



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil



Acompanhamento da Empreitada Geral de Alteração da Rede de Águas Residuais no Cascais Shopping

JORGE ANDRÉ PIRES RIBEIRO
Licenciado em Engenharia Civil

Relatório de Estágio para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Civil

Orientador (es):

Mestre, Alexandre Almeida Mendes Borga
Mestre, Filipe Domingos Moura de Melo

Júri:

Presidente: DOUTORA, Maria Helena Teixeira Cardoso
Gamboa

Vogais:

LICENCIADO, Luís Vaz Tecedeiro
MESTRE, Alexandre Almeida Mendes Borga

Dezembro de 2016

Resumo

O presente relatório de estágio enquadra-se como trabalho final para a obtenção do Grau de Mestre do ciclo de estudos em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. O relatório descreve e analisa a realização de um estágio de acompanhamento de obra com o título: “Acompanhamento da empreitada geral de alteração da rede de águas residuais no *Cascais Shopping*”.

O acompanhamento da obra foi enquadrado pela empresa *Eng&Coop*, no âmbito de empreiteiro responsável pela execução do projeto e como entidade de acolhimento de estágio.

O trabalho desenvolvido contemplou a fase de preparação de obra tendo em consideração as restrições e condicionantes existentes por parte do cliente e por questões técnicas e legais. Foi relevante para a execução da empreitada a análise do caderno de encargos, a preparação de equipas de trabalho, consultas de preço de equipamentos e materiais, assim como o seu aprovisionamento.

A obra teve duas frentes de trabalho, uma executada dentro do próprio Centro Comercial e outra executada no seu exterior. Os trabalhos interiores decorreram nos corredores técnicos e zona de galeria comercial de modo a realizar a alteração de ramais e coletores de águas residuais, implicando trabalhos de demolição, escavação e acabamento numa área comercial de elevada responsabilidade. Os trabalhos executados no exterior decorreram em zona de passeios e em zona de via pública, onde foram instalados coletores de águas residuais e um separador de gorduras, implicando a utilização de meios de escavação mecânicos pesados.

A obra foi concluída com o cumprimento dos objetivos estabelecidos quer no ponto de vista económico quer técnico. Para tal foi necessária uma correta preparação de obra e acompanhamento permanente para resolução dos imprevistos decorrentes de uma empreitada com as especificidades de um Centro Comercial em funcionamento.

Abstract

The present internship report is the final work to obtain the Master's Degree in the cycle of studies in Civil Engineering of the Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. The report describes and evaluates the work with the title: "Follow-up of the general contract to alter the wastewater network in Cascais Shopping".

The internship development was done by the company Eng & Coop, in the scope of contractor responsible for the execution of the project and as entity of reception of internship.

The work developed contemplated the preparation phase of the work, considering the existing constraints and limitations on the part of the client and for technical and legal issues. It was relevant to the execution of the job, the analysis of specifications, the preparation of work teams, the price consultations of equipment and material, as well as their provisioning.

The job had two work fronts, one executed inside the shopping center itself and another executed in its exterior. The interior intervention was carried out in the technical corridors and commercial gallery area, in order to adjust the installation of waste water collectors, which implied demolition, excavation and finishing works in a commercial area of high responsibility. The outside intervention was executed in a walking area and in a public road, where waste water collectors and a grease trap were installed using heavy mechanical excavation equipment.

The development was completed with the fulfillment of the established objectives, both economic and technical. This required an adequate preparation of work and permanent monitoring in order to solve the unforeseen events of a project with the specific characteristics of a shopping center in operation.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a toda a minha família pelo seu apoio em todo o decorrer da vida académica, proporcionando as condições para a obtenção do grau de licenciatura e presentemente o grau de mestre. Aos meus amigos e companheira, que desempenharam também um papel importante durante a vida académica, quer no desenvolvimento de trabalhos quer no estudo teórico executado no decorrer destes anos de estudo.

À empresa Eng&Coop, em especial na pessoa do Eng^o Filipe Melo, que proporcionou a possibilidade de execução deste estágio, e todo o conhecimento, disponibilidade e orientação que desempenhou até à data. Tendo sido um factor determinante para o meu desenvolvimento enquanto técnico.

Ao Professor Alexandre Mendes Borga, pelo apoio prestado e conhecimentos transmitidos durante o decorrer do trabalho final de mestrado, assim como o tempo disponibilizado.

Índice

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 ENQUADRAMENTO	9
1.2 OBJETIVOS	10
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO FINAL DE MESTRADO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3. ACOMPANHAMENTO DA OBRA DO ESTÁGIO DE MESTRADO.....	16
3.1 ENQUADRAMENTO DA OBRA.	16
3.2 LOCALIZAÇÃO E IMPLANTAÇÃO.	17
3.3 DESENVOLVIMENTOS DOS TRABALHOS.	21
4. CONCLUSÕES	46
BIBLIOGRAFIA.....	47
ANEXOS.....	

Índice de Figuras

Figura 1 - Tabela de valores limites de emissão	12
Figura 2 - Relação entre F_d e densidade.....	14
Figura 3 - Tabela de coeficiente F_r	15
Figura 4 - Localização da obra acompanhada	17
Figura 5 - Planta de projeto inicial 1/2.....	19
Figura 6 - Planta de projeto inicial 2/2.....	20
Figura 7 - Planeamento de fase 1	22
Figura 8 - Planta de alteração da rede de casas de banho	23
Figura 9 - Solução adotada para transição de pavimento	24
Figura 10 - Localização da tubagem de gás	25
Figura 11 - Correção efetuada na tubagem de gás.....	26
Figura 12 - Fundação superficial.....	27
Figura 13 - Alteração proposta de traçado	27
Figura 14 - Representação equipamento de escavação	28
Figura 15 - Sistema de extração de gases.....	29
Figura 16 - Representação de alteração proposta	29
Figura 17 - Escavação manual	30
Figura 18 - Assentamento de caixas de visita.....	31
Figura 19 - Gestão de constrangimentos	31
Figura 20 - Proposta de alteração de implantação.....	33
Figura 21 - Separador de Gorduras em Betão, Fonte: www.comalconcrete.com	34
Figura 22 - Separador de Gorduras em polietileno	34
Figura 23 – Tabela de dimensões Separador em betão.....	35
Figura 24 - Representação do separador em betão.....	35
Figura 25 - Tabela dimensões Separador em polietileno	36
Figura 26 - Representação do separador em polietileno.....	36
Figura 27 - Planeamento da fase 2.....	38
Figura 28 - Abertura de vala em passeio	39
Figura 29 - Abertura de valas com meios mecânicos.....	39
Figura 30 - Preparação de escavação	40
Figura 31 - Entivação da vala	40
Figura 32 - Dano efetuado no coletor de águas residuais	41
Figura 33 - Betonagem da laje de fundo	42
Figura 34 - Instalação do separador de gorduras.....	42
Figura 35 - Envolvimento do separador	43

Figura 36 - Betonagem da laje superior	43
Figura 37 - Enchimento e compactação camada final.....	44
Figura 38 - Pavimentação e marcações rodoviárias	44

1. Introdução

1.1 Enquadramento

O estágio foi realizado na empresa Eng&Coop, empreiteiro geral, sob a supervisão do Engenheiro Filipe Domingos Moura de Melo, membro efetivo da Ordem dos Engenheiros com categoria E2.

O estágio decorreu no empreendimento *Cascais Shopping da Sonae Sierra*, situado na Estrada Nacional N^o9, em Alcabideche, concelho de Cascais, assim como no escritório da empresa localizado em Aqualva-Cacém.

O acompanhamento recaiu sobre a empreitada geral de alteração da rede de águas residuais industriais tendo como base um projeto e caderno de encargos apresentado pelo cliente e realizado pela empresa Engenharia55.

Previamente à intervenção, o Centro Comercial dispunha de duas redes separativas, uma dedicada à drenagem de águas pluviais e outra dedicada à drenagem de águas sanitárias juntamente com as águas provenientes da restauração. Uma vez que a legislação em vigor prevê o tratamento de efluentes cujo parâmetro de óleos e gorduras seja superior ao permitido, o empreendimento Cascais Shopping teve a necessidade de separar a rede de águas sanitárias da rede de gorduras provenientes da restauração e encaminhar os efluentes desta última para um separador de gorduras, sendo esta a intervenção alvo da empreitada.

A separação da rede sanitária da rede de gorduras foi realizada no piso 0 e piso 1 do Centro Comercial, onde se encontram as lojas respeitantes à atividade de restauração. A rede de gorduras foi encaminhada para um separador de gorduras que foi implantado no exterior do empreendimento.

1.2 Objetivos

Os objetivos do presente trabalho final de Mestrado são os seguintes:

- Analisar e avaliar um caderno de encargos.
- Preparar uma obra com base no projeto existente.
- Consultar preços e aprovisionar materiais e equipamentos.
- Acompanhar a obra e analisar os trabalhos efetuados.
- Otimizar a gestão de materiais e equipamentos para minimizar custos.
- Gerir as equipas de trabalho.
- Realizar de autos de medição.

1.3 Estrutura do trabalho final de mestrado

O relatório está estruturado em quatro capítulos de forma a apresentar e analisar o trabalho efetuado. A estrutura está baseada na seguinte relação e capítulos:

- No capítulo 1 será abordado de forma global o trabalho a desenvolver, assim como os objetivos a atingir;
- No capítulo 2 será desenvolvida a revisão bibliográfica associada ao tema em questão;
- No capítulo 3 será desenvolvido o acompanhamento efetuado nesta obra;
- No capítulo 4 serão expostas as conclusões retiradas do desenvolvimento do trabalho realizado.

2. Revisão bibliográfica

O trabalho de acompanhamento desta obra, decorre da necessidade de tratamento de águas residuais industriais, que o Decreto-Lei nº 152/97 de 19 de Junho, 1997, classifica como “águas residuais provenientes de qualquer tipo de atividade que não possam ser classificadas como águas residuais domésticas nem sejam águas pluviais”, já as águas residuais domésticas são classificadas como “águas residuais de serviços e de instalações residenciais, essencialmente provenientes do metabolismo humano e de atividades domésticas”.

Já o Decreto regulamentar nº23/95 de 23 de Agosto, de acordo com o artigo 117º, considera interdito o lançamento na rede de drenagem pública de efluentes que contenham sobeijos de comida, materiais sedimentáveis, gorduras e outros elementos que possam obstruir ou danificar os coletores ou pôr em causa o ecossistema ou processos de tratamento biológicos existentes nas ETAR´S.

Por forma a definir os valores máximos de cada parâmetro presentes no efluente de descarga de águas residuais, o Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de Agosto, veio defenir esses valores que estão apresentados na tabela da Figura 1, que refere os limites dos parâmetros mais relevantes para o caso em estudo.

Parâmetro	Unidades	VLE (valor limite de emissão)
pH	Escala de Sorensen	6,0 – 9,0
Temperatura	°C	Aumento de 3°C
Cor	-	Não visível na diluição 1:20
Óleos e gorduras	mg/l	15
Detergentes	mg/l	15

Figura 1 - Tabela de valores limites de emissão

De acordo com os vários regulamentos já expostos, e de acordo com as características típicas de um efluente industrial devem ser previstos tratamentos, de tal forma que quando o efluente seja lançado no coletor público, satisfaça os valores limites de emissão.

Para cumprir os valores limites de emissão referentes ao parâmetro de óleos e gorduras, deve ser tido em consideração a utilização de um tratamento de modo a separar as gorduras e óleos contidos no efluente antes de ser lançado no coletor público. Desta forma deve ser previsto o uso de um separador de gorduras.

A norma que dimensiona, regula e caracteriza os separadores de gorduras é a EN 1825 - 1/2 : 2004.

A norma indicada faz referencia ao tipo de material de que podem ser constituídos os separadores do gordura, que podem ser caracterizados em quatro grupos: Betão, Métales, Plásticos e Argila:

- - Betão, betão com fibras e betão armado;
- - Ferro fundido, aço inoxidável;
- - Fibra de vidro, polietileno;
- - Argila vitrificada.

A norma caracteriza ainda a classe de resistência dos materiais a utilizar, como a resistência do betão, classe de resistência dos metais, capacidade de resistência à corrosão assim como características de soldaduras, densidade do material plástico e suas características físicas.

É também nesta norma que se caracterizam os ensaios a serem realizados e os parâmetros a considerar em cada ensaio e quais os valores expectáveis.

É ainda na EN1825:2004 que é referida a geometria e volume a adoptar, características de instalação, operação e de manutenção de separadores de gorduras.

Para o cálculo do volume do separador de gorduras a norma indica qual a fórmula de obtenção da dimensão nominal, N_s .

$$N_s = Q_s \times F_t \times F_d \times F_r \quad (1)$$

Em que Q_s é o caudal máximo a entrar no separador, em litros por segundo;

F_t é um factor de temperatura;

F_d é um factor de densidade relativo às gorduras consideradas;

F_r é um factor que tem em consideração os agentes de limpeza e desinfeção utilizados.

Para o calculo de Q_s , deve ser considerado um dos seguintes métodos:

- Cálculo com base em medições reais de caudais;
- Cálculo com base no tipo de equipamento de cozinha existente;
- Cálculo com base na capitação de água em função do tipo de estabelecimento.

Caso não seja possível obter o valor de caudal máximo utilizando a metodologia de medições reais, este deverá ser calculado através das outras duas metodologias e utilizado aquele de maior valor.

O cálculo do fator de temperatura é obtido de acordo com a seguinte relação:

- Se a temperatura da água residual $<60\text{ }^{\circ}\text{C}$ $F_t = 1$
- Se a temperatura da água residual $>60\text{ }^{\circ}\text{C}$ $F_t = 1,3$

O factor F_d , é considerado com valor unitário 1 no caso de serem consideradas descargas de cozinhas; caso sejam bem conhecidas as características das gorduras ou óleos a tratar, o valor do coeficiente F_d , pode ser obtido pela Figura 2.

Caso a densidade do óleo ou gordura seja superior a $0,94\text{ g/cm}^3$, então o coeficiente a usar deve ser de 1,5.

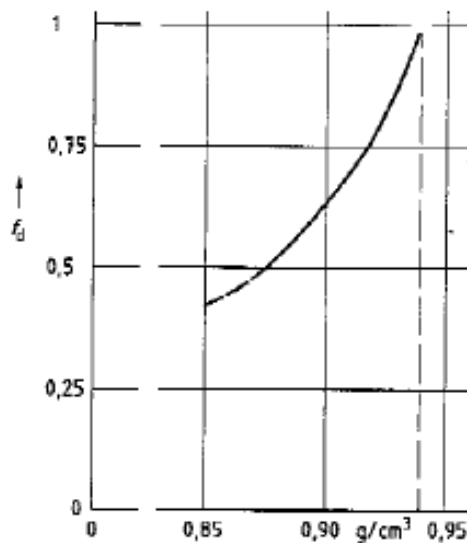


Figura 2 - Relação entre F_d e densidade

Já o valor de cálculo F_r pode ser obtido de acordo com a Figura 3.

Uso de detergente e desinfetantes	Coefficiente F_t
Nunca usado	1
Usado ocasionalmente	1,3
Casos especiais, hospitais e similares	1,5

Figura 3 - Tabela de coeficiente F_r

Para o cálculo final do volume do separador de gorduras o valor de N_s deve ser multiplicado por 200. Desta forma é obtido o valor do volume em litros.

3. Acompanhamento da obra do estágio de mestrado

3.1 Enquadramento da obra.

A empresa Eng&Coop foi convidada a responder a um processo de concurso para efetuar uma empreitada geral para a alteração da rede de águas residuais no Centro Comercial Cascais Shopping. Deste concurso fazia parte integrante o projeto de execução e mapa de quantidades dos trabalhos a executar. É apresentado nos Anexos A, B e C o mapa de quantidades e os projetos a concurso.

A empreitada em questão ficou dividida em duas fases, a primeira referente à execução da alteração de rede interior do Centro e uma segunda fase referente à alteração no exterior do empreendimento.

A primeira fase de trabalho foi executada principalmente em horário noturno, das vinte e três horas às oito horas, foi uma fase de execução de trabalho em zona de corredores técnicos e em zona de galeria comercial.

Já a segunda fase foi executada durante o período diurno, das oito horas às dezanove horas. Devido à existência de residências na periferia da localização da obra, não foi possível a execução dos trabalhos para além do horário referido.

3.2 Localização e implantação.

A localização dos trabalhos situou-se no empreendimento *CascaisShopping da Sonae Sierra*, situado na Estrada Nacional N^o9, em Alcabideche, representado na Figura 4.

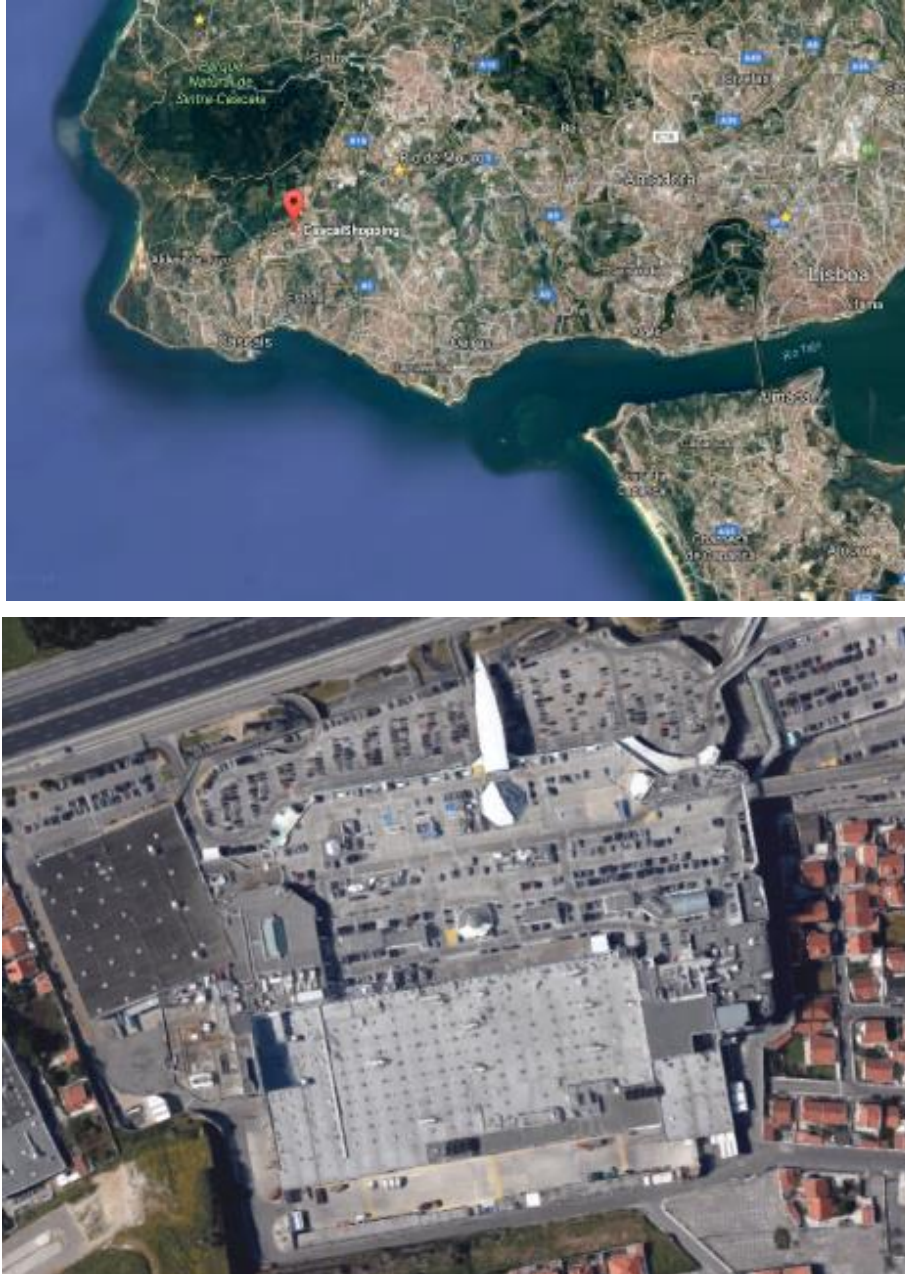


Figura 4 - Localização da obra acompanhada

No projecto inicial que foi a concurso estava a localização de cada uma das caixas de visita a realizar assim como os traçados, inclinações e secções de tubagem a utilizar. As condições iniciais de projecto indicavam a utilização de tubagem em PVC, caixas de visita pré-fabricadas e tampas de visita rebaixadas. Na Figura 5 está representado a planta de projecto inicial a executar no interior do Centro Comercial, já na Figura 6 está representado o traçado a executar no exterior do Centro Comercial, assim como, a implantação do separador de gorduras. Ambas as plantas estão contempladas nos Anexos B e C, em dimensão A1 para mais fácil análise.

3.3 Desenvolvimentos dos trabalhos.

Devido à especificidade da obra e da sua localização a primeira fase de execução dos trabalhos foi também ela dividida em quatro zonas, com datas de intervenção e tempos bem definidos para que todos os lojistas, equipas de manutenção, limpeza e segurança tivessem a informação relativa aos constrangimentos e limitações inerentes à execução dos trabalhos. Desta forma foi apresentado um planeamento dos trabalhos a executar e respetiva planta de localização. Este planeamento foi atualizado todas as semanas, de modo a ser o mais rigoroso possível. Na Figura 7 está presente o planeamento proposto com a localização de cada zona de trabalho. Encontra-se também no Anexo D o planeamento a uma escala superior para possibilitar uma análise mais detalhada. Sendo esta fase de trabalhos desenvolvida em período noturno e em zonas técnicas, zonas essas que são de forma geral vedadas a elementos estranhos às equipas de manutenção do próprio Centro Comercial, todos os elementos da equipa de trabalho eram identificados e registados pela equipa de segurança do Centro. A identificação e registo teve como trabalho anterior o envio em formato digital dos elementos de identificação de cada membro da equipa, seguro de acidentes de trabalho e de responsabilidade civil da empresa.

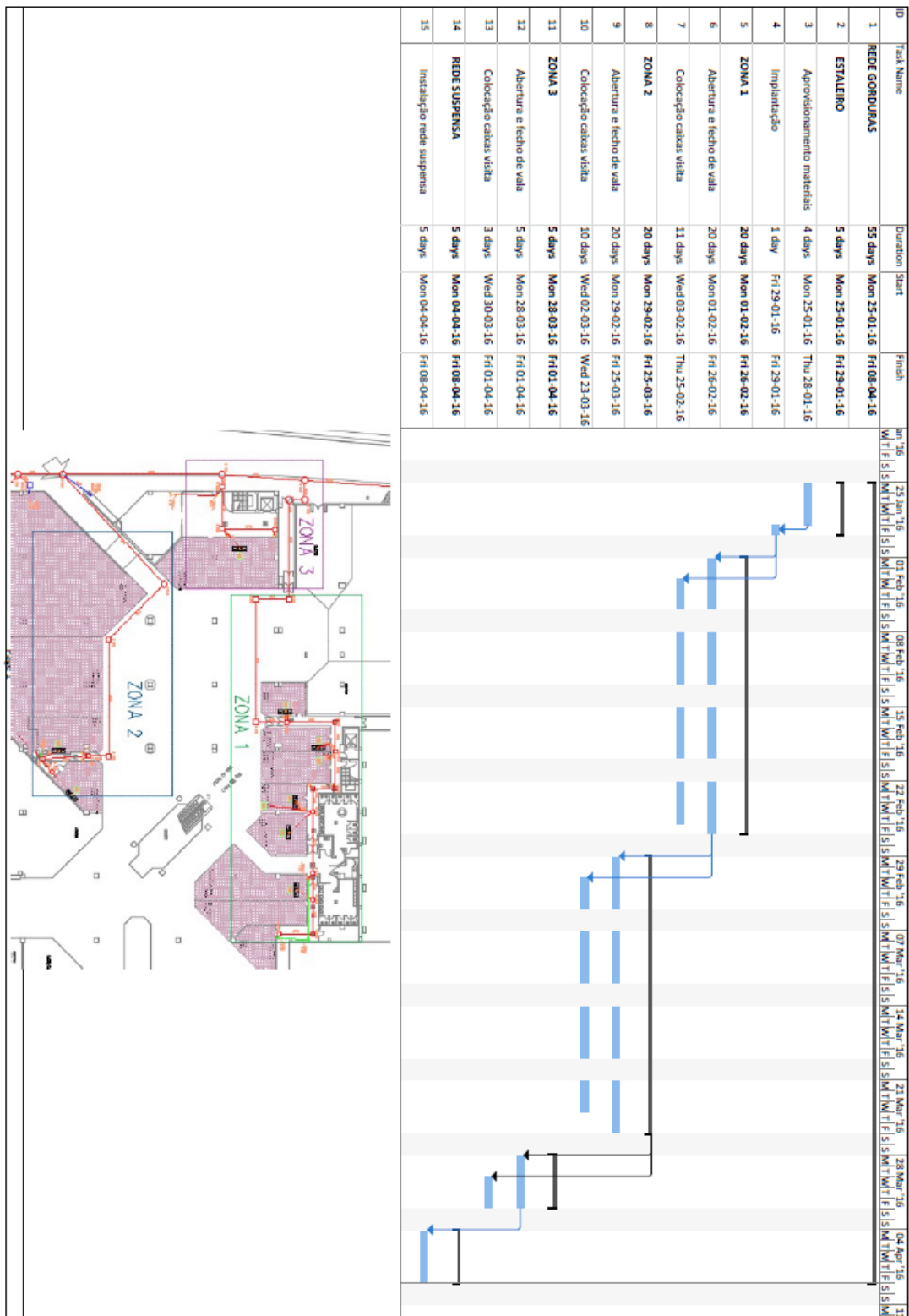


Figura 7 - Planeamento de fase 1

Com o estudo de projeto inicial e com o decorrer da primeira semana dos trabalhos foi detetada uma primeira incompatibilidade do projeto com as infraestruturas existentes. A ligação das caixas de visita das casas de banho estava interligada com a rede de águas residuais vinda da praça de restauração - caixa existente junto à caixa 05 - desta forma, e de modo a separar por completo as duas redes de águas foi proposto ao dono de obra realizar nova rede de águas residuais domésticas a ligar a um poço de bombagem que já recebe as casas de banho da ala oposta.

Assim, foi alterada a caixa existente junto à caixa 05 de modo a separar as duas linhas, rede de gorduras e rede de águas sanitárias, e realizado novo traçado até à caixa onde existe um poço de receção - junto caixa 03 - a alteração pode ser visualiza na Figura 8.

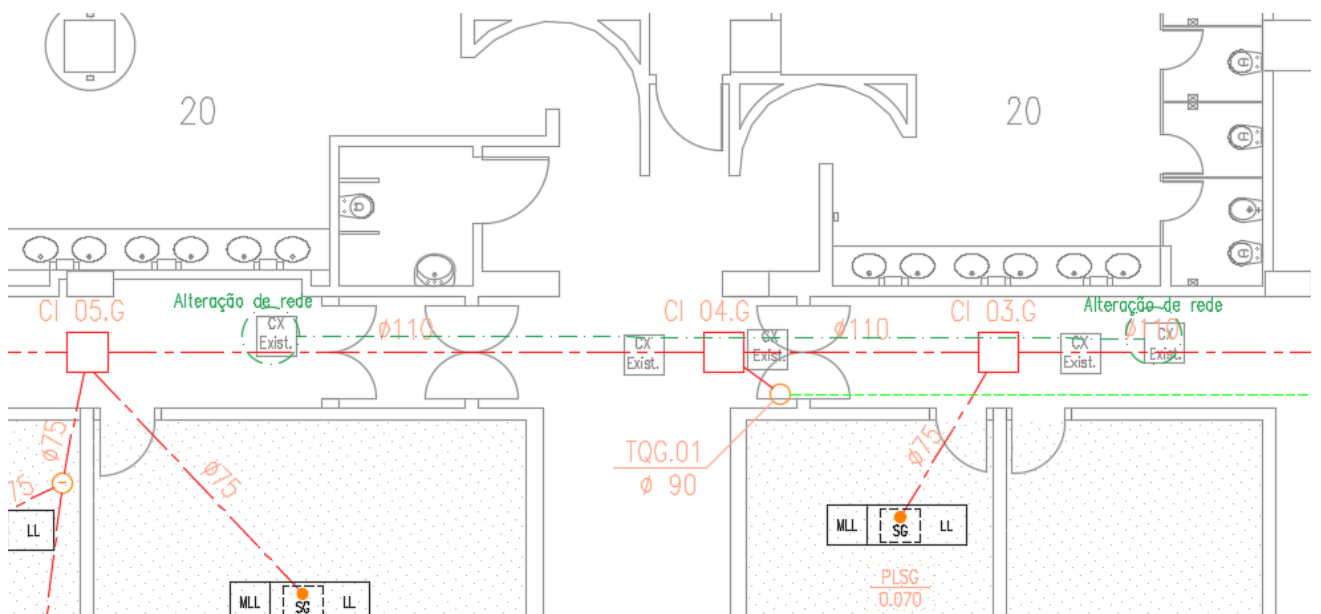


Figura 8 - Planta de alteração da rede de casas de banho

Com o decorrer dos trabalhos e após conhecimento mais profundo das infraestruturas existentes assim como das redes de drenagem em uso, foi efectuada um levantamento de todas as redes existentes de modo a ser assegurada a compatibilidade de ligação das lojas à nova rede de gorduras sem que para isso fosse necessário uma intervenção no interior de cada loja. A intervenção a efectuar tinha sempre de garantir a utilização da rede de águas residuais por todas as lojas, todos os dias e sem provocar alterações ao normal funcionamento das operações.

Sendo o local de obra um Centro Comercial em pleno funcionamento, sempre que existia uma intervenção a limpeza tinha de ficar garantido na manhã seguinte,

passagem e segurança dos utilizadores. Desta forma havia sempre uma interação da equipa de trabalho com as equipas de limpeza do Centro assim como com as equipas de segurança.

A grande maioria do trabalho efectuado, contemplava principalmente a abertura e fecho de valas, sendo que as valas dificilmente eram abertas e fechadas na mesma noite, pelo que tinha de ser garantida a passagem em segurança por cima da zona de trabalho durante o período diurno. Para contornar este constrangimento foi utilizada uma placa de MDF 19 mm rampeada nas suas faces e sinalizada, de modo a garantir uma melhor visualização, segurança e uma transição mais suave, como pode ser observado na Figura 9.

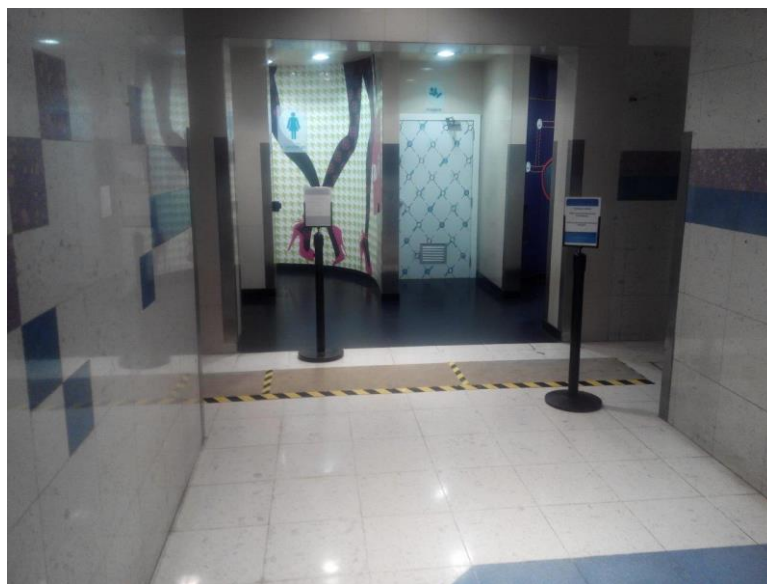


Figura 9 - Solução adotada para transição de pavimento

Apesar da existência de plantas de localização das restantes especialidades, nomeadamente planta de traçado de gás, instalações elétricas, telecomunicações, rede de água de abastecimento e rede de incêndios, a sua localização não era exata. Aquando da alteração dos tubos de queda que vêm do segundo piso foi danificado um dos tubos de gás que alimenta alguns dos restaurantes. Apesar de estar identificado nas plantas não estava sinalizada a sua passagem junto ao tubo de queda, como representado na Figura 10.



Figura 10 - Localização da tubagem de gás

Mesmo existindo plantas de especialidades, antes do início da abertura de valas, era passado um sensor de multi materiais de forma a se tentar garantir a integridade de elementos existentes. Contudo existiram alguns falsos positivos e outras situações não passíveis de ser identificadas, como foi o caso da rotura da tubagem de gás, já referida, sendo que a tubagem de gás passava junto a um tubo de metalite. Assim o sensor não acusou a passagem de um elemento de cobre.

Assim que se deu o incidente teve de ser chamada a equipa de segurança do Centro para dar conta da ocorrência e chamado um técnico de gás de modo a fazer a correção da rede até a aberturas das lojas. Após a intervenção do técnico foi passado um termo de responsabilidade pela correção e pela estanquidade da rede no troço intervencionado. Na Figura 11 pode ser observada a correção da tubagem de cobre que foi danificada.



Figura 11 - Correção efetuada na tubagem de gás

Após correção da rede de gás, este novo troço enterrado da rede de gorduras, vindo de um tubo de queda do piso 2, acabou por ser alterado e passou a atravessar o corredor por tubagem aérea, onde não existia rede de gás.

Apesar do dano efetuado na rede de gás, a segurança dos elementos de trabalho esteve sempre, tanto quanto possível, garantida. Antes do início dos trabalhos de demolição do pavimento era sempre cortado o fornecimento de gás de todo o corredor que se encontrava em trabalhos, assim o único gás existente em caso de fuga era o contido na tubagem. Este tipo de trabalho contemplava a necessidade de corte com equipamento mecânico, demolições. Devido à existência de outras infraestruturas, a equipa de trabalho tinha sempre na sua proximidade um extintor de CO₂, de forma a garantir que os trabalhadores presentes pudessem, na medida do possível, ser a primeira resposta à extinção de um incêndio em caso de acidente.

Um segundo pedido de alteração de projeto foi efetuado quando se fez a ligação da caixa 07 à caixa 09, a travessia da vala era realizada junto de um pilar. A zona de trabalho era já em piso térreo. Existia a possibilidade da fundação estar relativamente próxima da superfície, pelo que se fez um ensaio de demolição da zona, tendo-se constatado que a face superior da sapata se encontrava muito próxima da superfície, como se observa na Figura 12.



Figura 12 - Fundação superficial

Devido à localização da sapata, foi solicitado ao dono de obra um traçado alternativo, considerando a utilização de uma rede existente que ligava a caixa 07 à caixa 09, de modo a evitar a demolição da sapata do pilar. Como a loja 0.073A estava já ligada à caixa 06 e a loja 0.073B à caixa 10, foi aprovada pelo dono de obra a alteração solicitada. A representação da alteração proposta está na Figura 13. A alteração proposta está representada em traçado verde.

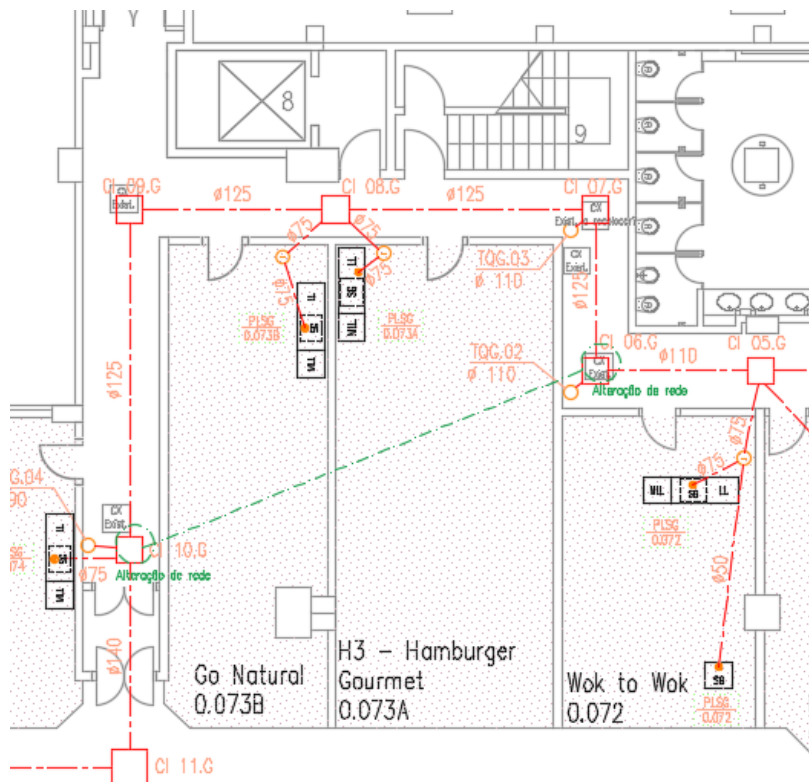


Figura 13 - Alteração proposta de traçado

Com a evolução dos trabalhos e após conhecimento mais aprofundado do tipo de solo existente, uma argila compacta, e devido à profundidade atingida já na caixa 11, aproximadamente 80cm, foi posta em causa a solução de escavação adotada para a restante rede. Assim foram efectuadas consultas de preço a várias empresas de aluguer de equipamento de construção tendo sido alugada uma escavadora mini giratória a gás com balde de 20 cm de largura para a realização do restante trabalho de escavação. Representa-se na Figura 14 o início dos trabalhos executados pelo equipamento de escavação.



Figura 14 - Representação equipamento de escavação

O equipamento mecânico de escavação tinha no entanto algumas desvantagens, nomeadamente o peso, que podia eventualmente danificar o pavimento. De forma a evitar ou diminuir a probabilidade deste acontecimento foi solicitado que o equipamento viesse com lagartas de borracha. Existia também a problemática relativa ao gases de escape libertados, que podiam por em causa a segurança dos trabalhadores. Para ultrapassar esta questão foi proposto ao dono de obra que a máquina teria um sistema de extração forçado ligada ao escape da máquina. Assim foi utilizado um extrator monofásico ligado a uma manga fléxivel que garantia a extração dos gases de escape. Para além deste dispositivo foi também solicitado ao Centro que ligasse o sistema de exaustão da praça de restauração. Representa-se na Figura 15 o sistema de extração de gases adoptado durante o decorrer dos trabalhos no interior do Centro Comercial.



Figura 15 - Sistema de extração de gases

Durante o estudo do projeto inicial, avaliou-se a execução do troço que faz a ligação da caixa 16 à caixa 29, sendo um troço de trabalho a executar numa das entradas do Centro Comercial com grande afluência, a entrada junto à loja 0.001, foi efetuado um pedido junto do dono de obra para ser alterado o traçado da rede de modo a não serem efetuadas valas nessa zona de maior circulação. Assim, propôs-se a ligação da caixa 19 à caixa 11, solução aprovada pelo cliente. Já com conhecimento do tipo de estrutura e fundações utilizadas propôs-se afastar a rede do pilar existente na praça de restauração. O traçado proposto nesta zona é apresentado na Figura 16. A alteração proposta está representada em traçado verde.

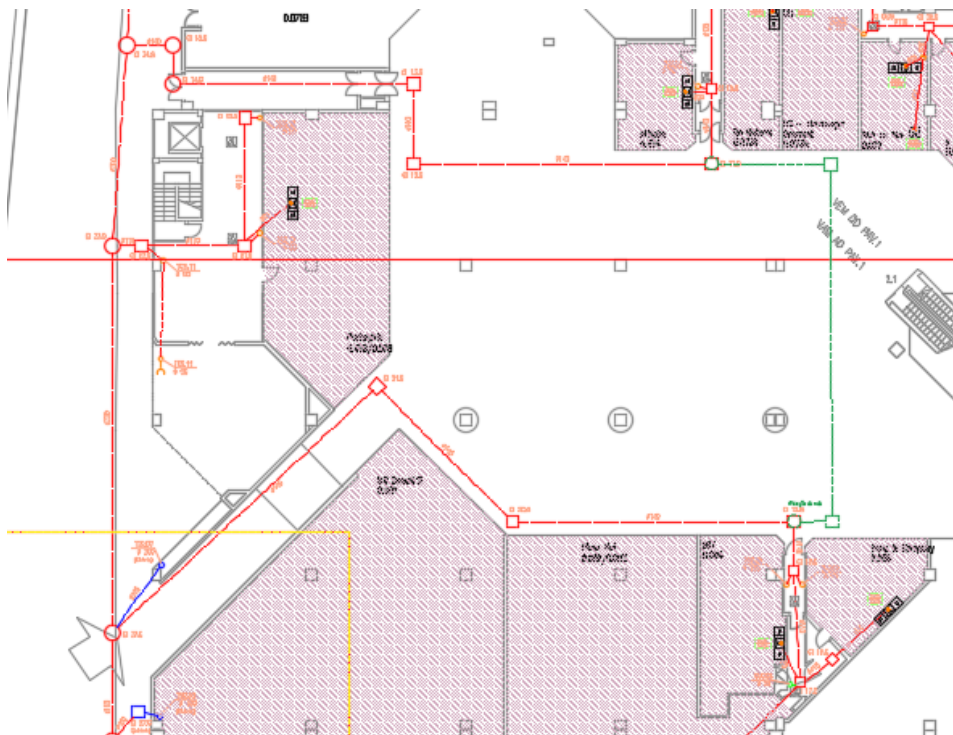


Figura 16 - Representação de alteração proposta

Durante o desenvolvimento dos trabalhos de execução da caixa 21 à caixa 11, a equipa de trabalho foi confrontada com uma viga de fundação, que se crê que ligue as várias sapatas. Por razões de segurança, mais uma vez, teve de se alterar o traçado, como solução, foi considerado aumentar a profundidade da linha da rede de gorduras de forma a passar por baixo da viga de fundação. Foi possível aumentar a profundidade da linha da rede, pois a cota condicionante era a rede que vinha da caixa de inspeção 10. Apesar da giratória estar já presente em obra, a escavação na zona da viga de fundação teve de ser parcialmente feita de modo manual, era uma viga dupla, existiam dois pilares contíguos separados por uma junta de dilatação. O desenvolvimento das duas vigas era de aproximadamente 90 cm, o que implicou a escavação de cada um dos lados, para que a tubagem pudesse ser assente. Representa-se na Figura 17 a escavação nesta zona de transição das vigas de fundação, sendo perfeitamente visível a dificuldade na concretização desta obra.

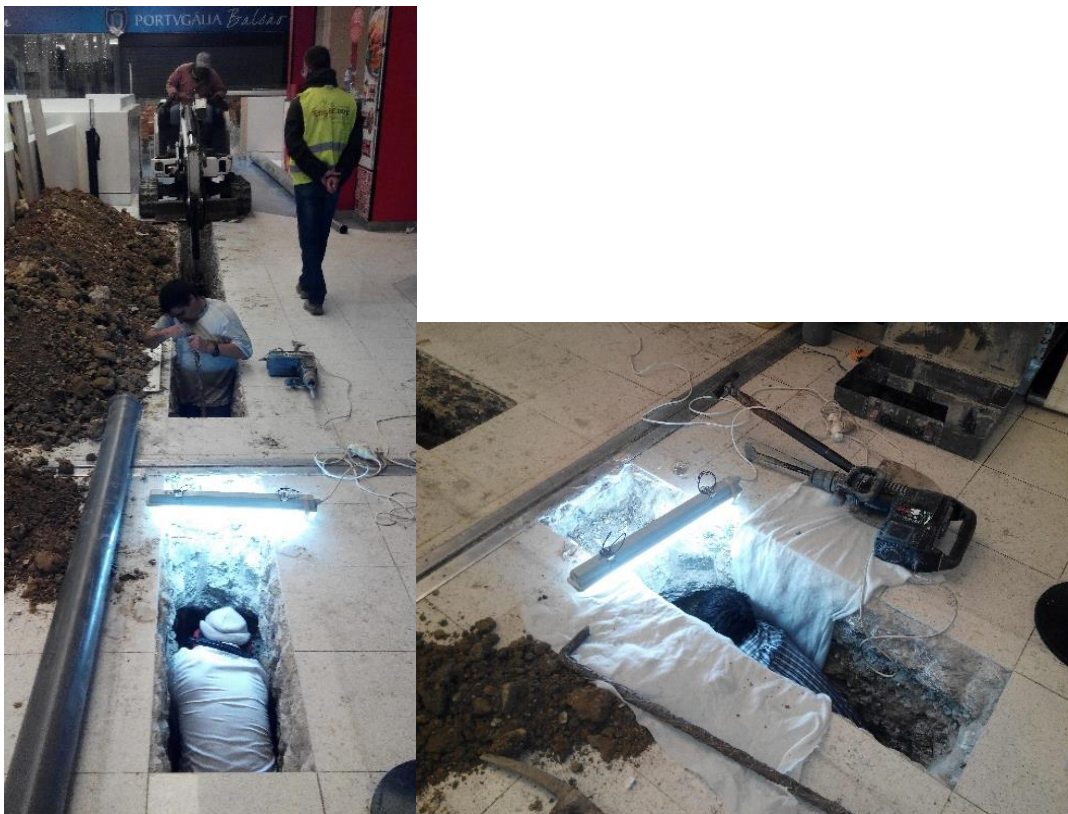


Figura 17 - Escavação manual

A execução da caixa 12, caixa 13 e caixa 14, foi realizada com recurso a artefactos pré-fabricados. Chegou-se à conclusão de que era economicamente mais viável esta opção, pois existia um menor tempo de intervenção necessária à sua implantação. Apesar do

uso da giratória, era quase sempre necessária a intervenção de equipamentos manuais de modo a remover rochas e quebrar as arestas para garantir o assentamento das caixas de betão. Para o assentamento dos artefactos de betão, devido ao seu elevado peso, recorreu-se ao apoio da giratória, como representado na Figura 18.



Figura 18 - Assentamento de caixas de visita

Durante esta última fase da implantação da rede de gorduras, devido à profundidade a que se encontrava a rede, que chegou a aproximadamente 1.80 m, verificou-se mais uma vez a dificuldade em identificar infraestruturas existentes e não cadastradas, que tinham de ser mantidas em funcionamento. Uma outra dificuldade encontrada durante o decorrer dos trabalhos, foi a gestão de volume de escavação que tinha de ser removido do Centro Comercial até ao estaleiro e posteriormente, parte dele, reaplicado nas valas abertas. Na Figura 19 está representada a gestão de constrangimentos, nomeadamente a identificação de redes não cadastradas e gestão de resíduos.



Figura 19 - Gestão de constrangimentos

A segunda fase dos trabalhos executados foi a realização do traçado da rede de gorduras no exterior do centro comercial, que garante a ligação das várias caixas que vêm do interior do centro até ao separador de gorduras.

O desenvolvimento desta fase teve de ser realizado em período diurno, apesar de causar alguns transtornos nas cargas e descargas à zona de restauração, pois a zona de intervenção é localizada junto ao cais de descarga nascente. No entanto teve de se manter esse constrangimento devido a localização de residências na periferia do Centro Comercial.

Durante a preparação dos trabalhos desta fase realizou-se o levantamento de cotas das caixas de visita do Centro assim como se estimou a profundidade das infraestruturas existentes com a maior exatidão possível. Da zona exterior existia o cadastro de rede de águas de abastecimento, rede de incêndio e rede de águas residuais, ficando ainda a faltar o traçado de telecomunicações e instalações elétricas. Desta forma foi feito um levantamento com a equipa de manutenção do Centro Comercial de forma a tentar garantir da melhor forma possível a localização de cada uma das linhas existentes. Foi durante este último levantamento que foi detetada uma incompatibilidade com o projeto inicial: a localização da implantação do separador de gorduras não podia ser onde estava prevista pois a implantação para o separador escolhido em concurso implicava a abertura de uma vala com 4 m de profundidade e com uma dimensão em planta de 3mX6m, que não era viável implantar na zona projetada, dada a existência na envolvente das fundações dos pilares do terraço dos cinemas NOS assim como das fundações das escadas de emergência dos cinemas, não se conseguindo garantir a estabilidade dos mesmos. Para além disso existia ainda o atravessamento das linhas de alimentação ao posto de transformação assim como uma linha de águas pluviais que estavam também a passar a cerca de 4m de profundidade.

Decorrente deste levantamento foi solicitada a alteração da localização do separador de gorduras, de acordo com a Figura 20, onde está representado com traçado verde a alteração proposta.



Figura 20 - Proposta de alteração de implantação

Após novo levantamento das infraestruturas existentes no sentido de confirmar a implantação da rede de gorduras na nova localização, e a confirmação das cotas de traçado para que se pudesse proceder à encomenda do separador de gorduras deparou-se com um conflito de redes. Nomeadamente a cota de fundação do separador proposto era ainda mais profunda do que a cota por onde passa o coletor de esgotos do Centro Comercial. Assim sendo, foi feita uma pesquisa de separadores de gorduras alternativos de modo a não ser necessário desviar o coletor que está em funcionamento. Após análise das diferentes alternativas para separadores de gorduras e respetivos custos foi apresentada ao cliente a solução que se considerou mais adequada, um separador em polietileno, que tinha uma cota de admissão inferior à do separador em betão, menos 40 cm, diferença essa que permitia já a instalação do separador de gorduras sem a alteração do coletor em carga. Apresentava ainda várias vantagens relativamente à sua instalação, nomeadamente o seu peso. O separador em polietileno pesa aproximadamente 1 tonelada enquanto o separador escolhido em concurso pesava cerca de 9 toneladas. O separador de gorduras agora proposto, era de mais fácil instalação, baixando substancialmente o custo dos meios mecânicos necessários para a sua colocação. Foi assim possível prescindir do aluguer de uma grua móvel, mais dispendiosa, e passar a realizar a instalação do separador de gorduras com a giratória

que estava em obra e com o camião que fez o seu transporte. Representa-se na Figura 21 - Separador de Gorduras em Betão, Fonte: www.comalconcrete.com Figura 21 e na Figura 22, uma imagem representativa da diferença entre os dois separadores, um em betão armado e outro em polietileno.



Figura 21 - Separador de Gorduras em Betão, Fonte: www.comalconcrete.com



Figura 22 - Separador de Gorduras em polietileno

De forma a sustentar a decisão da escolha do separador de gorduras, apresenta-se de seguida uma análise resumida relativamente às características de cada um dos equipamentos em causa.

O separador de gorduras previsto em projecto era constituído em betão pré fabricado de alta densidade C90 com o volume de 18200 litros e com um caudal máximo de 30 l/s e com uma resistência de passagem directa ao tráfego equivalente à classe B125. A geometria e dimensões são apresentadas na Figura 23 e um esquema representativo na Figura 24.

Apresenta-se em Anexo E as características técnicas apresentadas pela empresa Aluline, relativas ao separador de gorduras em betão.

Tabela de Dimensões												
Artigo	Caudal l/s	Volume Útil Litros	Decant. litros	Retenção de gorduras litros	Compr L (mm)	Cota de Admissão H1 (mm)	Cota de Admissão H2 (mm)	Altura total H (mm)	Largura A (mm)	Acesso (mm)	DN (mm)	Peso (kg)
Separador em Betão	30	18200	6900	3400	4800	1980	1910	2400	2380	2x600	200	9100

Figura 23 – Tabela de dimensões Separador em betão

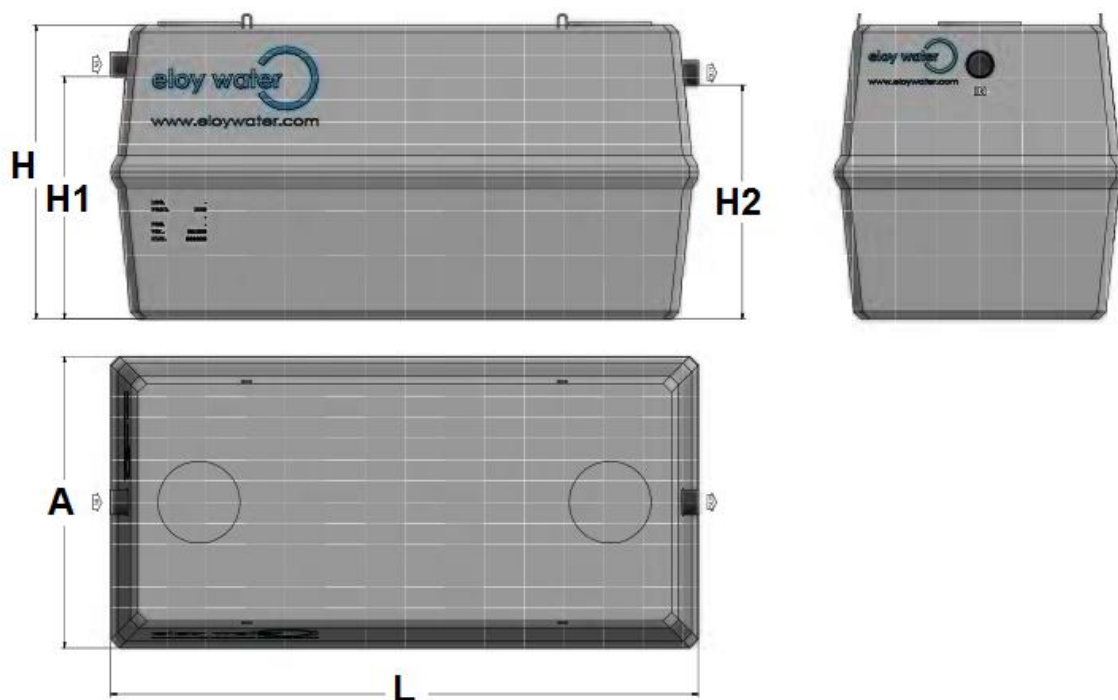


Figura 24 - Representação do separador em betão

O separador de gorduras apresentado ao cliente como alternativa era constituído em polietileno de alta densidade com o volume de 20000 litros e com um caudal máximo de 40 l/s. A geometria e dimensões são apresentadas na Figura 25 e um esquema representativo na Figura 26.

Apresenta-se em Anexo F as características técnicas apresentadas pela empresa Ecodepur, relativas ao separador de gorduras em polietileno.

Tabela de Dimensões												
Artigo	Caudal l/s	Volume Útil Litros	Decant. litros	Retenção de gorduras litros	Compr L (mm)	Cota de Admissão H1 (mm)	Cota de Admissão H2 (mm)	Altura total H (mm)	Largura A (mm)	Acesso (mm)	DN (mm)	Peso (kg)
Separador em Polietileno	40	20000	-	-	6520	1600	1500	2265	2190	2x790	200	800

Figura 25 - Tabela dimensões Separador em polietileno

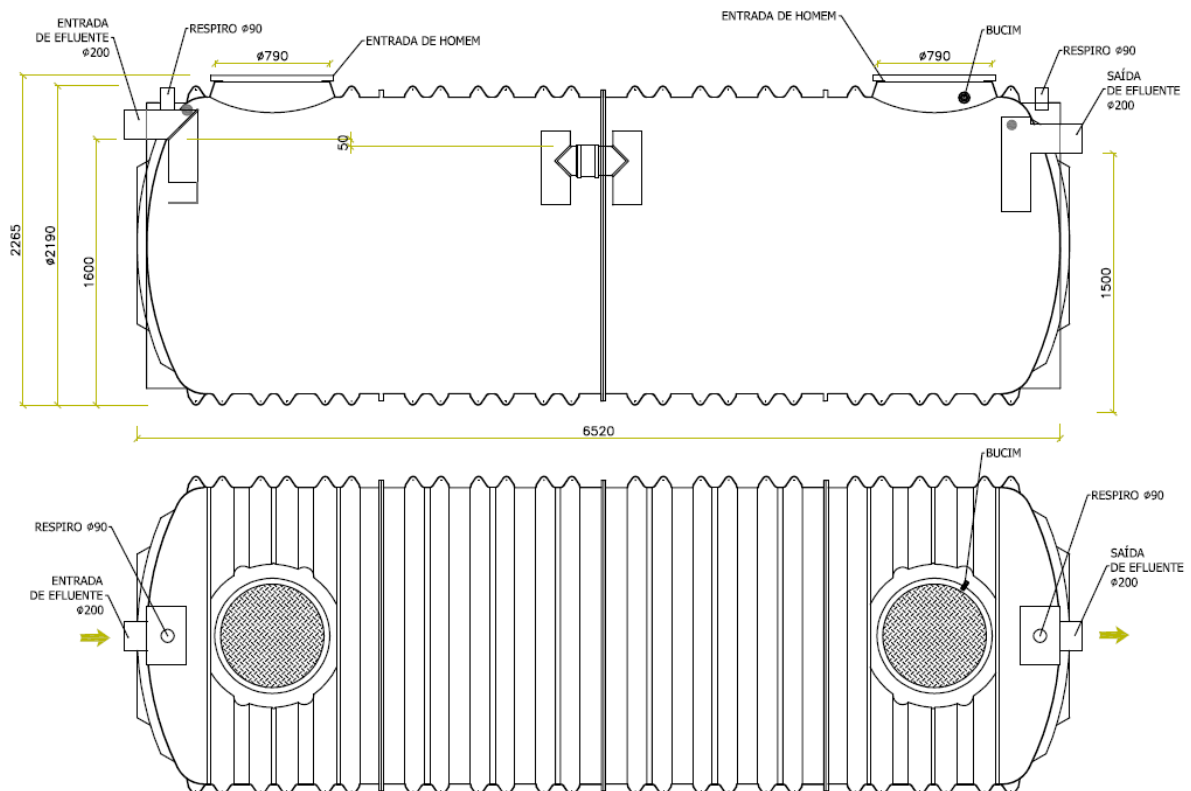


Figura 26 - Representação do separador em polietileno

Como análise e argumento de suporte para a escolha do separador em polietileno em diferimento do equipamento em betão, podem ser apresentadas as seguintes vantagens:

- Menor cota de admissão do efluente. Não havendo desta forma necessidade de alteração de coletor existente e em funcionamento.
- Sendo o polietileno um material flexível, tem a vantagem de se adaptar a alguma alteração que exista ao nível do pavimento/terreno. No caso de um separador em betão, como não é flexível existe maior possibilidade de existirem fissuras ou mesmo a sua rutura.
- A resistência química do polietileno é superior à do betão, sendo que num separador em betão é mais fácil a existência de incrustações e de maior dificuldade de limpeza.
- O separador proposta é de formato cilíndrico e tem a vantagem de não existirem cantos, facilitando a sua limpeza. Já um separador retangular vai permitir a acumulação de lamas nos cantos, não sendo tão fácil de remover quando se realizar a sua limpeza de manutenção.

Desta forma e após autorização por parte do cliente para alteração da solução do seprador de gorduras, procedeu-se à encomenda do separador em polietileno e realizou-se o planeamento da fase exterior de obra. Nesta segunda fase de obra, foi dada pelo cliente autorização para o início dos trabalhos em período diurno. Mais uma vez, e de forma a coordenar os trabalhos com os lojistas e equipa de manutenção e segurança do Centro, o planeamento foi efetuado em zonas de trabalho e atualizado semanalmente. Como já apresentado na primeira fase, criou-se um planeamento com datas e zonas de intervenção representado na Figura 27 e no Anexo G, numa escala superior para possibilitar uma análise mais detalhada.

O início dos trabalhos foi efectuado junto à loja 0.006, visto ser uma zona onde se sabia da existência de redes de telecomunicações e alimentações elétricas. Sendo uma zona de elevada passagem pedonal por parte dos clientes do Centro Comercial e uma zona de pouca profundidade, optou-se por começar os trabalhos realizando escavação manual, sendo que nesta fase foi já possível o uso de um dumper para o transporte de resíduos a vazadouro de obra, como representado na Figura 28.



Figura 28 - Abertura de vala em passeio

Após a conclusão dos trabalhos efetuados em zona de passeio, a restante abertura de vala foi já realizada com uma retroescavadora, usando como acessório um martelo hidropneumático e um balde. Toda a zona de intervenção foi previamente cortada com máquina de corte de pavimento de modo a garantir uma linha uniforme de correção. Na Figura 29 está representada a demolição de pavimento e abertura de vala.



Figura 29 - Abertura de valas com meios mecânicos

Após a conclusão de toda a rede de drenagem de águas residuais, até à entrada do separador de gorduras foi aberta a vala para a sua instalação. Para o desenvolvimento desta fase de trabalho foi requisitada uma máquina giratória de rodados o que é justificado pela profundidade de escavação e pelo seu volume, foi também solicitado um camião de 20 m³ de modo a se conseguir fazer de forma mais eficiente a gestão de resíduos, garantindo assim o seu transporte a vazadouro.

De modo a tentar minimizar o volume de escavação, foi preparado um planeamento de escavação, Figura 30

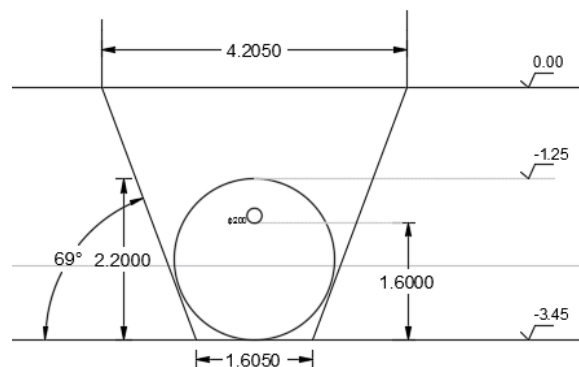


Figura 30 - Preparação de escavação

Apesar da preparação efetuada, com o decorrer dos trabalhos conclui-se que devido ao terreno existente, um solo de enchimento, com granulometria extensa, esta não era a metodologia mais adequada, pois não se conseguia garantir um talude que permitisse a segurança dos trabalhadores. Assim alterou-se a planificação inicial tendo-se realizado uma escavação mais larga e aplicado entivações metálicas a toda a largura da área de trabalho. Na Figura 31 está representada a instalação das entivações.



Figura 31 - Entivação da vala

Durante a escavação da zona de implantação do separador, e apesar de todo o cuidado tido durante o processo, foi danificado o colector de águas residuais do Centro Comercial. A correção deste colector teve de ser executada de imediato apesar de ser um coletor em carga, o qual originou um trabalho acrescido. A dificuldade do trabalho de correção foi ainda maior devido ao entupimento parcial do colector, o que fez com que as águas residuais se acumulassem na zona de escavação. Assim foi necessário a colocação em funcionamento de duas bombas em simultâneo para garantir uma zona seca de trabalho. A correção do troço danificado demorou aproximadamente 4 horas de trabalho com uma equipa de 3 pessoas. Na Figura 32 apresenta-se o trabalho de correção do coletor de águas residuais danificado.



Figura 32 - Dano efetuado no coletor de águas residuais

De forma a se garantir a correta instalação do separador de gorduras, foi realizada uma laje de fundação considerando a utilização de betão C30/37 com uma malha armada de varão de 12 mm afastado a 15 cm. Assegurou-se o desempenho da laje de modo a garantir uma superfície horizontal. Na Figura 33 observa-se a betonagem da laje de fundo do separador de gorduras. A instalação do separador de gorduras, adquirido a empresa Ecodepur, foi realizada de acordo com as indicações do manual de instalação do mesmo. Apresenta-se no Anexo H o manual de instalação.



Figura 33 - Betonagem da laje de fundo

Uma vez que o separador aprovado para instalação foi um separador em polietileno, com uma capacidade de 20m³, e como o seu peso é de aproximadamente uma tonelada, foi possível fazer o seu assentamento com o braço do camião de transporte e com o apoio da giratória. Confirmou-se a horizontalidade da laje existente de forma a garantir um bom nivelamento do separador após o seu assentamento. Na Figura 34 observa-se a colocação do separador na zona de instalação, onde já previamente se tinham removido as contenções metálicas. De forma a ser assegurado que o separador não podia rolar, foram feitos alguns escoramentos com barrotes de madeira durante a sua instalação. A fase seguinte da instalação prévia, de acordo com o regulamento de construção e exploração de postos de abastecimento de combustíveis (Diário da República , 1992 de 30 de Outubro), procedeu-se ao envolvimento do separador com areia e à sua compactação. Assim, o separador de gorduras foi envolvido em areia, regado e compactado durante a sua colocação, como observável na Figura 35



Figura 34 - Instalação do separador de gorduras

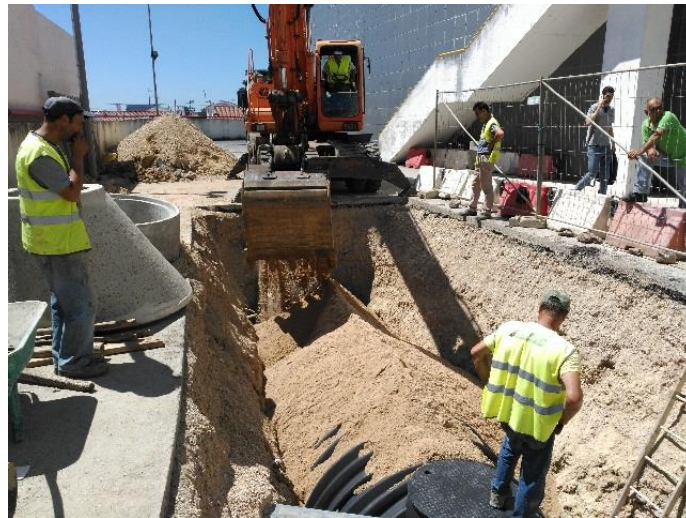


Figura 35 - Envolvimento do separador

Após conclusão do envolvimento em areia e compactação do agregado, do separador de gorduras, foi executada uma laje em betão armado, foi utilizado um betão c30/37 e uma armadura de malha quadrada em varão de 12 mm afastado a 10 cm. Durante a execução da laje foi tido em atenção que esta deveria ser no mínimo 2 metros mais larga do que o separador de gorduras, garantindo assim a dissipação de cargas causadas pelo tráfego que existe no local. Na Figura 36 é possível observar a betonagem da laje superior.



Figura 36 - Betonagem da laje superior

O restante enchimento foi realizado com recurso a um solo de granulometria extensa, sendo que este enchimento foi realizado 4 dias após a betonagem, dando assim já algum tempo para garantir que este apresentasse resistência à passagem de equipamento de compactação, como observado na Figura 37.



Figura 37 - Enchimento e compactação camada final

Por forma a finalizar os trabalhos na zona exterior do cais nascente, foi pavimentada toda a zona de intervenção assim como realizadas as marcações rodoviárias, como representado na Figura 38. Para a compactação do pavimento betuminoso foi utilizado um cilindro compactador e um equipamento de fresagem para garantir a correta transição de espessuras entre pavimento. Relativamente à pintura das marcações rodoviárias foi utilizada uma tinta acrílica de elevada resistência à abrasão.



Figura 38 - Pavimentação e marcações rodoviárias

Para realizar a monitorização do nível de gorduras existente dentro do separador de gorduras foi instalada uma sonda de alarme. Este equipamento funciona com base na diferença de densidades dos fluidos onde se encontra imerso. Esta sonda ficou ligada à GTC (Gestão Técnica Centralizada) do Centro Comercial e uma vez atingido o nível máximo de gorduras, é acionado um alarme sonoro na central de segurança do centro. É apresentado em Anexo I o manual de instalação e características técnicas do equipamento instalado.

Após conclusão dos trabalhos, foram preparadas as telas finais referentes à empreitada em causa, contemplando o registo de todas as alterações verificadas ao longo dos trabalhos. É apresentado em Anexo J as telas finais dos trabalhos referentes à rede de gorduras.

Com a conclusão dos trabalhos e entrega de telas finais ao cliente foi realizado um auto de medição, o qual representa a medição real dos trabalhos executados.

4. Conclusões

O acompanhamento realizado na empreitada geral de alteração da rede de águas residuais no *Centro Comercial Cascais Shopping*, foi uma experiência com elevado valor técnico. Foi possível realizar o acompanhamento de várias fases e tarefas inerentes à realização de uma empreitada geral realizado num espaço com características tão únicas como um Centro Comercial aberto ao público.

O estudo e análise do caderno de encargos e mapa de quantidades de trabalho mostrou-se muito relevante para a preparação da obra como a otimização da gestão dos materiais e das equipas de trabalho.

Foi também de elevada relevância o seu profundo conhecimento do mapa de quantidades de trabalho de forma a ser possível realizar os autos de medição e orçamento de trabalhos a mais da forma mais correta para com o cliente e também mais favorável para o empreiteiro.

A preparação e o decorrer da empreitada obrigaram de uma forma sistemática à consulta de preços de materiais e de equipamentos, pois existem variações com alguma relevância em função dos diferentes fornecedores. Esta monitorização permitiu otimizar os custos.

Foi também de grande relevância os conhecimentos adquiridos no que toca a gestão e acompanhamento das equipas de trabalho, quer seja no relacionamento interpessoal quer na gestão de conflitos que surgem da divergência entre os vários indivíduos que fazem parte integrante da obra, quer façam parte da equipa do empreiteiro ou do Centro Comercial, de forma a manter o mais possível uma colaboração entre todos os intervenientes. Um fator também com bastante relevância foi a gestão diária que teve de existir com a equipa de gestão e manutenção do centro assim como com a equipa de vigilância presente no local.

Salienta-se a importância de manter a capacidade crítica para poder fazer ao cliente as melhores propostas face aos problemas detetados.

Desta experiência foi também possível perceber o funcionamento de uma empreitada relacionado com especialidade de hidráulica num empreendimento que tem um número médio de visitantes diários de 30.000 pessoas, fonte *Sonae Imobiliária*.

Por último, aproveitar também para destacar a importância que tiveram no decorrer da obra os autos de medição, aprovação de trabalhos não previstos e o fecho de contas efetuado a quando da conclusão da empreitada.

Como nota final, quero aproveitar para destacar que o trabalho efetuado no decorrer desta empreitada foi bastante positivo e motivador para o aprofundamento dos conhecimentos dos atos de engenharia e gestão de obra.

Bibliografia

Decreto regulamentar nº23/95. (23 de Agosto de 1995).

Decreto-Lei nº 152/97 de 19 de Junho. (1997).

Decreto-Lei nº 236/98. (1998).

Diario da República . (1992 de 30 de Outubro). *Decreto lei nº249/92.*

EN 1825 - 1/2 : 2004. (2004).