dos panos, sempre que fossem terminados.



Figura 3.16 - Alvenaria exterior Bloco C



Figura 3.17 - Estado de execução de fachada Bloco C

### CAPÍTULO 3

O método de controlo de consumo dos elementos foi realizado através do controlo de inventário de estaleiro local, sendo os materiais utilizados que sofreram controlo e análise os seguintes:

- Argamassa
  - Cimento;
  - Areia.
- Alvenaria
  - Tijolo (9 e 15 cm de espessura);
  - Bloco Normal;
  - Bloco Térmico (15 e 20 cm de espessura).

Para efeitos de controlo e análise de dados, houve necessidade de executar uma folha de cálculo, permitindo inserir diversos dados, entre os quais:

- Tipo de material;
- Data de entrega;
- Guia de referência;
- Quantidades de entrada em estaleiro;
- Stock total em estaleiro local;
- Controlo de gasto de cada tipo de alvenaria.

Ao mesmo tempo que foram feitos estes registos realizaram-se as medições relativas aos panos desenvolvidos e os respetivos vãos, de forma a determinar a quantidade em m<sup>2</sup>. Este registo foi realizado da mesma forma que a medição do betão e cofragem, a partir de uma folha modelo (Figura 3.18), de onde resulta um relatório final (ANEXO VI) com registo de:

1. Artigo;
2. Tipo de alvenaria;
3. Local de execução (Bloco associado, Piso referente, Fogo de localização e Posição de referência);
4. Observações pertinentes.


		OBRA: 175 - Hotel Firmeza DATA:							Medição: Alvenaria	
MEDIÇÕES		Nº Partes	Dimensões			Quantidades			Unid.	Observações
Art.º	Designação		Comp.	Largura	Altura	Element.	Parciais	Total		
III ALVENARIAS E ESTRUTURAS PLACUR								1542,77	m³	
3.1	Alvenaria simples de betão em formação de paredes exteriores e interiores e/ou revestimento de vãos, composta por um pano de bloco de betão térmico tipo Artabel Proetico em betão leve de 20 cm de espessura, em agregados de argila expandida ou equivalente, incluindo argamassa de assentamento ao traço 1:3 nas juntas verticais e horizontais, rede em fibra de vidro tipo "Fivites" ou equivalente, na ligação das zonas de encosto e tração com elementos estruturais de betão armado, base com manta acustícol ou equivalente com 0,80cm e coroamento com placa de poliestireno de 1,0cm, de acordo com os pormenores de execução e o especificação nas C.T.E						1116,28	m³		
	Bloco Térmico 20						904,02	m³		
	Bloco A						263,08	m³		
	Piso 0						80,75	m³		
	Quarto 02	Trás					8,25	m³		
			2,66		3,10		8,25			
	Banho 02 e Banho 01	Trás					10,45	m³		
			2,68		3,90		10,45			
	Backoffice e bastidor	Frente					22,24	m³		
			5,66		3,93		22,24			

Figura 3.18 - Aplicação da folha modelo para medições de alvenaria

Após esta análise, e através dos registos diários retirados e controlo de inventário, passou-se à verificação da produtividade e rendimento dos trabalhos, bem como o consumo e sobre consumo existente.

O objetivo era determinar as quantidades de gasto/m<sup>2</sup> executados, e ainda o número de perdas existentes nos respetivos trabalhos e para os diversos gastos materiais, bem como o custo adicional associado às perdas criadas.

Como apenas os elementos materiais não chegam para se poder implementar uma correta e bem desenvolvida análise, realizou-se uma análise comparativa de mão de obra e de produtividade. Esta consistiu em, através das quantidades de metros quadrados executados e horas despendidas para o todo, atingir os rendimentos dos trabalhos, as produtividades dos trabalhadores e compará-las com valores teóricos, neste caso tendo sido utilizadas as tabelas de Paz Branco e ainda através do *website* ([orçamentos.eu](http://orçamentos.eu)), discriminando tipologias, conteúdo de aplicação, dimensões e condições de trabalho.

Para permitir fazer a análise dos dados então, foi necessário através dos registos efetuados retirar os seguintes dados:

- Número de trabalhadores do subempreiteiro;
- Duração prevista para realização dos trabalhos;
- Quantidades (m<sup>2</sup>) previstos;
- Quantidades (m<sup>2</sup>) reais;
- Duração real da tarefa.

Com as características dos blocos, comprimento, largura e espessura e ainda utilizando a espessura máxima permitida de juntas de argamassa, permite determinar a quantidade de cada bloco por metro quadrado de pano.

Como houve ainda necessidade de determinar as quantidades de materiais para execução de argamassa, retirou-se o seu valor teórico. Para atingir estes valores considerou-se que cada bloco tinha aplicação de argamassa da seguinte forma (Figura 3.19), onde a contabilização de argamassa em cada bloco será apenas colocada numa lateral e na parte superior.

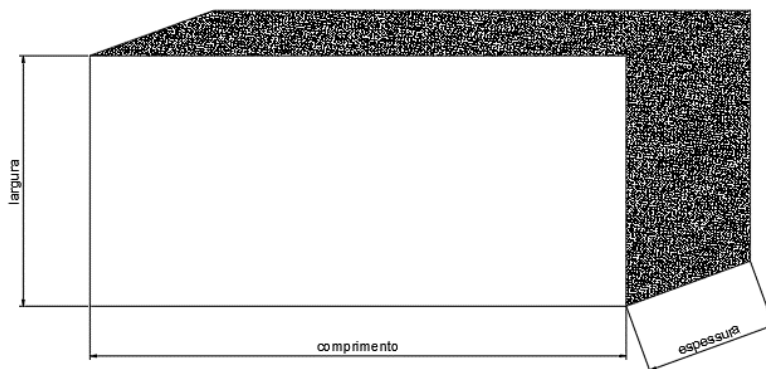


Figura 3.19 - Contabilização de argamassa na alvenaria

Com esta informação e as restantes adjacentes, permite determinar a quantidade de argamassa, resultando em  $m^3_{\text{argamassa}}/m^2_{\text{pano}}$  e  $m^3_{\text{argamassa}}/m^2_{\text{panos totais}}$ .

Através destes elementos e o traço de argamassa, obtiveram-se os valores para cimento e areia,  $320\text{kg}/m^3_{\text{argamassa}}$  e  $1,07 m^3/m^3_{\text{argamassa}}$ , respetivamente e finalmente pela relação entre valores, as quantidades de cimento e areia.

Realizou-se para todos os materiais envolventes este processo de cálculo ou semelhante de acordo com as características de cada um, e em todos eles determinaram-se os valores teóricos, que foram atualizados sempre que a tarefa teve algum desenvolvimento. Partindo destes elementos, pôde-se verificar os dados que permitem determinar o bom ou mau decorrer da tarefa, realizando uma comparação entre valores obtidos teoricamente e os valores reais de utilização atingidos, a produtividade dos trabalhadores e ainda os consumos de materiais.

Todos estes elementos traduzem-se essencialmente no final em valores monetários, onde estando dentro do previsto, mantém-se segundo a base obtida pela direção de obra, mas para o caso de existir alteração para valores superiores, influenciar os gastos previstos.

### 3.4.1.2 Dados recolhidos

Inicialmente verificou-se o tipo de argamassa e o seu respetivo traço, de modo a compreender as quantidades constituintes de matérias-primas na sua utilização (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Traço de argamassa

	Traço	Unid.	
Cimento	4	kg/m <sup>3</sup> <sub>argamassa</sub>	320
Areia	1	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> <sub>argamassa</sub>	1,07

Após determinação do traço, procurou-se identificar as dimensões dos blocos a serem utilizados e a respetiva quantidade de blocos a ser teoricamente utilizados por metro quadrado, a área de aplicação para cada tipo de pano e ainda a espessura da argamassa que seria considerada (Tabela 3.2).

Inicialmente tinha-se denominado uma média de 1,5 cm como espessura de argamassa (junta), mas após verificação no local, o que se percebeu foi que não era o que estava a ser aplicado, e que estaria a ser utilizada mais argamassa nas juntas, por forma a conseguir realizar os fechos de alvenarias certos no topo das paredes, tendo-se retificado o valor para uma média de 2,0 cm, alteração que foi aprovada pela Direção de Obra.

A determinação de blocos para cada metro quadrado foi determinada da seguinte maneira

$$\frac{1}{(\text{comprimento} * \text{largura})_{\text{bloco}}} \quad (3.1)$$

Equação 3.1 – Determinação de quantidade de blocos

Tabela 3.2 - Registo de dados relativamente às diferentes tipologias de alvenaria

	Unid.	Tijolo 15	Tijolo 9	Térmico 20	Térmico 15	Térmico 10	Cimento 20
Comprimento do bloco (C)	[m]	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
Largura do bloco (L)	[m]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Espessura do bloco (E)	[m]	0,15	0,09	0,2	0,15	0,1	0,2
Espessura argamassa (E <sub>arg</sub> )	[m]	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Consumo previsto de Blocos (BI)	[bloco/m <sup>2</sup> ]	17	17	10	10	10	10
Área aplicada (A)	[m <sup>2</sup> ]	354,05	369,18	909,22	34,35	28,57	160,89

De modo a possuir uma base de análise para comparação de quantidades gastas, determinaram-se os valores teóricos de argamassa, cimento e areia (Tabela 3.3,

Tabela 3.4).

O método de cálculo para obter os valores foi o seguinte (Equação 3.2, Equação 3.3, Equação 3.4, Equação 3.5)

$$\text{Argamassa teórica } (A_{1t}) \qquad \qquad \qquad Bl * E(C * L) * E_{arg} \qquad \qquad \qquad (3.2)$$

Equação 3.2 – Argamassa teórica por metro quadrado

$$\text{Argamassa teórica } (A_{2t}) \qquad \qquad \qquad A_{1t} * A \qquad \qquad \qquad (3.3)$$

Equação 3.3 – Argamassa teórica

$$\text{Cimento teórico } (C_t) \qquad \qquad \qquad 320 * A_{2t} \qquad \qquad \qquad (3.4)$$

Equação 3.4 – Cimento teórico

$$\text{Areia teórica } (A_t) \qquad \qquad \qquad 1.07 * A_{2t} \qquad \qquad \qquad (3.5)$$

Equação 3.5 – Areia Teórica

Tabela 3.3 - Valores teóricos de matérias primas

	Unid.	Tijolo 15	Tijolo 9	Térmico 20	Térmico 15	Térmico 10	Cimento 20
Argamassa teórica (A <sub>1t</sub> )	[m <sup>3</sup> <sub>argamassa</sub> /m <sup>2</sup> ]	0,0255	0,0153	0,028	0,021	0,014	0,028
Argamassa teórica (A <sub>2t</sub> )	[m <sup>3</sup> ]	9,03	5,65	25,46	0,72	0,40	4,50
Cimento teórico (C <sub>t</sub> )	[Kg]	2.889,03	1.807,50	8.146,65	230,80	127,97	1.441,55
Areia teórica (A <sub>t</sub> )	[m <sup>3</sup> ]	9,66	6,04	27,24	0,77	0,43	4,82

Tabela 3.4 - Quantidades de argamassa prevista para aplicação

Matéria-prima	Unid.	Quantidade total prevista
Argamassa	m <sup>3</sup>	45,76
Argamassa outros trabalhos	m <sup>3</sup>	16,35
Argamassa alvenaria	m <sup>3</sup>	29,41

Atingidos os valores relativos aos elementos teóricos, obtiveram-se os valores previstos totais relativamente às quantidades de matérias-primas, servindo como base de comparação para os registos (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 - Quantidades registadas de utilização de matérias-primas previstas

Matéria-prima	Unid.	Quantidade total prevista
Cimento	Kg	14.643,51
Areia	m <sup>3</sup>	48,96

Durante toda a atividade de alvenaria, foi realizada uma medição total de pano de parede e na mesma para o mesmo subempreiteiro estavam associadas outras tarefas, onde foi possível diferenciar os gastos de materiais para estes trabalhos. Tiveram-se de fazer estas considerações, visto que apenas se pretendia realizar a análise da tarefa de alvenaria para este caso, procedeu-se à diferenciação destes trabalhos, resultado a seguinte tabela (Tabela 3.6).

Tabela 3.6 - Aplicação de cimento e areia em outros trabalhos

	Unid.	Mestras	Meias canas	Envolvimento de tubos	Estaleiro	Total
Argamassa	m <sup>3</sup>	9,20	2,2	4,95		
Cimento	kg	2945,33	704,00	1.584,00	1.875	7.108,33
Areia	m <sup>3</sup>	9,85	2,35	5,3	2,00	18,70

Nas medições obtidas, observou-se os gastos totais existentes para cimento de 19.500 kg e para areia um gasto de 58,45 m<sup>3</sup>.

O que se realizou na tabela que se segue (Tabela 3.7) foi um desconto da totalidade registada com os outros trabalhos, obtendo assim as quantidades reais utilizadas para toda a alvenaria em questão.

Tabela 3.7 - Quantidades registadas de utilização de matérias-primas

Matéria-prima	Unid.	Quantidade total registada
Cimento	Kg	12.391,67
Areia	m <sup>3</sup>	39,75
Argamassa	m <sup>3</sup>	37,125

### CAPÍTULO 3

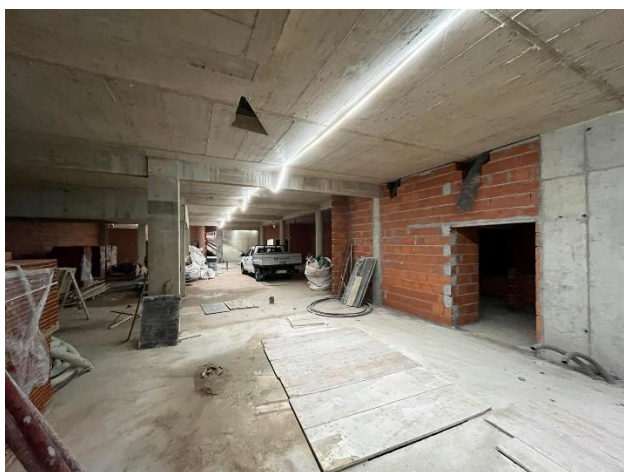
Durante a execução dos trabalhos era verificado diariamente o trabalho executado pelos trabalhadores através de registos fotográficos (Figura 3.20).



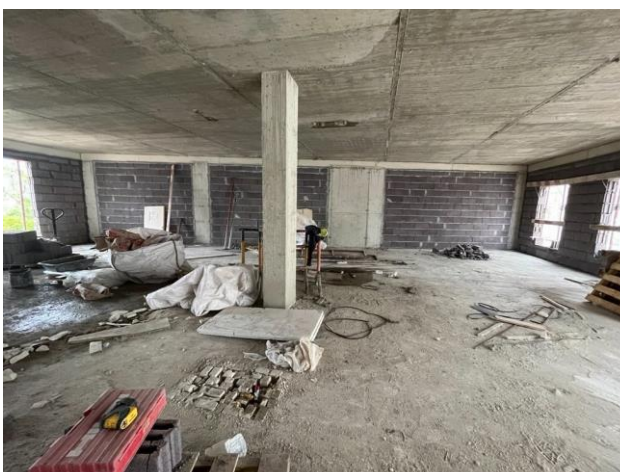
a) Registo alvenaria Bloco B Piso 2



b) Registo alvenaria Bloco C Piso 3



c) Registo alvenaria Bloco B e C Piso -1



d) Registo alvenaria Bloco A Piso 1

Figura 3.20 – Registos fotográficos de alvenaria nos diversos blocos

As horas dedicadas para a realização das respetivas tarefas foram igualmente registadas, sendo que estes registos eram executados em folhas de ponto que eram transmitidas à direção de obra e registadas informaticamente em sistema próprio (Figura 3.21).



### 3.4.1.3 Avaliação de Produtividade e Consumos

A avaliação de consumos e de produtividade passou essencialmente pela análise dos dados relativos à utilização de materiais e presença de trabalhadores em obra.

Através dos dados recolhidos, demonstrados no subcapítulo acima, para a temática de alvenaria permitiu determinar a produtividade dos trabalhadores a executar os trabalhos e os consumos de materiais e matérias-primas para executar os trabalhos necessários.

Os resultados obtidos foram os seguintes (Tabela 3.10).

Tabela 3.10 - Registos de consumos de materiais e matérias-primas para alvenaria

Material   matéria-prima	Consumo realizado	Unidade
Bloco térmico 20	10,45	Bloco/m <sup>2</sup>
Bloco térmico 15	11,36	Bloco/m <sup>2</sup>
Bloco Normal	11,19	Bloco/m <sup>2</sup>
Tijolo 9	17,14	Bloco/m <sup>2</sup>
Tijolo 15	17,82	Bloco/m <sup>2</sup>
Cimento	333,78	kg/m <sup>3</sup> arg
Areia	1,07	m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup> arg

O que se pode concluir face aos valores apresentados, relativamente à alvenaria, é que estes ficaram um pouco acima dos valores que estariam previstos. No entanto, estes eram espectáveis, devendo ser considerada uma parcela de perdas e definidos os termos percentuais aceitáveis. Assim:

- Cimento e areia, o que se verificou foi que a areia está dentro dos parâmetros definidos inicialmente e considerados pela direção de obra, 1,07 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup><sub>arg</sub>. Já relativamente ao cimento o que se verificou foi um valor abaixo, sendo que o que estaria considerado seria à volta de 320 kg/m<sup>3</sup><sub>arg</sub>. Isto surge devido a uma utilização de maior quantidade de cimento em alvenaria, reduzindo a rentabilização da matéria-prima.

Quanto à produtividade dos trabalhos, verificou-se tendo em conta os registos de ponto diários, retirando os dados de horas e trabalhadores dedicados ao mesmo e a quantidade em metros quadrados de panos executados, realizando uma comparação com Tabelas de Paz Branco e talvez devido a este documento ser um pouco desatualizado, utilizado o website [orçamentos.eu](http://orçamentos.eu). Atualmente o que se verifica no mercado

são condições de trabalho entre más e normais, no entanto para efeitos desta obra, a empresa dedicou capital de modo que as condições de trabalho fossem boas.

Relativamente a estes valores comparativos, realizaram-se as seguintes tabelas para permitir a análise (Tabela 3.11, Tabela 3.12 e Tabela 3.13).

Tabela 3.11 - Registos de produtividade segundo Paz Branco

	Quantidade		Horas de trabalho	Rendimentos [Paz Branco]	Rendimentos teóricos
	[m <sup>2</sup> ]	% do total			
<b>Tijolo 9</b>	369,18	20%	559,46	0,749	0,149
<b>Tijolo 15</b>	354,05	19%	536,53	0,480	0,091
<b>Bloco Térmico 20</b>	937,79	51%	1.421,15	0,422	0,213
<b>Bloco Térmico 15</b>	34,35	2%	52,05	0,422	0,008
<b>Bloco Cimento</b>	160,89	9%	243,81	0,422	0,037
<b>Total</b>	<b>1.856,25</b>	<b>100%</b>	<b>2.813,00</b>		<b>0,498</b>

Tabela 3.12 - Registo de produtividade segundo Orçamentos.eu

	Quantidade		Horas de trabalho	Produtividade [orçamentos.eu]	Produtividade teórica
	[m <sup>2</sup> ]	% do total			
<b>Tijolo 9</b>	369,18	20%	559,46	0,623	0,124
<b>Tijolo 15</b>	354,05	19%	536,53	0,642	0,122
<b>Bloco Térmico 20</b>	937,79	51%	1.421,15	0,817	0,413
<b>Bloco Térmico 15</b>	34,35	2%	52,05	0,783	0,014
<b>Bloco Cimento</b>	160,89	9%	243,81	0,700	0,061
<b>Total</b>	<b>1.856,25</b>	<b>100%</b>	<b>2.813,00</b>		<b>0,734</b>

Tabela 3.13 - Comparações de Produtividade

Produtividade dos trabalhos			
Horas de trabalho aplicadas	2.813,00	H x h	
Produtividade obtida	0,660	m <sup>2</sup> /H*h	
Produtividade [Paz Branco]	0,498	m <sup>2</sup> /H*h	OK!
Produtividade [orçamentos.eu]	0,734	m <sup>2</sup> /H*h	KO!

Como se pode observar, segundo os dados retirados, a produtividade que se obteve relativamente aos trabalhos e medições realizadas foi de 0,660 m<sup>2</sup>/H\*h, significando isto que durante a execução de todos os trabalhos, cada homem a trabalhar por hora, executa 0,660 metros quadrados de pano de alvenaria.

Comparativamente com valores tabelados procurados e expostos na tabela acima, pelas tabelas de Paz Branco, observa-se um bom rendimento acima dos valores tabelados, no entanto, segundo os dados obtidos no site orçamentos.eu, o que se obtém é um valor abaixo daquilo que se previa, significando isto que os trabalhadores deveriam ter sido mais produtivos na execução da tarefa dentro das mesmas condições, podendo isto ter sido devido a zonas com pormenores onde fosse necessário maior cuidado na execução ou mesmo situações onde houve falha no fornecimento/aquisição de material.

#### 3.4.1.4 Rendimentos

Para tratar o rendimento dos trabalhos, procurou-se identificar inicialmente o tempo de trabalho e horários definidos para a empreitada, consistindo em 5 dias semanais e 10 horas de trabalho diário. Partindo destes elementos realizou-se o registo (Tabela 3.14)

Tabela 3.14 - Determinação de rendimento

Rendimento dos trabalhos		
Horas de trabalho aplicadas	2813,00	hora
Horas previstas	3650,00	hora
Rendimento	130%	

Relativamente aos rendimentos, observando o planeamento previamente executado inicialmente o que estaria previsto temporalmente seria de 3.650 horas para execução da totalidade dos trabalhos de modo a equivaler ao tempo de saída de estágio. O que se obteve foram 2813 horas. Realizando um simples

cálculo (Equação 2.3), percebemos que o rendimento dos trabalhos de alvenaria foi de 130%, significando isto que a mesma quantidade de trabalho foi, relativamente à previsão, mais rentável em 30%, permitindo assim realizar uma revisão quanto aos custos gastos, bem como o adianto de outros trabalhos estando as zonas disponíveis mais cedo.

### 3.4.2 Betão Leve e Betonilhas

#### 3.4.2.1 Recolha de dados

Para a análise do Betão Leve e da Betonilha foi necessário ter em atenção alguns elementos e fazer considerações de modo que a contabilização fosse bem diferenciada.

Quanto ao Betão Leve, foram excluídos a execução do Piso 0 do Bloco B e C, bem como do quarto modelo no Piso 1, devido a estes ao estarem ligados diretamente com zonas exteriores necessitarem de colocação direta de Betonilha.

Deu-se então a recolha de dados do Betão Leve (Tabela 3.15, Tabela 3.16, Tabela 3.17, Tabela 3.18).

Tabela 3.15 - Áreas de execução de betão leve por bloco, piso e fogo

	Áreas		
<b>Bloco A</b>	<b>Cobertura</b>	177	m <sup>2</sup>
<b>Bloco B</b>	<b>Piso 1</b>	110	m <sup>2</sup>
	<b>Piso 2</b>	76	m <sup>2</sup>
	<b>Cobertura</b>	23	m <sup>2</sup>
<b>Bloco C</b>	<b>Piso 1</b>	150	m <sup>2</sup>
	<b>Piso 2</b>	150	m <sup>2</sup>
	<b>Piso 3</b>	120	m <sup>2</sup>
	<b>Cobertura</b>	120	m <sup>2</sup>

Tabela 3.16 - Espessuras e quantidades executadas de betão leve por bloco, piso e fogo

Localização		Espessura		Quantidade	
Bloco A	Cobertura	0.06	m	10.64	m <sup>3</sup>
Bloco B	Piso 1	0.06	m	6.60	m <sup>3</sup>
	Piso 2	0.06	m	4.55	m <sup>3</sup>
	Cobertura	0.06	m	1.38	m <sup>3</sup>
Bloco C	Piso 1	0.06	m	9.00	m <sup>3</sup>
	Piso 2	0.06	m	9.00	m <sup>3</sup>
	Piso 3	0.06	m	7.20	m <sup>3</sup>
	Cobertura	0.06	m	7.20	m <sup>3</sup>
				55,57	m <sup>3</sup>

Tabela 3.17 - Utilização de cimento na tarefa de Betão Leve

Cimento Utilizado	
768	Sacos
19.200	Kg

Tabela 3.18 - Registo de horas de trabalho para tarefa de Betão Leve

Horas de trabalho	
48	$H * h$

Da mesma forma executou-se o registo para a betonilha, no entanto esta terá mais elementos e variedade devido às diferenças de alturas das divisórias existentes em cada piso, bem como a existência de utilização de areia para o efeito.

Como a execução da Betonilha ainda não tinha sido terminada aquando do último registo efetuado, este será um valor parcial referente à totalidade da tarefa. Apresentam-se os seguintes valores (Tabela 3.19, Tabela 3.20, Tabela 3.21), estando a tabela completa em anexo (Anexo II).

Tabela 3.19 - Quadro parcial de áreas por bloco, piso e fogo para betonilhas

		Áreas		
Bloco B	Piso 0	Casa de banho	15,09005	m <sup>2</sup>
		Banheiro	5,5636	m <sup>2</sup>
		Corredores	10,12586	m <sup>2</sup>
		Quartos	74,11949	m <sup>2</sup>
	Piso 1	Casa de banho	16,3836	m <sup>2</sup>
		Banheiro	7,5269	m <sup>2</sup>
		Corredores	21,04441	m <sup>2</sup>
		Quartos	85,86819	m <sup>2</sup>
	Piso 2	Casa de banho	9,496	m <sup>2</sup>
		Banheiro	3,73	m <sup>2</sup>
		Corredores	8,0144	m <sup>2</sup>
		Quartos	54,6094	m <sup>2</sup>
	Cobertura		152,36	m <sup>2</sup>

Tabela 3.20 - Quadro parcial de espessura e quantidade de betonilha por bloco, piso e fogo

		Espessura		Quantidade		
Bloco B	Piso 0	Casa de banho	0,045	m	0,68	m <sup>3</sup>
		Banheiro	0,025	m	0,14	m <sup>3</sup>
		Corredores	0,05	m	0,51	m <sup>3</sup>
		Quartos	0,05	m	3,71	m <sup>3</sup>
	Piso 1	Casa de banho	0,045	m	0,74	m <sup>3</sup>
		Banheiro	0,025	m	0,19	m <sup>3</sup>
		Corredores	0,05	m	1,05	m <sup>3</sup>

	Piso 2	Quartos	0,05	m	3,25	m <sup>3</sup>
		Casa de banho	0,045	m	0,43	m <sup>3</sup>
		Banheiro	0,025	m	0,09	m <sup>3</sup>
		Corredores	0,05	m	0,40	m <sup>3</sup>
		Quartos	0,05	m	2,73	m <sup>3</sup>
	Cobertura		0,04	m	6,094	m <sup>3</sup>

Tabela 3.21 - Registo de horas de trabalho para tarefa de betonilha

Horas de trabalho	
310	$H * h$

### 3.4.2.2 Avaliação de Produtividade e Consumos

A avaliação dos consumos foi executada segundo as matérias-primas, cimento e areia, tendo sido a produtividade avaliada perante horas de trabalho e mão-de-obra.

Segundo os dados expostos no subcapítulo acima, obtiveram-se através da análise de gastos as quantidades de metros cúbicos executados (Tabela 3.22), bem como as de cimento (Tabela 3.23), tendo sido o betão leve produzido em obra e apenas consumida água e cimento na sua execução.

Tabela 3.22 - Quantidade de Betão Leve executado

Quantidade	
55,57	m <sup>3</sup>

Tabela 3.23 - Utilização de cimento na tarefa de Betão Leve

Cimento Utilizado	
768	Sacos
19.200	Kg

Segundo os dados fornecidos para previsão de consumo, este deveria ser para betão leve à volta de 350 kg/m<sup>3</sup>. Pelos cálculos efetuados o valor obtido para consumo no trabalho foi de 345 kg/m<sup>3</sup>, estando próximo ao valor indicado pelos fornecedores e previsto pela direção de obra.

Relativamente à produtividade, o valor esteve dentro do espectável, sendo que foi um trabalho com menor quantidade de elementos e de execução mais rápida (Tabela 3.24).

Tabela 3.24 - Produtividade Betão Leve

Produtividade	
1,16	m <sup>3</sup> /H*h

Para a execução de betonilha, executou-se uma análise semelhante, apenas tendo em conta os novos dados de consumo fornecidos pelo fabricante e a necessidade de análise de não apenas uma, mas duas matérias-primas.

Assim sendo, observando os dados (Tabela 3.25, Tabela 3.26), o que se obteve, em termos de consumos foi, para o cimento de 319,59 kg/m<sup>3</sup>, e 1,08 kg/m<sup>3</sup> para a areia, sendo que o previsto para o efeito, seria 320 kg/m<sup>3</sup> e cerca de 1,07 kg/m<sup>3</sup> respetivamente.

Tabela 3.25 - Quantidade total de betonilha executada

Quantidade	
53,27	m <sup>3</sup>

Tabela 3.26 - Registo de cimento e areia na atividade de betonilha

Cimento Utilizado		Areia Utilizada	
17.025	Kg	57,5	m <sup>3</sup>

Quanto à produtividade o resultado da tarefa de betonilha a que se chegou foi como segue(Tabela 3.27),

Tabela 3.27 – Produtividade Betonilha

Produtividade	
0,172	m <sup>3</sup> /H*h

Pela análise destes dados observou-se uma ligeira redução na utilização de cimento e de areia para o efeito da realização de argamassa, o que permitiu verificar que se cumpriu com o espectável, sendo que as diferenças são praticamente negligenciáveis. Quanto à produtividade ficou dentro do espectável tendo em conta o tempo de produção e o método de aplicação efetuado.

### 3.4.2.3 Avaliação de Rendimentos

Por forma a realizar uma avaliação de rendimentos, foi executada da mesma forma que a análise da alvenaria, tendo em conta o tempo que cada tarefa levou a ser realizada, comparativamente à sua previsão.

De acordo com os registos efetuados, para a execução de betonilha verificou-se o seguinte (

Tabela 3.28).

Quanto ao rendimento de betonilhas, e tendo em conta o planeamento que estava previsto temporalmente até ao fim do tempo de estágio, este seria de 312 horas, sendo que o representado equivale a cerca de 53% da totalidade. O que se obteve pelos registos foram 310 horas. Percebeu-se que o rendimento da tarefa de betonilhas foi de 101%, significando isto que a mesma quantidade de trabalho foi, relativamente à previsão, ligeiramente mais rentável, indicando isto também que a previsão efetuada previamente está dentro dos parâmetros,

Tabela 3.28 - Determinação de Rendimento Betonilha

<b>Rendimento dos trabalhos</b>		
<b>Horas de trabalho aplicadas</b>	310	hora
<b>Horas previstas até término de estágio</b>	312	hora
<b>Rendimento</b>	101%	

Da mesma forma para a tarefa de Betão Leve, pôde-se analisar (

Tabela 3.29)

Tabela 3.29 – Determinação de Rendimento Betão Leve

Rendimento dos trabalhos		
Horas de trabalho aplicadas	48	hora
Horas previstas até término de estágio	48	hora
Rendimento	100%	

Pode-se observar através destes dados que, de acordo com as previsões, o trabalho foi executado dentro do tempo esperado para o bloco B e C, e no prazo previsto, considerando que até ao final do estágio estaria concluída cerca de 66,6% da tarefa, estando, portanto, dentro dos parâmetros incutidos à obra.

## 3.5 MEDIÇÕES

### 3.5.1 Medição de Betão Armado e Cofragem

Relativamente a este trabalho, foi indicado de forma a identificar discrepâncias relativamente às previsões existentes quer geométrica ou em termos de cubicagem, bem como da área de madeira destinada à cofragem (ANEXO III, ANEXO IV, ANEXO V).

Estas medições foram realizadas após a execução dos elementos, por forma a permitir à Direção de Obra atualizar e realizar autos de medições e quantidades, verificando-os comparativamente com as medições de projeto e ainda verificando a conformidade com o projeto. Para além disto, é importante também para confirmar durante a fase de faturação, neste caso, de subempreiteiros, que realizam as suas próprias medições, e no final em termos comparativos de medições reais chegar a um valor monetário final. É importante o cuidado na realização destas medições, pois poderá fazer bastante diferença no custo final da tarefa, bem como identificar problemas que possam existir nas próximas fases devido a possíveis falhas.

Uma inconformidade que se verificou durante a realização destas medições, foi referente a dois pilares, situados no Piso 0 no Bloco C, onde se verificou que as medidas indicadas no projeto tinham ambos uma secção de 0.20 x 0.50, o que na realidade não acontecia e a sua secção real era de 0.30 x 0.50 (Figura 3.22)

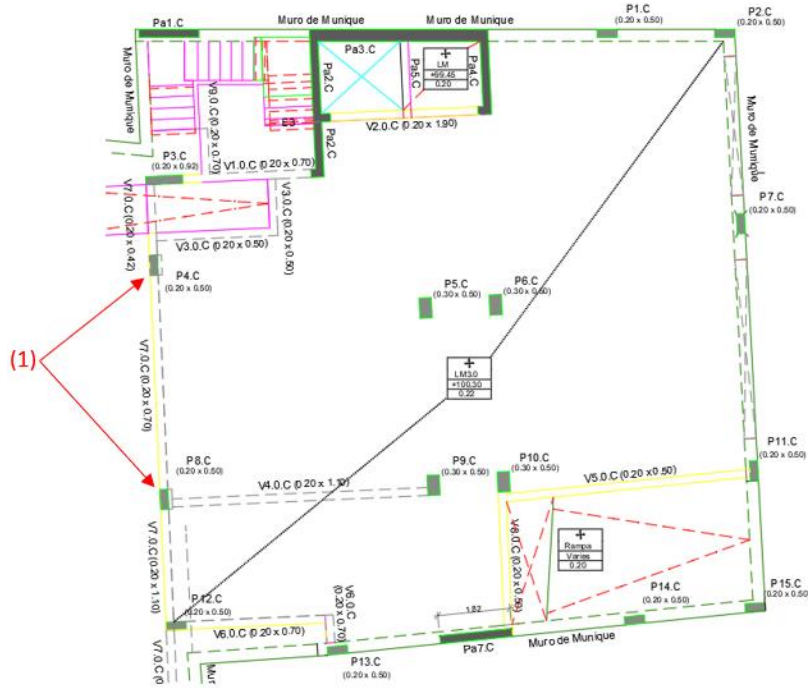


Figura 3.22 - Planta estrutural Bloco C Piso 0

A razão pela qual é importante verificar as geometrias passa primeiro pela quantidade a mais de betão e cofragem a ser considerada para estes elementos que irá fazer diferença relativamente às quantidades de projeto, e em segundo lugar passa pela consideração na arquitetura.

Como se pode verificar na planta (Figura 3.23), ambos os pilares encontram-se localizados em zonas de quartos, e visto que o seu alinhamento exterior se mantém, significa que na sua execução acrescentaram 10 cm para o interior, provocando a necessidade de existir um acerto nos revestimentos em todo o alinhamento e retirar espaço aos quartos para retificar o erro ocorrido.



Figura 3.23 - Planta de Arquitetura, Bloco C Piso 0, Pormenor de pilares

Nas seguintes imagens demonstra o resultado do erro obtido relativamente ao produto final (Figura 3.24).



a) Pormenor Quarto 07



b) Pormenor Quarto 06

Figura 3.24 – Pormenores de erros de execução

O que se verifica é que houve o registo de uma inconformidade, inicialmente, do bloco existente com o pilar, inexistente em projeto, e por último permite imaginar a solução que será necessária de ser executada para complementar.

Estes erros ocorreram devido a:

- Diferentes esquemáticas entre projetos e pormenores.

A inconformidade das medições em obra para com as de projeto deram-se segundo:

- Erros de execução de elementos;
- Inacessibilidade de medição a certos elementos;
- Necessidades de acréscimos ou alterações pós execução com medições já efetuadas.

Para prosseguir com estas medições utilizou-se um modelo pré-definido utilizado pela Telhabel (Figura 3.25 e Figura 3.26), onde existe a indicação para registo de alguns elementos:

#### 1. Artigo

A esta parcela refere-se a associação de artigo ao mapa de quantidades, onde cada elemento e execução contém a sua referência especificada;

#### 2. Designação

A designação deverá estar associada a cada artigo, referindo a especialidade, tipo de material e o elemento a que se refere. Deve ainda conter a descrição pormenorizada do trabalho e da constituição dos seus elementos;

#### 3. Quantidades

A este setor devem ser atribuídos os valores que foram determinados que serão inseridos segundo a sua disposição geométrica (comprimento, largura e espessura);

#### 4. Unidades

Este é um local para indicação da unidade a utilizar pela empresa em cada categoria, seja ela em metro (m), metro quadrado (m<sup>2</sup>), metro cúbico (m<sup>3</sup>), quilograma (kg) ou outra medida;

#### 5. Observações

Nesta parcela devem ser indicadas quaisquer discrepâncias ou notas necessárias de ser referidas, que sejam pertinentes para cada elemento.

1		2		3			4			5
Artº	Designação	Nº Partes	Dimensões			Quantidades			Unid.	Observações
			Comp.	Largura	Altura	Element.	Parciais	Total		
3.	ESTRUTURA									
3.2	EDIFÍCIO									
3.2.2	Betão Armado									
3.2.2.4	Pilares									
3.2.2.4.1	Betão Armado em Pilares									
	Execução de PILARES em betão armado, incluindo aço A500NR, cofragem, cofragem perdida, fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, RC2, C10.40, D 22mm, S3; cofragem, transporte, montagem, desmontagem, óleo desmoldante e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalme e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.								15,83	m³
	Bloco A								15,83	m³
	Piso 0								7,19	m³
	P1		0,50	0,20	3,66			0,37		
	Reforço		0,20	0,48	3,66			0,35		
	P2		0,50	0,20	3,68			0,37		
	P4		2,26	0,20	4,17			3,89		
	P5		0,20	0,50	3,22			0,32		
	P6		0,30	0,50	4,17			0,63		
	P7		0,40	0,30	4,17			0,50		
	P8		0,20	0,50	3,22			0,32		
	P9		0,30	0,50	4,17			0,63		
	P10		0,20	0,50	3,23			0,32		
	P11		0,20	0,50	3,90			0,39		
	P12		0,50	0,20	3,60			0,36		
	P13		0,50	0,20	3,60			0,36		
	P14		0,50	0,20	3,60			0,36		

Figura 3.25 - Aplicação da folha modelo para medições de betão bloco A

No estágio foi executado este trabalho para todos os elementos estruturais em betão armado determinando as suas quantidades elemento a elemento e as respetivas posições ou locais em que se encontram com as unidades em m<sup>3</sup> e ainda a respetiva medição da cofragem necessária para realizar a sua execução em m<sup>2</sup>. Quer seja para o betão ou cofragem em madeira, houve necessidade de serem considerados todos os pormenores dos elementos de modo a não haver por exemplo uma dupla contabilização ou alguma falha nos elementos.

1		2		3			4			5
Artº	Designação	Nº Partes	Dimensões			Quantidades			Unid.	Observações
			Comp.	Largura	Altura	Element.	Parciais	Total		
3.	ESTRUTURA									
3.2	EDIFÍCIO									
3.2.2	Betão Armado									
3.2.2.4	Pilares									
3.2.2.4.1	Betão Armado em Pilares									
	Execução de PILARES em betão armado, incluindo aço A500NR, cofragem, cofragem perdida, fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, RC2, C10.40, D 22mm, S3; cofragem, transporte, montagem, desmontagem, óleo desmoldante e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalme e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.								200,61	m²
	Bloco A								200,61	m²
	Piso 0								88,79	m²
	P1		0,50	0,20	3,66			5,12		
	Reforço		0,20	0,48	3,66			4,25		
	P2		0,50	0,20	3,68			5,15		
	P4		2,26	0,20	4,17			20,55		
	P5		0,20	0,50	3,22			4,51		
	P6		0,30	0,50	4,17			6,07		
	P7		0,40	0,30	4,17			5,84		
	P8		0,20	0,50	4,17			4,51		
	P9		0,30	0,50	4,17			6,07		
	P10		0,20	0,50	3,23			4,52		
	P11		0,20	0,50	3,90			5,46		
	P12		0,50	0,20	3,60			5,46		
	P13		0,50	0,20	3,60			5,04		
	P14		0,50	0,20	3,60			5,04		

Figura 3.26 - Aplicação da folha modelo para medições de cofragem bloco A

### CAPÍTULO 3

Após esta tarefa, foram verificados diferentes elementos,

- Quantidades
  - Cofragem
    - Quantidades reais;
    - Quantidades previstas;
  - Betonagem
    - Quantidades reais;
    - Quantidades previstas;
- Durações
  - Betonagem e Cofragem
    - Duração prevista;
    - Duração real.

Definidos os elementos a adquirir, obteve-se os resultados totais, tabela em anexo (ANEXO VII, ANEXO VIII), executados de forma a permitir realizar um apanhado das quantidades reais executadas de cada elemento (Figura 3.27, Figura 3.28).

Artigo	Designação	Quantidades	Unid.	Observações
3.	ESTRUTURA			
3.2	EDIFÍCIO			
3.2.2	Betão Armado			
3.2.2.4	Pilares			
	Betão Armado em Pilares			
3.2.2.4.1	Execução de PILARES em betão armado, incluindo aço A500NR, cofragem, cofragem perdida, fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC2, Cl.0.40, D 22mm, S3; cofragem, transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	15,83	m³	
3.2.2.5	Paredes			
	Betão Armado em Paredes			
3.2.2.5.1	Execução de PAREDES em betão armado, incluindo aço A500NR, cofragem, fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC2, Cl.0.40, D 22mm, S3; cofragem, transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem e escoramento, aditivo hidrofúgo; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	27,31	m³	

Figura 3.27 – Excerto de relatório de medição de Betão

Artigo	Designação	Quantidades	Unid.	Observações
3.	ESTRUTURA			
3.2	EDIFÍCIO			
3.2.2	Betão Armado			
3.2.2.4	Pilares			
	Betão Armado em Pilares			
3.2.2.4.1	Execução de PILARES em betão armado, incluindo aço A500NR, cofragem, cofragem perdida, fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC2, Cl.0.40, D 22mm, S3; cofragem, transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	200,61	m³	
3.2.2.5	Paredes			
	Betão Armado em Paredes			
3.2.2.5.1	Execução de PAREDES em betão armado, incluindo aço A500NR, cofragem, fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC2, Cl.0.40, D 22mm, S3; cofragem, transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem e escoramento, aditivo hidrofugo; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	304,75	m³	

Figura 3.28 – Excerto de relatório de medição de Cofragens

Adjacente a isto, registou-se o tempo que estas levaram a ser executadas, por forma, a que toda a estrutura fosse terminada. A partir deste trabalho, determinou-se o rendimento que se obteve na tarefa, comparativamente ao previsto pela Direção de Obra.

A análise realizada foi baseada na execução integral do empreendimento, no entanto a termo de execução deste relatório apenas se considerou de um bloco, sendo este o Bloco A constituído por 2 pisos elevados e cobertura acessível (Tabela 3.30).

Tabela 3.30 - Quantificação prevista e medida de betão e cofragem

Quantidade prevista Betão	Quantidade prevista Cofragem	Quantidade medida Betão	Quantidade medida Cofragem
192,25 m³	1245.34 m²	194,33 m³	1255.55 m²

Relativamente à quantidade executada, o que se observou relativamente à medição prevista de betão e cofragem foi uma pequena diferença, correspondente a cerca de 1%, em ambas as medições, sendo bastante positivo, tendo em conta que muito dificilmente as previsões correspondem a percentis pequenos aquando da real aplicação.

Na tabela a seguir (Tabela 3.31), observa-se o resultado dos registos efetuados de encomendas e entregas de betão em obra. Através deste elemento permitiu definir as perdas existentes durante a betonagem pela relação entre a quantidade encomendada e a quantidade medida.

Tabela 3.31 – Registo de encomendas e desperdício existente pós execução

Quantidade encomendada Betão	Diferencial de desperdício
200 m³	2.9%

Com o valor apresentado, e visto que a Direção de obra definiu valores ótimos para desperdício abaixo de 3% e aceitáveis de 3 a 5% conclui-se que neste bloco da empreitada o valor está dentro dos padrões ótimos de perdas para o MTQ apresentado para a obra.

Para permitir analisar o rendimento da atividade, realizou-se o registo temporal de tempo de execução dos elementos estruturais (Tabela 3.32).

Tabela 3.32 – Registos temporais previstos e reais para betonagem do bloco A

Tempo previsto	Tempo real
22 dias	38 dias

Tabela 3.33 – Rendimento da tarefa

Rendimento da tarefa
58%

O rendimento apresentado (Tabela 3.33), é justificado, na medida em que houve algumas falhas durante a execução, nomeadamente no que diz respeito a:

- Atrasos na execução de armaduras derivada à pouca quantidade de mão de obra geral e qualificada em obra;
- Atrasos no fornecimento de betão;
- Qualidade de betão indesejada, tendo de ser devolvida (analisada por cubos efetuados);
- Condições meteorológicas.

### 3.6 CONTROLO DE CONSUMO DE ÁGUA E ELETRICIDADE

Para proceder à gestão das atividades decorrentes durante o estágio decidiu-se executar o controlo de água e energia, duas das matérias-primas mais utilizadas e com maior dificuldade de controlo em obra.

A gestão de resíduos para consumo e utilização, faz parte de todas as obras, sendo que a sua boa gestão e controlo deve ter em conta toda a envolvente da obra, no que diz respeito a uma maior sustentabilidade, bem como a redução dos seus custos mensais associados e custo final que tem sobre a obra.

Desta maneira, foi executado um controlo semanal e mensal de dados reais dos consumos obtido, permitindo obter um rácio entre utilização destes elementos, o seu custo inerente e identificando a natureza dos trabalhos a ser desenvolvidos para compreensão da maior ou menor variação.

Realizaram-se tabelas de controlo, de onde resultaram gráficos para análise de consumos e gastos.

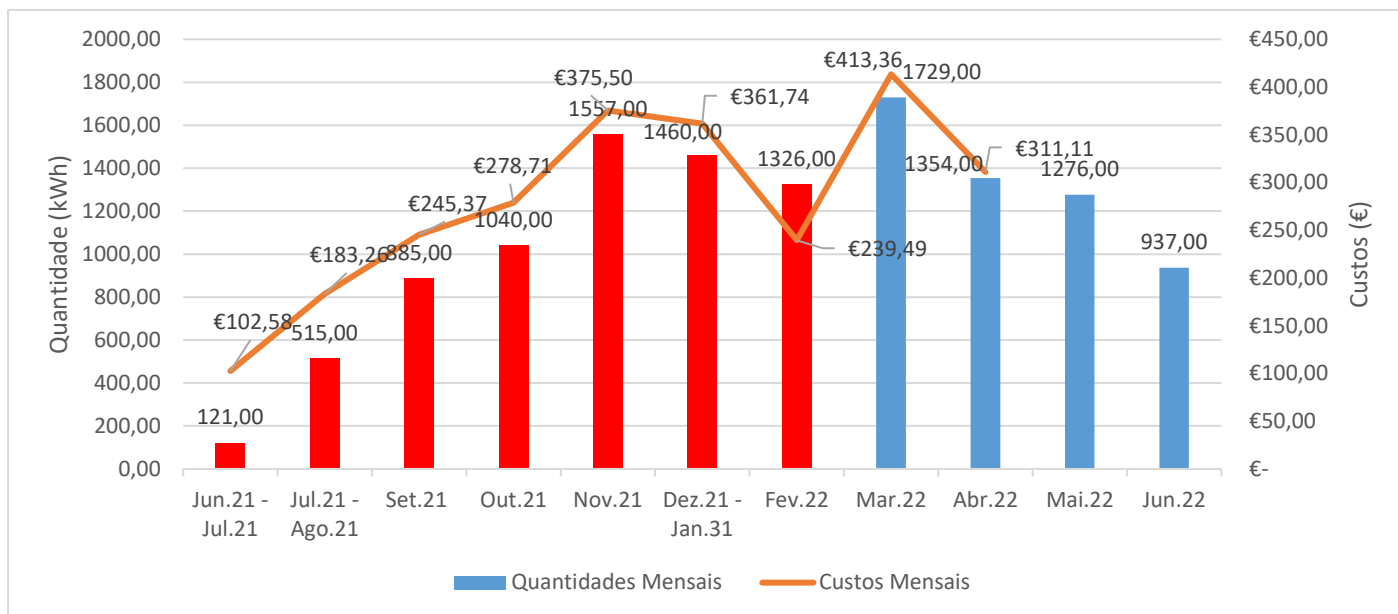


Figura 3.29 - Consumos de energia ao longo do tempo

Obtido o gráfico de energia (Figura 3.29) e analisando os dados dos meses decorridos, observa-se um grande consumo no mês de março, dizendo respeito à finalização da estrutura e início de tarefa de alvenaria, decorrida na última semana do mês de março. Nos meses que se seguem o que se pode observar é um decréscimo constante, resultante da redução de necessidade de utilização de equipamentos elétricos.

Da mesma forma foi obtido o gráfico referente ao consumo da água (Figura 3.30).

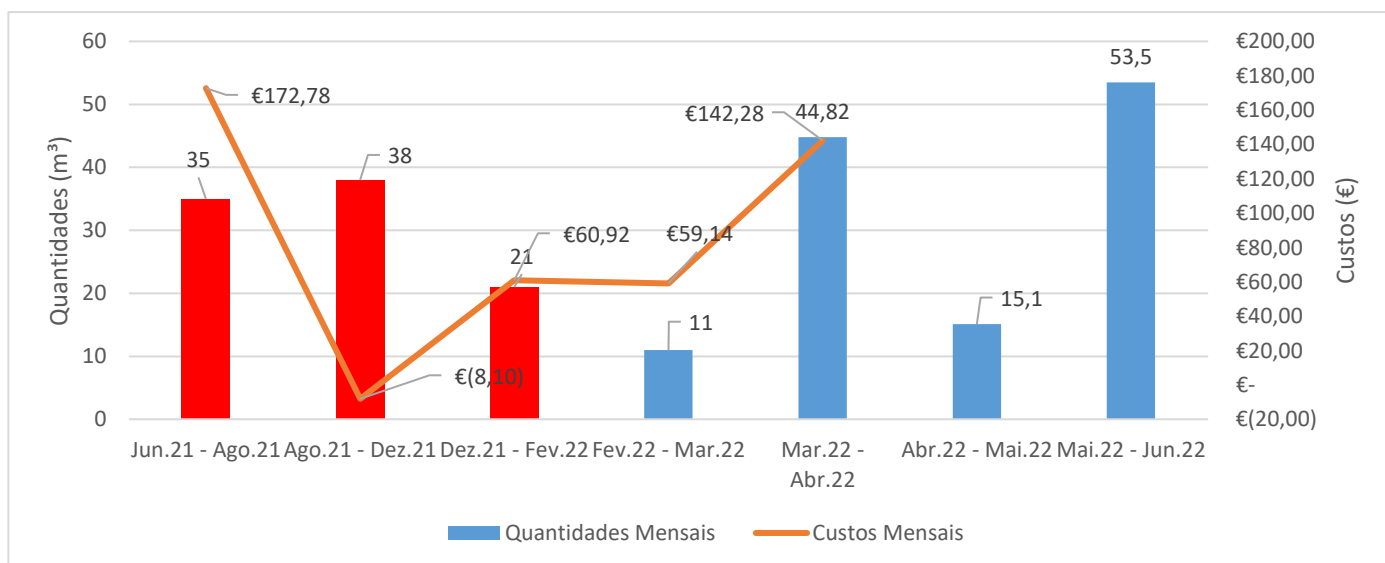


Figura 3.30 - Consumo de água ao longo do tempo

Relativamente a este gráfico dentro do mesmo espaço de tempo, observa-se alguma diferença relativamente aos consumos com dois picos. O pico relativo ao período entre março e abril denota-se que estava a ser terminada a estrutura e a ser iniciados trabalhos de alvenaria, sendo especialmente este último, um elemento com necessidade de quantidades de trabalho.

Quanto ao segundo pico no último mês, deveu-se à execução de trabalhos exigentes relativamente ao consumo de água, alvenaria, betão leve e betonilha, sendo valores compreensíveis, espectáveis e representativos das tarefas associadas.

No entanto a justificação destes valores não se deve apenas aos trabalhos executados, sendo que há necessidade de ter em conta:

- Quantidades de pessoal em obra;
- Consumo de água em forma de autoclismos e para ingestão;
- Limpeza de elementos;
- Perdas (fugas em mangueiras, mau fecho de torneiras, não fecho de eletricidade em certos pontos);
- Utilização de máquinas e equipamentos elétricos;
- Iluminação interior (gabinetes, sala de convívio, locais de trabalho com iluminação escassa);
- Iluminação exterior (iluminação dos limites do empreendimento, ex. olho de boi).

### **3.7 PLANEAMENTO**

Após ambientação em obra e conhecimento dos projetos do empreendimento, realizou-se uma reunião interna de direção de obra, com presença dos dois diretores da obra, com o objetivo de realizar um planeamento interno para o tempo de presença do estagiário em obra (quatro meses).

Com esta reunião procurou-se,

- Definição dos trabalhos a executar;
- Definição da sequência dos trabalhos;
- Especulação sobre os tempos de execução de cada uma das tarefas (Tabela 3.32);
- Organização dos trabalhos de forma a reduzir o mais possível o tempo total de execução.

Com a definição destes objetivos, foi possível balizar os trabalhos, de forma a fornecer a informação a todos os envolventes, empreiteiro, encarregado, dono de obra, fiscalização, coordenação de segurança e subempreiteiros. Isto permite uma melhor comunicação entre todas as partes envolvidas levando a uma melhor organização, controlo e gestão da mesma por todas as frentes.

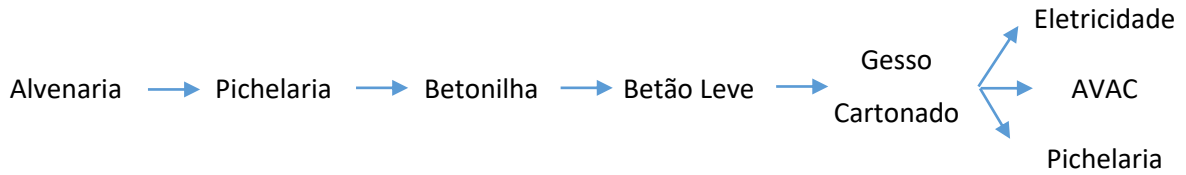
Sugeriu-se e procedeu-se à aplicação de uma metodologia de gestão de empreendimentos apreendida durante as atividades letivas (LOB), voltada ao planeamento, para facilitar a organização de informações o melhor possível e ser visualmente perceptível tanto as alterações à previsão, como os rearranjos necessários à produtividade de cada equipa para atingir a melhor finalidade possível.

### Tarefas/Especialidades

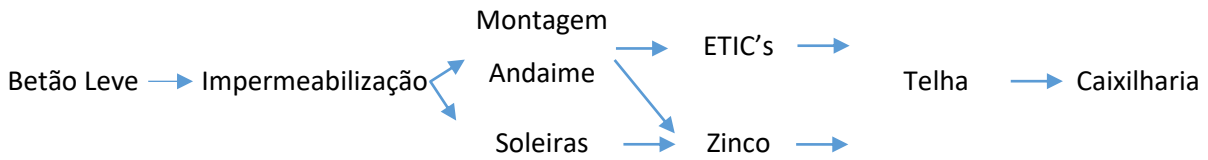
❖ Estrutura	❖ Impermeabilização	❖ Montagem de Andaimos	❖ Eletricidade	❖ Zinco
❖ Alvenaria	❖ ETIC	❖ Desmonte de Andaimos	❖ AVAC	
❖ Betão Leve	❖ Caixilharia	❖ Soleiras	❖ Telha	
❖ Pichelaria	❖ Gesso Cartonado	❖ Betonilha	❖ Painel Sandwich	

**Acompanhamento das atividades**

○ Interior



○ Exterior



**Tempos previstos de execução**

<b>Estrutura</b>	5 semanas	<b>Impermeabilização</b>	3 semanas	<b>Montagem de Andaimes</b>	3 semanas	<b>Eletricidade</b>	6 semanas	<b>Zinco</b>	2 semanas
<b>Alvenaria</b>	8 semanas	<b>ETIC's</b>	7 semanas	<b>Desmonte de Andaimes</b>	3 semanas	<b>AVAC</b>	6 semanas		
<b>Betão Leve</b>	4 semanas	<b>Caixilharia</b>	6 semanas	<b>Soleiras</b>	3 semanas	<b>Telha</b>	3 semanas		
<b>Pichelaria</b>	10 semanas	<b>Gesso Cartonado</b>	6 semanas	<b>Betonilha</b>	3 semanas	<b>Painel Sandwich</b>	1 semana		

Figura 3.31 – Indicativos de previsão temporal de cada tarefa

Reunidos todos estes elementos, desenvolveu-se o gráfico LoB representativo do planeamento das atividades (Figura 3.32, Figura 3.33).

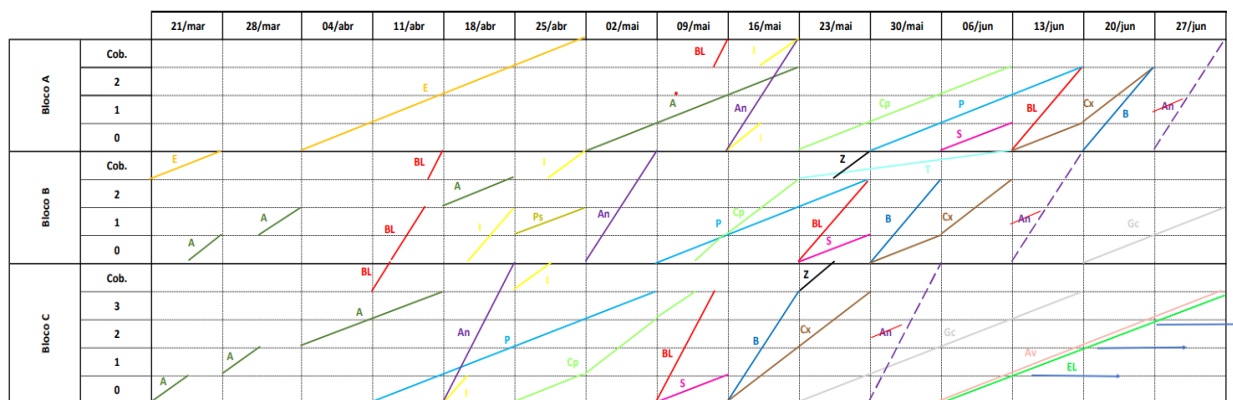


Figura 3.32 - Linha de Balanço, atividades originais

	Estrutura	E
	Alvenaria	A
	Betão Leve	BL
	Pichelaria	P
	Andaimes	An
	Impermeabilização	I
	Painel Sandwich	Ps
	Capoto	Cp
	Soleiras	S
	Betonilha	B
	Zinco	Z
	Caixilharia	Cx
	Desmonte de Andaime	An
	Gesso Cartonado	Gc
	Eletricidade	EL
	AVAC	Av
	Telha	T

Figura 3.33 - Legenda LOB

O que se pôde verificar passou por algumas inconformidades que a metodologia identifica como entraves ao planeamento e trabalhos locais onde a coerência não estava bem presente,

- A mesma equipa a trabalhar ao mesmo tempo em locais diferentes;
- Paragem a meio da realização de uma tarefa,
- Inícios de tarefa no mesmo local ao mesmo tempo;
- Diferentes rendimentos para trabalhos do mesmo âmbito.

Com esta execução houve necessidade de analisar o planeamento com a perspetiva de melhorias que poderiam ser realizadas e de que forma se poderia contornar alguns problemas no planeamento a favor do empreiteiro e dos objetivos da obra, segundo a qual foram desenvolvidos os seguintes objetivos

1. Retificação inicial de trabalhos que estavam com paragens escusadas;
2. Regulação de produtividade das equipas a executar uma mesma tarefa, de modo a ser obter um balanço uniforme;
3. Possibilidade de antecipação de tarefas pertinentes.

Com este seguimento de trabalho e terminada a análise, resultou a seguinte linha de balanço (Figura 3.34). De notar que estas alterações foram todas executadas tendo em conta o melhor cenário que se pensou e conseguiu atingir na altura da execução.

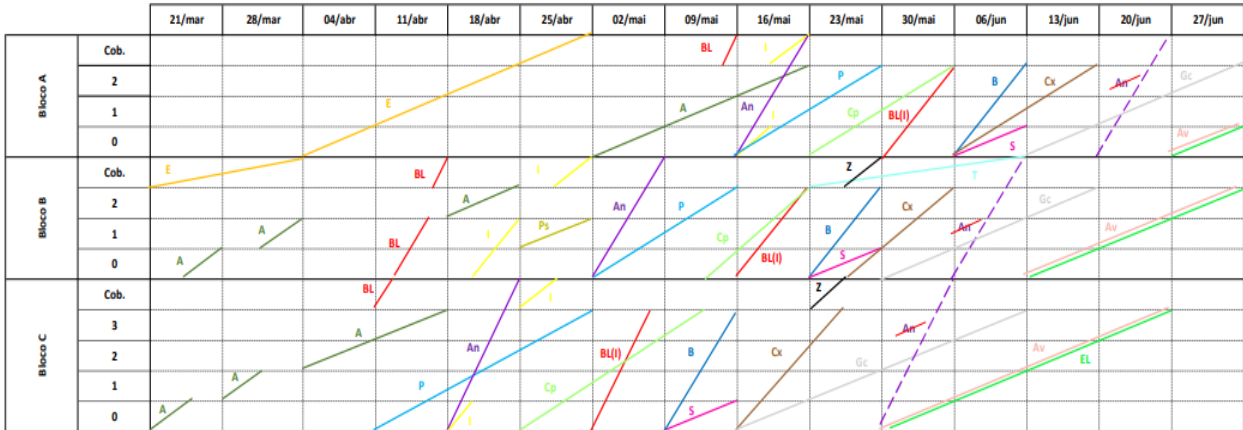


Figura 3.34 - Linha de balanço pós-retificações

**Alterações efetuadas:**

1. Antecipação da entrada do subempreiteiro para Betão Leve;
2. Antecipação e aumento de produtividade na tarefa de Pichelaria;
3. Antecipação da entrada do subempreiteiro para Betonilha;
4. Antecipação e aumento de produtividade na tarefa de Caixilharia;
5. Antecipação da entrada do subempreiteiro de Gesso Cartonado;
6. Antecipação da entrada do subempreiteiro de AVAC;
7. Antecipação da entrada do subempreiteiro de Eletricidade;
8. Antecipação do desmonte de Andaimos.

Finalmente, resolveu-se realizar mais uma análise. O que se procurou nesta fase foi uniformizar produtividades, com inserção de equipas maiores e divisão destas em diferentes locais ou mais de uma equipa a realizar os mesmos trabalhos, a termo de exemplo a alvenaria, aumentos de produtividade, por exemplo na tarefa do capoto, e para melhor compreensão gráfica e rápida análise, a divisão das tarefas em trabalhos interiores (Figura 3.35) e exteriores (Figura 3.36). Por forma a tornar o planeamento mais conciso, e organizado, tentou-se ser um pouco mais realista, efetuando correções de algumas falhas existentes relativamente a tarefas sucessoras e predecessoras, bem como de sobreposição de tarefas.

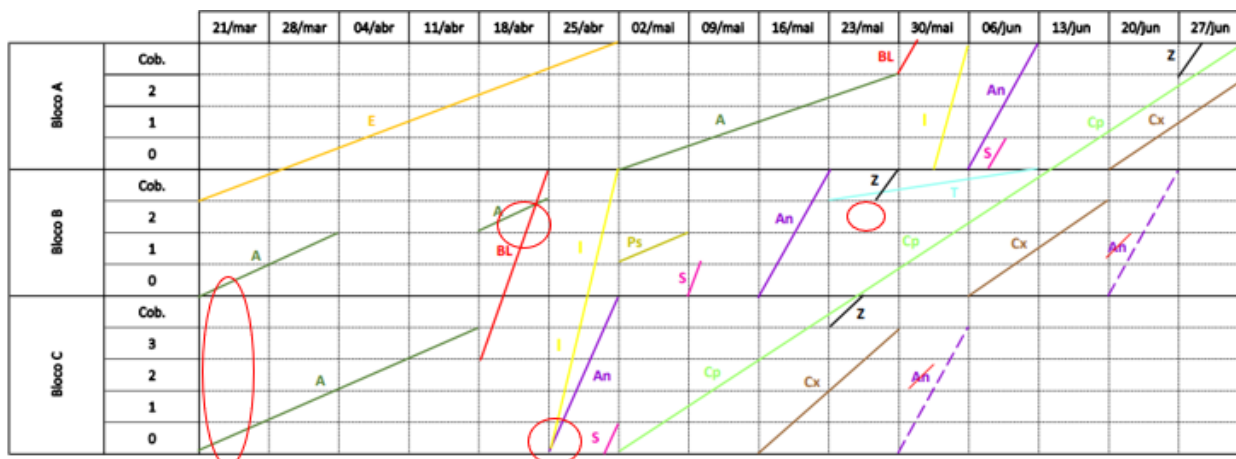


Figura 3.35 - Linha de Balanço Trabalhos Exteriores

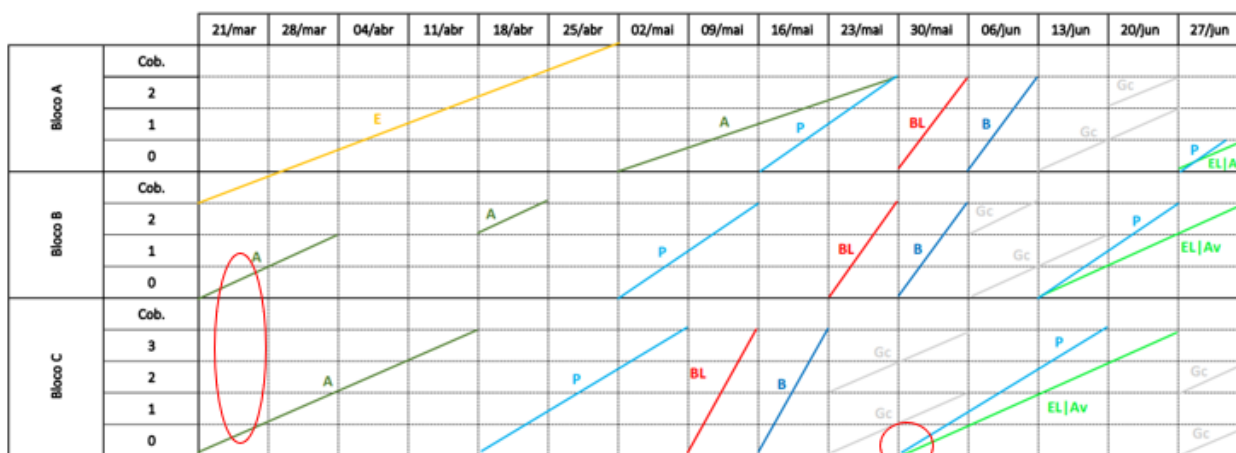


Figura 3.36 - Linha de Balanço Trabalhos Interiores

Pôde-se verificar que durante a execução do documento e como se pode observar pelas imagens (Figura 3.35, Figura 3.36), certas situações não puderam ser evitadas devido à complexidade e tempos de execução, que segundo a metodologia LOB deveria ser considerado algo a ser retificado:

- Mesma equipa ter de se dividir e trabalhar em diferentes frentes ao mesmo tempo;
- Tarefas que se iniciaram ao mesmo tempo no mesmo local;
- Tarefas que ocorrem no mesmo tempo e no mesmo local.

Como já referido anteriormente, os planeamentos sofrem constantes alterações, perante as situações com que se vai deparando em obra. Durante este tempo na empreitada pós-planeamento, surgiram necessidades adjacentes devido a diversas ocasiões entre as quais

CAPÍTULO 3

- Atrasos na receção de materiais por parte de subempreiteiros;
- Falta de mão-de-obra genérica e qualificada;
- Atrasos na entrada de subempreiteiros;
- Atrasos na execução de trabalhos, por falta de materiais ou sua aprovação ou mesmo segundo falta de comparência das equipas de subempreiteiros.

O seguimento de trabalhos não sendo perfeito, deve haver uma necessidade de aperfeiçoar e cumprir o planeamento, por parte dos trabalhadores, acompanhando os trabalhos e, sobretudo de uma boa gestão de comunicação entre a direção de obra e todas as partes envolvidas nos trabalhos.

No término da estadia, realizou-se um balizamento de todas as tarefas, por forma a permitir observar o desenvolvimento das atividades decorridas(Figura 3.37, Figura 3.38).

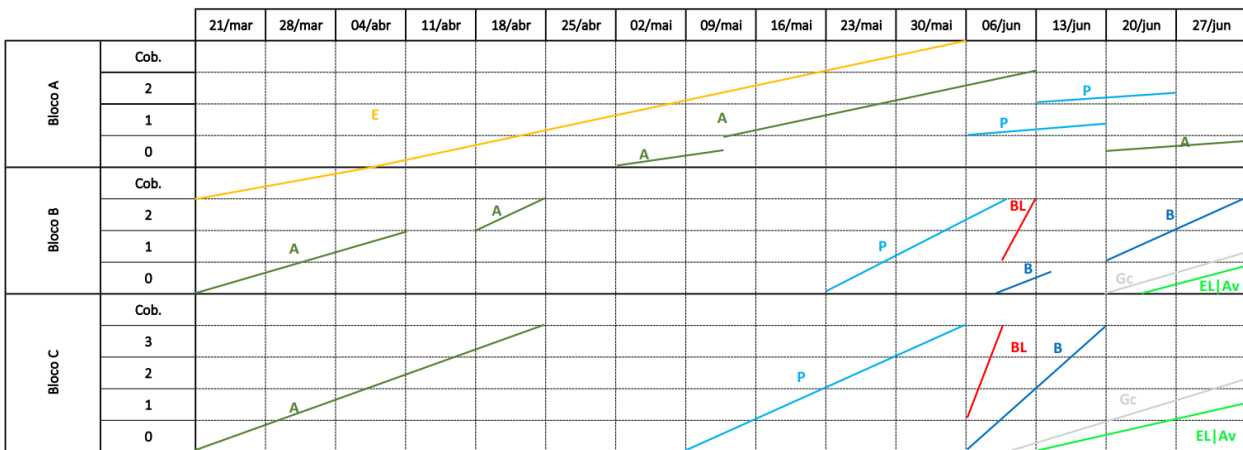


Figura 3.37 – Balizamento Final de atividades interiores

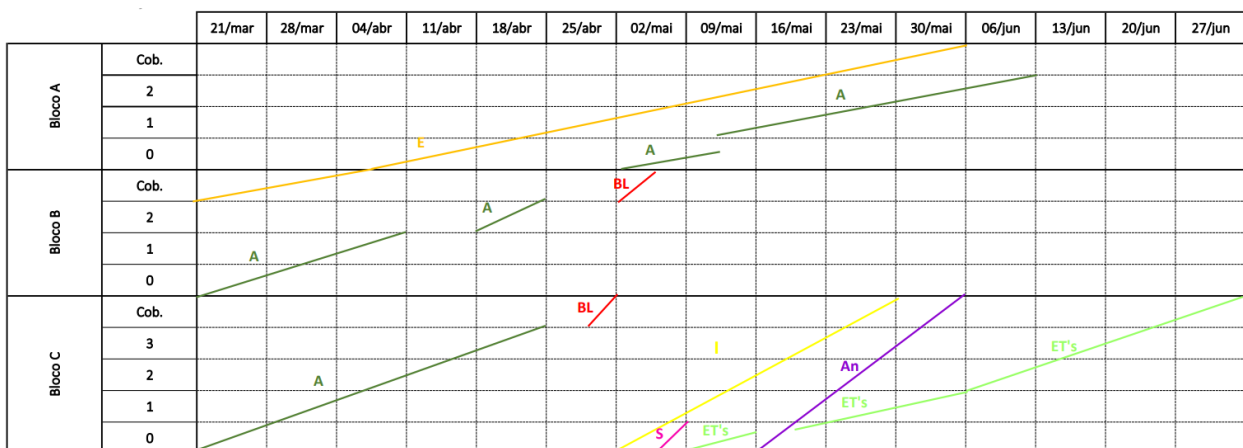


Figura 3.38 – Balizamento Final de atividades exteriores

O que se pode observar é efetivamente uma falha no que diz respeito à execução no que diz respeito a ambas as questões. No entanto, de notar que o planeamento efetuado inicialmente é um documento de previsão, interno, onde os objetivos a atingir devem ser ambiciosos procurando o melhor andamento da obra e o mais rapidamente possível e poder oferecer a melhor previsão possível. Este é diferente no que diz respeito ao detalhe e realismo, relativamente ao apresentado ao Dono de Obra, sendo bem mais ponderado, por forma a não existir qualquer falha no término. Assim sendo é compreensível e expectável que o planeamento interno de obra possa fugir do previsto.

No caso da empreitada em assunto, pode-se observar atrasos na, como já referido anteriormente deu-se devido à redução das equipas de subempreiteiros na obra, ou seja, ao assunto mais limitador da realidade na construção, a menor mão de obra, levando a atrasos nas tarefas onde seria necessário um maior número de trabalhadores.

Em questões de especialidades, houve algumas incongruências entre projetos de especialidade e arquitetura, levando isto a que fosse necessário o envio de esclarecimento de dúvidas ao projetista, por forma a verificar a viabilidade de certas situações, demorando por vezes algum tempo até obtenção de resposta, bem como situações de trabalho, onde devido à natureza de certos trabalhos, havia conflitos de trabalho entre materiais de diferentes especialidades.

Todas as situações associadas, perturbam o bom seguimento da obra, provocando atrasos de diversas naturezas, fugindo por vezes do controlo.



## CAPÍTULO 4

### CONCLUSÃO

#### 4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a conclusão do presente trabalho, foi possível compreender várias situações, nomeadamente no que diz respeito a elementos teóricos e à realidade de execução de trabalhos.

Com o contacto direto com obra e trabalhadores de todos os tipos de níveis e categorias, bem como subempreiteiros e os respetivos chefes de equipas, tornou mais evidente, que a gestão de comunicação, é uma das partes essenciais à execução de uma obra, por forma a manter o bom ambiente e acima de tudo a boa passagem de informação perante todos os intervenientes, para cumprir com os objetivos propostos e previstos.

Relativamente ao planeamento de obra, acentuou-se o facto de que nem sempre o plano que se tenta imputar é possível de resolução, levando à necessidade de haver sempre uns planos alternativos (segunda e terceira forma), por forma a que não existam frentes paradas.

Ainda se pôde concluir, que como principais fatores que influenciam este elemento principal, é a atual falta de mão de obra existente no nosso país, as falhas de diversas frentes no cumprimento de prazos, seja quanto a fornecimento de materiais, entrada de equipas, ou término de execução de tarefas.

Quanto à estadia em obra e acompanhamento de trabalhos de diversas naturezas, foi um contacto de carácter essencial, por forma a compreender e tentar aplicar os diversos conceitos e metodologias apreendidas em contexto de aulas, e ainda compreender a forma como certas tarefas são executadas, e tipos de soluções para entraves de diversas naturezas com que se depara diretamente em obra.

Relativamente aos objetivos iniciais, os mesmos foram, no geral conseguidos. No que diz respeito aos elementos de medição, as mesmas não fugiram muito do espectável e aceitável entre projeto e real. Relativamente à produtividade, aos consumos e rendimentos, estiveram dentro dos critérios de aceitação positivos, sendo que foi possível a compreensão da necessidade de aposta em boas e experientes equipas, quer nos trabalhos acompanhados quer em todos os outros, onde as tarefas devem ser realizadas, com o objetivo de uma boa execução, de cumprimentos de prazos, bem como mínimos desperdícios monetários e essencialmente com poucos problemas a médio-longo prazo.

## 4.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

O desenvolvimento da técnica de Linha de Balanço (LoB) serve como apoio ao planeamento e direção de obra, sendo também essencial aos subempreiteiros na medida de execução dos trabalhos repetitivos. No entanto, atualmente é uma técnica pouco utilizada por vezes pela falta de conhecimento e aceitação por parte das chefias, ou pela falta de *software* disponível para o fácil manuseamento. Posto isto, seria interessante a análise integral de desenvolvimento de linhas de balanço como base de planeamento.

Como segundo ponto, e mais diretamente ligado ao controlo de materiais e obra, seria interessante o desenvolvimento de um sistema de controlo com identificação de registos iniciais e finais de tarefas, que aprimorasse os registos de entradas e saídas de todos os elementos, sejam equipamentos ou materiais e mesmo trabalhadores internos e subempreiteiros, impondo automaticamente, segundo um planeamento base e aplicado possivelmente a todas as tarefas relacionadas com execução de obra e quantidades de execução diárias. Isto a servir como base para compreensão de atrasos em obras, a justificação do porquê de existires perdas, sendo estas significativas ou não.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azevedo, M. d. (julho de 2011). Gestão de Materiais e Equipamentos em Obra.
- Bernstein, H. M. (2003). Measuring Productivity. *An Industry Challenge*.
- Bierman, M., Marnewick, A., & Pretorius, J. H. (2016). Productivity management in the South African civil construction industry. *factors affecting construction productivity*, 58(3), pp. 37-44.
- Carmo, J. F. (2019-2020). Produtividade na Medição, Orçamentação e Controlo de Obras. *Pequenas e Médias Empresas de Construção*.
- EDILajes S.A. Engenharia e Construção . (2017). Plano de estaleiro. *Memória Descritiva do Projeto de estaleiro*.
- Faria, J. C. (15 de 12 de 2021). Planeamento na Construção (PLACO). *Teórica 08 - Construção Repetitiva*.
- Formoso, C. T., Cesare, C. M., Lantelme, E. M., & Soibelman, L. (1993). AS PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. *CONCEITOS, CLASSIFICAÇÕES E SEU PAPEL NA MELHORIA DO SETOR*.
- Instituto Nacional de Estatística (INE). (s.d.). *Produtos*. Obtido de Instituto Nacional de Estatística: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_indicadores&indOcorrCod=0009758&contexto=bd&selTab=tab2&xlang=pt](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0009758&contexto=bd&selTab=tab2&xlang=pt)
- Khandve, P. (abril de 2015). Management for Construction Materials and Control of Construction Waste in Construction Industry. *A Review*, pp. 59-64.
- Kubba, S. (2016). Construction Waste Management. *The Construction Waste Management Plan should recognize project waste as an integral part of overall materials management*.
- Marinho, B. C. (outubro de 2019). Estudo sobre a produtividade e rendimento da mão de obra numa empresa do setor da Construção Civil.
- Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia. (19 de novembro de 2008). DIRECTIVA 2008/98/CE. *Resíduos*.
- Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia. (30 de maio de 2018). DIRETIVA (UE) 2018/851 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO. *Resíduos*.

Pinheiro, I. (22 de março de 2019). *Como Funciona uma Linha de Balanço*. Obtido de inovacivil:  
<https://www.inovacivil.com.br/como-funciona-uma-linha-de-balanco/>

Prieto, R. (2003). Productivity. *How it's measured and what it teacher us*.

Tam, N. V., Toan, N. Q., Hai, D. T., & Dinh, N. L. (04 de janeiro de 2021). Cogent Business & Management. *Critical factors affecting construction labor productivity: A comparison between perceptions of project managers and contractors*.

TELHABEL. (s.d.). *Sobre Nós*. Obtido de Telhabel: <https://telhabel.net/sobre-nos>

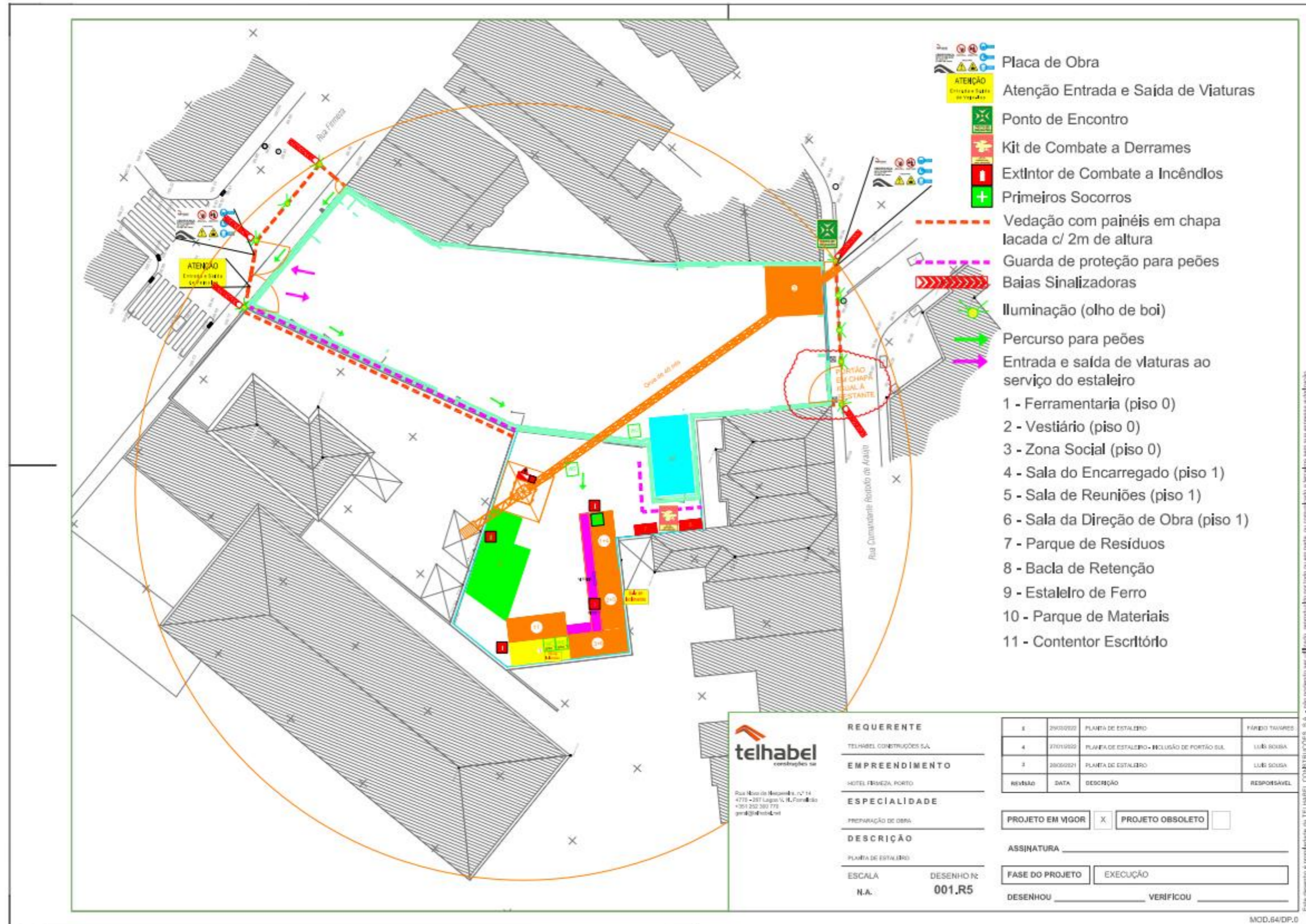
Thomas, H. R. (julho de 2005). Fundamental Principles of Site Material Management.

Vargas, R. V., & Moreira, F. F. (12 de maio de 2015). Modelando Linhas de Balanço com Relacionamentos “Início-Término”.

## **ANEXOS**



Anexo I – Planta de Estaleiro





## Anexo II – Execução de Betonilhas

		Betonilha						
		Áreas			Espessura		Quantidade	
Bloco B	Piso 0	Casa de banho	15,09005	m <sup>2</sup>	0,045	m	0,68	m <sup>3</sup>
		Banheiro	5,5636	m <sup>2</sup>	0,025	m	0,14	m <sup>3</sup>
		Corredores	10,12586	m <sup>2</sup>	0,05	m	0,51	m <sup>3</sup>
		Quartos	74,11949	m <sup>2</sup>	0,05	m	3,71	m <sup>3</sup>
	Piso 1	Casa de banho	16,3836	m <sup>2</sup>	0,045	m	0,74	m <sup>3</sup>
		Banheiro	7,5269	m <sup>2</sup>	0,025	m	0,19	m <sup>3</sup>
		Corredores	21,04441	m <sup>2</sup>	0,05	m	1,05	m <sup>3</sup>
		Quartos	65,04509	m <sup>2</sup>	0,05	m	3,25	m <sup>3</sup>
	Piso 2	Casa de banho	9,496	m <sup>2</sup>	0,045	m	0,43	m <sup>3</sup>
		Banheiro	3,73	m <sup>2</sup>	0,025	m	0,09	m <sup>3</sup>
		Corredores	8,0144	m <sup>2</sup>	0,05	m	0,40	m <sup>3</sup>
		Quartos	54,6094	m <sup>2</sup>	0,05	m	2,73	m <sup>3</sup>
	Cobertura		152,36	m <sup>2</sup>	0,04	m	6,094	m <sup>3</sup>
Bloco C	Piso 0	Casa de banho	15,4477	m <sup>2</sup>	0,045	m	0,70	m <sup>3</sup>
		Banheiro	10,3747	m <sup>2</sup>	0,025	m	0,26	m <sup>3</sup>
		Corredores	21,6984	m <sup>2</sup>	0,05	m	1,08	m <sup>3</sup>
		Quartos	105,9862	m <sup>2</sup>	0,05	m	5,30	m <sup>3</sup>
	Piso 1	Casa de banho	23,22214	m <sup>2</sup>	0,045	m	1,04	m <sup>3</sup>
		Banheiro	11,7037	m <sup>2</sup>	0,025	m	0,29	m <sup>3</sup>
		Corredores	23,8566	m <sup>2</sup>	0,05	m	1,19	m <sup>3</sup>
		Quartos	91,21756	m <sup>2</sup>	0,05	m	4,56	m <sup>3</sup>
	Piso 2	Casa de banho	32,94739	m <sup>2</sup>	0,045	m	1,48	m <sup>3</sup>
		Banheiro	11,6942	m <sup>2</sup>	0,025	m	0,29	m <sup>3</sup>
		Corredores	23,5538	m <sup>2</sup>	0,05	m	1,18	m <sup>3</sup>
		Quartos	81,80462	m <sup>2</sup>	0,05	m	4,09	m <sup>3</sup>
	Piso 3	Casa de banho	16,9778	m <sup>2</sup>	0,045	m	0,76	m <sup>3</sup>
		Banheiro	8,6764	m <sup>2</sup>	0,025	m	0,22	m <sup>3</sup>
		Corredores	21,78695	m <sup>2</sup>	0,05	m	1,09	m <sup>3</sup>
		Quartos	72,55885	m <sup>2</sup>	0,05	m	3,63	m <sup>3</sup>
	Cobertura		152,36	m <sup>2</sup>	0,04	m	6,0944	m <sup>3</sup>
Bloco A	Cobertura			m <sup>2</sup>	0,04	m	0,000	m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>							<b>53,27</b>	<b>m<sup>3</sup></b>



Anexo III – Planta Arquitetura Pisos -1 e 0



Este projeto foi elaborado em conformidade com as normas técnicas vigentes e a legislação aplicável. O autor não se responsabiliza por danos ou prejuízos decorrentes do uso indevido das informações aqui contidas. Este projeto é propriedade intelectual do autor e não pode ser reproduzido ou utilizado sem a sua autorização expressa.

**miguel cardoso**  
 ARQUITETO

Cliente: **PrivateCircle Sociedade Imobiliária, S.A.**

Localização: **Rua da Firmeza, Porto**

Projeto: **Construção de Hotel**

Especialidade: **Arquitetura**

Projeto de Arquitetura: **MIGUEL CARDOSO - arquiteto**

Colaboração: **Juliana Silva**

Descrição: **PROPOSTA**  
**Plantas Piso -1 e Piso 0**

Escala: **1:100**

Data: **2020-11-06**


Nº	Descrição	Data


**ARQ.EXE.12**



Anexo IV – Planta Arquitetura Piso 1 e 2



  
**miguel cardoso**  
 arquitetos

Data:   
 PrivateCircle Sociedade Imobiliária, S.A.

Localização: Rua de Firmeza, Porto  
 Projeto: Construção de Hotel  
 Especialidade: **Arquitetura**  
 Projeto de Arquitetura: MIGUEL CARDOSO- arquiteto  
 Coordenador: Juliana Silva  
 Descrição: PROPOSTA  
 Plantas Piso 1 e 2  
 Escala: 1:100  
 Data: 2020-11-05

Nº	Descrição	Data



Anexo V – Planta Arquitetura Piso 3 e Cobertura



<p><b>miguel cardoso</b> ARQUITETO</p>	
<p>Cliente: PrivateCircle Sociedade Imobiliária, S.A.</p>	
<p>Localização: Rua de Firmeza, Porto</p>	
<p>Projeto: Construção de Hotel</p>	
<p>Disciplina: <b>Arquitetura</b></p>	
<p>Nome do Arquiteto: MIGUEL CARDOSO- arquiteto</p>	
<p>Coordenador: Juliana Silva</p>	
<p>Descrição: PROPOSTA Plantas Piso 3 e Cobertura</p>	
<p>Escala: 1:100</p>	
<p>Data: 2020-11-06</p>	
No.	Descrição
<p>ARO.EXE.14</p>	



Anexo VI – Relatório de Medição de Alvenarias

Artigo	Designação	Quantidades	Unid.	Observações
<b>3</b>	ALVENARIAS E ESTRUTURAS PLADUR	1856,25	m <sup>2</sup>	
<b>3.1</b>	Alvenaria simples de betão em formação de paredes exteriores e interiores e/ou refechamento de vãos, composta por um pano de bloco de betão térmico tipo Artebel Proetics em betão leve de 20 cm de espessura, em agregados de argila expandida ou equivalente, incluindo argamassa de assentamento ao traço 1:3 nas juntas verticais e horizontais, rede em fibra de vidro tipo "Fivitex" ou equivalente, na ligação das zonas de encosto e travação com elementos estruturais de betão armado, base com manta acustisol ou equivalente com 0,80cm e coroamento com placa de poliestireno de 1,0cm, de acordo com os pormenores de execução e o especificado nas C.T.E	1133,02	m <sup>2</sup>	
	Bloco Térmico 20	909,22	m <sup>2</sup>	
	Bloco Térmico 15	34,35	m <sup>2</sup>	
	Bloco Térmico 10	28,57	m <sup>2</sup>	
	Bloco Cimento	160,89	m <sup>2</sup>	
<b>3.2</b>	Alvenaria simples de betão em formação de paredes interiores e/ou refechamento de vãos, composta por um pano de bloco de betão 50x20x15cm, incluindo argamassa de assentamento ao traço 1:3 nas juntas verticais e horizontais, rede em fibra de vidro tipo "Fivitex" ou equivalente, na ligação das zonas de encosto e travação com elementos estruturais de betão armado, base com manta acustisol ou equivalente com 0,80cm e coroamento com placa de poliestireno de 1,0cm, de acordo com os pormenores de execução e o especificado nas C.T.E. (Considerada Alvenaria de Tijolo 30x20x15)	354,05	m <sup>2</sup>	
<b>3.3</b>	Alvenaria simples de betão em formação de paredes interiores e/ou refechamento de vãos, composta por um pano de bloco de betão 50x20x10cm, incluindo argamassa de assentamento ao traço 1:3 nas juntas verticais e horizontais, rede em fibra de vidro tipo "Fivitex" ou equivalente, na ligação das zonas de encosto e travação com elementos estruturais de betão armado, base com manta acustisol ou equivalente com 0,80cm e coroamento com placa de poliestireno de 1,0cm, de acordo com os pormenores de execução e o especificado nas C.T.E	369,18	m <sup>2</sup>	



Anexo VII – Relatório de Medição de Betão Armado Bloco A

Artigo	Designação	Quantidades	Unid.	Observações
3.	ESTRUTURA			
3.2	EDIFÍCIO			
3.2.2	Betão Armado			
3.2.2.4	Pilares			
	Betão Armado em Pilares			
3.2.2.4.1	Execução de PILARES em betão armado, incluindo aço A500NR, cofragem, cofragem perdida, fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC2, Cl.0.40, D 22mm, S3; cofragem, transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	15,83	m³	
3.2.2.5	Paredes			
	Betão Armado em Paredes			
3.2.2.5.1	Execução de PAREDES em betão armado, incluindo aço A500NR, cofragem, fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC2, Cl.0.40, D 22mm, S3; cofragem, transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem e escoramento, aditivo hidrofugo; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	27,31	m³	
3.2.2.6	Vigas			
	Betão Armado em Vigas			
3.2.2.6.1	Execução de VIGAS em betão armado, incluindo aço A500NR, cofragem, fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC2, Cl.0.40, D 22mm, S3; cofragem, transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	20,60	m³	
3.2.2.7	Escadas			
	Betão Armado em Lanços, Patamares e Degraus			
3.2.2.7.1	Execução de PATAMARES, LANÇOS E DEGRAUS DE ESCADAS em betão armado, incluindo aço A500NR, cofragem, cofragem perdida, fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC2, Cl.0.40, D 22mm, S3; cofragem, transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	5,09	m³	
3.2.2.9.	Lajes Maciças			
	Betão Armado em Lajes Maciças			
3.2.2.9.1	Execução de LAJES MACIÇAS E CAPITEIS em betão armado, incluindo aço A500NR, cofragem, fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC2, Cl.0.40, D 22mm, S3; cofragem, transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	125,51	m³	



Anexo VIII– Relatório de Medição de Cofragem Bloco A

Artigo	Designação	Quantidades	Unid.	Observações
3.	ESTRUTURA			
3.2	EDIFÍCIO			
3.2.2	Betão Armado			
3.2.2.4	Pilares			
	Betão Armado em Pilares			
3.2.2.4.1	Execução de PILARES em betão armado, incluindo aço A500NR, cofragem, cofragem perdida, fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC2, Cl.0.40, D 22mm, S3; cofragem, transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	200,61	m²	
3.2.2.5	Paredes			
	Betão Armado em Paredes			
3.2.2.5.1	Execução de PAREDES em betão armado, incluindo aço A500NR, cofragem, fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC2, Cl.0.40, D 22mm, S3; cofragem, transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem e escoramento, aditivo hidrofugo; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	304,75	m²	
3.2.2.6	Vigas			
	Betão Armado em Vigas			
3.2.2.6.1	Execução de VIGAS em betão armado, incluindo aço A500NR, cofragem, fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC2, Cl.0.40, D 22mm, S3; cofragem, transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	167,35	m²	
3.2.2.7	Escadas			
	Betão Armado em Lanços, Patamares e Degraus			
3.2.2.7.1	Execução de PATAMARES, LANÇOS E DEGRAUS DE ESCADAS em betão armado, incluindo aço A500NR, cofragem, cofragem perdida, fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC2, Cl.0.40, D 22mm, S3; cofragem, transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	55,59	m²	
3.2.2.9.	Lajes Maciças			
	Betão Armado em Lajes Maciças			
3.2.2.9.1	Execução de LAJES MACIÇAS E CAPITEIS em betão armado, incluindo aço A500NR, cofragem, fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC2, Cl.0.40, D 22mm, S3; cofragem, transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	527,25	m²	