



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil



Ampliação e Remodelação das Redes de Abastecimento de Águas e Rede de Drenagem de Águas Residuais Domésticas e Pluviais do Hotel Terra Nostra nas Furnas – Ponta Delgada

Paula Cristina Duarte Gomes
Licenciada em Engenharia Civil

Trabalho de Projecto para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na
Área de Especialização em Hidráulica

Orientador :

Licenciado Luís Filipe Almeida Mendes

Júri:

Doutor João Alfredo Ferreira dos Santos

Vogais:

Licenciado Luís Carlos Pais Tecedeiro

Licenciado Luís Filipe Almeida Mendes

Dezembro de 2013



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil



**Ampliação e Remodelação das Redes de
Abastecimento de Águas e Rede de Drenagem de
Águas Residuais Domésticas e Pluviais do Hotel
Terra Nostra nas Furnas – Ponta Delgada**

Paula Cristina Duarte Gomes
Licenciada em Engenharia Civil

Trabalho de Projecto para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na
Área de Especialização em Hidráulica

Orientador :

Licenciado Luís Filipe Almeida Mendes

Júri:

Doutor João Alfredo Ferreira dos Santos

Vogais:

Licenciado Luís Carlos Pais Tecedeiro

Licenciado Luís Filipe Almeida Mendes

Dezembro de 2013



RESUMO

O presente trabalho de fim de mestrado caracteriza-se pela ampliação e remodelação das redes de abastecimento de águas e drenagem de águas residuais domésticas e pluviais do hotel Terra Nostra nas Furnas em Ponta Delgada em fase de licenciamento.

Este empreendimento é constituído por 2 alas (Ala Deco e Ala Jardim) constituídas por 3 pisos na Ala Deco e 4 Pisos na Ala Jardim.

A remodelação da rede será efectuada somente onde a rede existente já está bastante degradada ou com um abastecimento deficiente.

A sua ampliação vem fazer face ao aumento do número de instalações sanitárias do empreendimento e da cozinha na zona da Ala Deco.

O objectivo desta intervenção vem no sentido de melhorar o funcionamento da rede, resolver os problemas existentes com o desgaste da mesma e proporcionar melhores níveis de conforto no seu desempenho.

Neste sentido foi realizado um estudo sobre todo o sistema hidráulico do hotel, tendo de abastecimento como de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais, tendo como apoio para a realização do mesmo a legislação em vigor bem como alguns manuais de hidráulica.

Desta forma o referente trabalho vem mostrar toda a solução adoptada para fazer face as deficiências encontradas no sistema bem como a respectiva ampliação das instalações do mesmo.



ABSTRACT

This work of The Master Degree includes issues of the expansion and remodeling of the water supply and domestic waste water and storm water drainage networks of The Terra Nostra“ hotel in Furnas in Ponta Delgada, that are in the licensing phase.

The mentioned project was designed for the three- floor Ala Deco wing and the four- floor Garden Wing of the hotel.

The mentioned network remodeling was predicted for the case of the network wear and its eventual insufficient capacity.

The network expansion was necessary due to increasing number of the facilities of the observed objects including the kitchen of the Ala Deco wing.

The aim of this study is to improve the function of the mentioned network, solve existing problems in its current status and provide better level of comfort in its use. In this regard the study was made for the entire hydraulic system of the hotel, concerning the supply, drainage of domestic waste water and storm water, taking into consideration current legislation and usual hydraulics calculations.

Thus, the related work was done to show the weaknesses of the entire existing system and to give a solution to the corresponding expansion of the network and facilities at the same time.



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil

PALAVRA CHAVE - KEYWORD

Rede predial

Abastecimento

Drenagem

Residuais

Ampliação

Remodelação

Building network

Supply

Drainage

Residuals

Expansion

Remodeling



AGRADECIMENTOS

Com a apresentação do presente projecto, gostaria de agradecer a todos aqueles que de forma directa e indirecta, contribuíram para a sua realização.

Agradeço ao meu orientador Eng.º Luís Almeida Mendes, licenciado em Engenharia Civil e membro especialista em Engenharia Sanitária, acreditado pela Ordem dos Engenheiros, de uma forma muito especial, por toda a disponibilidade, profissionalismo, apoio científico e incentivo, demonstrando desde o início deste trabalho um enorme entusiasmo contagiante, tendo transmitido todo o conhecimento sobre o tema ao longo deste trabalho.

Finalmente, agradeço a todos os meus familiares e amigos pelo interesse e incentivo demonstrados constantemente e por se mostrarem sempre compreensivos com as minhas ausências.



ÍNDICE GERAL

CAPITULO 1 - INTRODUÇÃO	1
CAPITULO 2 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	2
2.1 História do Empreendimento	2
2.2 Localização do Empreendimento.....	5
2.3 Conceção Geral do Sistema	5
CAPITULO 3 - DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS PARA ABASTECIMENTO	7
3.1 Objectivo	7
3.2 Conceção do Sistema Predial de Abastecimento de Águas	7
3.3 Rede de Água Fria – Dimensionamento	8
3.3.1 Pressão Necessária.....	8
3.3.2 Dispositivos de Utilização	8
3.3.3 Caudais Acumulados e Caudais de Cálculo.....	9
3.3.4 Coeficiente de Simultaneidade	10
3.3.5 Velocidade de escoamento.....	11
3.3.6 Determinação do Diâmetro e Perdas de Carga Contínuas e Localizadas.....	11
3.3.7 Verificação das Condições de Pressão.....	17
3.3.8 Reservatórios	18
3.3.9 Capacidade dos Reservatórios	19



3.3.10	Dimensionamento do Grupo Hidroressor	21
3.4	Rede de Água Quente - Dimensionamento	23
3.4.1	Produção Central de Água Quente	23
3.4.2	Necessidades de Água Quente	24
3.4.3	Dimensionamento do Sistema de Produção de Água Quente	24
3.5	Rede de Retorno de Água Quente - Dimensionamento	26

CAPÍTULO 4 - DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

.....27

4.1	Objectivo	27
4.2	Concepção do Sistema Predial de Drenagem de Águas Residuais	27
4.3	Rede de Drenagem de Águas Residuais Domésticas – Dimensionamento	27
4.3.1	Caudais de Descarga	27
4.3.2	Caudais de Cálculo	28
4.3.3	Coefficiente de Simultaneidade	29
4.3.4	Ramais de Descarga	30
4.3.5	Tubos de Queda	34
4.3.6	Ramais de Ventilação	35
4.3.7	Colunas de Ventilação	35
4.3.8	Colectores Prediais	36
4.3.9	Ramais de Ligação	36
4.3.10	Instalações Elevatórias	37
4.3.11	Câmaras de Retenção de Gorduras	39



4.4	Rede de Drenagem de Águas Residuais Pluviais – Dimensionamento.....	40
4.4.1	Caudais de Cálculo	40
4.4.2	Tubos de Queda	41
4.4.3	Câmaras de Inspeção.....	42
CAPÍTULO 5 – MATERIAIS E TRAÇADO DAS REDES		43
5.1	Rede de Abastecimento de Águas.....	43
5.1.1	Características do Traçado	43
5.1.2	Materiais Constituintes da Instalação	43
5.1.3	Tubagens de Polietileno Reticulado - Pex	44
5.1.4	Tubagens Multicamadas	47
5.2	Rede de Drenagem de Águas Residuais	50
5.2.1	Características do Traçado.....	50
5.2.2	Materiais Constituintes da Instalação	51
5.2.3	Tubagens de Policloreto de Vinilo – PVC Série B / Série U	51
5.2.4	Tubagens de Polipropileno Corrugado – PP Corrugado SN8	52
CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO		544
BIBLIOGRAFIA.....		55
ANEXOS DE CÁLCULO		57
REDE DE ÁGUAS PARA ABASTECIMENTO		58
REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS.....		59
PEÇAS DESENHADAS.....		60



INDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Caudais Instantâneos mínimos	8
Quadro 2 – Estimativas de Consumo	20
Quadro 3 – Consumos mínimos de água quente	24
Quadro 4 – Constantes de rugosidade dos materiais.....	32
Quadro 5 – Diâmetros dos tubos de queda e taxas de ocupação.....	34
Quadro 6 – Colunas de Ventilação	35
Quadro 7 – Colectores Prediais	36

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do Empreendimento	5
Figura 2 – Coeficiente de Simultaneidade	10
Figura 3 – Perda de Carga Localizada (valores de ξ).....	13
Figura 4 – Comprimentos Equivalentes nas tubagens de aço galvanizado	14
Figura 5 – Comprimentos Equivalentes nas tubagens de aço galvanizado - continuação	15
Figura 6 – Comprimentos Equivalentes nas tubagens de Cobre ou PVC	16
Figura 7 – Reservatórios de Abastecimento de Água	18
Figura 8 – Caudais de Descarga dos aparelhos	28
Figura 9 – Caudais de cálculo de águas residuais domésticas em função dos caudais acumulados	29
Figura 10 - Distância máxima admissível entre o sifão e a secção ventilada	31
Figura 11 – Ábaco escoamento a secção cheia ($K= 120 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$)	33
Figura 12 – Ábaco escoamento a secção cheia ($K= 120 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$)	33



Figura 13 – Valores de precipitação para as diferentes regiões	40
Figura 14 – Regiões Pluviométricas	41
Figura 15 – Diâmetros para tubagens PEX	44
Figura 16 – Manga envolvente para tubos PEX	44
Figura 17 – Acessórios PEX	45
Figura 18 – Afastamentos entre abraçadeiras para tubos PEX	45
Figura 19 – Esquema de instalação para tubos PEX	46
Figura 20 – Tubagem Multicamada	48
Figura 21 – Especificações técnicas para Tubagens Multicamadas	49
Figura 22 – Diâmetro das tubagens PVC	52
Figura 23 – Diâmetro das tubagens PVC	53



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil



CAPITULO 1 - INTRODUÇÃO

O presente trabalho de final de mestrado é baseado na elaboração de um projecto de ampliação e remodelação da rede de Águas de Abastecimento e da Rede de Drenagem de Águas Residuais do Hotel Terra Nostra nas Furnas – Ponta Delgada.

A escolha do projecto pautou-se por o mesmo estar inserido no contexto do desenvolvimento de toda a minha vida profissional bem como na escolha do ramo a seguir na realização do mestrado – “Hidráulica”.

O objectivo deste trabalho era aprofundar os conhecimentos da hidráulica e suas mais variadas abordagens, como por exemplo o correcto dimensionamento das redes de abastecimento e de drenagem prediais, assegurando desta forma o bom funcionamento das mesmas evitando assim consequentes problemas.

O processo empregue na concepção deste projecto é baseado em primeiro lugar na realização de um levantamento do local com recursos a plantas e fotografias bem como pela consulta de toda a informação existente sobre o empreendimento, e a compatibilização com todas as especialidades existentes neste projecto que estão directamente implicadas no processo.

Desta forma o presente trabalho foi estruturado por capítulos cujos temas são: Capítulo 1 – Introdução, onde está mencionado o motivo da escolha do projecto, o objectivo do mesmo, e o processo empregue na sua concepção. Capítulo 2 – Considerações Gerais, onde esta de uma forma geral as considerações utilizadas para a realização deste projecto. Capítulo 3 - Dimensionamento Hidráulico do Sistema de Distribuição de Águas para Abastecimento, onde esta mencionado todo o método utilizado no dimensionamento da rede de abastecimento. Capítulo 4 - Dimensionamento Hidráulico do Sistema de Drenagem de Águas Residuais, onde esta mencionado todo o processo utilizado no dimensionamento das redes de drenagem. Capítulo 5 – Materiais e Traçados das redes, onde estão mencionados os diferentes materiais utilizados, bem como as características do traçado. Capítulo 6 – Conclusão, está contemplado os resultados finais obtidos.



CAPITULO 2 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

2.1 História do Empreendimento [8]

“Terra Nostra Hotel, instalado no coração do Vale das Furnas, na Ilha de S. Miguel, arquipélago dos Açores, Portugal.

O Terra Nostra Hotel nasce da constituição da Sociedade Terra Nostra, formada no dia 3 de Novembro de 1934, por um grupo de devotados regionalistas, tendo como objectivo promover o valor turístico como destino único da ilha de S. Miguel. Com o apoio financeiro do empresário Vasco Bensaúde, construíram, assim, um complexo que compreende hoje o hotel, o casino e o parque.

A Sociedade Terra Nostra, fundada em Ponta Delgada com um capital social de 1.100 contos, tinha como objectivos “o desenvolvimento e propaganda da ilha de São Miguel, Açores”, com recurso a um melhor aproveitamento das riquezas naturais (em especial hidrográficas) para o fomento da ilha; proteger de todas as formas possíveis as paisagens micalenses e promovê-las no exterior; organizar exposições com a temática Açores, quer do ponto de vista cultural, quer industrial de forma a marcar pela diferença a nossa Identidade Cultural.

A sua acção iniciar-se-ia pela inauguração, a 10 de Março de 1934, do Bureau de Informações, junto ao primitivo cais da alfândega de Ponta Delgada e o lançamento de 20 postais ilustrados. A 29 de Julho do mesmo ano, seria inaugurado a pensão Terra Nostra, na rua do Contador, em Ponta Delgada, constituindo uma grande novidade na época, pela sua qualidade de serviço, que chegava ao requinte de ter um cozinheiro suíço.

Cerca de um mês depois, seria inaugurado o Casino das Furnas. Diria o Diário dos Açores, a 31 de agosto de 1934: “A inauguração do Casino das Furnas, como prevíamos, foi uma festa extraordinariamente interessante que deixou as mais agradáveis impressões naqueles que tiveram o prazer de a ela assistir”. A D. Lily Bensaúde, esposa de Vasco Bensaúde, seria nomeada madrinha do “Terra Nostra” no decorrer da referida inauguração.



Volvidos cerca de oitos meses, houve nova inauguração, agora do hotel, a 20 de Abril de 1935. Ficaria registado nos órgãos de comunicação social micalense, ser “[...] a coroa de glória de todo um insaníssimo trabalho, a apoteose de toda uma incansável dedicação [...]”.

A inserção do hotel Terra Nostra na História da Arte nos Açores... À semelhança de vários outros exemplos, alguns dos quais já desaparecidos, o hotel Terra Nostra constitui uma jóia da arquitectura nos Açores, sendo, neste momento (e infelizmente), exemplar único de um edifício de grandes dimensões no estilo da Art Déco nas ilhas. A insanidade dos nossos dirigentes condenou ao esquecimento outros excelentes exemplares, como o da saudosa fábrica de lacticínios da Calheta, em Ponta Delgada.

O projecto de arquitectura modernista do Terra Nostra é da autoria do engenheiro micalense António Manuel de Vasconcelos (1907-1960), e, apesar da sua ampliação e remodelação, tem mantido sempre a sua traça inicial. Formado pela Escola de Bruxelas, António de Manuel de Vasconcelos vai trazer para São Miguel um estilo muito intenso mas efémero do primeiro quartel do século XX, respeitando assim duas das linhas condutoras dos objectivos da Sociedade Terra Nostra: “construir hotéis, restaurantes e casinos [...] de modo a proporcionar todo o conforto aos nacionais e estrangeiros [...]” e “popularizar o gosto pelas construções de carácter artístico por meio de conferências e exposições de planos arquitectónicos”.

A Art Déco é um processo artístico que se manifesta nas artes decorativas e na arquitectura, integrando aspectos de vanguarda como o Cubismo, o Neoplasticismo e o Futurismo. Num período de tempo que decorre entre 1900 e 1925, a Art Déco é a expressão da vida moderna em inícios do século XX, manifestando-se na decoração de elementos geométricos e estilizados, formas racionais e puras, atingindo o seu auge na Exposição Internacional de Artes Decorativas de Paris, em 1925.

O hotel Terra Nostra é bem demonstrativo deste bom gosto, apesar de já ser da década de 1930. Quer ao nível do exterior, quer ao nível do interior, torna-se bem patente uma moda ou um gosto pela modernidade urbana típica dos anos de 1910 e 1920, que se arrastaria na sociedade açoriana ainda na década de 1930, com recurso a padrões geométricos e estilizados ao longo das suas linhas, aliás bem retratados na publicidade da época.



Inicialmente com 40 quartos, e considerado um dos melhores hotéis portugueses, manteria sempre o espírito original, complementado pela incorporação do parque Marquês da Praia, onde ainda hoje existem maravilhosas espécies botânicas. Neste exótico jardim do século XIX, construíram uma enorme piscina (dita única no mundo), alimentada com águas termais quentes, bem dentro do espírito do Romantismo de finais daquele século.

A Sociedade Terra Nostra cessaria toda a sua actividade em 1939, numa época em que novos ventos de guerra se levantavam.

Depois de recolhermos todas as informações possíveis para este trabalho, podemos afirmar que a "Sociedade Terra Nostra" teve uma visão futurista ao construir um complexo único na hotelaria dos Açores.

Ô facto de só em agosto de 1937 a Sociedade ter sido isenta de contribuição industrial revela que a larga visão do seu programa não foi entendida inicialmente ao nível das autoridades e dos privados, de modo a facilitar a sua execução. Tal como ainda hoje em dia, a sociedade açoriana padecia de uma limitada visão a longo prazo, reagindo tardiamente a este projecto. Se não fosse a persistência dos seus fundadores, tal como inúmeros outros projectos na nossa história, teria este importante e pioneiro programa acabado arrumado na gaveta de algum burocrata político...

A sua localização, as suas características e a sua envolvência fazem deste hotel um lugar único no mundo, sendo ainda hoje uma grande referência e atracção para o turismo de S. Miguel e uma jóia da arquitectura, devendo, como tal, ser sempre alvo de uma visita, não só dos nossos turistas, como de todos nós, açorianos, na defesa e no conhecimento do nosso património."

João Coimbra, Manuel Ponte e Vasco Bensaúde, alunos do Colégio do Castanheiro, com o apoio do professor de História, Sérgio Rezendes

1 Costa, Ricardo M. da, Açores – Western islands, Direção Regional de Turismo, Horta, 1989.

2 Idem Autor: Sérgio Rezendes

2.2 Localização do Empreendimento

O empreendimento se localiza nas Furnas, na ilha de São Miguel como indicado na figura abaixo:



Figura 1 – Localização do Empreendimento - [9]

2.3 Concepção Geral do Sistema

O abastecimento de água ao empreendimento terá o seu início nas reservas de abastecimento existentes no mesmo.

A partir do reservatório a rede será pressurizada por intermédio de um grupo hidropressor a instalar na central de bombagem ao nível da sala das máquinas e reservatórios.

A intervenção ao nível da rede das águas de abastecimento do hotel incide na remodelação total das instalações da Ala Jardim bem como a alteração das redes na Ala Deco que sofrem alterações (alguns quartos e instalações sanitárias, além da remodelação completa da cozinha).



A nível da rede da rede de drenagem projetaram-se sistemas separativos constituídos pelas águas pluviais da cobertura e as águas domésticas provenientes das instalações sanitárias e cozinha.

Estes efluentes convergem até ao nível do piso -1 sendo conduzidos graviticamente até à instalação elevatória IED e a partir desta elevados à rede existente.

Previu-se a instalação de uma câmara de retenção de gorduras para o tratamento dos elementos gordurosos localizada no piso 0 da Ala Deco.

As águas residuais pluviais são recolhidas em ralos na cobertura do edifício e conduzidas através de tubos de queda até aos colectores pluviais, sendo posteriormente ligadas à rede de infra-estruturas existente.

A escolha do traçado teve em consideração os condicionalismos da arquitectura, quer a nível estrutural, quer a nível funcional, os regulamentos nacionais e as normas e especificações em vigor.



CAPITULO 3 - DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS PARA ABASTECIMENTO

3.1 Objectivo

O objectivo do presente capítulo é apresentar os critérios utilizados para o dimensionamento dos sistemas de abastecimento de águas frias, quentes e de retorno.

Neste sentido seguiu-se as directrizes definidas na actual legislação em vigor (Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água - Decreto Regulamentar 23/95, de 23 Agosto) bem como outros guias práticos que servem de apoio à concepção dos sistemas.

3.2 Concepção Do Sistema Predial de Abastecimento de Águas

A alimentação ao edifício em estudo é realizada de forma indirecta, com recurso a utilização de reservatórios, onde a água proveniente do sistema público de abastecimento é acumulada de forma a fazer face as variações de pressão existentes na rede.

Os caudais mínimos das redes interiores a serem assegurados nos dispositivos de utilização instalados foram dimensionados de forma a garantir o bom funcionamento de toda a rede.

O dimensionamento da rede de distribuição de águas é realizado em função do caudal a assegurar nos diversos dispositivos de utilização, da altura, da pressão mínima a ser assegurada e do material que constitui a tubagem.



3.3 Rede de Água Fria – Dimensionamento

3.3.1 Pressão Necessária

O edifício é abastecido pela rede pública, na qual abastece um reservatório existente situado no piso -1 do empreendimento.

3.3.2 Dispositivos de Utilização

As dispositivos de utilização são saídas da canalização que permitem a utilização da água. [2]

Os caudais instantâneos (l/s) são considerados os caudais necessários que deverão abastecer os diferentes dispositivos de utilização, tendo em consideração as diferenças entre os mesmos.

Os caudais instantâneos mínimos considerados para os diversos dispositivos instalados, foram indicados no quadro 1:

Quadro 1 – Caudais Instantâneos mínimos [1]

Caudais Instantâneos	
Dispositivos de utilização	Caudais mínimos (l/s)
<i>Lavatório individual (Lv)</i>	0,10
<i>Lavatório coletivo (Lvi)</i>	0,05
<i>Bidé (Bd)</i>	0,10
<i>Banheira (Ba)</i>	0,25
<i>Chuveiro individual (Ch)</i>	0,15
<i>Pia de despejos Ø15mm (Pd)</i>	0,15
<i>Bacia de retrete (Br)</i>	0,10
<i>Mictório individual (Mi)</i>	0,15
<i>Lava-loiça (Ll)</i>	0,20
<i>Bebedouro (Bdo)</i>	0,10
<i>Máquina de lavar louça (Ml)</i>	0,15
<i>Máquina de lavar roupa (Mr)</i>	0,20
<i>Tanque de lavar roupa (Tq)</i>	0,20
<i>Bacia de retrete com fluxometro (Brf)</i>	1,50
<i>Mictório com fluxometro (Mif)</i>	0,50
<i>Boca de rega ou lavagem Ø15mm (Re)</i>	0,30
<i>Boca de rega ou lavagem Ø20mm (Re)</i>	0,45
<i>Máquinas industriais e outros aparelhos</i>	<i>De acordo com o fabricante</i>



3.3.3 Caudais Acumulados e Caudais de Cálculo

Os caudais de cálculo não são na realidade os somatórios dos caudais instantâneos de todos os dispositivos em funcionamento simultâneo (caudal acumulado), mas este mesmo somatório afectado por um coeficiente, ao qual damos o nome de coeficiente de simultaneidade.

De acordo com decreto regulamentar nº 23/95, na determinação dos caudais de cálculo deve ter-se em conta a possibilidade do funcionamento não simultâneo da totalidade dos dispositivos de utilização, considerando-se coeficientes de simultaneidade como indicado nos pontos abaixo:

1 - Designa-se por coeficiente de simultaneidade numa dada secção, a relação entre o caudal simultâneo máximo previsível, ou seja o caudal de cálculo, e o caudal acumulado de todos os dispositivos de utilização alimentados através dessa secção;

2 - O coeficiente de simultaneidade pode ser obtido por via analítica ou gráfica resultante de dados estatísticos aplicáveis.

No estudo em questão o dimensionamento foi realizado de forma a obter um nível de conforto médio, de acordo com o anexo V do respectivo decreto.

O caudal de cálculo é obtido pela expressão:

$$Q_c = X \times Q_a \quad [1]$$

Onde:

Q_c – caudal de cálculo

X – Coeficiente de simultaneidade

Q_a – Caudal de cálculo

3.3.4 Coeficiente de Simultaneidade

O coeficiente de simultaneidade é a relação, numa dada secção, entre o caudal de cálculo e o caudal acumulado de todos os dispositivos de utilização alimentados através dessa secção. [2]

A determinação do número de dispositivos de utilização em funcionamento simultâneo foi obtida através de via gráfica, com recurso as equações associada a mesma para a sua representação, permitindo a obtenção directa dos caudais de cálculo do respectivo projecto.

Uma vez que se trata de uma unidade hoteleira o coeficiente de simultaneidade deverá ser acrescido de um factor de majoração na ordem de 1,25.

A curva utilizada considerado o desempenho pretendido, aplica-se ao nível de conforto médio, cujas fórmulas associadas são:

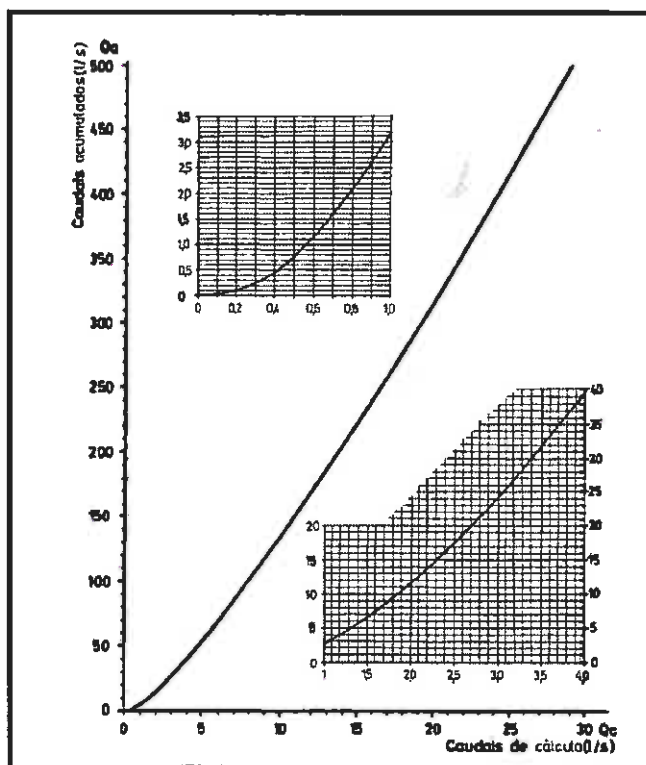


Figura 2 – Coeficiente de Simultaneidade [3]



As fórmulas associadas ao gráfico acima representado são:

$$Q_{\text{dim}} = 0,5226 \times Q_{\text{acum}}^{0,5364} \rightarrow 3,5 < Q_{\text{acum}} \leq 25 \text{ (l/s) [3]}$$

$$Q_{\text{dim}} = 0,2525 \times Q_{\text{acum}}^{0,7587} \rightarrow Q_{\text{acum}} \geq 25 \text{ (l/s) [3]}$$

$$Q_{\text{dim}} = 0,5469 \times Q_{\text{acum}}^{0,5137} \rightarrow Q_{\text{acum}} \leq 3,5 \text{ (l/s) [3]}$$

3.3.5 Velocidade de Escoamento

De acordo com o regulamento em vigor, a velocidade de escoamento deverá ficar compreendida entre 0,5 m/s e 2.0m/s, mas por questões de conforto e durabilidade da tubagem esta deverá oscilar entre 1m/s e 1,5 m/s, uma vez que a maioria dos ruídos e vibrações dá-se pelo excesso de velocidade.

3.3.6 Determinação do Diâmetro e Perdas de Carga Contínuas e Localizadas

A determinação da perda de carga nas tubagens e do respectivo diâmetro da mesma são obtidas pelas expressões:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V \times \pi}}$$

Onde:

D – Diâmetro (m)

Q – Caudal (m³/s)

V – Velocidade de escoamento (m/s)

$$J = 4b \times V^{7/4} \times D^{-5/4} \text{ [1]}$$



Onde:

D – Diâmetro (m)

V – Velocidade de escoamento (m/s)

J – Perda de carga (m/m)

b – Factor caracterizador da rugosidade do material



b = 0.00023 - Tubagens de aço;

b = 0.000152 - Tubagens de cobre ou aço inox;

b = 0.000134 - Tubagens de material plástico.

As perdas de carga localizadas ocorrem nos diferentes troços de tubagem onde existem singularidades.

Desta forma deverá ser considerado um acréscimo de pelo menos 20% às perdas de carga contínuas, de forma a fazer face às singularidades existentes em todo o percurso da tubagem.

Caso se justifique um cálculo mais rigoroso, devido á existência de singularidades significativas ao longo de todo o trajecto da tubagem, as perdas localizadas podem ser calculadas pelo método dos comprimentos equivalentes, em que cada singularidade tem uma perda de carga semelhante a um determinado comprimento de tubagem com o mesmo diâmetro.

As perdas de carga referentes as singularidades ainda podem ser calculadas pela expressão:

$$J_1 = \xi V^2/2g \quad [1]$$

Onde:

J – Perda de carga devido às singularidades

V – Velocidade de escoamento

g – Aceleração da gravidade

ξ – Coeficiente ligado a geometria de cada singularidade
















Acessórios Desperdiçáveis	Diâmetro (mm)										
	Cobre										
	Aço										
	8	10	12	14	16	20	30	36	40	50	≥ 60
8	12	15	21	26	33	40	50	≥ 60			
	1,5					1			0,5		0,5
	1					0,7			0,3		0,2
	2		1,5			1			0,8		0,5
	1,3		1			0,7			0,5		0,2
		1				0,5			0,2		
	1,5		1			0,5			0,3		0,2
		16	15	14	12	10	8		6		
						0,5					
						1,5					
						1,5					
						$\xi_1 = 1$ $\xi_2 = 1,5$					
						3					
						0,5					
						$\xi_1 = 1$ $\xi_2 = 0,5$					
						$\xi_1 = 1$ $\xi_2 = 0,5$ $\xi_3 = 1,5$					

Figura 3 – Perda de Carga Localizada (valores de ξ) [1]

As figuras 4, 5 e 6 demonstram os comprimentos equivalentes dos acessórios para alguns tipos de material.















Acessórios	Diâmetro (mm)								
	10	15	20	25	32	40	50	65	80
	0,35	0,47	0,70	0,94	1,17	1,41	1,88	2,35	2,82
	0,33	0,44	0,67	0,89	1,11	1,33	1,78		
	0,16	0,22	0,32	0,43	0,54	0,65	0,86	1,08	1,30
	0,61	0,81	1,22	1,63	2,00	2,44	3,25		
		0,27	0,41	0,55	0,68	0,82	1,04	1,37	1,64
	0,24	0,32	0,48	0,64	0,79	0,95	1,27	1,59	1,91
	0,25	0,34	0,50	0,67	0,84	1,01	1,35	1,68	2,02
	0,15	0,20	0,30	0,41	0,51	0,61	0,81	1,02	1,22
		0,43	0,65	0,86	1,08	1,30	1,73		
		0,87							
	0,06	0,08	0,12	0,17	0,21	0,25	0,33	0,41	0,50
	0,31	0,69	1,03	1,37	1,71	2,06	2,74	3,43	4,11
	0,62	0,83	1,23	1,66	2,08	2,50	3,33	4,16	4,99
		0,09	0,19	0,18	0,22	0,27	0,36	0,44	

Figura 4 – Comprimentos Equivalentes nas tubagens de aço galvanizado [1]
















Acessórios	Diâmetro (mm)								
	10	15	20	25	32	40	50	65	80
		0,44	0,66	0,88	1,10	1,31	1,75	2,19	
	0,08	0,10	0,15	0,20	1,25	1,30	0,4		
	0,50	0,67	1,01	1,55	1,68	2,02	2,69		
		0,28							
		0,30							
	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
			0,01						
		0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5
		4,9	6,7	8,2	11,3	13,4	17,5	21,00	26,0
		2,6	3,6	4,6	5,6	6,7	8,5	10,0	13,0
		3,6	5,6	7,3	10,0	11,6	14,0	17,0	20,0
		1,1	1,6	2,1	2,7	3,2	4,2	5,2	6,5
		1,6	2,4	0,2	4,0	4,8	6,4	8,1	9,7
Acessórios com redução	Diâmetros (mm)								
	15 / 10	20 / 15	25 / 20	32 / 25	40 / 32	50 / 40	65 / 50	80 / 65	
	0,07	0,10	0,14	0,17	0,21	0,28	0,35	0,42	

Figura 5 – Comprimentos Equivalentes nas tubagens de aço galvanizado - continuação [1]














Accessórios	Diâmetro (mm)							
	15	20	25	32	40	50	65	80
	1,1	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	3,9
	0,4	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,7	1,8
	0,4	0,5	0,6	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	0,7	0,8	0,9	1,5	2,2	2,3	2,4	2,5
	2,5	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0
	2,5	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0
	8,1	9,5	13,3	15,5	18,3	23,7	25,0	26,8
	2,5	2,7	3,8	4,9	6,8	7,1	8,2	9,3
	3,6	4,1	5,8	7,4	9,1	10,8	12,5	14,2
	11,1	11,4	15,0	22,0	35,8	37,9	38,0	40,0
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9
	5,9	6,1	8,4	10,5	17,0	18,5	19,0	20,0

Figura 6 – Comprimentos Equivalentes nas tubagens de Cobre ou PVC [1]



3.3.7 Verificação das condições de pressão

De acordo com o decreto regulamentar nº 23/95 Artº 87º As pressões de serviço nos dispositivos de utilização devem situar-se entre 50kPa e 600kPa, sendo recomendável, por questões de conforto e durabilidade dos materiais, que se mantenham entre 150 kPa e 300 kPa.

Neste sentido toda a rede foi dimensionada de forma a obter-se no dispositivo mais desfavorável uma pressão mínima de 150 kPa (15m.c.a).

Caso seja verificado o incumprimento deste requisito toda a rede deverá ser redimensionada no sentido de obter nos respectivos aparelhos a pressão desejada.

Para obter-se a pressão disponível no ponto mais desfavorável, considerando as perdas de carga conhecidas ao longo de todo o trajecto desde da rede pública, utiliza-se a expressão:

$$P_x = P_d - Z_n - \Delta H_t \quad [1]$$

Onde:

P_x - pressão disponível no ponto considerado (m.c.a.)

P_d - pressão disponível na rede pública de distribuição à entrada do edifício (m.c.a.)

Z_n - diferença de cota entre o ponto x e a rede pública de distribuição (m)

ΔH_T - perdas de carga totais entre a saída do hidropressor e o ponto considerado (m.c.a.)

Então:

$$P_x = P_d - Z_n - \Delta H_t$$

$$P_x = 33 - 12 - 3$$

$$P_x = 18 \text{ m-c-a}$$

3.3.8 Reservatórios

A alimentação ao edifício será realizada indirectamente com recurso a dois reservatórios (existentes), que permitirão à acumulação da água proveniente da rede pública, sendo posteriormente distribuída por todo o empreendimento.

Do grupo de pressurização (existente e alvo de reabilitação), sairão duas ramificações com o objectivo de abastecer as alas existentes no hotel (Ala Deco e Ala Jardim).

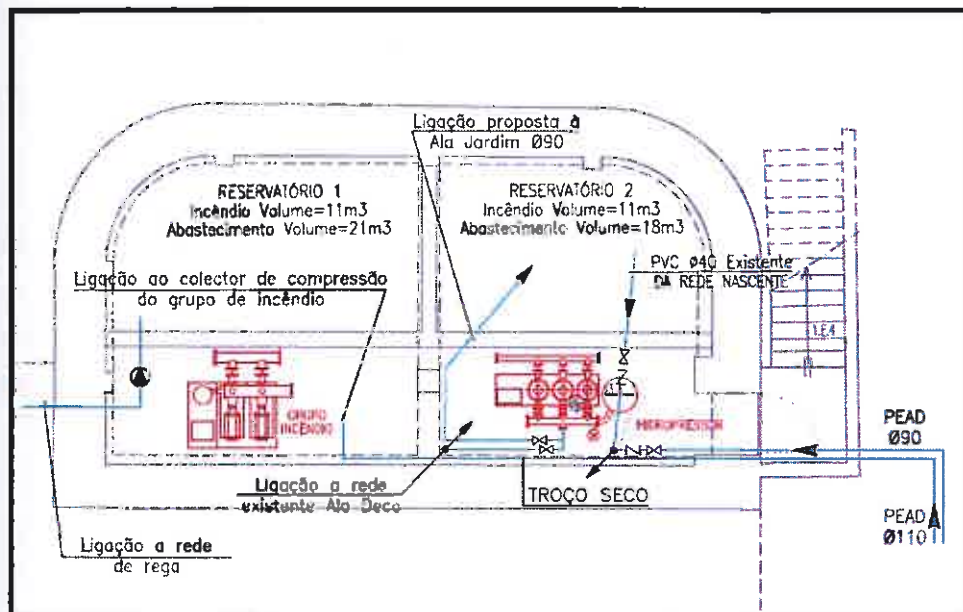


Figura 7 – Reservatórios de Abastecimento de Água

As reservas possuem uma capacidade de 21 e 18 m³ que alimentaram os vários pisos, e foram alvo de estudo para que fosse confirmado que as suas capacidades seriam suficientes para fazer face a remodelação de toda a rede.



Para o estudo da capacidade dos reservatórios levou-se em consideração os seguintes aspectos:

- Número de quartos;
- Número de ocupantes.

3.3.9 Capacidade dos Reservatórios

O consumo da água num edifício depende da função a qual o edifício se destina. Edifícios industriais, residenciais, hospitalares, hoteleiros, escolares, etc., apresentam características particulares que devem ser levadas em consideração no projecto de distribuição de águas.

A previsão é feita de acordo com o consumo total por cada utilizador.

A definição do volume da reserva de água foi determinada tendo por base a utilização dos utentes a servir com alimentação pressurizada, sendo a capacidade mínima o volume necessário para 24 horas de consumo.

Estimou-se um caudal para um hotel com serviço de cozinha e lavandaria, no qual foi considerado um caudal de 250 l/dia por hóspede, conforme a tabela seguinte:



Quadro 2 – Estimativas de Consumo [4]

<i>Estimativa de Consumo Diário de Água</i>		
<i>Tipo do Prédio</i>	<i>Unidade</i>	<i>Consumo /dia</i>
<i>1- Serviço Doméstico</i>		
<i>Apartamentos</i>	<i>per capita</i>	<i>200</i>
<i>Apartamentos de Luxo</i>	<i>por dormitório / por quarto de empregada</i>	<i>300 a 400 / 200</i>
<i>Residência de Luxo</i>	<i>per capita</i>	<i>300 a 400</i>
<i>Residência de Médio Valor</i>	<i>per capita</i>	<i>150</i>
<i>Residência Populares</i>	<i>per capita</i>	<i>120 a 150</i>
<i>Alojamentos Provisórios de Obra</i>	<i>per capita</i>	<i>80</i>
<i>Apartamento de Zelador</i>		<i>600 a 1000</i>
<i>2- Serviço Público</i>		
<i>Edifício de Escritórios</i>	<i>por ocupante efectivo</i>	<i>50 a 80</i>
<i>Escolas, Internatos</i>	<i>per capita</i>	<i>150</i>
<i>Escolas, Externatos</i>	<i>por aluno</i>	<i>50</i>
<i>Escolas, Semi-Internato</i>	<i>por aluno</i>	<i>100</i>
<i>Hospitais e Casas de Saúde</i>	<i>por leito</i>	<i>250</i>
<i>Hotéis com Cozinha e Lavandaria</i>	<i>por hóspede</i>	<i>250 a 350</i>
<i>Hotéis sem Cozinha e lavandaria</i>	<i>por hóspede</i>	<i>120</i>
<i>Lavandarias</i>	<i>por Kg de roupa seca</i>	<i>30</i>
<i>Quartéis</i>	<i>por soldado</i>	<i>150</i>
<i>Cavaliças</i>	<i>por cavalo</i>	<i>100</i>
<i>Restaurantes</i>	<i>por refeição</i>	<i>25</i>
<i>Mercados</i>	<i>por m² de área</i>	<i>5</i>
<i>Garagens e postos de serviços para automóveis</i>	<i>por automóvel / por caminhão</i>	<i>100 / 150</i>
<i>Regas de Jardins</i>	<i>por m² de área</i>	<i>1,5</i>
<i>Cinemas, teatros</i>	<i>por lugar</i>	<i>2</i>
<i>Igrejas</i>	<i>por lugar</i>	<i>2</i>
<i>Ambulatórios</i>	<i>per capita</i>	<i>25</i>
<i>Creches</i>	<i>per capita</i>	<i>50</i>
<i>3- Serviço Industrial</i>		
<i>Fábricas (uso pessoal)</i>	<i>por operário</i>	<i>70 a 80</i>
<i>Fábrica com restaurante</i>	<i>por operário</i>	<i>100</i>
<i>Usinas de leite</i>	<i>por litro de leite</i>	<i>5</i>
<i>Matadouros</i>	<i>por animal abatido de grande porte</i>	<i>300</i>
<i>Matadouros</i>	<i>por animal abatido de pequeno porte</i>	<i>150</i>



O cálculo do consumo diário foi efectuado tendo em consideração todos os quartos existentes e os novos.

Consumo Diário

Nº de quartos - 78 quartos;

Nº utentes previstos – 156 hóspedes, com capitação de 250 l/dia

$$V = \text{Pop} \times \text{Cap} \text{ [4]}$$

$$V = (156 \times 250) = 39.000\text{L}$$

O edifício possui dois reservatórios cujas capacidades são suficientes para o aumento previsto. Os reservatórios têm a capacidade de 21m³ e 18 m³, sendo dotado de níveis de alarme alto e baixo, descargas de superfície e de fundo, conforme o apresentado nas peças desenhadas.

3.3.10 Dimensionamento do Grupo Hidroressor

O grupo electrobomba deverá ter velocidade variável, possuir uma bomba principal e uma bomba de reserva, com funcionamento alternado e nas condições médias para o caudal de ponta (5,49 l/s), altura de elevação de 50 m.c.a e 60% de rendimento, com um diâmetro de \varnothing_{ext} de 90mm em PEAD para uma velocidade de 1,5 m/s.

O caudal de ponta obtido para o dimensionamento obtido para o grupo electrobomba deverá ser majorado em 20% para que haja uma folga de segurança em relação aos valores obtidos nos cálculos.

A potência da bomba é determina pela expressão:

$$P = (\gamma \times Q \times H_{\text{total}} / \eta) \text{ [1]}$$

Onde:

P – Potência (W)

γ – Peso volúmico (N.m⁻³)



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil

Q – Caudal bombado ($m^3 \cdot s^{-1}$)

H_{total} – Altura total (m)

η – Rendimento da bomba

Então:

$$P = (\gamma \times Q \times H_{total} / \eta) / 1000$$

$$P = 9800 \times 50 \times 0.00549 / 0.6 / 1000$$

$$P = 4,48 \text{ kW}$$



3.4 Rede de Água Quente - Dimensionamento

O dimensionamento da rede de distribuição de água quente deve ser definido de forma a suprir adequadamente as necessidades previsíveis do edifício a servir, as quais dependem da temperatura, dos caudais instantâneos e do volume de água quente a ser disponibilizada.

A distribuição predial da água quente é feita através de uma rede de distribuição devidamente isolada para evitar as perdas de calor ao longo do percurso, aumentando desta forma a eficiência do sistema. O dimensionamento da mesma é em tudo semelhante a rede de distribuição de água fria.

No dimensionamento da rede de água de água quente, procurou-se traçados que minimizassem as perdas de carga, aproveitando-se a pressão disponibilizada e garantindo a velocidade imposta pelo regulamento.

A temperatura não deverá exceder os 60°C.

A instalação de água quente pode ser realizada de dois modos distintos, individual ou central (privada ou colectiva).

No caso em estudo o sistema de aquecimento é central, e foi instalado no piso -1.

O sistema de aquecimento escolhido foi uma caldeira com depósito de acumulação, que fará face somente a parte ampliada do hotel.

3.4.1 Produção Central de Água Quente

Sempre que a água quente seja produzida centralmente, o sistema que compõe a sua produção ficará numa parte do edifício destinada para esse fim.

Os sistemas de produção de água quente central normalmente são constituídos por uma caldeira e um reservatório termicamente isolado, permitindo a troca de calor com auxílio de permutadores exteriores ou através de serpentinas colocadas no interior dos reservatórios, sendo feita a sua distribuição por toda a rede.

3.4.2 Necessidades de Água Quente

As necessidades de água quente para o edifício em estudo tiveram como base o caudal necessário a ser consumido, bem como o número de hóspedes.

Quadro 3 – Consumos mínimos de água quente [1]

CONSUMOS MÍNIMOS DE ÁGUA QUENTE A CONSIDERAR EM EDIFÍCIOS PÚBLICOS				
TIPO DE EDIFÍCIO	CARACTERÍSTICAS		NECESSIDADES DIÁRIAS (LITROS A 60°C)	
HOTÉIS	<i>de 3 estrelas em montanha</i>		170	
	<i>de 3 estrelas em outros lugares</i>		130 a 140	
	<i>de férias à semana com banho</i>		100	
	<i>de 1 estrela com 50% de duchas e 50% de banheiras</i>		75	
	<i>restaurante (50 a 150 refeições/ dia)</i>		POR REFEIÇÃO	12 a 20
	<i>lavagem de roupas</i>		POR KG DE ROUPA SECA	4 a 5
GRANDES COZINHAS	<i>com ligação as zonas de frio</i>		POR REFEIÇÃO	2 a 3
ESCOLAS	<i>quartos</i>		POR CAMA/DIA	30 a 40
	<i>refeições sem lavagem de louças</i>		POR REFEIÇÃO	3 a 5
	<i>refeições com lavagem de louças</i>			9 a 10
SAÚDE	<i>Lar de idosos</i>	<i>quartos</i>	POR CAMA/DIA	40
		<i>cozinhas</i>	POR REFEIÇÃO	9 a 10
	<i>Maternidade e Clinicas</i>	<i>quartos</i>	POR CAMA/DIA	60
		<i>cozinhas</i>	POR REFEIÇÃO	10 a 15
	<i>Hospitais</i>	<i>quartos</i>	POR CAMA/DIA	50 a 60
		<i>cozinhas</i>	POR REFEIÇÃO	8 a 12
CAMPISMO	<i>de 3 a 4 estrelas</i>		POR CAMA/DIA	12
			POR TENDA/DIA	45

Para o cálculo do consumo de água quente no edifício levou-se em consideração 170l/dia por quarto, 20l/dia por refeição e 5l/dia por quilo de roupa de acordo com quadro acima indicado.

3.4.3 Dimensionamento do Sistema de Produção de Água Quente

O sistema de produção de água quente utilizado no projecto em questão foi o por acumulação como referido anteriormente. Esse sistema permite que a água seja armazenada em períodos de 5 a 8 horas, em que os consumos são menores, geralmente o horário nocturno.

Todo o sistema foi dimensionado com base no número de quartos existentes e com as necessidades diárias de água quente para o edifício, com base na tabela apresentada no ponto 3.4.2.



Após a obtenção do volume necessário para fazer face as necessidades diárias de água quente no edifício, obtém-se a potência do aparelho de produção através da expressão:

$$P = (c \times (T_r - T_{amin}) \times (V_h \times V_a) / \Delta t) [1]$$

Onde:

P – Potência de produção (W)

c – Calor específico da água (1,16Wh/kg. °C)

T_r – Temperatura da água à saída do sistema (°C)

T_{min} – Temperatura mínima da água no reservatório de acumulação (°C)

V_h – Volume retirado numa hora (l)

V_a – Volume armazenado (l)

Δt – Intervalo de tempo de consumo máximo (h)

Onde V_h deverá ser calculado em função da hora mais desfavorável através da expressão:

$$V_h = 0,75 V_{dmed} [1]$$

Onde:

V_h – Volume no horário mais desfavorável

V_{d med} – Volume médio de água consumido em um dia



3.5 Rede de Retorno de Água Quente - Dimensionamento

O dimensionamento da rede de distribuição de retorno de água quente é feito através de uma rede de distribuição em tudo semelhante á utilizada nas redes de distribuição de água fria e quente, excepto o dimensionamento dos caudais circulantes no sistema.

Todo o processo é feito com o objectivo de obter o equilíbrio final do sistema em relação as pressões em todas as colunas existentes.

Para a rede de retorno de águas quentes o diâmetro considerado foi 1/3 do valor do diâmetro da água quente.



CAPÍTULO 4 - DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

4.1 Objectivo

O objectivo do presente capítulo é apresentar os critérios utilizados para o dimensionamento dos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais.

Para fazer face ao correcto dimensionamento de todo o sistema seguiram-se as diretrizes definidas na actual legislação em vigor, bem como outros guias práticos que servem de apoio à concepção do mesmo.

4.2 Concepção do Sistema Predial de Drenagem de Águas Residuais

Projectaram-se sistemas separativos, constituídos pelas águas pluviais provenientes de coberturas e terraços e pelas águas domésticas provenientes das instalações sanitárias e cozinha.

A intervenção ao nível das redes das águas residuais do hotel incide na remodelação total das instalações da Ala Jardim e na alteração pontual de algumas instalações na Ala Deco.

Desta forma realizar-se-á o dimensionamento dos diversos troços de acordo com o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais - Dec. Lei 23/95.

4.3 Rede de Drenagem de Águas Residuais Domésticas – Dimensionamento

4.3.1 Caudais de Descarga

Os caudais de descarga a serem atribuídos aos aparelhos sanitários devem corresponder à utilização específica a que se destinam, sendo que estes mesmos caudais serão os descarregados pelos aparelhos para a rede de drenagem.



Para efeito de dimensionamento do sistema os valores mínimos dos caudais de descarga a serem considerados estão indicados no quadro abaixo.

Aparelho	Caudal de descarga (l/min.)	Ramal de descarga (milímetros)	Sifão	
			Diâmetro mínimo (milímetros)	Fecho hídrico (milímetros)
Bacia da retrete.....	90	90	(1)	
Benheira....	60	40	30	
Bidé.....	30	40	30	
Chuveiro....	30	40	30	
Lavatório....	30	40	30	
Máquina lava-louça	60	50	40	50
Máquina lava-roupa.....	60	50	40	
Mictório de espaldar	90	75	60	
Mictório suspenso.....	60	50	(a)	
Pia lava-louça	30	50	40	
Tanque	60	50	30	
Máquinas industriais e outros aparelhos não especificados.	Em conformidade com as indicações do fabricante.			

Figura 8 – Caudais de Descarga dos aparelhos [3]

4.3.2 Caudais de Cálculo

Para a obtenção do caudal de cálculo num troço, dever-se-á utilizar os caudais acumulados provenientes do somatório dos caudais de descarga correspondentes aos aparelhos correspondentes aquele troço afectados por um coeficiente de simultaneidade de acordo com a fórmula indicada abaixo:

$$Q_c = C_s \times Q_a \quad [1]$$

Onde:

Q_c – Caudal de cálculo

C_s – Coeficiente de simultaneidade

Q_a – Caudal acumulado

4.3.3 Coeficiente de Simultaneidade

Os coeficientes de simultaneidade (Cs) poderão ser obtidos por via analítica ou gráfica e de acordo com o método preconizado pelo regulamento português. "Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água - Decreto Regulamentar 23/95, de 23 Agosto", anexo XV, que fornece os caudais de cálculo das águas residuais domésticas em função dos caudais de descarga acumulados.

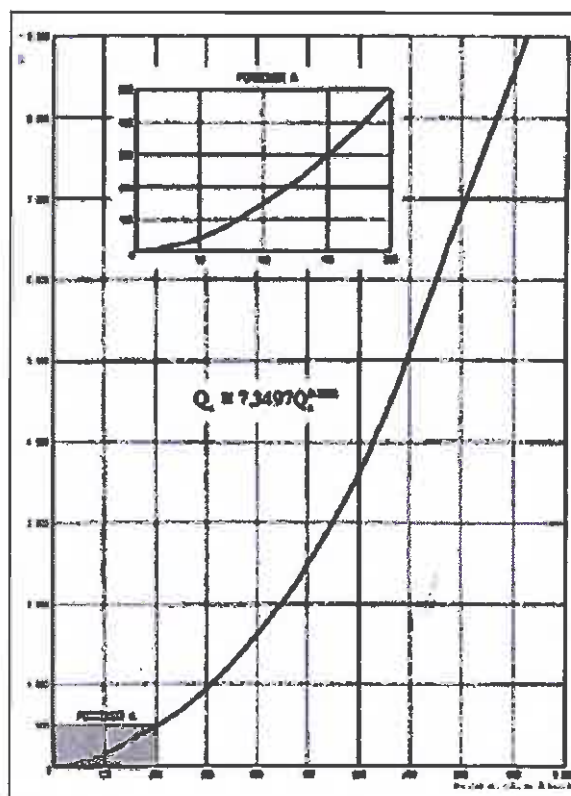


Figura 9 – Caudais de cálculo de águas residuais domésticas em função dos caudais acumulados [3]

No processo analítico, a determinação do coeficiente de simultaneidade é efectuada a partir da expressão:



$$Q_c = 7.3497 \times Q_a^{0.5352} \quad [1]$$

Onde:

Q_c – Caudal de cálculo (l/min)

Q_a – Caudal acumulado (l/min)

4.3.4 Ramais de Descarga

Os ramais de descarga podem ser individuais e não individuais e devem ser dimensionados de acordo com a fórmula de Manning- Strickler:

$$Q = K \times A \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad [1]$$

Onde:

Q – Caudal de cálculo (m^3/s)

K – Rugosidade da tubagem ($m^{1/3}/s$)

A – Secção da tubagem ocupada pelo fluido (m^2)

I – Inclinação (m/m)

R – Raio hidráulico (m)

Os ramais de descarga individuais podem ser dimensionados para um escoamento a secção cheia, nos casos de sistemas com ventilação secundária completa e nos casos de sistemas apenas com ventilação primária, desde que a distancia entre a secção ventilada e o sifão não ultrapasse os valores máximos indicados no regulamento. No caso contrario, o dimensionamento deve ser feito para um escoamento a meia secção.

Os ramais de descarga não individuais são dimensionados sempre para escoamentos com alturas inferiores ou iguais a meia secção.

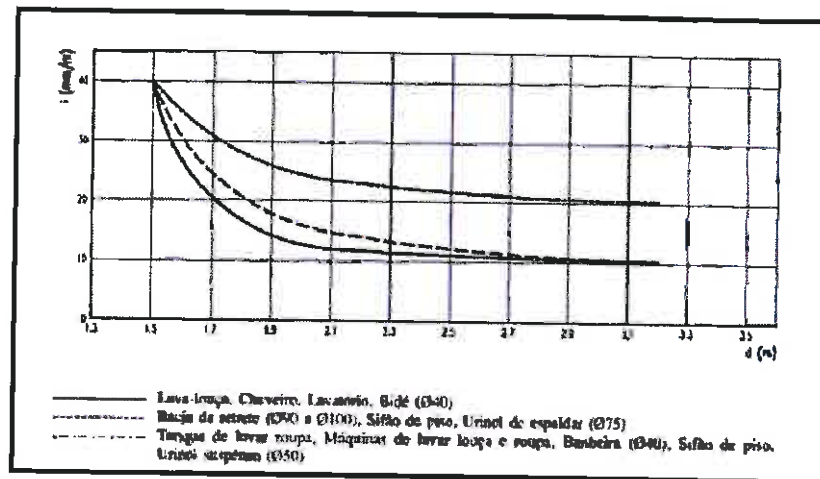


Figura 10 - Distância máxima admissível entre o sifão e a secção ventilada [1]

As inclinações dos mesmos devem sempre estar compreendidas entre 10 e 40mm/m, que correspondem a 1 a 4% de inclinação.

A Determinação dos Ramis de descarga a meia secção e a secção cheia podem ser realizado através das fórmulas abaixo indicadas:

Secção cheia

$$D = Q^{3/8} / (0.6459 \times K^{3/8} \times i^{3/16}) \quad [10]$$

Onde:

D – Diâmetro interior da tubagem em metros (m)

Q – Caudal de cálculo (m³/s)

i – Inclinação (m/m)

K – Rugosidade da tubagem (m^{1/3} s⁻¹)



Meia secção

$$D = Q^{3/8} / 0.4980 \times K^{3/8} \times i^{3/16} \quad [10]$$

Onde:

D – Diâmetro interior da tubagem em metros (m)

Q – Caudal de cálculo (m³/s)

i – Inclinação (m/m)

K – Rugosidade da tubagem (m^{1/3} s⁻¹)

O coeficiente de rugosidade é função do tipo de material utilizado conforme abaixo apresentado:

Quadro 4 – Constantes de rugosidade dos materiais [1]

VALORES DA CONSTANTE DE RUGOSIDADE k	
CONSTITUIÇÃO DAS TUBAGENS	Ks (m ^{1/3} .S ⁻¹)
PVC	120
Cimento liso, chapa metálica sem soldaduras	90 a 100
Cimento afagado, aço com protecção betuminosa	85
Reboco, grés ferro fundido novo	80
Betão, ferro fundido com algum uso	75
Ferro fundido usado	70

Os ramais de descarga individuais e não individuais também podem ser obtidos através de abacos, conforme as figuras 11 e 12 abaixo apresentados, neste caso adequados para tubos com $K_s = 120: m^{1/3} s^{-1}$

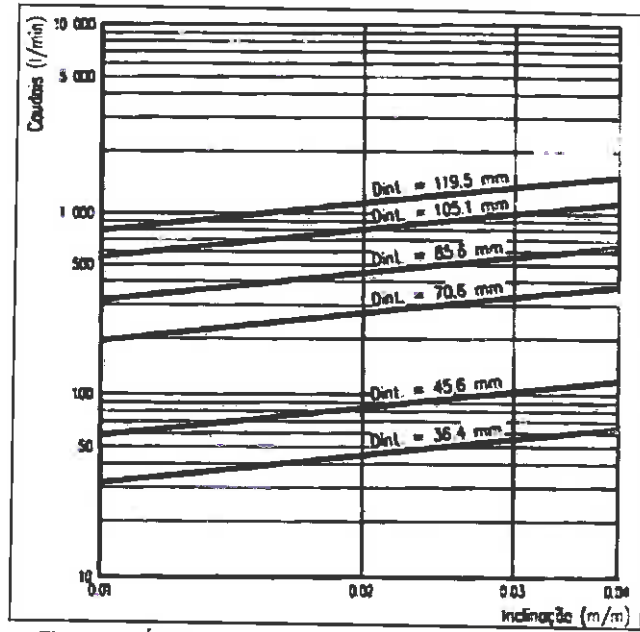


Figura 11 – Ábaco escoamento a secção cheia ($K=120$ m 1/3. s) [10]

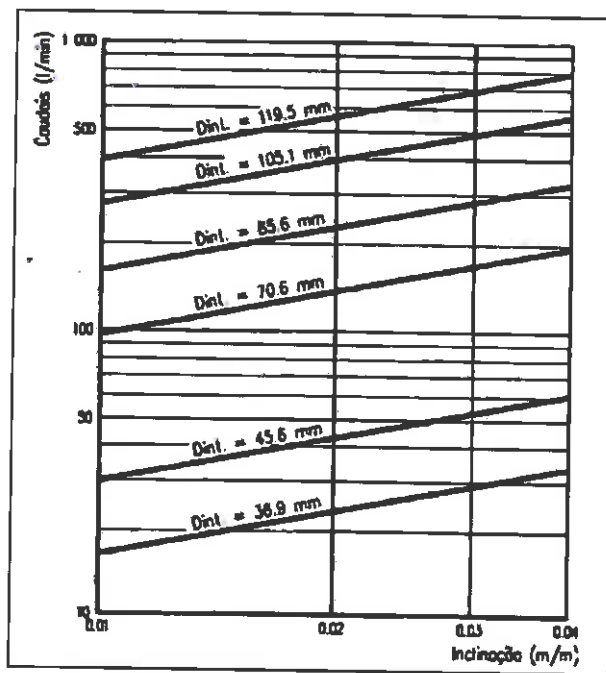


Figura 12 – Ábaco escoamento a meia secção ($K=120$ m 1/3. s) [10]



4.3.5 Tubos de Queda

Os tubos de queda tem como função de receber as águas residuais dos ramais de descarga e conduzir as mesmas aos colectores prediais.

O diâmetro do tubo de queda é calculado com recurso à seguinte expressão:

$$D = 4.4205 \times Q^{3/8} \times T_s^{-5/8} \quad [1]$$

Onde:

D – Diâmetro interior do tubo de queda (mm)

Q – Caudal de cálculo (l/min)

T_s – Taxa de ocupação

Os tubos de queda deverão ser dimensionados para uma taxa de ocupação (T_s) máxima de 1/3 se o sistema possuir ventilação secundária. Caso contrário, esta taxa de ocupação descerá até 1/7, com o aumento do seu diâmetro, de acordo com o indicado no quadro abaixo:

DIÂMETRO DOS TUBOS DE QUEDA E TAXA DE OCUPAÇÃO	
Ø do tubo de queda	Taxa de ocupação
D=50	1/3
50<D<=75	1/4
75<D<=100	1/5
100<D<=125	1/6
D>125	1/7

Quadro 5 – Diâmetros dos tubos de queda e taxas de ocupação [1]



4.3.6 Ramais de Ventilação

Os ramais de ventilação, caso se verifique a sua existência, devem ter o seu diâmetro interior igual ou superior a 2/3 do diâmetro dos ramais de descarga que ventilam.

4.3.7 Colunas de Ventilação

As colunas de ventilação têm como função complementar a ventilação efectuada por meio dos tubos de queda, sempre que a taxa de ocupação superior ao indicado no quadro 5, ou quando a existência de ramais de ventilação assim exija.

Para o cálculo do diâmetro da coluna de ventilação pode-se utilizar a expressão abaixo indicada ou consultar o quadro 6, que estabelece a relação entre D_v , L_v e D para alguns diâmetros de tubagem de PVC comercializados no mercado.

$$D_v = 0.390 \times L_v^{0.187} \times D_q [5]$$

Onde:

D_v – Diâmetro da coluna de ventilação (mm)

L_v – Altura (comprimento) da coluna de ventilação (m)

D_q – Diâmetro do tubo de queda (mm)

DIMENSIONAMENTO DAS COLUNAS DE VENTILAÇÃO								
DN (mm)	Diâmetro interior (mm)	Altura máxima (m)						
		DN do tubo de queda						
		Diâmetro interior do tubo de queda						
		90	110	125	140	160	200	250
		85,6	105,1	119,5	133,9	153,0	191,4	239,4
50	45,6	5						
75	70,5	55	18	9	5			
90	85,6	154	51	26	14	7		
110	105,1		154	77	42	21	6	
125	119,5			154	84	41	13	
140	133,9				154	75	22	7
160	153,0					154	46	14
200	191,4						154	46

Quadro 6 – Colunas de Ventilação [1]



4.3.8 Colectores Prediais

Os colectores prediais têm como função recolher as águas residuais provenientes dos tubos que queda, das condutas elevatórias e outros pisos que se encontrem logo acima da sua localização, sendo o escoamento feito para os ramais de ligação.

O diâmetro dos colectores não deverá ser inferior ao maior dos diâmetros das canalizações que para ele confluem, com um mínimo de 100 mm, e a sua inclinação deverá estar compreendida entre 1% e 4%. [1]

Os colectores prediais poderão ser dimensionados através do quadro 7 abaixo indicado onde indica os caudais máximos para os vários diâmetros de tubagem.

DIMENSIONAMENTO DE COLECTORES PREDIAIS					
DN (mm)	Diâmetro interior (mm)	Caudais (l/min)			
		Inclinação (%)			
		i=1%	i=2%	i=3%	i=4%
110	105,1	276	390	478	552
125	119,5	389	550	673	777
140	133,9	527	745	912	1053
160	153,0	751	1063	1301	1503
200	191,4	1365	1931	2365	2730
250	239,4	2479	3506	4294	4959
315	301,8	4598	6503	7965	9197

Quadro 7 - Colectores Prediais [1]

4.3.9 Ramais de Ligação

Os ramais de ligação são órgãos de construção obrigatória na extremidade de jusante nas redes prediais de águas residuais.



O diâmetro dos ramais de ligação não poderá ser inferior ao menor dos diâmetros das tubagens que para ele confluem, com um valor mínimo de 125 mm. [1]

O diâmetro interior destes ramais é calculado através da fórmula de Manning-Strickler (como indicado em 4.3.4.), à semelhança do que acontece com o dimensionamento dos colectores prediais.

4.3.10 Instalações Elevatórias

Todas as águas residuais recolhidas abaixo do nível do arruamento cujo escoamento não seja possível ser realizado por gravidade, terão de ser elevadas, através de um sistema de bombagem.

Os mesmos devem estar localizados de forma a permitir o seu acesso de forma rápida e fácil caso seja necessário efectuar uma manutenção.

Uma vez que o edifício em estudo possui uma cave, ou seja, um piso abaixo da cota do arruamento, onde não há a possibilidade do escoamento ser feito por gravidade, foi contemplada a utilização de um grupo electrobomba submersível com triturador de sólidos. Este mecanismo de elevação ficará instalado numa câmara húmida onde se recebem os caudais afluentes dos pisos superiores.

Dimensionamento da Instalação Elevatória

O grupo electrobomba foi escolhido de acordo com o caudal afluente dos pisos superiores e para o caudal de ponta (5.28l/s), altura de 5 m.c.a e 60% de rendimento, com um diâmetro de \varnothing_{ext} de 90mm em PEAD para uma velocidade de 1.5 m/s.

O caudal de ponta obtido para o dimensionamento obtido para o grupo electrobomba foi majorado em 20% para que haja uma folga de segurança em relação ao caudal de dimensionamento da mesma.



A potência da bomba necessária para a elevação desse caudal de cálculo é dada pela expressão:

$$P = (\gamma \times Q \times H_{total} / \eta) [1]$$

Onde:

P – Potência (W)

γ – Peso volúmico ($N.m^{-3}$)

Q – Caudal bombado ($m^3.s^{-1}$)

H_{total} – Altura total (m)

η – Rendimento da bomba

Então:

$$P = (\gamma \times Q \times H_{total} / \eta) / 1000$$

$$P = (9800 \times 5 \times 0,00528 / 0,6) / 1000$$

$$P = 0,43 \text{ kW}$$

Volume Útil da Câmara de Bombagem

A câmara húmida foi dimensionada de modo a garantir as necessidades da instalação e nunca com uma profundidade inferior a 0,90m (diferença entre a cota de soleira da caixa e a cota do colector).

O volume útil da câmara é o volume correspondente à quantidade de líquido necessário para garantir um período mínimo de tempo entre arranques dos grupos electrobomba (10 min).



Este volume é calculado através da expressão:

$$V_u = 0.9 \times Q_c / N \quad [1]$$

Onde:

V_u – Volume útil da camara de bombagem (m^3)

Q_c – Caudal afluyente determinado (l/s)

N – Número horário de arranques do elemento de bombagem

4.3.11 Câmaras de Retenção de Gorduras

As camaras de retenção de gorduras tem como finalidade separar e reter a gordura transportada pelas aguas residuais e que sejam capazes de obstruir o sistema.

A Camara deve ser dimensionada de forma a terem volume o suficiente para receber todo o afluyente para ela direccionado. Devem estar localizadas o mais próximo possível do local de origem dos afluyentes a serem tratados e preferencialmente em zonas de fácil acesso para a remoção dos detritos, bem como para realização de manutenções periódicas.

Foi fixado um valor considerado para a superficie específica de separação, que para as situações correntes de unidades de produção alimentar assume o valor de $0.25 m^2$, para um caudal residual de 1l/s. [1]

Os tempos de retenção a considerar deverão corresponder a uma eficiência da ordem dos 90%. [1]

Para o dimensionamento da câmara de retenção utilizou-se a expressão.

$$V = 2N + 20 \quad [1]$$

Onde:

V – Volume útil da camara de retenção de gorduras (l)

N – Número de utentes do espaço considerado.



4.4 Rede de Drenagem de Águas Residuais Pluviais – Dimensionamento

A rede de drenagem de águas residuais pluviais é constituída por tubos de queda, colectores e câmaras de inspecção. Alguns elementos comuns à rede de drenagem de águas residuais domésticas já foram abordados no ponto 4.3.

Para a elaboração da solução em estudo foi considerado o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Águas e de Drenagem de Águas Residuais, nomeadamente o referido nos artigos 198º a 270º e anexos XIII a XXII do mesmo.

4.4.1 Caudais de Cálculo

O caudal de cálculo foi obtido com base nas curvas de intensidade, duração e frequência (IDF) que fornecem os valores da intensidade de precipitação para as diferentes regiões de Portugal.

A intensidade de precipitação foi obtida através da figura 13 que da indicação dos valores de precipitação para as diferentes regiões com períodos de retorno de 5 anos e duração de precipitação de 5 min.

Região	Precipitação (L/mln/m ²)
A	1,75
B	1,40
C	2,10

Figura 13 – Valores de precipitação para as diferentes regiões [1]

Considerando que o edifício em estudo se localiza nas Furnas - Açores (Região C), de acordo com a figura 14, o valor da Intensidade de Precipitação, i (para um período de retorno = 5 anos e duração da precipitação de 5 minutos) é de 2,10 L/(min.m²).

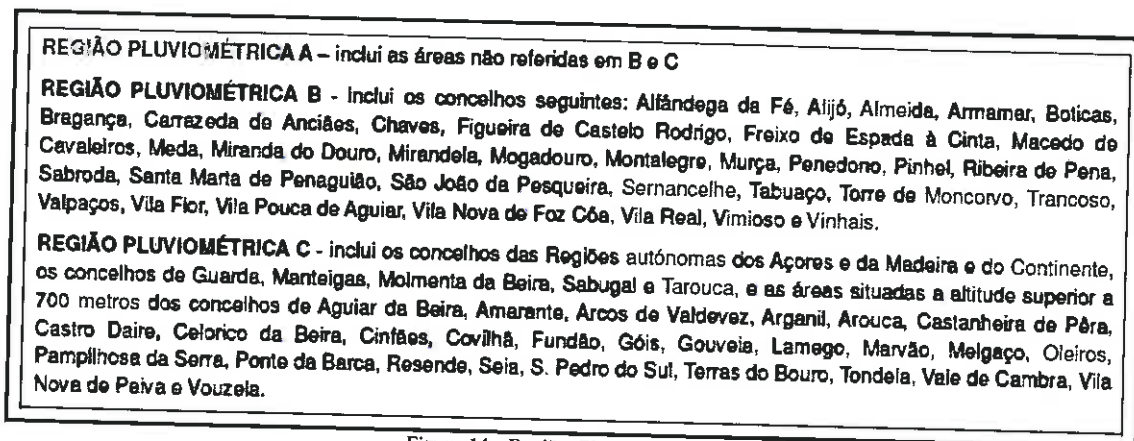


Figura 14 – Regiões Pluviométricas [1]

Uma vez determinada a intensidade de precipitação, poder-se-á proceder ao cálculo dos caudais de cálculo com recurso á seguinte fórmula:

$$Q = C \times I \times A \quad [1]$$

Onde:

Q – Caudal de cálculo (l/min)

C – Coeficiente de escoamento

I – Intensidade de precipitação (l/min.m²)

A – Área a drenar em projecção horizontal (m²)

4.4.2 Tubos de Queda

Os tubos de queda são dispositivos que reúnem o caudal originado na zona a drenar e conduz o mesmo ao colector predial.

O diâmetro dos tubos de queda não deverá ser inferior ao maior dos diâmetros dos ramais de descarga que para ele confluem, com um mínimo de 50mm. [1]



O cálculo da secção dos tubos de queda foi realizado pela expressão:

$$Q = \left(\alpha + \frac{\beta H}{D} \right) \pi D H \sqrt{2gH} \quad [1]$$

Onde:

Q – Caudal escoado (m³/s)

H – Carga no tubo de queda (m)

D – Diâmetro interior no tubo de queda (m)

g – Aceleração da gravidade (m/s²)

α = 0,453 – Entrada em aresta viva no tubo de queda e **α** = 0,578 – Entrada cónica no tubo de queda

β = 0,350

Esta expressão é adequada para as seguintes condições:

- Para tubos de queda com comprimento $L < 40D$ e entrada em aresta viva;
- Para tubos de queda com comprimento $L < 1$ m e entrada cónica;

4.4.3 Câmaras de Inspeção

As câmaras de inspeção têm como finalidade permitir as operações de manutenção e limpeza dos colectores. Estas podem ser rectangulares, circulares ou quadradas.

As regras seguidas quanto a implantação das camaras de inspeção foram:

- 40 x 40 = h máx – 0.50 m - quadradas
- 60 x 60 = h máx – 0.75 m - quadradas
- 80 x 80 = h máx – 1.00 m – circulares
- 100 x 100 = h máx – 2.50 m - circulares



CAPÍTULO 5 – MATERIAIS E TRAÇADO DAS REDES

5.1 Rede de Abastecimento de Águas

5.1.1 Características do Traçado

O traçado de toda a rede sempre que possível deverá ser constituído por alinhamentos rectilíneos, com troços horizontais e verticais, ligados com auxílio de acessórios. Os troços horizontais deverão ter pendentes no sentido do escoamento com cerca de 0,5% com o objectivo de encaminhar para o exterior o ar existente nas tubagens. Sempre que o traçado da rede permitir a tubagem da rede de água quente deverá desenvolver-se paralelamente e com afastamentos de 0,05 m e sempre em um nível superior a tubagem da rede de água fria.

Todas as canalizações que se encontram em zonas exteriores ao edifício deverão ser executadas em valas, embutidas nas paredes ou em caleiras tendo sempre em consideração a temperatura da região onde se encontra o empreendimento (necessidade de isolamento térmico).

5.1.2 Materiais Constituintes da Instalação

Os materiais aplicados nas redes de abastecimento de água são:

- Pex no interior dos compartimentos;
- Mepla na distribuição no interior do edifício.

Cada um dos tipos de tubagens referidos possui características próprias que os tornam mais adequados para umas situações e menos adequados para outras, dependendo de vários factores, como a qualidade e a temperatura da água, a forma de instalação (à vista, embutida, enterrada, etc.), a resistência e durabilidade dos materiais, o custo, etc.

5.1.3 Tubagens de Polietileno Reticulado - Pex

Os tubos de polietileno são fabricados em polietileno de alta densidade com característica de resistência a pressão e a temperatura sendo dessa forma utilizado em instalações hidráulicas de água fria e quente uma vez suportam temperaturas elevadas na ordem dos 95°C, em condições de funcionamento contínuo.

Estas tubagens são geralmente comercializadas em varas e em rolos, com diâmetros nominais que vão desde de 10 e 110 mm. [1]

DN (mm)	Diâmetro exterior (mm)		Espessura da parede (mm)			
	Máximo	Mínimo	Classe 1.25 (MPa)		Classe 2.0 (MPa)	
			Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
10	10.3	10.0	.....	.....	2.2	1.8
12	12.3	12.0	2.2	1.8	2.2	1.8
16	16.3	16.0	2.2	1.8	2.7	2.2
20	20.3	20.0	2.3	1.9	3.3	2.8
25	25.3	25.0	2.8	2.3	4.1	3.5
32	32.3	32.0	3.4	2.9	5.1	4.4
40	40.4	40.0	4.3	3.7	6.3	5.5
50	50.5	50.0	5.3	4.6	7.8	6.9
63	63.6	63.0	6.5	5.8	9.8	8.7
75	75.7	75.0	7.7	6.8	.....	.....
90	90.9	90.0	9.3	8.2	.....	.....
110	111.0	110.0	11.2	10.0	.....	.....

Figura 15 – Diâmetros para tubagens PEX [1]

Estas tubagens podem ser instalas à vista, embutidas, tectos falsos entre outras formas e sempre que seja necessário deverão ser protegidas para que não ocorra a sua degradação, como por exemplo a sua exposição a raios ultra violetas.

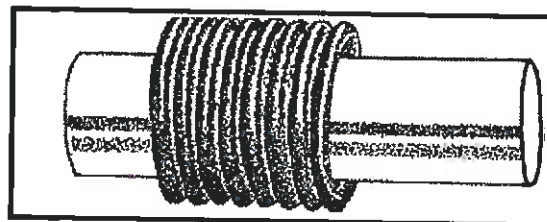


Figura 16 – Manga envolvente para tubos PEX [1]

As ligações entre elementos da tubagem são feitas através de acessórios apropriados.







Tipos	Designação
	Adaptador
	União direita macho/fêmea ou macho/macho
	Joelho macho/fêmea ou macho/macho
	Te
	Colector
	Tampão

Figura 17 – Acessórios PEX [1]

Nas situações em que a tubagem encontra-se aparente, as mesmas poderão sofrer dilatações longitudinais devido a variação de temperatura. Desta forma deverão ser fixadas com recurso a elementos de suporte e ou amarração, de acordo com a tabela de distâncias máximas abaixo indicada.

DN (mm)	Afastamento máximo entre abraçadeiras (m)	
	Água fria	Água quente
16	1	1
20	1	1
≥ 25	1.5	1

Figura 18 – Afastamentos entre abraçadeiras para tubos PEX [1]

Abaixo esta representada em esquema de instalação PEX onde a água quente é representada pela tubagem vermelha e a água fria pela tubagem azul.

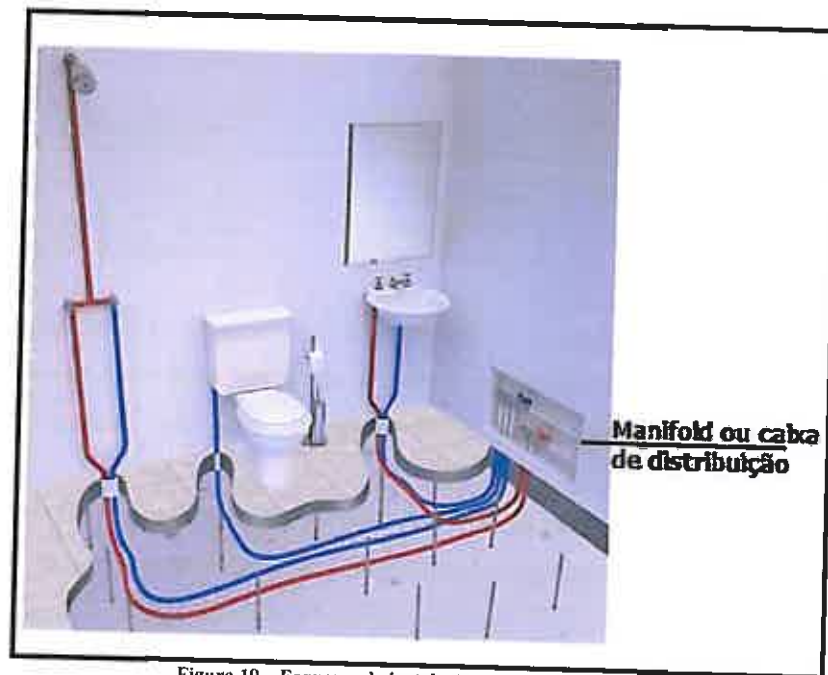


Figura 19 – Esquema de instalação para tubos PEX [11]

Vantagens:

- Resistentes ao impacto;
- Semiflexíveis;
- Leves;
- Fácil transporte;
- Fácil instalação;
- Instalação rápida;
- Redução de desperdícios;
- Resistentes a altas temperaturas;
- Vida útil \pm 50 anos.



Desvantagens:

- Mão-de-obra especializada.

5.1.4 Tubagens Multicamadas

A tubagem multicamadas Geberit Mepla é utilizada em redes de abastecimento de água fria e quente, com tubos constituídos por polietileno reticulado (PE-Xb), externamente por polietileno de alta densidade (PEAD) com negro de fumo e camada intermédia de alumínio (Al) soldado topo a topo.

A ligação da tubagem aos acessórios é realizada por compressão radial directa no tubo sobre o acessório sem recurso a anilhas de compressão. Sendo sua segurança em questões de transporte da água sob pressão garantida pela tubagem de alumínio soldada longitudinalmente.

A protecção às acções nocivas do meio exterior é conseguida pela camada de polietileno de alta densidade com negro de fumo que compõe a tubagem.

Propriedades do tubo Geberit MEPLA

- • Impermeável à difusão de oxigénio;
- • Resistente ao ambiente e ao envelhecimento;
- • Leve e simples de utilizar;
- • Não requer cuidados especiais contra os raios ultravioleta dada a protecção com negro de fumo;
- • Flexível (à mão ou ferramenta) e estável na forma pretendida

Estrutura e composição do tubo Geberit Mepla

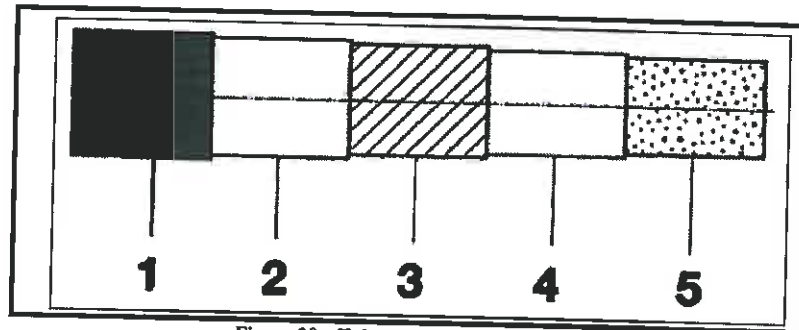


Figura 20 – Tubagem Multicamada [12]

A tubagem é composta por:

1. Camada exterior em polietileno de alta densidade (PEAD) com negro de fumo;
2. Camada adesiva;
3. Camada intermédia em alumínio (Al) soldado longitudinalmente topo a topo;
4. Camada adesiva;
5. Camada interna de polietileno reticulado (PE-xb) pelo método sileno;



Especificações técnicas do tubo Geberit Mepla

Diâmetro e espessura do tubo em mm	16 x 2,25	20 x 2,50	26 x 3,00	32 x 3,00	40 x 3,50	50 x 4,0	63 x 4,5	75 x 4,7
Diâmetro interno, em mm	11,50	15,00	20,00	26,00	33,0	42,00	54,00	65,6
Comprimento por rolo	50 m	50 m	50 m	--	--	--	--	--
Comprimento por vara	5 m	5 m	5 m	5 m	5 m	5 m	5m	5m
Diâmetro por rolo	58 cm	80 cm	112 cm	--	--	--	--	--
Peso por metro	135 g	185 g	300 g	415 g	595 g	840 g	1 100 g	1 450 g
Peso por metro de tubo com água a 10° C	239 g	362 g	614 g	946 g	1 450 g	2 225 g	3 400 g	4 630g
Peso por rolo de 50 m	6,25 kg	9,25 kg	15 kg	--	--	--	--	--
Volume de água em l / m	0,104	0,177	0,314	0,531	0,855	1,358	2,290	3,380
Rugosidade da superfície interna do tubo¹⁾	7 Mym	7 Mym	7 Mym	7 Mym	7 Mym	7 Mym	7 Mym	7 Mym
Condutividade térmica em W / (m °K)	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Coefficiente de dilatação linear mm / (m °K)	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
Temperatura de serviço²⁾ água corrente	0°/70°C	0°/70°C	0°/70°C	0°/70°C	0°/70°C	0°/70°C	0°/70°C	0°/70°C
Temperatura de pico de breve duração³⁾	95°C	95°C	95°C	95°C	95°C	95°C	95°C	95°C
Pressão de serviço	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar
Raio mínimo de curvatura com máquina	5,8 cm	7,0 cm	9,3 cm	11,6 cm	16,0 cm	20,0 cm	--	--

¹⁾ 7 Mym = 0,007 mm

²⁾ Seg. DVGW (SVGW, KIWA e outros)
70°C – 10 bar – 50 anos

³⁾ 50 horas por ano durante mais de 50 anos (DIN 1988)

Figura 21 – Especificações técnicas para Tubagens Multicamadas [12]



A tubagem multicamadas Geberit Mepla é resistente à corrosão, leve, estável e mais duradoura do que os tubos de plástico. A tubagem foi testada e certificada em conformidade com a EN ISO 21003

Aplicações Geberit Mepla

- Tubo para distribuição de água potável para água quente e fria até 70 °C, PN10;
- Água salina;
- Tratada por osmose, dessalinizada completa e parcialmente, bem como água amolecida;
- Água pluvial e água de superfície até um valor de pH > 6.0;
- Circuitos de água abertos e fechados;
- Tubo de aquecimento para ligações a radiador até 85 °C, PN10;
- Tubos de refrigeração -10°C a +40°C, PN10;
- Sistemas de ar comprimido até 10 bar.

5.2 Rede de Drenagem de Águas Residuais

5.2.1 Características do Traçado

A correcta implementação do traçado é tão importante como o seu dimensionamento uma vez que o objectivo final é a optimização do desempenho de toda a rede.

Dever-se-á ter atenção a verificação das condições de drenagem de acordo com a localização do empreendimento face ao nível do arruamento onde estão localizados os colectores públicos. As condições de conforto e a qualidade pretendida no sistema em relação a localização dos aparelhos, localização dos sistemas elevatórios, posição da rede nas zonas comuns e nos interiores dos compartimentos e a ventilação do sistema também deverão ser verificados.



5.2.2 Materiais Constituintes da Instalação

Os materiais aplicados nas redes de drenagem de águas residuais são:

- PVC Série B no interior dos compartimentos;
- PP Corrugado SN8 nos colectores do edifício.

Cada tipo de tubagem referida anteriormente possui características que as fazem ser mais adequados para umas situações e menos adequados para outras funções, dependendo de alguns aspectos tais como, a qualidade e a temperatura da água, se a tubagem é instalada à vista, embutida em paredes ou enterrada, custos e durabilidade do material.

5.2.3 Tubagens de Policloreto de Vinilo – PVC Série B / Série U

A tubagem em PVC só deve ser utilizada em redes de distribuição de água fria, uma vez que são dimensionados para suportarem temperaturas em torno dos 20°C, em condições de contínua utilização.

Deverão ser fixadas através de elementos de suporte como por exemplo abraçadeiras, em quantidades que permitam a correcta fixação e possibilite que ocorra livremente possíveis contracções ou dilatações.

As uniões entre os tubos podem ser feitas por ligações de colagem ou ligações autoblocantes. As ligações devem ser efectuadas por materiais iguais aos dos tubos.

Propriedades da tubagem PVC

- Resistência a corrosão interna e externa;
- Resistência ao fogo;
- Resistência a acção de fungos, bactérias, insectos e roedores;
- Rugosidade;

- Leveza;
- Toxidade;
- Isolamento;
- Reciclagem.

Estas tubagens são geralmente comercializadas com diâmetros nominais indicados na figura abaixo:

DN (mm)	Diâmetro exterior (mm)		Espessura da parede (mm)			
	Máximo	Mínimo	Classe 0.4 (MPa)		Classe 0.6 (MPa)	
			Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
32	32.3	32	2.2	1.8	****	****
40	40.3	40	2.2	1.8	****	****
50	50.3	50	2.2	1.8	****	****
63	63.3	63	2.2	1.8	2.3	1.9
75	75.3	75	2.2	1.8	2.7	2.2
90	90.3	90	2.2	1.8	3.2	2.7
110	110.4	110	2.7	2.2	3.8	3.2
125	125.4	125	3	2.5	4.3	3.7
140	140.5	140	3.3	2.8	4.8	4.1
160	160.5	160	3.8	3.2	5.4	4.7
200	200.6	200	4.6	4.0	6.7	5.9
250	250.8	250	5.6	4.9	8.3	7.3
315	316	315	7.1	6.2	10.4	9.2
400	401.2	400	8.9	7.9	****	****

Figura 22 – Diâmetro das tubagens PVC [1]

5.2.4 Tubagens de Polipropileno Corrugado – PP Corrugado SN8

Os tubos em polipropileno são uma eficiente solução para as redes de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais, uma vez que são dimensionados para suportarem temperaturas até 100°C, em condições de contínua utilização.

Propriedades da tubagem PP Corrugado

- Resistência química e a corrosão;
- Resistência a abrasão e a propagação de fissuras;
- Resistência a altas temperaturas;
- Resistência ao impacto, mesmo a temperaturas negativas;
- Menores perdas de carga, devido a sua superfície interior ser lisa, não permitiram a retenção de materiais;
- Grande capacidade de drenagem e maior velocidade de circulação, o que dificulta a retenção de materiais;
- Todos os elementos que integram o sistema são feitos no mesmo material, incluindo tubos, tubos perfurados, acessórios e caixas de ramal;
- Elevada rigidez - classes de rigidez SN4 e SN8;
- Baixo peso específico;
- Facilidade no manuseamento da tubagem e fácil instalação;
- Possibilidade de instalação das caixas de inspeção ate uma profundidade máxima de 4 m;

Estas tubagens são geralmente comercializadas com diâmetros nominais indicados na figura abaixo:

d_n	Diâm. exterior médio série DN (mm)	Diâm. exterior médio série OD (mm)	Diâmetro Interior médio do tubo (mm)		Espessura mínima e_1 (mm)	Espessura mínima total $e_1 + e_2$ (mm)
			SN4	SN8		
125	125,0 - 126,2	124,3 - 125,4	108,2	107,6	1,0	1,1
160	160,0 - 161,5	159,1 - 160,5	140,7	139,7	1,0	1,2
200	200,0 - 202,8	198,8 - 200,6	172,4	170,9	1,1	1,4
250	250,0 - 252,1	248,5 - 250,8	224,0	221,0	1,4	1,7
315	315,0 - 317,9	313,2 - 316,0	275,4	274,1	1,6	1,9
400	400,0 - 403,6	397,6 - 401,2	351,7	349,8	2,0	2,3
500	500,0 - 504,5	497,0 - 501,5	442,9	442,3	2,8	2,8
630	630,0 - 635,7	626,3 - 631,9	553,0	548,1	3,3	3,3
800	800,0 - 807,2	795,2 - 802,4	703,2	698,3	4,1	4,1

Figura 23 – Diâmetro das tubagens PVC [7]



CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO

Este projecto teve como objectivo a ampliação e reabilitação do sistema de abastecimento e drenagem de águas residuais do hotel Terra Nostra.

A má qualidade das redes de Distribuição de águas e de drenagem de águas residuais, principalmente em edifícios antigos são muitas vezes a razão pela qual existem a necessidade de uma reabilitação de todo o sistema.

Muitas vezes estas intervenções são necessárias por existirem algumas patologias como por exemplo roturas nas canalizações que aparecem devido a falta de manutenção periódica do sistema.

Neste sentido houve a necessidade de uma intervenção a nível das redes prediais do empreendimento na qual após a realização do presente estudo concluiu-se que a rede existente deveria ser alvo de uma reabilitação em alguns pontos e verificar se a mesma seria capaz de suportar a ampliação a ser efectuada.

A elaboração do projecto foi realizada com base nos elementos fornecidos (plantas de arquitectura e levantamentos), sendo possível proceder à definição dos novos traçados das redes bem como o seu respectivo dimensionamento e elementos existentes a manter, com a finalidade de melhorar a qualidade de todo o sistema.

Os diâmetros da rede existente serão confirmados na fase de execução.

O novo reservatório de água quente somente abastecerá a nova rede do empreendimento. Toda a parte de remodelação continuará sendo abastecida pelo reservatório existente.

Na elaboração do projecto repetiu-se a regulamentação em vigor, nomeadamente o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, Decreto-Lei n.º 23/95, de 23 de Agosto, bem como pesquisas realizadas em livros de hidráulica de alguns autores.

Para a realização do presente trabalho foram utilizadas ferramentas informáticas tais como Autocad, Excel e Word.



BIBLIOGRAFIA

Referencias Bibliográficas

[1] - Pedroso, Vítor M.R. (2000), Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas, edição do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

[2] – EPAL, Empresa Portuguesa das Águas Livres, (SA) 2011, Manual de Redes Prediais (versão 4/20114/04)

[3] - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais Diário da Republica, Decreto Regulamentar n.º 23/95 - 1.º Série - B n.º 194 – 23/08/1995

[4] - Archibald Joseph Macintyre. (3ª Edição), Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais, Livros técnicos e Científicos Editora – Rio de Janeiro 1995

[5] - Paixão, Mário de Assis (1999), Águas e Esgotos em Urbanizações e Instalações Prediais, Edições Orion, Lisboa.

Sites na Internet

[6] – Maria Sangoi de Oliveira Ilha e Orestes Marraccini Gonçalves (1994), Texto Técnico Escola Politécnica da USP – Sistemas Prediais de Água Fria- - acedido em 2013 - http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT_00008.pdf

[7] –Figura 23 - Duralight, Saneamento e Drenagem, Manual técnico, Fersil – acedido em 2013 - <http://pt.scribd.com/doc/67856833/manual-tecnico-duralight-1>

[8] –Sergio Rezendes, 21/11/2011, Correio dos açores, Personalidades e monumentos da nossa terra: o hotel Terra Nostra no vale das Furnas... - acedido em 2013 - <http://www.correiodosacores.net/view.php?id=35815>



[9] – Figura 2 – Localização do empreendimento – acedido em 2013 - <http://www.europaturismo.net/mapas/mapa/acoress-mapa.jpg>

[10] – Figuras 11 e 12 - António Morgado André, UAlg - Est-Adec, Tecnologia De Edifícios - Redes Prediais De Drenagem de Águas Residuais Domésticas – acedido em 2013 - http://w3.ualg.pt/~aandre/Tecnologia_Edificios/Esgotos_2010_2011.pdf

[11] – Figura 19 - Carlos Fernandes & Túlio Martins, Campina Grande, Julho/2010, Sistemas Pex – acedido em 2013 - <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeh2UAF/estudo-sobre-instalacao-pex>

[12] – Geberit Mepla, Catálogos – acedido em 2013 - http://www.geberit.pt/pt_pt/head_structure/download_center_2/download_center.jsp



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil

ANEXO DE CÁLCULO



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil

REDE DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil

REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil

PEÇAS DESENHADAS



Cot.: GOM. 624(043)
Tit.: Ampliação e remodelação das rede
Aut.: GOMES, Paula Cristina Duarte
Cód.: 1026949

