



**Marco André Guerra Pereira**

Licenciatura em Ciências da Engenharia

**ANÁLISE TÉCNICO-ECONÓMICA DOS DIFERENTES TIPOS  
DE TUBAGENS E ACESSÓRIOS UTILIZADOS NAS  
INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA E ESGOTOS.  
UM CASO DE ESTUDO**

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em  
Engenharia Civil – Perfil de Construção

Orientadora: Ana Cristina Freitas, Professora, Faculdade de Ciências e Tecnologia  
da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutor João Gouveia Aparício Bento Leal

Arguente: Prof. Doutora Maria Paulina Santos Forte Faria Rodrigues



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Julho de 2011



“Copyright” Marco André Guerra Pereira, FCT/UNL e UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



## AGRADECIMENTOS

Queria deixar aqui um agradecimento muito especial a todas as pessoas que de algum modo contribuíram para a concretização desta dissertação, a qual não se afigurou uma tarefa fácil. Por este mesmo motivo agradeço a todos os que de alguma forma me ajudaram e apoiaram, em especial:

À minha orientadora, Professora Ana Cristina de Ramos Freitas, Mestre em construção (I.S.T.), pelo tempo disponibilizado, incentivo e conhecimento no decurso deste trabalho.

À Sr.<sup>a</sup> Eng.<sup>a</sup> Maria da Luz Oliveira, da Empresa *Geberit* Tecnologia Sanitária, pelo auxílio na obtenção de elementos de suporte essenciais à realização deste trabalho.

À Sr.<sup>a</sup> Eng.<sup>a</sup> Ana Carvalho, da Empresa *Enkrott* Gestão e Tratamento de Água, por toda a ajuda na caracterização do sistema de tratamento de águas a nível predial.

Ao Sr. Eng.<sup>o</sup> Vítor Pedroso, do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, pela ajuda prestada durante a realização da presente dissertação.

Ao Sr. Eng.<sup>o</sup> Jacobo Camba Garcia, da Empresa *ABN Pipe Systems*, por toda a informação fornecida.

Ao Sr. Eng.<sup>o</sup> Nuno Russo, da Empresa Pinto & Cruz, por toda a informação disponibilizada.

Aos meus amigos de curso, Rodrigo e Sónia pelo seu apoio incondicional e pela partilha de informações.

Por último, fica o agradecimento muito especial, à minha mãe, ao meu pai e à Susana, pelo apoio e dedicação nesta etapa importante da minha vida.



## RESUMO

A água é essencial à vida e o seu acesso é indispensável para a qualidade vida das populações, garantindo a preservação da saúde pública.

Ao longo dos últimos anos, assistiu-se a um gigantesco progresso nas instalações prediais motivado em grande parte, pelos problemas criados pelo aumento populacional, pelo crescimento industrial e pelo agravamento das condições ambientais. Actualmente, a denominada construção nova tem uma vasta gama de escolha de tubagens e acessórios para a concepção das referidas instalações prediais.

A presente dissertação visa contribuir para um conhecimento mais aprofundado acerca do comportamento destes novos sistemas e o modo dos mesmos satisfazerem as exigências funcionais actuais.

Para concretizar este objectivo, a dissertação foi estruturada em duas partes: Parte I - Análise Técnica e Parte II - Análise Económica.

A Parte I apresenta um breve historial da evolução das instalações prediais de distribuição de água e drenagem de águas residuais ao longo dos tempos, define as principais exigências funcionais a satisfazer, faz referência ao processo construtivo e analisa do ponto de vista teórico, o desempenho deste tipo de sistemas face a várias solicitações. Por outro lado, também foram elaboradas algumas especificações técnicas referentes a tubagens, constantes do Anexo I.

Na Parte II é elaborado um estudo económico comparativo entre a gama de tubagens na construção corrente actual, tendo por base um edifício de habitação multifamiliar construído no Pinhal na Vila Chã, Barreiro, distrito de Setúbal, composto por 8 fogos destinados a habitação e garagem no piso em cave.

**Palavras-chave:** Água; Instalações prediais; Qualidade.



## ABSTRACT

Water is essential to life and its access is essential to the quality of life of populations, ensuring the preservation of public health.

Over the last few years there has been a huge progress in Building Installation of Water and Sewer largely due not only to both population and industrial growth, but also to the outcome of worse environmental conditions. Currently, the so-called new construction provides a wide range of choice for pipes and fittings, with new designs and concepts on building facilities.

This thesis aims to contribute to a deeper knowledge about these new systems and how they meet the functional requirements of today.

To achieve this objective, this work has been structured in two parts: Part I - Technical Analysis and Part II - Economic Analysis.

Part I presents a brief history of the evolution of Building Installation of Water and Sewer over time, outlines the key functional requirements to be met and the building process, and analyze, from a theoretical standpoint, the performance of such systems, thus facing several requirements. Some technical specifications regarding the piping contained in Annex I.

Part II refers a comparative economic study in flow pipes in nowadays construction, based on a multifamily residential building in Pinhal - Vila Chã, Barreiro, Setúbal, providing eight housing and garage facilities and a basement.

**Keywords:** Water; Building Installation; Quality.



## SIMBOLOGIA

Símbolo	Unidade	Designação
$L_{abrac}$	m	Afastamento entre abraçadeiras
<i>AISI 316</i>	-	Aço inoxidável austenítico
$L$	m	Comprimento de tubagem
$Q_{acu}$	l/s	Caudal acumulado
$Q_c$	l/s	Caudal de cálculo
$Q_{dim}$	l/s	Caudal de dimensionamento
$x$	-	Coefficiente de simultaneidade
$\varepsilon$	(m/°C.m)	Coefficiente de dilatação linear
$Q_i$	l/s	Caudal instantâneo
$D_e$	mm	Diâmetro exterior
$DN$	mm	Diâmetro nominal (designação dimensional alfanumérica)
$D_c$	mm	Diâmetro de cálculo
$e$	mm	Espessura inicial da parede do tubo
$e_{min}$	mm	Espessura da parede do tubo após a dobragem para a extensão máxima admissível
$E_n$	mm	Espessura nominal (designação numérica da espessura da parede do tubo)
$f_{max}$	mm	Flecha máxima
$I$	kg·m <sup>2</sup>	Momento de Inércia
$E$	Pa	Módulo de elasticidade
$P$	N	Peso do troço de tubagem
$PN$	-	Pressão nominal (designação dimensional alfanumérica)
$R$	mm	Raio de curvatura
$S$	-	Série de tubo (número adimensional)
$SDR$	-	Razão dimensional padrão

<b>Símbolo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Designação</b>
$T_s$	-	Taxa de ocupação
$\Delta T$	°C	Variação de temperatura
$V$	m/s	Velocidade de escoamento
$\Delta L$	m	Variação do comprimento

## ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

**AG** - *Aço galvanizado*

**AI** - *Aço inoxidável*

**Art.º** - *Artigo*

**CEN** - *Comité Europeu de Normalização*

**Cu** - *Cobre*

**DL** - *Decreto-lei*

**DN** - *Diâmetro nominal*

**DR** - *Decreto Regulamentar*

**EPAL** - *Empresa Portuguesa das Águas de Lisboa, S.A.*

**EN** - *Norma Europeia*

**ERSAR** - *Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos*

**FAO** - *Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação*

**FF** - *Ferro Fundido*

**IPQ** - *Instituto Português de Qualidade*

**IRAR** - *Instituto Regulador de Águas e Resíduos*

**ISO** - *International Standardization Organization (Organização Internacional de Normalização)*

**LNEC** - *Laboratório Nacional de Engenharia Civil*

**NP** - *Norma Portuguesa*

**OMS** - *Organização Mundial de Saúde*

**ONU** - *Organização das Nações Unidas*

**PB** - *Polibutileno*

**PE** - *Polietileno*

**PEAD** - *Polietileno de alta densidade*

**PEX** - *Polietileno reticulado*

**PP** - *Polipropileno*

**PP-R** - *Polipropileno random*

**PVC** - *Policloreto de vinilo*

**PVC-C** - *Policloreto de vinilo clorado*

**PVC-U** - *Policloreto de vinilo não plastificado*

**RGSPDADAR** - *Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (Decreto Regulamentar 23/95, de 23 de Agosto)*

**RRAE** - *Regulamento dos Requisitos Acústicos nos Edifícios*

**RSECE** - *Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios*

**UV** - *Radiação ultra-violeta*

## ÍNDICE

<b>RESUMO .....</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>III</b>
<b>SIMBOLOGIA .....</b>	<b>V</b>
<b>ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS .....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>XIII</b>
<b>ÍNDICE DE QUADROS .....</b>	<b>XVII</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>XIX</b>
<b>PARTE I – TÉCNICA</b>	
<b>1. NOTA INTRODUTÓRIA .....</b>	<b>1</b>
<b>2. QUALIDADE DA ÁGUA EM PORTUGAL .....</b>	<b>3</b>
<b>3. A LEGISLAÇÃO NACIONAL.....</b>	<b>7</b>
3.1. <i>Sumário .....</i>	<i>7</i>
3.2. <i>A Normalização.....</i>	<i>7</i>
3.3. <i>Referencial regulamentar (DR 23/95, de 23 de Agosto).....</i>	<i>8</i>
3.3.1. <i>Concepção geral das redes de distribuição de água.....</i>	<i>9</i>
3.3.2. <i>Concepção geral das redes de drenagem de águas residuais domésticas .....</i>	<i>10</i>
<b>4. APRECIACÃO GLOBAL DAS INSTALAÇÕES PREDIAIS .....</b>	<b>13</b>
4.1. <i>Historial dos materiais.....</i>	<i>13</i>
4.2. <i>Desempenho geral das instalações prediais .....</i>	<i>15</i>
4.3. <i>O Efeito da bactéria da “Legionella” nas instalações prediais .....</i>	<i>17</i>
4.4. <i>Causas de não qualidade .....</i>	<i>19</i>
4.4.1. <i>Erros de projecto .....</i>	<i>19</i>
4.4.2. <i>Erros construtivos.....</i>	<i>20</i>
4.4.3. <i>Utilização incorrecta.....</i>	<i>23</i>
<b>5. CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS RELEVANTES NA INSTALAÇÃO DE TUBAGENS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA E DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS ....</b>	<b>25</b>

5.1. Considerações prévias .....	25
5.2. Cuidados especiais na montagem de tubos metálicos.....	26
5.3. Cuidados especiais na montagem de tubos termoplásticos.....	27
5.4. Revestimentos e protecções .....	28
5.5. Juntas de dilatação.....	29
5.6. Afastamento entre elementos de suporte .....	31
5.7. Raios de curvatura das tubagens .....	32
5.8. Ramais de descarga.....	32
5.9. Tubos de queda.....	33
5.10. Ramais de ligação .....	33
5.11. Ventilação.....	33
<b>6. ANÁLISE TÉCNICA DOS TUBOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL</b>	
<b>PARA CONSUMO HUMANO .....</b>	<b>35</b>
6.1. Introdução .....	35
6.2. Tubagens de aço galvanizado (AG) .....	36
6.2.1. Características do material .....	36
6.2.2. Instalação da tubagem .....	38
6.3. Tubagens de aço inoxidável (AI).....	39
6.3.1. Características do material .....	39
6.3.2. Instalação da tubagem .....	41
6.4. Tubagens de cobre (Cu) .....	42
6.4.1. Características do material .....	42
6.4.2. Instalação da tubagem .....	44
6.5. Tubagens de polietileno (PE).....	45
6.5.1. Características do material .....	45
6.5.2. Instalação da tubagem .....	46
6.6. Tubagens de polipropileno (PP) .....	47
6.6.1. Características do material .....	47
6.6.2. Instalação da tubagem .....	48

6.7. Tubagens de polietileno reticulado (PEX).....	49
6.7.1. Características do material .....	49
6.7.2. Instalação da tubagem .....	50
6.8. Tubagens de policloreto de vinilo clorado (PVC-C).....	52
6.8.1. Características do material .....	52
6.8.2. Instalação da tubagem .....	53
6.9. Polibutileno (PB).....	54
6.9.1. Características do material .....	54
6.9.2. Instalação da tubagem .....	55
6.10. Tubagens multicamada.....	56
6.10.1. Características do material .....	56
6.10.2. Instalação da tubagem .....	58
6.11. Tubagens quimicamente avançadas .....	59
<b>7. ANÁLISE TÉCNICA DOS TUBOS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS.....</b>	<b>61</b>
7.1. Introdução .....	61
7.2. Ferro Fundido (FF).....	62
7.2.1. Características do material .....	62
7.2.2. Instalação da tubagem .....	63
7.3. Policloreto de vinilo não plastificado (PVC-U).....	64
7.3.1. Características do material .....	64
7.3.2. Instalação da tubagem .....	66
7.4. Polietileno de alta densidade (PEAD) .....	66
7.4.1. Características do material .....	66
7.4.2. Instalação da tubagem .....	67
7.5. Polipropileno (PP) .....	68
7.5.1. Características do material .....	68
7.5.2. Instalação da tubagem .....	69
7.6. Tubagens insonorizadas .....	69
<b>PARTE II – ANÁLISE ECONÓMICA.....</b>	<b>73</b>

<b>1. NOTA INTRODUTÓRIA .....</b>	<b>75</b>
<b>2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EDÍFICO EM ESTUDO .....</b>	<b>77</b>
<b>3. DESCRIÇÃO DAS REDES INTERIORES.....</b>	<b>79</b>
3.1 <i>Introdução .....</i>	79
3.2 <i>Instalação predial de água fria e quente.....</i>	79
3.2.1 <i>Traçado da tubagem rígida .....</i>	79
3.2.2 <i>Traçado da tubagem flexível .....</i>	80
3.3 <i>Rede domiciliária de drenagem de águas residuais domésticas.....</i>	81
<b>4. DIMENSIONAMENTO .....</b>	<b>83</b>
4.1 <i>Introdução .....</i>	83
4.2 <i>Dimensionamento de água fria .....</i>	83
4.3 <i>Dimensionamento de água quente.....</i>	85
4.4 <i>Dimensionamento da rede de drenagem de águas residuais domésticas.....</i>	86
<b>5. ANÁLISE ECÓNOMICA .....</b>	<b>89</b>
5.1 <i>Introdução .....</i>	89
5.2 <i>Caracterização e quantificação geral de custos .....</i>	89
5.3 <i>Estudo económico das redes de distribuição de água.....</i>	89
5.4 <i>Estudo económico de drenagem de águas residuais domésticas .....</i>	95
<b>6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>101</b>
6.1 <i>Síntese do trabalho desenvolvido .....</i>	101
6.2 <i>Principais conclusões.....</i>	101
6.3 <i>Recomendações para estudos futuros .....</i>	105
<b>REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXO I - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE TUBAGENS</b>	
<b>ANEXO II - ESTIMATIVA ORÇAMENTAL</b>	
<b>ANEXO III - DESENHOS BASE DOS CENÁRIOS ANALISADOS</b>	

## ÍNDICE DE FIGURAS

### PARTE I – ANÁLISE TÉCNICA

Figura 1 - Características fundamentais da água.....	3
Figura 2 - Qualidade da água em Portugal [28]. .....	4
Figura 3 - Estrutura de Normalização nacional [92]. .....	8
Figura 4 - Materiais utilizados na primeira metade do Século XX [4].....	13
Figura 5 - Tubos de chumbo [87]. .....	14
Figura 6 - Cronologia dos tubos em Portugal (últimos 50 anos) [4]. .....	14
Figura 7 - Bactéria “ <i>Legionella pneumophila.</i> ” [42]. .....	17
Figura 8 - Falta de isolamento nas tubagens de água quente (tubo de polipropileno).....	21
Figura 9 - À esquerda, tubos de água quente em contacto com tubos de água fria (tubagens de polipropileno). À direita, incumprimento na execução das inclinações para os troços horizontais (rede de esgotos). .....	22
Figura 10 - Inexistência de sifão na instalação (nem individual nem colectivo) [79]. .....	22
Figura 11 - Exemplos de incompatibilidades com as restantes especialidades de projecto (procedeu-se à destruição de elementos estruturais de modo a efectuar a passagem dos tubos). .....	23
Figura 12 - Diferentes tipos de juntas [80]. .....	30
Figura 13 - Exemplos de abraçadeiras [75]. .....	31
Figura 14 - Tubos de aço galvanizado em vara [41]. .....	36
Figura 15 - À esquerda corrosão generalizada, e à direita corrosão por picadas [22] [86]. .....	38
Figura 16 - Tubos de aço inox instalados em obra (Série 1). .....	40
Figura 17 - Corrosão exterior em tubos de aço inox [86]. .....	40
Figura 18 - À esquerda, tubos de cobre em vara e, à direita, tubos de cobre instalados em obra [41]. ..	42
Figura 19 - À esquerda corrosão-erosão e, à direita, corrosão por picadas, nos tubos de cobre [86]. ...	43
Figura 20 - Tubos em polietileno de alta densidade [12]. .....	45
Figura 21 - À esquerda, tubos de polipropileno em vara, e à direita tubos de polipropileno instalados [18]. .....	47
Figura 22 - À esquerda correcta execução do corte e, à direita correcta execução da polifusão [18]. ..	48
Figura 23 - Esquema de uma rede em PEX [16] [31]. .....	49
Figura 24 - À esquerda correcta execução do corte dos tubos de PEX e à direita correcta execução da união entre tubos e acessórios [17]. .....	51
Figura 25 - Exemplos de instalação em obra de tubos de PEX [41]. .....	51
Figura 26 - À esquerda, tubos de policloreto de vinilo clorado em vara, e à direita tubos de policloreto de vinilo clorado instalados em obra [14]. .....	52

Figura 27 - À esquerda correcta execução do corte das tubagens de PVC-C, e à direita correcta execução da colagem entre tubo e acessório [15].....	54
Figura 28 - Tubos de polibutileno instalados em obra [50].....	54
Figura 29 - Procedimento correcto de ligação tubos de polibutileno/acessórios [50]. ....	56
Figura 30 - À esquerda, tubos multicamada em vara com protecção aos raios ultra-violeta e à direita tubos multicamada instalados em obra [41]. ....	57
Figura 31 - Procedimento correcto para a ligação de tubo/acessório [19]. ....	58
Figura 32 - Nova geração de tubagens quimicamente avançadas com aditivo antimicrobiano [21].....	59
Figura 33 - À direita tubos de FF instalados em obra, à esquerda tubos de FF em vara [47]. ....	62
Figura 34 - À esquerda, fixação correcta de uma abraçadeira na ligação de tubo/tubo de FF, à direita exemplos de abraçadeiras [47]. ....	64
Figura 35 - À esquerda tubos de PVC-U instalados e à direita tubos de PVC-U em vara [41]. ....	65
Figura 36 - À esquerda tubos de PEAD instalados em calha suspensa, à direita tubos de PEAD em vara [51]. ....	67
Figura 37 - Ligação de tubos de PEAD, à esquerda através do processo de soldadura topo a topo, ao meio electrosoldadura, e à direita soldadura com manga auxiliar de polietileno [51]. ....	68
Figura 38 - Exemplos de tubagens insonorizadas existentes no mercado [21]. ....	70

## PARTE II - ANÁLISE ECONÓMICA

Figura 39 - Vista geral do edifício em estudo. ....	77
Figura 40 - À esquerda, alçado Sul e à direita alçado Norte do edifício em estudo. ....	78
Figura 41 - Traçado definitivo (Pisos 1, 2 e 3) das redes prediais de distribuição de água quente e fria. ....	80
Figura 42 - Traçado definitivo (Pisos 1, 2 e 3) das redes prediais de distribuição de água quente e fria (tubagem flexível). ....	81
Figura 43 - Traçado definitivo (Pisos 1, 2 e 3 do cenário 2) das redes prediais de drenagem de águas residuais domésticas. ....	82
Figura 44 - Caudais de cálculo, em função dos caudais acumulados (níveis de conforto médio) [46].	85
Figura 45 - Caudais de cálculo, em função dos caudais acumulados [24]. ....	87
Figura 46 - Exemplificação da independência dos ramais de descarga das bacias de retrete .....	88
Figura 47 - Evolução do custo da tubagem por metro linear ao longo de uma compatibilização de diâmetros internos entre tubos (tubos termoplásticos) .....	90
Figura 48 - Evolução do custo da tubagem por metro linear ao longo de uma compatibilização de diâmetros internos entre tubos (tubos metálicos). ....	91
Figura 49 - Análise de custos totais dos cenários investigados. ....	93

Figura 50 - Análise de custos divididos em actividades.....	95
Figura 51 - Evolução do custo da tubagem por metro linear ao longo de uma compatibilização de diâmetros internos entre tubos (tubos de drenagem residual).....	96
Figura 52 - Análise de custos totais dos cenários investigados .....	98
Figura 53 - Análise de custos divididos em actividades.....	100



## ÍNDICE DE QUADROS

### PARTE I – ANÁLISE TÉCNICA

Quadro 1 - Factores de risco e pontos críticos associados à “ <i>Legionella</i> ” [1] [2] [42]. .....	18
Quadro 2 - Conjunto de vantagens e desvantagens dos tubos metálicos [40] [54]. .....	27
Quadro 3 - Conjunto de vantagens e desvantagens dos tubos termoplásticos. [41] [56] .....	28
Quadro 4 - Espessuras mínimas de isolamento. [85] .....	29
Quadro 5 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de aço galvanizado [10] [54] [80]. .....	38
Quadro 6 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de aço inox [11] [32] [76] [80]. .....	41
Quadro 7 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de cobre [13] [33] [54] [80]. ...	44
Quadro 8 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de polietileno [12] [36] [55] [80]. .....	46
Quadro 9 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de polipropileno [18] [38] [55] [80]. .....	47
Quadro 10 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de PEX [16] [37] [55] [78]. ...	50
Quadro 11 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de PVC-C [14] [35] [55]. ....	52
Quadro 12 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de polibutileno [30] [34] [50] [55]. .....	55
Quadro 13 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de parede multicamada [19] [30] [39] [55]. .....	57
Quadro 14 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de ferro fundido [47] [48] [75]. .....	63
Quadro 15 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de PVC-U [53] [75]. .....	65
Quadro 16 - Caracterização geral do edifício em estudo. ....	77
Quadro 17 - Correlação entre preços dos tubos por metro linear (medidos em percentagem) .....	91
Quadro 18 - Quadro resumo dos custos totais dos cenários investigados (€) .....	92
Quadro 19 - Análise de custos divididos em actividades (€) .....	93
Quadro 20 - Correlação entre preços dos tubos por metro linear (medidos em percentagem) .....	97
Quadro 21 - Quadro resumo dos custos totais dos cenários investigados (€) .....	98
Quadro 22 - Análise de custos divididos em actividades (€) .....	99



## INTRODUÇÃO

Em Portugal, as instalações prediais têm sido ao longo dos últimos anos objecto de uma ponderada mas contínua evolução, quer ao nível dos dispositivos, materiais e equipamentos, quer ao nível da concepção e dimensionamento, com vista principalmente à diminuição de custos e ao aumento dos níveis de conforto. Estas instalações caracterizam-se por serem essenciais ao bem-estar dos cidadãos, à saúde pública, às actividades económicas e à protecção do ambiente [4].

Contudo, apesar de as instalações prediais compreenderem uma área vasta com diversa informação, são ainda escassos os trabalhos desenvolvidos neste âmbito. A presente dissertação tem como objectivo tentar colmatar parte desta lacuna através do desenvolvimento e compilação de informação, bem como mediante a apresentação de sugestões inovadoras.

Dentro deste contexto, a presente dissertação foi estruturada em duas partes: Parte I - Análise Técnica e Parte II - Análise Económica.

Na parte I é analisado do ponto de vista técnico a performance das tubagens utilizadas nas instalações prediais de distribuição de água e drenagem de águas residuais, e o modo de concepção e definição das mesmas, face às exigências funcionais actuais.

Na Parte II é efectuado um estudo económico comparativo entre a gama de tubagens na construção corrente actual, tendo por base um edifício de habitação multifamiliar construído no Pinhal na Vila Chã, Barreiro, distrito de Setúbal, composto por 8 fogos destinados a habitação.

A modernização das referidas instalações tem como objectivo principal a melhoria de qualidade com ganhos de eficiência, de modo a promover a satisfação dos seus utilizadores. A promoção e dinamização de toda a cadeia de agentes intervenientes no sector, bem como a interacção com as associações empresariais e profissionais, constituem-se como um objectivo para alcançar um mercado moderno e competitivo na área da construção civil. Neste sentido, para enfrentar desafios futuros, torna-se especialmente relevante não só investir em novos processos, mas também recorrer a soluções sustentadas, optimizando a gestão operacional e eliminando os custos de ineficiência.

Por outro lado, a complexidade inerente à realização dos projectos de redes prediais, os quais são compostos por inúmeros elementos, acarreta diversos custos, que são exigidos antecipadamente à absorção do produto final. Visto que é grande a quantidade de factores que intervêm na conceptualização de um projecto, torna-se necessário analisar objectivamente a sua viabilidade económica, aplicando as técnicas gerais de engenharia económica.

A escolha entre uma ou outra solução poderá ser feita tendo por base vários factores, mas a economia é sem dúvida aquele que geralmente mais peso tem para a decisão final. Deste modo, para se efectuar uma análise económica comparativa é necessário definir os vários custos envolvidos. Esta fase poderá ser mais ou menos exaustiva, dependendo do grau de detalhe pretendido para esta verificação e expõe como maior problema a dificuldade de quantificação de alguns destes custos.

No Anexo I constam algumas especificações técnicas referentes a tubagens com maior utilização nas instalações prediais. Estas especificações indicam as principais características das tubagens, acessórios, referencial normativo e dão indicação de alguns fabricantes e fornecedores a operar no mercado português.

No anexo II é apresentado um orçamento final com as respectivas actividades e custos para cada um dos cenários elaborados no estudo económico comparativo.

Acredita-se que o trabalho desenvolvido contém informação actualizada e estruturada, abrangendo as temáticas mais relevantes do tema. Tendo por base esta premissa pode-se enfatizar que este estudo contribui para a sensibilização e esclarecimento de soluções, quer na fase de concepção, como na imediata e posterior selecção de materiais recomendáveis para as instalações prediais.

## **PARTE I – ANÁLISE TÉCNICA**



## 1. NOTA INTRODUTÓRIA

Na Parte I apresenta-se um breve historial da evolução das tubagens utilizadas nas instalações prediais de distribuição de água e drenagem de águas residuais ao longo da última década, define as principais exigências funcionais a satisfazer, faz referência ao processo construtivo e analisa do ponto de vista técnico o desempenho global deste tipo de instalações.

Deste modo, a parte I está dividida em 7 capítulos, incluindo a nota introdutória (capítulo 1) e a análise técnica dos tubos de drenagem de águas residuais (capítulo 7).

No capítulo 2 apresenta-se uma breve descrição da situação actual da qualidade da água em Portugal.

No capítulo 3 efectua-se uma análise concreta da legislação nacional passando por uma apreciação global do Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (Decreto Regulamentar 23/95, de 23 de Agosto), evidenciando algumas particularidades da normalização nacional. É apresentada uma descrição da concepção geral dos sistemas prediais de distribuição de água e drenagem de águas residuais domésticas à luz do regulamento vigente.

No capítulo 4 faz-se uma avaliação global das instalações prediais de distribuição de água e drenagem de águas residuais no País passando pela evolução dos materiais, pela apreciação geral do desempenho destas instalações e finalmente são listados alguns aspectos do efeito da bactéria "*Legionella*". São analisadas algumas causas de não qualidade associadas aos sistemas prediais que se traduzem por um mau desempenho dos mesmos nas condições normais de serviço.

No capítulo 5 descrevem-se um conjunto de condições técnicas especiais intervenientes na instalação dos tubos.

No capítulo 6 efectua-se uma análise técnica exaustiva das tubagens utilizadas actualmente nas instalações prediais de distribuição de água indicando em detalhe as características fundamentais dos materiais e os aspectos técnicos de instalação.

No capítulo 7 efectua-se uma análise técnica exaustiva das tubagens utilizadas nas instalações prediais de drenagem de águas residuais indicando em detalhe as características fundamentais dos materiais e os aspectos técnicos de instalação.

Salienta-se que foram incluídos diversos quadros e fotografias com o intuito de funcionarem como elementos facilitadores, para um conhecimento aprofundado e sistematizado das características das tubagens das instalações prediais. De referir ainda, que a elaboração da parte I foi efectuada com base numa pesquisa bibliográfica extensa sobre os dados técnicos existentes.



## 2. QUALIDADE DA ÁGUA EM PORTUGAL

Fundamental à vida na Terra, a água, é considerada actualmente um bem escasso, apesar de ser o composto mais abundante do Planeta. A sua preservação é um dos reptos ao desenvolvimento sócio-económico das sociedades modernas [6].

A partir dos anos 60 tomou-se consciência da relevância da gestão da água. Dentro deste contexto, surgiu a Carta Europeia da Água em 1968 elaborada pelo Conselho da Europa, a qual integra os doze “mandamentos” para a gestão e salvaguarda da qualidade do recurso água. Este documento foi fulcral para a preservação deste bem [8].

O propósito habitual dos instaladores, projectistas e engenheiros é o de que a água potável disponha da quantidade e qualidade necessária em cada local de abastecimento.

A gestão de qualidade de um sistema de distribuição de água implica uma análise constante dos diversos parâmetros técnico-económicos. Deste modo, o combate às perdas de água torna-se fundamental, pelo facto do seu custo de aquisição ser habitualmente elevado [6].

A água potável tem de obedecer a um conjunto de características (Figura 1), hoje bem definidas em normas estabelecidas pela Organização Mundial de Saúde, pela União Europeia e pela própria legislação portuguesa [6].



Figura 1 - Características fundamentais da água.

Água potável é aquela que reúne características fundamentais ao consumo do ser humano. Portanto, esta deve estar livre de qualquer tipo de contaminação, desprovida de resíduos, sejam eles agrícolas ou industriais [72].

Em 2010 a ONU afirmou, “Dois milhões de pessoas, na sua maioria jovens crianças, morrem todos os anos na sequência de doenças causadas por uma água imprópria para consumo e por ausência de instalações sanitárias” [5].

A água potável é utilizada pelo Homem para a lavagem de roupa e utensílios, higiene pessoal e principalmente para a sua alimentação, podendo a poluição desta água tornar-se altamente prejudicial. De acordo com a FAO, a água poluída/contaminada pode causar diversos efeitos nefastos para a saúde humana, estando presente na origem de patologias como, febre tifóide, cólera, disenteria, meningite e hepatites A e B [89].

No entanto, ao efectuar uma análise elementar à situação Portuguesa relativamente a estes efeitos verifica-se que tais doenças raramente são provenientes das condições dos sistemas de abastecimento público, sendo este facto, um indicador positivo para o País.

Todavia, com a evolução dos tempos e as exigências patentes a nível regulamentar e normativo, bem como o subsequente aumento do nível de qualidade de vida das populações, permitiram uma progressão considerável da qualidade da água potável. Outro aspecto a salientar, que contribuiu para a melhoria de qualidade da água foi o crescimento da supervisão e fiscalização por parte das entidades responsáveis [29].

Segundo a ERSAR, Portugal atingiu no ano de 2009 a melhor situação de sempre em termos da qualidade da água para consumo humano, confirmando a tendência de melhoria dos anos transactos. Neste sentido, verifica-se o cumprimento da situação regulamentar acima dos 99% do universo de amostragem que foi elaborada pela ERSAR e mais de 97,6% de cumprimento dos valores paramétricos da água. Na figura 2 analisa-se a evolução da qualidade da água a nível nacional desde o ano 1993 até 2007 [28].

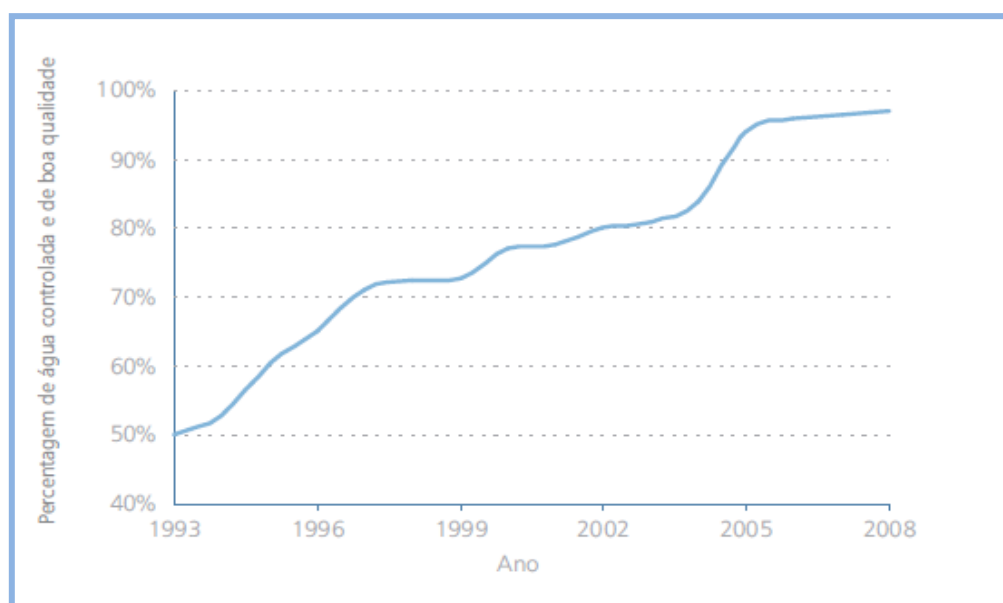


Figura 2 - Qualidade da água em Portugal [28].

Refere-se que estes gráficos são elaborados com a periodicidade de dois anos, ainda não tendo sido publicado o correspondente a 2010, acreditando-se, no entanto, que a percentagem de água controlada e de boa qualidade andarรก muito pr3xima dos 100%.

Por outro lado, sendo o sector dom3stico um dos maiores consumidores de 3gua pot3vel [46], evidencia-se que as instala33es prediais interferem igualmente nas quest3es de gest3o e qualidade da 3gua, devendo ser concebidas e dimensionadas para garantir a potabilidade da 3gua, salvaguardando as condi33es adequadas 3 garantia da sa3de p3blica e ao bem-estar dos utilizadores<sup>1</sup>. Os sistemas prediais est3o directamente ligados aos fen3menos de perdas de 3gua contribuindo para algumas consequ3ncias ambientais, principalmente em regi3es onde este bem 3 mais escasso.

Sendo a 3gua um agente essencial para o desenvolvimento s3cio-econ3mico e um recurso estruturante para Portugal, 3 indispens3vel que a utiliza33o da 3gua se fa3a de forma consciente, racionalizada e optimizada, desempenhando neste 3mbito, o sector das instala33es prediais um contributo essencial.

---

<sup>1</sup> *Utilizador* - 3 o ser humano (morador, frequentador, trabalhador, etc.) que, atendendo 3 necessidade, consome de uma forma deliberada 3gua pot3vel.

---



### 3. A LEGISLAÇÃO NACIONAL

#### 3.1. Sumário

O presente capítulo tem como principal objectivo uma análise elementar da legislação nacional sobre os critérios e métodos relativos aos sistemas prediais de águas segundo métodos regulamentares. Deste modo, efectuou-se uma pesquisa exaustiva dos critérios regulamentares e normativos dos sistemas prediais respeitantes a edifícios. Procurou-se igualmente sintetizar os referidos critérios fundamentais, bem como evidenciar algumas das suas particularidades.

As orientações definidas na legislação vigente e uma breve referência à importância da Normalização nacional são o cerne do conteúdo deste capítulo. Relativamente à legislação normativa portuguesa alusiva à temática das instalações prediais, verifica-se a existência de uma quantidade infindável de normas relativas a tubos e acessórios, bem como às suas inerentes condições de instalação.

Salienta-se igualmente que a tomada de consciência da comunidade nacional e internacional, para o novo posicionamento que as sociedades modernas devem assumir face à melhoria de qualidade das instalações prediais e ao seu valor patrimonial é reflectida nos instrumentos normativos e de planeamento mais recentes.

#### 3.2. A Normalização

Em 1947 foi criada a *International Organization for Standardization* - ISO (Organização Internacional de Normalização). Esta entidade tem como objectivo principal uma padronização a nível mundial, de forma a facilitar as actividades comerciais entre países. [91]

O processo de normalização baseia-se em resultados da tecnologia, da ciência e da experiência. As normas internacionais ou nacionais são ferramentas essenciais, pois aceleram as resoluções, reduzem as possibilidades, e proporcionam soluções rápidas e seguras para problemas repetitivos. Em Portugal, a estrutura de normalização visa desenvolver a coordenação global da regularização normativa levando a cabo a promoção, a participação, a votação de documentos e a aprovação de Normas, através do “Programa de Normalização” [43]. Neste âmbito, o IPQ, os organismos de normalização sectorial e as comissões técnicas desempenham um papel basilar (Figura 3).

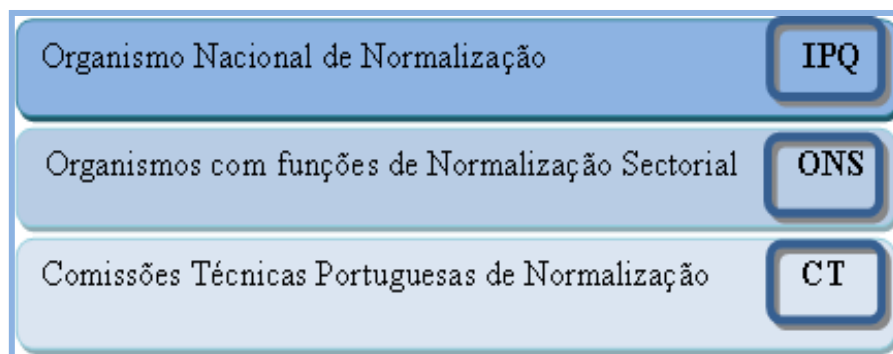


Figura 3 - Estrutura de Normalização nacional [92].

O IPQ é responsável pelos projectos de normas de origem nacional e pelas versões portuguesas de normas europeias e internacionais, editadas em Portugal. Por outro lado, compete ao IPQ antes do processo de edição, salvaguardar os direitos de propriedade intelectual de qualquer outro documento normativo de origem nacional ou internacional [43].

No âmbito da normalização nacional são consideradas “*Normas Portuguesas as NP, NP EN, NP EN ISO, NP HD, NP ENV, NP ISO, NP IEC e NP ISO/IEC. Também são consideradas Normas Portuguesas todas as EN, EN ISO, EN ISO/IEC e ETS integradas no acervo normativo nacional por via de adopção*”. É de ressaltar que as actuais normas estão sujeitas permanentemente a alterações e revogações [43].

Qualquer norma acima referida é considerada “*uma referência idónea do mercado a que se destina, sendo por isso usada em processos: de legislação, de acreditação, de certificação, de metrologia, de informação técnica*” [43].

### 3.3. Referencial regulamentar (DR 23/95, de 23 de Agosto)

Em 1994, ano que foi elaborada a legislação regulamentar específica (Decreto Regulamentar 23/95, de 23 de Agosto), considerou-se oportuno concentrar num mesmo texto legislativo os princípios gerais aprovados no Decreto-Lei n.º 207/94 de 6 de Agosto [24].

A desactualizada regulamentação existente para o abastecimento de água, que datava de 1943, e para a drenagem de águas residuais que datava de 1946, bem como a evolução dos conceitos e das tecnologias de projecto, execução e gestão de sistemas de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, motivaram a criação do Decreto-Lei n.º 207/94. Neste contexto, foram efectuados os estudos necessários à actualização da legislação nacional em matéria de sistemas públicos e prediais, de distribuição de águas e drenagem de águas residuais. Assim, este documento veio actualizar a legislação, quer em matéria de distribuição de água, quer em termos da sua drenagem [24].

Ao aprovar os princípios gerais a que devem obedecer as respectivas condições de construção, concepção e exploração dos referidos sistemas, assim como ao prever que a regulamentação técnica e as respectivas normas de higiene e segurança seriam aprovadas por decreto regulamentar, o Decreto-

Lei n.º 207/94 constituiu-se como um contributo essencial para a actualização da legislação vigente [24].

Presentemente, em Portugal as regras de dimensionamento e concepção dos sistemas prediais de distribuição de água e drenagem de águas residuais dos edifícios são estabelecidas no RGSPDADAR (Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais - Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto), havendo todavia outros documentos como manuais e normas que em caso de omissões, o complementam.

O RGSPDADAR é um documento extremamente claro e concreto onde são apresentadas as regras gerais para os sistemas prediais, no que se refere ao processo de instalação, traçados, prevenção contra a corrosão, natureza dos materiais, instalações complementares (como o caso de estações elevatórias, elementos sobressores e reservatórios), e à verificação dos sistemas englobando os ensaios e desinfecções a efectuar nas redes.

Contudo no que diz respeito a alguns critérios e métodos relativos às instalações prediais, o Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto encontra-se desactualizado, pois trata-se de um documento que data do ano 1995. Neste sentido, será importante que as entidades competentes promovam uma rápida actualização do presente regulamento.

### ***3.3.1. Concepção geral das redes de distribuição de água***

O primeiro aspecto a apreciar na concepção de uma rede predial de distribuição de água, prende-se com a consideração dos caudais mínimos (caudais instantâneos) a assegurar nos dispositivos de utilização instalados em cada fracção (Art.º n.º 90, D.R. 23/95) [24].

O caudal de dimensionamento é condicionado pelo coeficiente de simultaneidade, que tem em consideração a probabilidade de funcionamento em simultâneo dos dispositivos de utilização instalados.

Denomina-se por coeficiente de simultaneidade de um determinado troço, a relação entre o caudal de cálculo ( $Q_{dim}$  - caudal de dimensionamento) e o caudal acumulado de todos os dispositivos de utilização alimentados através desse troço ( $Q_{acu}$ ) [75]. Uma boa referência prática será considerar o coeficiente de simultaneidade sempre superior a 0,2, sendo o limite superior igual a 1.

No caso da presença de dispositivos de alimentação com caudal controlado e de fechamento automático (fluxómetros), o caudal de cálculo destes dispositivos deverá ser directamente adicionado ao caudal de cálculo, tendo em conta o número de fluxómetros instalados e a sua utilização possibilidade simultânea (Art.º n.º 91, D.R. 23/95) [24].

Outro aspecto essencial a focar baseia-se no facto de as pressões de serviço nos dispositivos de utilização domiciliária devem situar-se entre 50 e 600 kPa e por razão de conforto e durabilidade dos materiais, recomenda-se que se mantenham entre 150 e 300 kPa (Art.º n.º 87, D.R. 23/95) [24].

As velocidades exageradas de escoamento estão habitualmente associadas a elevadas pressões, pelo que podem constituir uma fonte de ruído. Neste sentido, os diâmetros das condutas devem ser escolhidos de forma que, para os caudais calculados, as velocidades de escoamento nas canalizações e acessórios variem entre 0,5 e 2,0 m/s (Art.º n.º 87, D.R. 23/95) [24].

O isolamento térmico deverá ser considerado nas redes de água quente, reduzindo o gradiente entre a temperatura da água à saída do dispositivo de aquecimento e à sua chegada ao dispositivo de utilização, visando uma redução dos custos de funcionamento e aumento da eficiência de aquecimento do sistema (Art.º n.º 98, D.R. 23/95) [24].

Acrescenta-se ainda que, em reabilitações ou ampliações de sistemas de distribuição de água existentes, o regulamento vigente obriga à comprovação da capacidade da rede face ao aumento de caudal [75].

### ***3.3.2. Conceção geral das redes de drenagem de águas residuais domésticas***

Tal como na concepção de uma rede predial de distribuição de água, o primeiro aspecto a considerar na rede de drenagem residual doméstica, prende-se com a consideração dos caudais de descarga a atribuir aos aparelhos e equipamentos sanitários, os quais devem estar de acordo com o fim específico a que se destinam (Art.º n.º 208, D.R. 23/95) [24].

O caudal de cálculo é condicionado pelo coeficiente de simultaneidade, que tem em consideração a probabilidade de funcionamento simultâneo dos dispositivos de utilização instalados [75].

Denomina-se por coeficiente de simultaneidade de um determinado troço, a relação entre o caudal de cálculo e o caudal acumulado de todos os aparelhos sanitários sustentados por esse troço (Art.º n.º 209, D.R. 23/95) [24].

A concepção geral dos sistemas de drenagem de águas residuais deve passar pela análise do destino final a dar aos efluentes, visando a protecção dos recursos naturais como a saúde pública e a economia global da obra (Art.º n.º 118, D.R. 23/95) [24].

As redes de águas residuais domésticas dos edifícios abrangidos pela rede pública devem ser obrigatoriamente ligadas a esta por ramais de ligação (Art.º n.º 150, D.R. 23/95) [24].

Os tubos de queda de águas residuais domésticas têm por finalidade a condução destas águas, desde os ramais de descarga até aos colectores prediais servindo simultaneamente para ventilação das redes prediais e públicas (Art.º n.º 229, D.R. 23/95) [24].

Os sistemas de drenagem de águas residuais domésticas são dotados obrigatoriamente de ventilação primária, que é obtida normalmente pelo prolongamento de tubos de queda até à sua abertura na atmosfera ou, quando estes não existem, pela instalação de colunas de ventilação nos extremos de montante dos colectores prediais. Os sistemas devem dispor quando necessário, de

ventilação secundária parcial ou total, realizada através de colunas ou de ramais e colunas de ventilação (Art.º n.º 203, D.R. 23/95) [24].

É de carácter obrigatório a instalação de coluna de ventilação sempre que o caudal de cálculo nos tubos de queda com altura superior a 35 metros for maior que 700 l/min. (Art.º n.º 231, D.R. 23/95) [24].

Acrescenta-se ainda que, sempre que na remodelação ou ampliação de um sistema haja aumento do caudal, deve comprovar-se a suficiêcia da capacidade de transporte dos tubos de queda e dos colectores prediais, bem como da ventilação do sistema [75].



## 4. APRECIACÃO GLOBAL DAS INSTALAÇÕES PREDIAIS

### 4.1. *Historial dos materiais*

Esta alínea pretende efectuar um sucinto historial sobre os materiais utilizados nas instalações prediais de distribuição de água e drenagem de águas residuais a nível nacional. Deste modo, apresenta-se uma breve descrição do seu desenvolvimento desde o início do século XX (Figura 4) até ao presente.

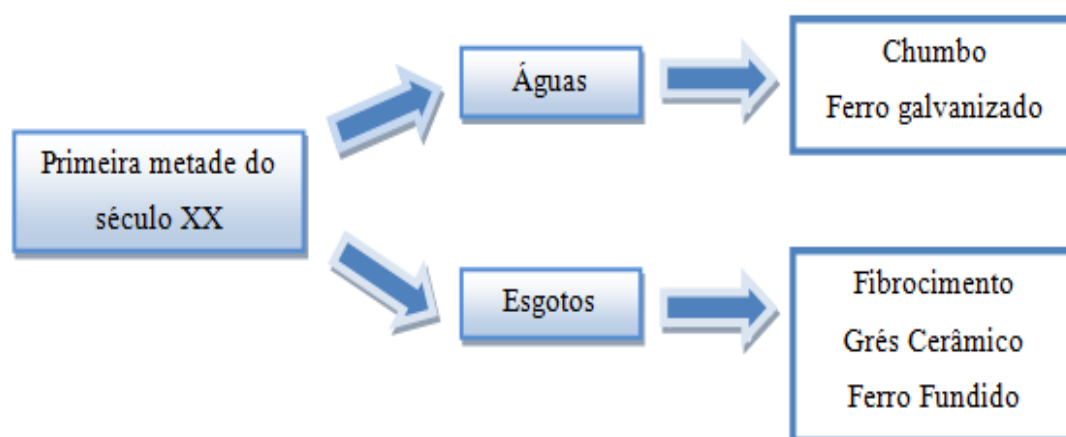


Figura 4 - Materiais utilizados na primeira metade do Século XX [4].

No que diz respeito à drenagem de águas residuais, na primeira metade do séc. XX utilizava-se principalmente o grés, embora o ferro fundido e mesmo o fibrocimento tivessem algum uso. Por outro lado, os materiais utilizados nas instalações prediais de distribuição de água, na primeira metade do século XX, eram do tipo metálico, destacando-se o chumbo e o ferro galvanizado (aço galvanizado) [4].

Contudo, através de várias investigações e estudos verificou-se que o chumbo implicava prejuízos para a saúde pública. O chumbo, quando ingerido em quantidades elevadas provoca vários malefícios para o sistema nervoso Humano, nomeadamente, encefalopatias, tremores musculares, alucinações, perda de memória e da capacidade de concentração. Estes sintomas podem mesmo progredir até ao delírio, convulsões, paralisias e em última instância, uma situação de coma. Alguns dados experimentais revelam que os danos causados pelo chumbo podem afectar funções da memória em todas as etapas do ciclo de vida [44] [56].

Nos Estados Unidos efectuou-se entre 1976 e 1980, uma investigação complexa com um universo de 2695 crianças de idade igual ou inferior a 7 anos, tendo-se concluído que existia uma concordância entre os níveis crescentes de chumbo no sangue e a redução do peso e da altura [88].



Figura 5 - Tubos de chumbo [87].

Graças ao conhecimento dos prejuízos causados pelas tubagens de chumbo (Figura 5), foi impulsionada a erradicação total deste metal nas instalações prediais a executar de novo. Contudo, segundo dados da EPAL, nomeadamente na região de Lisboa, em muitas edificações antigas ainda é possível encontrar canalizações e acessórios de chumbo nas redes de água para consumo [4]. Deste modo, seria pertinente efectuar um levantamento do uso deste material, de forma a compreender os malefícios que os utilizadores das habitações ainda se encontram sujeitos.

Nas décadas de 60 e 70 ocorreu um enorme progresso no desenvolvimento da indústria dos polímeros, que agitou totalmente o sector das instalações prediais. A possibilidade de oferta de tubagens de polietileno ou policloreto de vinilo, materiais que se destacam por serem leves, de fácil instalação e custo relativamente baixo, proporcionou uma generalização do policloreto de vinilo em Portugal. Contudo, nas redes interiores de distribuição de águas o PVC não vingou, pois rapidamente se entendeu que, do ponto de vista mecânico era bastante débil [4].

Por outro lado, o policloreto de vinilo acabou por se tornar o material plástico preferencial na maioria das situações para a realização de sistemas de drenagem predial na generalidade dos edifícios. Apenas em edifícios especiais (hospitais, edifícios públicos de relevância, etc.) é que este material era preterido pelas tubagens metálicas.

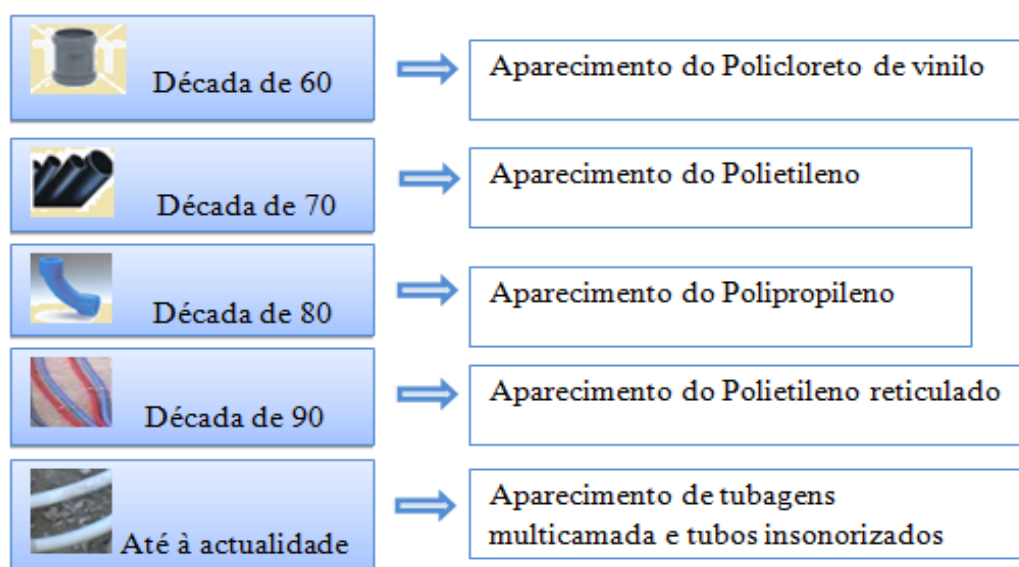


Figura 6 - Cronologia dos tubos em Portugal (últimos 50 anos) [4].

Com o avanço da ciência e da tecnologia promoveu-se uma intensa procura para uma nova geração de materiais plásticos. Deste modo surgiram, entre outros, materiais como o polipropileno, o policloreto de vinilo clorado e o polibutileno [55].

Na década de 90, a implementação por parte dos instaladores e fabricantes de políticas comerciais activas em busca de materiais cada vez mais superiores e competitivos, propiciou o aparecimento dos tubos de polietileno reticulado (PEX). Estes tubos, devido às suas características intrínsecas, provocaram em algumas zonas do País uma autêntica generalização da sua utilização [4].

Porém, presentemente verifica-se o fenómeno de retrocesso do uso de tubagens de PEX em detrimento de tubos multicamada, de geração mais recente, nos quais são conciliadas as melhores características das tubagens metálicas e das tubagens termoplásticas. Devido às atractivas características dos tubos multicamada verifica-se que, nos dias de hoje, este material tem alguma generalização no âmbito das instalações prediais.

No que concerne aos materiais de última geração que chegam ao mercado, observou-se uma preocupação no desenvolvimento substancial do conforto das instalações prediais (como por exemplo, as tubagens insonorizadas) que, actualmente e num futuro próximo, será imprescindível no âmbito de projectos de drenagem de águas residuais domésticas.

A evolução das tubagens nas instalações prediais passa pelo progresso e inovação constante dos materiais, em prol de um nível de conforto cada vez mais elevado e que dê respostas às crescentes exigências dos utilizadores.

#### ***4.2. Desempenho geral das instalações prediais***

A inovação tecnológica, a progressão do processo de urbanização e a expansão das actividades económicas e sociais levaram a que se encare o processo de construção como a solução do problema colocado pela necessidade de satisfação de exigências dos utilizadores no desempenho das diversas instalações concebidas para os edifícios.

As necessidades dos utilizadores decorrem de critérios sócio-económicos (expostos pelo Homem como ser social), fisiológicos (expostos pelo Homem como ser vivo) e psicológicos (expostos pelo Homem como ser inteligente) manifestados aquando da utilização adequada das funções dos edifícios de habitação.

Numa óptica actual, os edifícios devem ser considerados como um produto industrial, cuja qualidade deve ser previamente definida visando o seu correcto desempenho.

Neste contexto, os edifícios são estruturas idealizadas para um dado fim. Contudo ao longo da sua vida útil envelhecem e deterioram-se havendo necessidade de cuidados de manutenção e de reabilitação para prevenir a sua degradação. Qualquer edifício deve transmitir aos seus ocupantes uma sensação de segurança [83].

Apesar de não existirem estatísticas fidedignas em Portugal sobre as principais causas de anomalias em edifícios pode-se contudo afirmar que as instalações prediais de distribuição de água e drenagem residual são actualmente, um dos principais focos de problemas em edifícios a nível nacional. Porém, representam apenas uma pequena percentagem em termos de custos de construção [9].

Em edifícios envelhecidos, as roturas de instalações de drenagem e distribuição de água constituem uma das principais fontes de problemas. Este tipo de problemas resulta sobretudo da falta de manutenção, tendo por vezes origem em vários erros de execução/construção [73].

Analisar a situação actual deste tipo de instalações torna-se imperativo pois perspectiva-se o aumento da qualidade das mesmas. Nestas instalações, os erros e defeitos provocam por um lado, factores de desconforto (odores, ruídos) e por outro, durabilidades reduzidas (roturas, deteriorações), obrigando a intervenções que em regra são de custo significativo e de alta incomodidade para os ocupantes das habitações [3].

O conceito de qualidade está intimamente ligado ao desempenho destas instalações. Do ponto de vista técnico torna-se obrigatório satisfazer vários atributos como a resistência, a durabilidade, a eficiência, entre outros. Neste contexto, as questões de qualidade das instalações podem resultar da inadequada selecção na fase de projecto, de materiais, acessórios e equipamentos, ou em obra, de montagens incorrectas, de incumprimentos do projecto e da falta de formação específica dos instaladores [2].

Por outro lado, o desempenho pode traduzir-se por exemplo, na relação entre os custos quer de investimento, quer de manutenção, e a satisfação (benefício) proporcionada pela disponibilidade e características da instalação. Em muitas circunstâncias na fase de projecto ao nível dos equipamentos o sub-dimensionamento é infelizmente comum sendo esta situação geralmente motivada por causas económicas [2].

Todavia, importa destacar que o correcto desempenho das instalações prediais resulta essencialmente de um sistemático cumprimento de regulamentos nacionais, normas Europeias e regras de instalação. Outra perspectiva de encarar o desempenho é através do uso correcto do sistema predial. Assim, o aumento da competitividade decorrente de um generalizado aumento do nível de vida e das exigências crescentes dos consumidores, torna este conceito de qualidade e desempenho cada vez mais repetido e do conhecimento do senso comum.

As empresas, as entidades gestoras, os técnicos superiores e outras instituições ligadas à formação possuem um papel determinante surgindo cada vez mais iniciativas neste âmbito através de seminários, colóquios, conferências e congressos.

### 4.3. O Efeito da bactéria da “*Legionella*” nas instalações prediais

O desempenho das instalações prediais pode ser condicionado por aspectos relacionados com o seu funcionamento/manutenção. Nas redes de distribuição de água as situações mais conhecidas relacionam-se com a contaminação pela bactéria da “*Legionella*” [2].

A “*Legionella*” é uma bactéria que pode, entre outras sintomatologias, propiciar a manifestação de uma forma de pneumonia. O nome científico deriva do termo “*Legionaire*”, antigo combatente, pois a doença foi detectada pela primeira vez nos intervenientes de uma reunião de antigos combatentes, tendo sido transmitida através dos sistemas de ar condicionado [42].



Figura 7 - Bactéria “*Legionella pneumophila*.” [42].

Este tipo de bactérias (Figura 7) normalmente está presente na natureza, nas águas superficiais, etc., podendo no entanto, encontrar-se em locais com água estagnada nos quais se verifica uma multiplicação considerável da mesma. O perigo da inalação da “*Legionella*” nas instalações prediais reside sobretudo nos sistemas de aquecimento ou de ar condicionado em edifícios de grandes dimensões, como é o caso dos hospitais, escolas e hotéis [42]. Como será fácil de compreender os riscos são acrescidos nos hospitais e casas de repouso, pois é precisamente nesses locais que se encontram as pessoas mais debilitadas fisicamente e com patologias subsequentes [2].

Caso não seja tratada a doença da “*Legionella*”, assim designada pelo nome da bactéria, geralmente agrava-se durante a primeira semana podendo mesmo ser fatal. As complicações mais frequentes desta patologia são a insuficiência respiratória, a insuficiência renal aguda e a falência multiorgânica [42].

O tratamento atempado geralmente resulta na recuperação completa do indivíduo infectado. No entanto, a longo prazo podem ocorrer em alguns indivíduos sequelas decorrentes da inalação da bactéria, nomeadamente cicatrizes pulmonares e doença pulmonar restritiva [42].

Em infecções graves, muitas vezes existe a manifestação de sintomas secundários, inespecíficos da contaminação pela “*Legionella*”, sendo de salientar a fraqueza e a fadiga que podem persistir durante vários meses após a infecção [42].

Os principais factores que propiciam o desenvolvimento da “*Legionella*” são [1] [2] [42]:

- Valores de pH compreendidos entre os 5 e 8;
- Temperaturas da água entre os +20 °C e os +50 °C;
- Presença de sais de ferro e de zinco (devido aos fenómenos de corrosão);
- Humidade relativa superior a 60%;
- Presença de biofilmes<sup>2</sup> associados aos fenómenos de corrosão e ao aparecimento da matéria orgânica.

Quadro 1 - Factores de risco e pontos críticos associados à “*Legionella*” [1] [2] [42].

<b>FACTORES DE RISCO E PONTOS CRÍTICOS</b>	
<b>Sistemas e equipamentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistemas de abastecimento de água</li> <li>▪ Redes prediais de água quente e fria</li> <li>▪ Sistemas de ar condicionado</li> <li>▪ Torres de refrigeração</li> <li>▪ Caldeiras</li> <li>▪ Reservatórios</li> </ul>
<b>Factores de risco</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estagnação da água</li> <li>▪ Tempo de uso e complexidade do sistema</li> <li>▪ Possibilidade de comunicação entre os vários sectores</li> </ul>
<b>Pontos críticos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zonas de água parada: reservatórios, caldeiras, termoacumuladores, sectores da rede de abastecimento predial pouco utilizados</li> <li>▪ Zonas da rede de água quente com temperatura &lt; 50 °C</li> <li>▪ Zonas da rede de água fria com temperatura &gt; 20 °C</li> <li>▪ Locais susceptíveis à corrosão e incrustação</li> </ul>

Para travar a proliferação da doença podem ser tomadas algumas medidas de precaução nomeadamente, desenvolvendo sistemas de água quente o mais curtos possível pois deste modo, garante-se que a água se conserve permanentemente a uma temperatura rondando os +60 °C, dado que a temperaturas iguais ou superiores a este valor as bactérias não resistem e morrem [42].

<sup>2</sup> *Biofilmes* - comunidades biológicas com um elevado grau de organização, onde as bactérias formam comunidades coordenadas e funcionais.

Presentemente surgiu uma consciencialização generalizada na prevenção da “*Legionella*” nas linhas de retorno das águas quentes sanitárias, bem como nos depósitos de águas quentes sanitárias. Neste sentido, as soluções indicadas passam pelo reforço de cloro no sistema com teores controlados, de modo a prevenir o desenvolvimento bacteriológico. Assim, deverá ser instalado um sistema contínuo com um controlador automático do teor de cloro residual próprio para altas temperaturas (+80 °C) [27].

O controlo específico do aparecimento e proliferação deste microrganismo é essencial para a saúde pública, pois estas bactérias estão presentes em praticamente todos os ambientes e nas mais variadas situações. Neste contexto, é fundamental que a área da saúde esteja sempre directa ou indirectamente envolvida em diversas investigações e estudos para desenvolver mecanismos/procedimentos que visem a protecção da população relativamente a estas questões de saúde, propiciando a resolução e a prevenção deste tipo de patologias.

#### ***4.4. Causas de não qualidade***

##### ***4.4.1. Erros de projecto***

Como o próprio nome indica, um erro de projecto pode afectar o comportamento global de um determinado elemento, originando anomalias e prejudicando a sua função.

Assim, pretende-se abordar os principais erros de projecto, que eventualmente podem provocar um mau desempenho das instalações prediais. No entanto, a quantificação geral das anomalias existentes torna-se complexa de uma forma única e congruente.

Esta contrariedade resulta dos seguintes semblantes:

- A grande variedade de acessórios e materiais que constituem as instalações prediais;
- A diversidade de funções desempenhadas pelos elementos associados;
- A variedade de fases pelas quais passam estas instalações envolvendo o dimensionamento, a concepção, o projecto e a utilização.

Quase sempre as irregularidades giram em torno dos diferentes factores e da sua respectiva conjugação. Deste modo, é possível agrupar os factores que levam ao mau desempenho das instalações prediais, em termos de erros de projecto.

Os principais erros de projecto, podem resultar de:

- Erro humano no processo de concepção;
- Erro humano no processo de dimensionamento;

- Deficiente transmissão de ideias de projecto – irregularidades nas peças escritas e desenhadas;
- Insuficiente conhecimento dos elementos constituintes dos sistemas prediais de águas e drenagem de águas residuais;
- Falta de consideração de critérios regulamentares;
- Falta de consideração de critérios normativos;
- Especificações de projecto mal concebidas;
- Imperfeição na ligação entre elementos;
- Falta de informação relevante relativa aos materiais a utilizar;
- Inadequada selecção dos materiais;
- Falta de compatibilidade com os projectos de electricidade e de arquitectura;
- Má disposição dos reservatórios;
- Má disposição dos sistemas elevatórios;
- Deficiências no mapa de medições;
- Pouco tempo dedicado ao tratamento dos desenhos;
- Sobreposição de elementos gráficos e textos com falta de clareza na leitura;
- Excesso de desenhos com pormenorização de todos os elementos, ao invés de recorrer a alguns quadros.

O último grupo de inconformidades de projecto encontra-se relacionado com a inadequação dos elementos de construção para as funções para que foram concebidos ou que a eles passam a ser exigidas, face à qualidade considerada satisfatória. São exemplos desta inconformidade os desajustamentos face a determinadas exigências de segurança, de habitabilidade e de economia. A economia face à escolha dos materiais tornou-se actualmente um factor determinante para as condições de conforto e qualidade, as quais podem eventualmente ser postas em causa.

Efectivamente, um erro na fase de projecto pode acarretar o aparecimento de uma anomalia na utilização ou ainda originar custos excessivos de manutenção. Neste sentido, apesar das consequências graves que a falta de manutenção pode estimular é incontestavelmente mais fácil a sua correcção, do que a de um posterior erro grave de concepção.

#### ***4.4.2. Erros construtivos***

Nos sistemas prediais a existência de deficiências de construção manifesta-se normalmente em serviço pela ocorrência de roturas, devido frequentemente a ligações mal efectuadas ou à incompatibilidade de materiais. Deste modo, para cada instalação devem ser adoptadas práticas construtivas eficientes para colmatar todas as situações particulares.

Neste contexto, os erros construtivos mais comuns na instalação das tubagens de distribuição de água e drenagem de águas residuais são os seguintes:

- Instaladores com falta de formação específica;
- Equipamentos inadequados;
- Rendimentos mal calculados que levam ao incumprimento de prazos;
- Incumprimento de especificações relativas aos tempos de secagem e junções mal executadas;
- Defeitos na realização da calibração com o utensílio indicado, antes da união do acessório;
- Defeitos no material – impurezas e fragilidade;
- Incumprimento na curvatura dos tubos rígidos;
- Falta de prevenção das condensações (tubos de água quente devem circular acima de tubos de água fria, quando na vizinhança);
- Falta de cautela a instalar os tubos - Nunca instalar tubagens em meios agressivos;
- As canalizações metálicas devem ser preferencialmente executadas com o mesmo material em todo o seu desenvolvimento;
- Falta de isolamento - os materiais devem possuir isolamento com imputrescibilidade e incombustibilidade;



Figura 8 - Falta de isolamento nas tubagens de água quente (tubo de polipropileno).

- Incumprimento da ortogonalidade e paralelismo em relação a paredes e pavimentos para canalizações rígidas;
- Incumprimento na execução das inclinações para os troços horizontais;
- Incumprimento na execução da distância mínima entre tubos de água quente e fria;
- Incompatibilização com as restantes especialidades (estruturas, gás, electricidade, etc.);
- Utilização de material não certificado.

Todos os materiais a utilizar na execução das redes tem que ter a marcação CE/Certificado de qualidade, assim como todos os aparelhos de medida e ensaio, devem ser calibrados pela Entidade de reconhecida competência e avaliados para o efeito pelo Instituto Português de Qualidade.

Contudo, este aspecto nem sempre se verifica provavelmente por questões de ordem económica, pois as tubagens sem a marcação CE tornam-se consideravelmente mais baratas, colocando em causa o correcto funcionamento dos sistemas prediais.

Assim, o bom desempenho das instalações prediais só será conseguido se determinadas práticas forem evitadas. Nas figuras 9, 10 e 11 fica comprovado um exemplo de que determinadas empresas do sector cometem alguns erros construtivos pondo em causa bom funcionamento dos sistemas prediais.

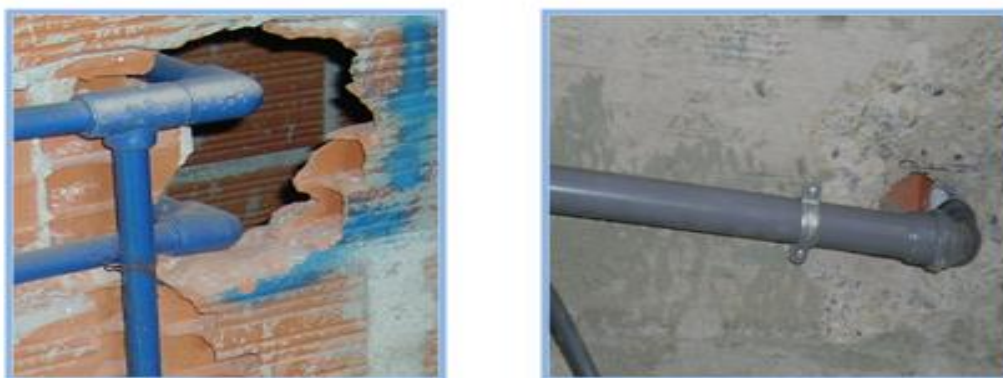


Figura 9 - À esquerda, tubos de água quente em contacto com tubos de água fria (tubagens de polipropileno). À direita, incumprimento na execução das inclinações para os troços horizontais (rede de esgotos).



Figura 10 - Inexistência de sifão na instalação (nem individual nem colectivo) [79].



Figura 11 - Exemplos de incompatibilidades com as restantes especialidades de projecto (procedeu-se à destruição de elementos estruturais de modo a efectuar a passagem dos tubos).

#### **4.4.3. Utilização incorrecta**

A existência de uma incorrecta utilização do edifício pode desencadear determinados problemas, os quais traduzem um mau desempenho dos sistemas prediais nas condições normais de serviço. As modificações de utilização relacionadas com o edifício podem ser devido ao acréscimo de sobrecarga, proporcionando o aumento de seu porte, ou pela ocorrência de vibrações.

As alterações das condições da vizinhança são, por exemplo, a realização de edifícios subjacentes aos já instalados, a realização de escavações originando movimentos acentuados e a aplicação localizada de forças excessivas. Todas estas situações podem criar condições de degradação das instalações prediais.

Durante a fase de utilização os problemas de manutenção ou conservação são de grande importância para evitar a ocorrência de anomalias. A ausência de cuidados de manutenção permite que fenómenos, uma vez já iniciados, avancem livremente originando muitas vezes pelos seus efeitos o desencadear de novos problemas criando-se deste modo, um ciclo de degradação acelerada. Alguns dos factos descritos são potenciais causadores do desenvolvimento de incompatibilidades de funcionamento com consequências negativas acentuadas.

Em suma, para além de erros de projecto e de construção, a responsabilidade humana é um aspecto fulcral para o correcto funcionamento das instalações prediais.



## **5. CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS RELEVANTES NA INSTALAÇÃO DE TUBAGENS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA E DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS**

Os sistemas prediais devem ser executados de forma a garantir uma qualidade adequada ao seu uso. Assim sendo, algumas condições técnicas são vistas como elementos determinantes ao correcto desempenho destes sistemas.

Neste capítulo apresenta-se uma listagem geral de alguns princípios técnicos, de forma a possibilitar um conhecimento aprofundado e sistematizado, considerado pertinente, acerca desta temática.

### ***5.1. Considerações prévias***

Na escolha dos materiais não devem ser considerados apenas factores de ordem económica, mas importa também conhecer alguns aspectos mais relevantes dos tubos, acessórios e equipamentos uma vez que nem todos os materiais se comportam de maneira idêntica.

As redes prediais devem ser executadas em conformidade com as especificações regulamentares aplicáveis, os requisitos de projecto, bem como as recomendações dos fabricantes dos diferentes tipos de tubagens.

As canalizações podem ser instaladas à vista, em galerias, caleiras, tectos falsos, embainhadas ou embutidas, devendo ser sempre protegidas de acções mecânicas e, quando necessário, isoladas termicamente [24].

Acrescenta-se ainda que, segundo o Art.º n.º 96 do Decreto Regulamentar 23/95 de 23 de Agosto as canalizações não devem ficar [24]:

- Sob elementos de fundação;
- Embutidas em elementos estruturais;
- Embutidas em pavimentos, excepto quando flexíveis e embainhadas;
- Em locais de difícil acesso;
- Em espaços pertencentes a chaminés e a sistemas de ventilação.

Somente devem ser utilizados materiais portadores de certificado de ensaio ou de homologação emitidos por entidade acreditada para o efeito, devendo ser identificadas todas as características relevantes.

Todos os trabalhos de montagem devem ser efectuados por pessoal especializado, de modo a garantir a sua correcta execução. Aquando do transporte e armazenamento de tubagens, ou quaisquer

outros elementos destinados ao fabrico de redes, devem ser tomadas todas as medidas necessárias à sua protecção e acondicionamento [75].

Os aparelhos sanitários instalados devem ser dotados, individual ou colectivamente, de sifões, de modo a garantir a não passagem de gases para o interior das edificações.

Nas instalações prediais de drenagem de águas residuais devem prever-se a instalação de válvulas de seccionamento sempre que seja previsível a necessidade de corte na rede de drenagem para eventuais operações de manutenção ou reabilitação.

## ***5.2. Cuidados especiais na montagem de tubos metálicos***

Na selecção das tubagens metálicas não devem ser consideradas apenas as condições de aplicação, mas importa também compreender que cada metal se comporta de maneira diferente quando sujeito a acções de temperatura variada [75].

Neste enquadramento importa realçar que os metais têm características físicas completamente distintas. Assim o projectista aquando da escolha da tubagem metálica, deve ter especial atenção à tensão de rotura, à condutibilidade térmica e ao coeficiente de dilatação térmica.

As variações de comprimento assumem especial relevância sempre que as tubagens metálicas se destinam ao transporte de água quente. Actualmente, as variações de dilatação das tubagens estão devidamente identificadas e comprovadas pelos fabricantes e produtores deste tipo de materiais, de forma a possibilitar aos projectistas e instaladores um conhecimento substancial sobre estes [80].

Na instalação de redes de tubagens metálicas deve evitar-se o contacto entre materiais diferentes, de forma a minimizar a ocorrência de corrosão. Por outro lado, não devem ser colocadas tubagens de aço galvanizado a jusante de tubagens de cobre, de forma a evitar a corrosão provocada pelo contacto entre metais de nobrezas e características distintas [75]. Assim sendo, aquando da instalação das tubagens metálicas devem-se ter cuidados especiais, nomeadamente [80]:

- Ter cuidado no manuseamento;
- Ter cuidado no transporte;
- Evitar a permanência prolongada dos tubos em condições de humidade elevada;
- Considerar o sistema predial como um todo;
- Não utilizar ferramentas inadequadas;
- Não efectuar a limpeza com produtos corrosivos;
- Utilizar processos de execução adequados;
- Não utilizar gesso ou cal, ou misturas, sobre as tubagens metálicas.

A escolha do tipo de tubo metálico adequado para uma determinada aplicação é sempre um processo complicado e envolve diversos conhecimentos como aspectos de corrosão e contaminação, temperatura, acabamentos internos, meio em que se encontra, pressões de trabalho, resistência mecânica e grau de segurança.

Existem porém, um conjunto de vantagens e desvantagens que interessa analisar, os quais o projectista aquando da selecção destes materiais deve ter sempre em consideração (Quadro 2).

Quadro 2 - Conjunto de vantagens e desvantagens dos tubos metálicos [40] [54].

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estabilidade dimensional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Susceptibilidade à corrosão</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resistência às temperaturas usuais de incêndio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dificuldade na montagem de tubos e acessórios</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Maior confiabilidade nos dados de desempenho</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Maior custo, bem como maior perda de carga (em geral)</li> </ul>

### 5.3. Cuidados especiais na montagem de tubos termoplásticos

Não só a temperatura e o tempo de actuação das solicitações influenciam o comportamento mecânico das tubagens termoplásticas mas também os factores externos inerentes ao meio ambiente o pode afectar. De facto agentes como a radiação solar, o oxigénio, a humidade e os poluentes, também o influenciam. Além disso, os termoplásticos são prejudicados por factores inerentes ao próprio material, tais como: o grau de cristalinidade, a sua estrutura química, a presença de grupos polares e grupos volumosos [30] [81].

Na utilização das tubagens termoplásticas devem ser adoptados cuidados especiais de modo a evitar problemas de qualidade. Neste contexto, os principais cuidados a ter em consideração, são os seguintes [80]:

- Ter cuidado no manuseamento dos elementos plásticos;
- Ter cuidado no transporte dos elementos plásticos;
- Considerar o sistema predial como um todo;
- Evitar a permanência prolongada dos tubos em contacto com os raios ultravioletas;
- Não utilizar ferramentas inadequadas;
- Proteger, por pintura com tinta adequada, as tubagens, quando sujeitas à acção dos raios ultravioletas (exteriores), de modo a evitar a sua deterioração;
- Evitar armazenar em estaleiro os elementos termoplásticos, em locais sem protecção contra os raios ultra-violeta;

- Cumprir as regras de instalação, incluindo a correcta execução das uniões;
- Evitar o uso de tubos que apresentem golpes nas superfícies;
- Respeitar as características específicas dos produtos.

O projectista, aquando da selecção dos tubos termoplásticos, deve ter sempre presente as vantagens e desvantagens específicas pelo que é relevante esquematizar as mesmas (Quadro 3).

Quadro 3 - Conjunto de vantagens e desvantagens dos tubos termoplásticos [41] [56].

Vantagens	Desvantagens
▪ Material leve e de fácil manuseamento	▪ Degradação por exposição aos raios ultra-violeta
▪ Alta resistência à corrosão	▪ Baixa resistência ao calor (em geral)
▪ Baixa condutibilidade térmica	
▪ Perda de carga menor (em geral)	▪ Em caso de combustão leva à produção de gases tóxicos
▪ Menor custo (em geral)	

Deste modo, na fase de selecção destes materiais deve-se sempre efectuar uma escolha ponderada respeitante às condições de utilização, tendo especial atenção na escolha dos acessórios a instalar com os tubos, pois nem sempre são do mesmo material das tubagens.

#### 5.4. Revestimentos e protecções

As tubagens destinadas ao transporte de água para consumo humano e à drenagem de águas residuais não devem ficar sujeitas a significativos gradientes térmicos, neste sentido devem tomar-se todas as precauções quando se preveja a ocorrência condensações ou exposições a temperaturas extremas [24].

As tubagens destinadas à drenagem de águas residuais devem ser isoladas quando forem descortinadas possíveis situações de congelamento ou sujeição a fontes de calor. Por outro lado, quando se trata do transporte de água quente, as tubagens devem possuir isolamento térmico, para reduzir o gradiente entre a temperatura da água à saída do dispositivo de aquecimento e a sua chegada ao dispositivo de utilização, ou no seu regresso ao dispositivo de aquecimento nos casos de existência de tubagem de retorno [75].

Os produtos a utilizar no isolamento térmico das tubagens devem ser imputrescíveis, não corrosíveis, resistentes aos microrganismos e à humidade [75].

De acordo com o “Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios” (DL 79/2006, 4 de Abril), os valores mínimos das espessuras dos isolantes a utilizar nas tubagens,

constam no quadro 4. Para tubagens instaladas no exterior, os valores das espessuras constantes do quadro devem ser incrementados de 10 ou de 20 mm, respectivamente para tubagens transportando água quente ou água fria [84].

Quadro 4 - Espessuras mínimas de isolamento [85].

Diâmetro exterior do tubo (mm)	Espessuras mínimas de isolamento (mm)			
	Temperatura da água (°C)			
	Fluido interior frio		Fluido interior quente	
	0.1 a 10	> 10	40 a 65	66 a 100
$D_e \leq 35$	20	20	20	20
$35 < D_e \leq 60$	30	20	20	30
$60 < D_e \leq 90$	30	30	30	30
$90 < D_e \leq 140$	40	30	30	40
$140 < D_e$	40	30	30	40

O isolamento térmico será executado de modo a garantir que [80]:

- Será evitada a sua aplicação em qualquer elemento do sistema de tubagem sem que os respectivos testes hidráulicos tenham sido realizados;
- Não seja interrompido nos locais de colocação de abraçadeiras e não seja efectuado o isolamento comum a dois tubos;
- Todos os acessórios de tubagem serão isolados, excepto quando estes tiverem de ser acessíveis ao utilizador.

### 5.5. Juntas de dilatação

Quando os tubos de transporte de águas residuais ficam sujeitas a significativos gradientes térmicos, verifica-se a variação das suas dimensões, sendo geralmente acompanhadas da produção de ruídos e da eventual introdução de tensões. Esse efeito pode ser evitado ou atenuado, através da inserção de juntas de dilatação com características apropriadas à natureza dos materiais constituintes dos tubos. Dentro deste contexto, no caso das tubagens de transporte de água para consumo humano serem afectadas por fontes de sujeição de calor devem ser igualmente realizadas juntas de dilatação [75].

Caso as tubagens de transporte de distribuição água e drenagem residual se encontrem embutidas e sempre que as suas dimensões lineares o justificam, devem ser envolvidas com material

que impeça a sua solidarização às argamassas envolventes e dever-se-ão conceber zonas reservadas à absorção das dilatações previstas (p.e. mudanças de direcção dos tubos) [75].

Preferencialmente, devem sempre instalar-se juntas de dilatação nas situações em que os edifícios possuam juntas com a direcção transversal ao desenvolvimento das tubagens. Os tipos de juntas de dilatação mais utilizados são constituídos por “braços de dilatação”, “liras” e tipo “telescópio”, devendo este último ser considerado como a solução mais viável (figura 12) [80].

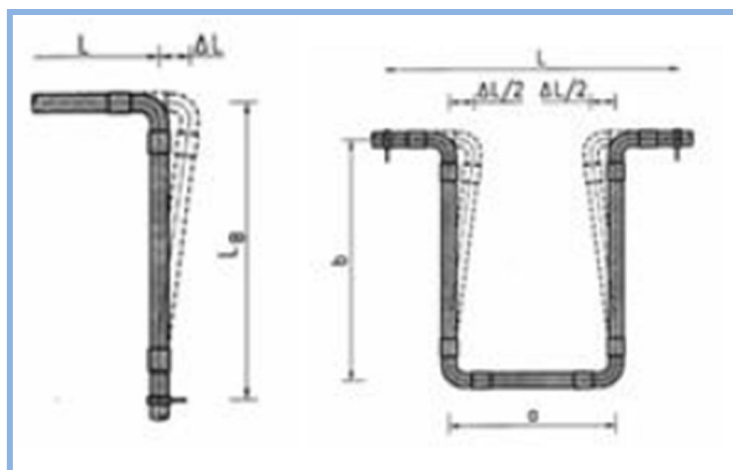


Figura 12 - Diferentes tipos de juntas [80].

As variações lineares provocadas pela dilatação das tubagens de transporte de água para consumo humano e drenagem de águas residuais podem ser determinadas através da expressão assinada imediatamente abaixo [80]. Recomenda-se contudo, a verificação da documentação técnica dos respectivos fabricantes e a adopção dos valores por estes preconizados.

$$\Delta L = \varepsilon . L . \Delta T$$

Em que,

$\Delta L$  – Variação do comprimento (m)

$\varepsilon$  – Coeficiente de dilatação linear (m/°C.m)

$L$  – Comprimento do tubo considerado (m)

$\Delta T$  – Variação de temperatura (°C)

### 5.6. Afastamento entre elementos de suporte

Quando as tubagens das instalações prediais de distribuição de água e drenagem de águas residuais não se encontram embutidas, devem ser fixadas através de elementos de suporte ou amarração (abraçadeiras), de modo a assegurar a sua correcta fixação e adequada resistência mecânica, permitindo que se dêem livremente eventuais contracções ou dilatações [75]. Assim devem ser utilizadas abraçadeiras de fixação bem apertadas, colocadas nas cabeças de acoplamento criando assim um ponto fixo e, abraçadeiras de passagem normalmente a meio vão não fortemente apertadas, de modo a facilitarem as variações de comprimento dos tubos e garantirem o alinhamento das tubagens [80].

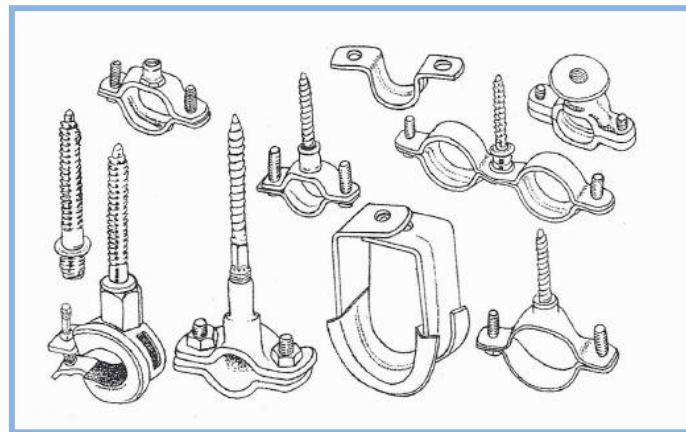


Figura 13 - Exemplos de abraçadeiras [75].

O espaçamento máximo entre abraçadeiras poderá ser determinado através da expressão [80]:

$$L_{abrac} = \sqrt[4]{\frac{384 \cdot E \cdot I \cdot f_{\max}}{5P}}$$

Em que,

$L_{abrac}$  - Afastamento entre abraçadeiras (m);

$I$  - Momento de Inércia ( $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ );

$E$  - Módulo de elasticidade (Pa);

$f_{\max}$  - Flecha máxima (mm);

$P$  - Peso do troço de tubagem (incluindo o da água) (N).

Recomenda-se contudo, a verificação da documentação técnica dos respectivos fabricantes e a adoção dos valores por estes preconizados.

### **5.7. Raios de curvatura das tubagens**

Preferencialmente, na conexão entre os diversos troços de tubagem e nas mudanças de direcção, devem-se realizar os procedimentos de união preconizados pelos respectivos fabricantes.

Contudo, regra geral as dobragens devem ser executadas com raios de curvatura amplos em função dos diâmetros das tubagens de modo a impedir a diminuição das suas secções, bem como a eventual inserção de tensões nessas zonas, que podem originar reduções da sua resistência mecânica prejudicando o desempenho global do sistema predial [73]. Para outras situações o raio de curvatura pode ser determinado através da expressão [78]:

$$e_{\min} = \frac{2.R.e}{2.R + D_e}$$

Em que,

$e_{\min}$  - espessura da parede do tubo após a dobragem para a extensão máxima admissível (mm);

$e$  - espessura inicial da parede do tubo (mm);

$R$  - raio da curvatura (mm);

$D_e$  - diâmetro exterior do tubo (mm).

Tal como no subcapítulo anterior, recomenda-se a verificação da documentação técnica dos respectivos fabricantes e a adoção dos valores por estes preconizados.

### **5.8. Ramais de descarga**

Relativamente às instalações prediais de drenagem de águas residuais, assume extrema importância a junção simultânea de vários aparelhos a um mesmo ramal de descarga. Assim, esta ligação deve ser realizada através de caixas de reunião ou curvas de concordância e os troços verticais nunca devem exceder os 2 metros [24].

Os ramais de descarga de bacias de retrete devem ser ligados ao tubo de queda em planos horizontais distintos dos ramais de descarga de águas saponáceas, quando tal não se verifique. Deste modo, devem ser utilizadas forquilhas de ângulo de inserção não superior a 45°. Por outro lado, os

ramais de descarga devem ser instalados a profundidades que se considerem razoáveis, como meio de atenuar ou evitar a transmissão de ruído para o interior das zonas habitadas [24].

### **5.9. Tubos de queda**

A concordância entre os tubos de queda e as tubagens de fraca pendente deverá ser adquirida através de curvas de transição de raio maior ou igual ao triplo do seu diâmetro, ou através de curvas de 45°. Os tubos de queda devem ser dotados de bocas de limpeza de diâmetro não inferior ao seu, posicionadas de modo a garantir a sua acessibilidade em todas as mudanças de direcção, próximo das curvas de concordância, próximo da mais elevada inserção dos ramais de descarga e no mínimo de três em três pisos, próximo das inserções dos ramais sendo aconselhável em todos os pisos [24].

### **5.10. Ramais de ligação**

Os ramais de ligação podem ser ligados à rede de drenagem pública por inserção, quer em câmaras de visita, quer directa ou indirectamente nos colectores públicos [24].

A inserção directa nos colectores públicos só é de admitir nos casos em que estes ocupem diâmetro superior a 500 mm. Assim, nestas situações a inserção deverá realizar-se num plano superior a dois terços do seu diâmetro, relativamente à sua geratriz inferior [24].

### **5.11. Ventilação**

As instalações prediais de drenagem de águas residuais devem possuir ventilação primária, obtida através do prolongamento dos tubos de queda até à sua abertura na atmosfera, e sempre que se justifique, deverá ser considerado um sistema de ventilação secundária, através de colunas de ventilação e ramais de ventilação. A rede de ventilação deverá ser independente de qualquer outro sistema de ventilação do edifício [24].



## 6. ANÁLISE TÉCNICA DOS TUBOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL PARA CONSUMO HUMANO

### 6.1. Introdução

O objectivo do presente capítulo é analisar tecnicamente o conjunto de tubagens utilizadas nas instalações prediais de distribuição de água, promovendo deste modo um estudo efectivo das mesmas.

Tendo em vista o conhecimento aprofundado dos tubos analisados neste capítulo, é apresentado em anexo (ANEXO I), um conjunto de especificações técnicas que contemplam algumas das questões relevantes no processo de instalação/fabrico, bem como o referencial normativo aplicável a tubos e acessórios. Os materiais adequados para a concepção das redes prediais de distribuição de água são:

- Aço Galvanizado (AG);
- Ferro fundido (FF);
- Cobre (Cu);
- Aço inox (AI);
- Polietileno (PE);
- Polipropileno (PP);
- Polietileno reticulado (PEX);
- Policloreto de vinilo clorado (PVC-C);
- Polibutileno (PB);
- Tubos de parede multicamada.

Neste capítulo serão objecto de estudo todas as tubagens referidas anteriormente, exceptuando tubos em ferro fundido, pois para o caso das águas de consumo são mais utilizados para as redes públicas. A análise técnica das diferentes tubagens será dividida da seguinte forma:

1. Características do material;
2. Instalação da tubagem.

O presente estudo permite um aprofundamento que se considera adequado, minimizando eventuais erros e deficiências de selecção dos materiais. Deste modo apresenta-se para além de diversas indicações de carácter técnico, definições, princípios fundamentais, vantagens e inconvenientes, de forma a possibilitar um adequado esclarecimento sobre a temática em estudo.

Salienta-se que, por ser algo transversal e comum a todos os tipos de tubagens analisados nos subcapítulos seguintes, as tubagens podem ser instaladas à vista, em galerias, caleiras, tectos falsos,

embainhadas ou embutidas, devendo ser sempre protegidas de acções mecânicas e, quando necessário, isoladas termicamente.

Devido às exigências crescente dos utilizadores, as empresas intervenientes neste sector de mercado procuram constantemente melhorar as condições de vida das sociedades modernas. Assim, surgem no mercado tubagens altamente desenvolvidas do ponto de vista tecnológico. Neste âmbito, no final do capítulo (ponto 6.11) faz-se referência a um sistema de tubos avançados quimicamente. A investigação dos materiais foi cuidada e complexa, tendo sido introduzidos quadros e fotografias exemplificativas, para permitir uma melhor compreensão e esclarecimento dos tubos em estudo.

As instalações prediais de distribuição de água dotadas de qualquer tipo de tubagem aqui reportada devem ser realizadas em conformidade com o referencial normativo citado em anexo, bem como as especificidades técnicas do material. Neste sentido, como forma de garantia da qualidade das instalações só devem ser utilizadas tubagens portadoras de marcação CE executada pelas entidades acreditadas para o efeito.

## **6.2. Tubagens de aço galvanizado (AG)**

### **6.2.1. Características do material**

As tubagens de aço galvanizado (ferro galvanizado) destinam-se aos sistemas prediais de distribuição de água fria e quente. Normalmente, na sua utilização devem evitar-se temperaturas de água superiores a 60 °C, em funcionamento contínuo. De forma a garantir uma maior durabilidade dos tubos, devem ser adoptadas velocidades de escoamento nem muito baixas, nem muito altas [75].



Figura 14 - Tubos de aço galvanizado em vara [41].

Os tubos de aço galvanizado podem ser fabricados de acordo com as normas EN 10224 e NP EN 10255. No entanto, em Portugal, verifica-se que os tubos de ferro galvanizado são produzidos de

acordo com a NP EN 10255. Habitualmente estas canalizações evidenciam três séries dimensionais [59]:

- Ligeira (L);
- Média (M);
- Pesada (H).

Neste âmbito, a série ligeira, ainda é dividida em três sub-séries [57] [59]:

- Ligeira (L);
- Ligeira 1 (L1);
- Ligeira 2 (L2).

As canalizações de aço galvanizado utilizadas nas instalações prediais de distribuição de água, são normalmente da série média (M) e são comercializadas em varas de 4, 6 e 12 metros. Ocasionalmente podem ser disponibilizadas outras dimensões, mediante acordo com o fabricante [80].

Os tubos de aço galvanizado devem ser dotados de um revestimento interno e externo adequado, de modo a lhes conferir uma maior capacidade de resistência à corrosão e à humidade. Neste sentido, é feita uma imersão final num revestimento de flor de zinco normal ou flor de zinco minimizada. O revestimento aplicado deve obedecer os requisitos da norma NP EN 10240 [58].

A corrosão destes tubos está dividida em três tipos [86]:

- **Corrosão generalizada** - Caracterizada pelo ataque em toda a superfície metálica que mantém contacto com o meio corrosivo, com a consequente diminuição de espessura (Figura 15);
- **Corrosão por picadas** - Caracterizada por ser um tipo de corrosão localizada, que consiste na formação de pequenas cavidades de profundidade considerável (Figura 15);
- **Corrosão bi-metálica** - Corrosão galvânica, podendo ocorrer quando metais diferentes estão em contacto num electrólito<sup>3</sup> comum.

Concomitantemente, a corrosão das tubagens de ferro galvanizado resulta de [86]:

- $\text{PH} \leq 7$ ;
- Água agressiva;

---

<sup>3</sup> **Electrólito** - é toda a substância que, dissociada ou ionizada, origina iões positivos pela adição de um solvente. Deste modo, torna-se um condutor eléctrico.

---

- Teores elevados de cloretos e sulfatos;
- Temperatura  $\geq 60$  °C;
- Teores elevados de cobre;
- Velocidade de circulação elevada.

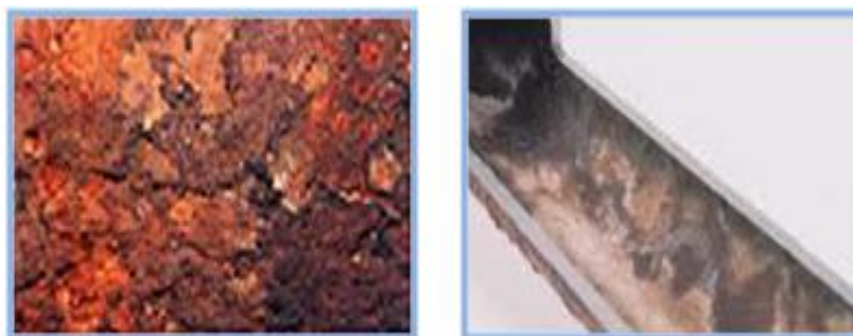


Figura 15 - À esquerda corrosão generalizada, e à direita corrosão por picadas [22] [86].

Actualmente, tem-se notado um decréscimo de utilização destes tubos nas instalações prediais, provavelmente pela fraca resistência à corrosão. Todavia, verifica-se um aumento do uso destas canalizações nos sistemas de combate a incêndios, pois as preocupações com a oxidação são menores.

Estes tubos são assinalados por possuírem algumas vantagens e inconvenientes intrínsecos ao seu fabrico, designadamente que constam no quadro 5.

Quadro 5 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de aço galvanizado [10] [54] [80].

Vantagens	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Boa durabilidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Elevada condutibilidade térmica</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Elevada resistência mecânica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resistência à corrosão limitada</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estabilidade dimensional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exigem preparação das superfícies com revestimentos adequados</li> </ul>

As tubagens de aço galvanizado não são adequadas para a condução de águas desmineralizadas para hemodiálise e laboratórios uma vez que neste tipo de água aumenta o risco de corrosão e os produtos resultantes deste fenómeno contaminam a água, tornando-a imprópria para estes fins [82].

### 6.2.2. Instalação da tubagem

Na ligação dos tubos devem ser utilizados preferencialmente acessórios do mesmo material. Por outro lado, deve-se evitar uniões ou sistemas de cobre a montante, de modo a evitar a corrosão das

tubagens pois, devido à sua composição química os iões de cobre em contacto com a água estimulam a formação de ferrugem. A execução dos cortes deve ser efectuada de uma forma cuidada de modo a garantir uma correcta conformidade entre os elementos (acessórios) roscados [75].

Para obter a máxima durabilidade dos tubos de aço galvanizado as empresas instaladoras devem ter especial atenção, aos seguintes pormenores [10]:

- Não misturar materiais metálicos diferentes;
- Minimizar zonas de mudança brusca na direcção do fluxo (curvas, tês, etc.);
- Secar tubos após ensaio de estanquidade.

Na situação de não embutimento, as canalizações devem ser fixadas através de elementos de suporte (abraçadeiras). Quando instalados à vista, estes tubos devem estar munidos de uma pintura com uma demão de primário e pelo menos, duas demãos de tinta adequada a superfícies metálicas na cor definida pela norma NP 182, em função do fluido que transporta [80].

Nos circuitos de distribuição de água quente, os tubos de aço galvanizado devem ser isolados termicamente com um material incombustível não corrosivo e resistente à humidade [75].

### **6.3. Tubagens de aço inoxidável (AI)**

#### **6.3.1. Características do material**

As tubagens de aço inoxidável destinam-se aos sistemas prediais de distribuição de água fria e quente. Normalmente, na utilização destes tubos devem evitar-se temperaturas de água superiores a 80° C em funcionamento contínuo [11]. A velocidade de circulação da água em canalizações de aço inox poderá ser elevada, porém não deve ultrapassar o valor previsto no regulamento vigente (2 m/s) [24].

O aspecto interior e exterior dos tubos exhibe um acabamento brilhante e isento de substâncias que possam provocar corrosão e comprometer a higiene. As canalizações de aço inox poderão necessitar de uma aplicação de um primário, caso se considere necessário [11].

Os tubos de aço inox mais utilizados nas instalações prediais de distribuição de água fria e quente são do tipo austenítico AISI 316 ou AISI 316L. Estes dois tipos de tubos possuem duas séries [32]:

- Série 1 - Parede fina;
- Série 2 - Parede média.



Figura 16 - Tubos de aço inox instalados em obra (Série 1).

As tubagens apresentadas na figura 16 são constituídas por uma parede relativamente fina (série 1), produzida em aço inoxidável austenítico.

Os tubos normalmente são comercializados em varas de 5 metros, os quais geralmente se caracterizam por possuírem teores de cromo não inferiores a 16% [76].

Os fenómenos de corrosão (Figura 17) podem ocorrer nestes tubos quando a concentração de cloretos for elevada. Deste modo, deve-se evitar o uso do transporte de água com teores de cloretos superiores a 250 mg/l. No entanto, existem outras condições propícias ao aparecimento de corrosão, nomeadamente a formação de uma camada de resíduos (via biológica) [86].



Figura 17 - Corrosão exterior em tubos de aço inox [86].

As canalizações de aço inoxidável possuem excelentes propriedades inerentes ao seu fabrico. Porém, à semelhança de outras tubagens já analisadas apresenta vantagens e desvantagens, sendo as mesmas referidas adiante (Quadro 6).

Quadro 6 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de aço inox [11] [32] [76] [80].

Vantagens	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Muito adequado ao transporte de água sanitária</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evitar o contacto com a argamassa cujos materiais podem originar cloretos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Boa resistência ao choque</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Material higiénico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evitar o contacto entre aço inox e aço corrente, pois pode provocar corrosão electrolítica.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Excelente acabamento</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Excelente condutibilidade térmica</li> </ul>	

### 6.3.2. Instalação da tubagem

As uniões entre tubos e acessórios devem ser executadas com ligas de cobre, de latão ou de aço inox, ou quando não for possível, torna-se obrigatório adoptar acessórios de nobreza idêntica ou superior de modo a evitar a corrosão [86].

A ligação entre tubos e acessórios poderá ser realizada de duas formas, recorrendo a ligações do tipo “*Press fitting*” ou a ligações por “*Soldadura*”. A tecnologia de união entre acessórios e tubos deve ser, sempre que possível, por “*Press fitting*” (compressão), só se admitindo ligações por soldadura em diâmetros em que não seja possível a utilização de acessórios com uniões de compressão [32].

Os trabalhos referentes ao processo de soldadura devem ser executados de acordo com as normas de “*Especificações de Soldadura*”. A soldadura deve ser efectuada por um técnico especializado com qualificação profissional devidamente certificada. Dentro das boas práticas construtivas, após a realização da soldadura deve ser efectuada o controlo da qualidade dos elementos soldados [32] [65].

Na instalação de tubagens à vista deve-se ter em conta as características das paredes de suporte, devido aos sistemas de fixação usados [76].

Quanto à instalação de tubagens embutidas, deve-se ter em especial atenção o facto de as argamassas utilizadas não conterem materiais com cloretos, de modo a acautelar o bom desempenho dos tubos. Em relação às tubagens enterradas, estas devem ser protegidas exteriormente por um invólucro de acordo com as características do terreno envolvente [76].

A execução de cortes e dobragens deve ser efectuada de uma forma cuidada de modo a evitar a redução das suas secções interiores, bem como a ovalização dos tubos que pode equacionar a diminuição das suas resistências mecânicas. As ferramentas utilizadas no corte têm de ser as adequadas para o aço inoxidável, pelo que não se deve utilizar serras arrefecidas a óleo, discos abrasivos ou corte a maçarico. Por outro lado, ao serrar deve-se cortar os tubos até ao fim em vez de os separar manualmente o que não é permitido devido ao risco de corrosão [76].

Após a instalação da tubagem deve-se assegurar que as variações das dimensões lineares ocorram sem constrangimentos devendo, neste contexto, ser criadas curvas de dilatação ou juntas. No atravessamento de paredes e pavimentos, os tubos à vista devem ser envolvidos por mangas de protecção de modo a evitar ruídos e vibrações nestes elementos [80].

No que concerne ao isolamento dos tubos, tanto os circuitos de distribuição de água quente bem como os circuitos de retorno, devem ser isolados termicamente com um material incombustível, não corrosivo e resistente à humidade [76].

## 6.4. Tubagens de cobre (Cu)

### 6.4.1. Características do material

O cobre é utilizado actualmente para a produção de vários materiais, sendo um dos metais mais importantes industrialmente. Uma aplicação deste metal na indústria é na produção de tubos para os sistemas prediais de distribuição de água fria e quente [90].

As características da água que circula na tubagem de cobre são especialmente importantes no seu comportamento à corrosão. Neste sentido, devem ser evitadas durezas de água muito baixas com  $\text{PH} \leq 7$ . Na utilização destas canalizações deve-se evitar temperaturas de água superiores a 90 °C em funcionamento contínuo [13], sendo de salientar que estes tubos têm a capacidade de suportar temperaturas na ordem dos 120 °C em funcionamento por picos, desde que a duração total não exceda as 100 horas [60] [77].



Figura 18 - À esquerda, tubos de cobre em vara e, à direita, tubos de cobre instalados em obra [41].

Quanto ao seu fabrico, os tubos de cobre dividem-se essencialmente em dois tipos [60] [86]:

- *Endurecido*, apresentando uma gama de diâmetros nominais que variam entre 6 e 267 mm;
- *Recozido*, apresentando uma gama de diâmetros nominais que variam entre 6 e 54 mm.

Estes tubos normalmente são comercializados em varas de 5 metros ou em rolos de 25 metros [13].

As tubagens de cobre apresentam em geral, um bom comportamento à corrosão. Contudo se os limites de dureza da água e do PH forem ultrapassados, é possível a ocorrência deste fenómeno. Por outro lado, a velocidade de circulação da água no interior das tubagens poderá implicar igualmente o aparecimento de corrosão [77].

Os tipos de corrosão que poderão ocorrer neste tipo de canalização são os seguintes [86]:

- Corrosão por picadas (Figura 19);
- Corrosão-erosão (Figura 19);
- Corrosão selectiva (fenómeno de deszincificação<sup>4</sup>).



Figura 19 - À esquerda corrosão-erosão e, à direita, corrosão por picadas, nos tubos de cobre [86].

Habitualmente, estes três tipos de corrosão resultam de [86]:

- Mistura de materiais metálicos diferentes;
- Zonas de protuberâncias (corte inacabado dos extremos dos tubos);
- Zonas de mudança brusca na direcção do fluxo (curvas, tês, etc.);
- Utilização de fluxos inadequados.

A selecção dos tubos de cobre depende das necessidades de resistência mecânica, da necessidade de deformação e sobretudo, de uma análise de durabilidade tendo em conta as condições de corrosividade potencial do meio exterior à tubagem [77].

---

<sup>4</sup> **Deszincificação** - forma de corrosão selectiva que ocorre nas ligas de latão. Essa corrosão consiste na migração do zinco, ficando a liga reduzida a um material esponjoso, constituído por cobre quase puro e sem qualquer resistência mecânica.

---

As canalizações de cobre possuem excelentes propriedades inerentes ao seu fabrico. Deste modo, no quadro 7 apresenta-se uma listagem das suas vantagens e inconvenientes mais relevantes.

Quadro 7 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de cobre [13] [33] [54] [80].

Vantagens	Inconvenientes
▪ Altíssima durabilidade	▪ Custo elevado
▪ Boa resistência à corrosão	
▪ Reduzida tendência aos encrustamentos	
▪ Boa resistência química	▪ Mão-de-obra especializada

O elevado custo destes tubos é um entrave à sua utilização. Muitas vezes apelidado como o “material sem fim”, devido ao seu preço o dono de obra raramente requerer ao projectista a elaboração dum projecto predial com tubagens em cobre. Por outro lado, este material requer mão-de-obra especializada agravando os custos globais de instalação. Contudo, as novas exigências do ponto de vista térmico e solar dos edifícios originaram o crescimento da utilização dos tubos de cobre, devido à sua resistência a altas temperaturas.

#### 6.4.2. Instalação da tubagem

Os acessórios devem ser preferencialmente de ligas de cobre, de latão ou de bronze [86].

A ligação entre tubos e acessórios deve ser executada por soldadura, por brasagem capilar ou por compressão. Porém, no processo de soldadura e brasagem capilar não devem ser usados fluxos de soldadura corrosivos, pois propiciam a degradação dos tubos. Em relação aos acessórios de compressão estes podem ser de dois tipos distintos, dispondo ou não de anel de aperto ou de flanges.

No que reporta ao processo de protecção contra a corrosão, a principal regra de instalação será nunca permitir a mistura de materiais de natureza química diferente [33].

Normalmente, as tubagens de cobre não necessitam de protecções particulares para os choques térmicos ou mecânicos. Na instalação de tubagens à vista deve-se ter em especial atenção as características das paredes de suporte, devido aos sistemas de fixação usados. No atravessamento de paredes ou elementos estruturais devem ser utilizadas bainhas que evitem a solidarização das tubagens a esses elementos [77].

Relativamente à execução de cortes e dobragens, estes devem ser efectuados de uma forma trabalhada de modo a evitar a redução das suas secções interiores bem como a ovalização dos tubos, que pode equacionar a diminuição das suas resistências mecânicas. Neste sentido, deverá ter-se em especial atenção, que as dobragens devem ser executadas com raios de curvatura amplos de modo a afastar tensões elevadas nessas zonas [77].

As anomalias mais usuais dos sistemas prediais em tubos de cobre resultam de uma execução deficiente das juntas, devendo sempre ser consultados os documentos de conformidade dos produtos de união, por soldadura ou brasagem [75].

## **6.5. Tubagens de polietileno (PE)**

### **6.5.1. Características do material**

As tubagens de PE destinam-se aos sistemas prediais de distribuição de água fria e drenagem de águas residuais. Assim, na utilização destes tubos deve evitar-se temperaturas de água superiores a 25 °C em funcionamento contínuo. No entanto, pode-se assumir temperaturas de serviço até 45 °C, salvo raras exceções contempladas na norma NP EN 12201:2004 [61].

O polietileno é uma resina termoplástica. A ligação de combinações monómeras de etileno dá origem a macromoléculas lineares designadas por polímeros. Daqui resulta um termoplástico que se designa por polietileno. [12] [55].

Este material é conhecido pelas suas extensas cadeias moleculares que adquirem uma enorme ductilidade. Presentemente, estas tubagens são produzidas através de um processo de extrusão, permitindo uma transformação que garante a produção de tubos que cumprem as exigências das normas em vigor [12] [61].

A matéria-prima do polietileno é fundida a uma temperatura na ordem dos 220 °C, sendo conduzida através de uma linha de produção que controla a espessura, arrefece e marca o tubo, de forma a conseguir-se o comprimento pretendido [12] [55].

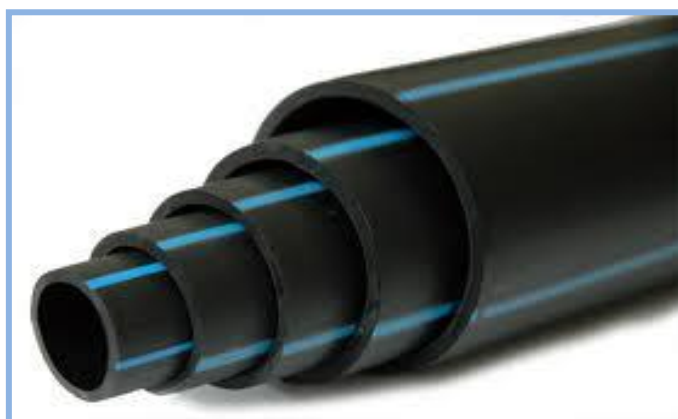


Figura 20 - Tubos em polietileno de alta densidade [12].

A cor destas canalizações é habitualmente o preto ou o preto com riscas longitudinais (Figura 20). Os tubos são comercializados em varas ou em rolos de 3, 6 e 12 metros.

As características mais determinantes dos tubos de polietileno de alta densidade estão intimamente ligadas à sua funcionalidade e transformação. No quadro 8 apresentam-se as principais vantagens e inconvenientes dos referidos tubos.

Quadro 8 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de polietileno [12] [36] [55] [80].

Vantagens	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixo peso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixa resistência a elevadas temperaturas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fácil instalação</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalação económica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixa resistência aos raios UV</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resistência à corrosão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coeficiente de dilatação térmica elevado</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reciclável</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixos custos de manutenção</li> </ul>	

### 6.5.2. Instalação da tubagem

Para a ligação dos tubos de polietileno utilizam-se habitualmente os seguintes processos [36]:

- Soldadura topo a topo com ou sem material de adição;
- Electrosoldadura;
- Soldadura com manga auxiliar de polietileno;
- Ligação com acessórios mecânicos que podem ser fabricados com termoplásticos ou metais.

Relativamente ao primeiro processo, a interligação do topo dos tubos, realiza-se após aquecimento (200 °C) e compressão, os quais lhe são aplicados através de equipamento apropriado. Após o arrefecimento dos topos verifica-se uma completa interpenetração dos mesmos o que confere aos tubos determinadas características, como se de um único tubo se tratasse [12] [36].

No processo de electrosoldadura os tubos são ligados entre si através de uma união injectada em polietileno que tem incorporada uma resistência eléctrica. Ao ser aplicada uma energia eléctrica aos terminais do acessório verifica-se o aquecimento necessário para que as paredes em contacto se fundam, o que origina uma situação de completa estanquidade. Dada a sua grande fiabilidade é este o sistema frequentemente utilizado nos tubos para redes enterradas, embora comece já a ser aplicada em redes de distribuição de água [12] [36].

## 6.6. Tubagens de polipropileno (PP)

### 6.6.1. Características do material

As tubagens de polipropileno destinam-se aos sistemas prediais de distribuição de água fria e quente. Normalmente, na utilização destes tubos, devem evitar-se temperaturas de água superiores a 80 °C, contudo podem estar dimensionados para suportar temperaturas até 100 °C em condições de funcionamento por picos, cuja duração total não exceda as 100 horas [68] [75].

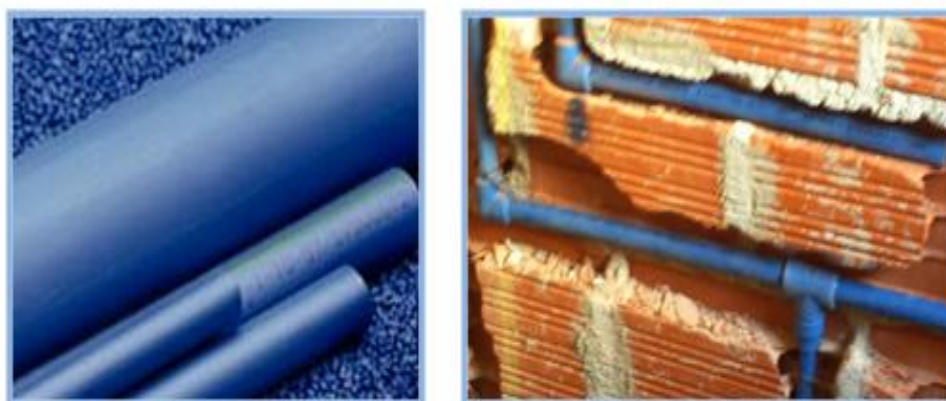


Figura 21 - À esquerda, tubos de polipropileno em vara, e à direita tubos de polipropileno instalados [18].

Os tubos possuem cores diversas (verde, azul, bege, etc.) e normalmente são comercializados em varas de 3 metros ou de 6 metros [18] [38].

As tubagens de polipropileno são caracterizadas por serem competitivas e tecnologicamente avançadas no campo de aplicação dos sistemas prediais. No quadro 9 apresentam-se as principais vantagens e inconvenientes dos tubos de PP.

Quadro 9 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de polipropileno [18] [38] [55] [80].

Vantagens	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Boa durabilidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixa resistência aos raios UV</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixa condutibilidade térmica</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Boa resistência electro-química</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Elevadas espessuras de parede</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resistência à corrosão</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reciclável</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixos custos de manutenção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menores pressões de serviço quando sujeitas temperaturas mais elevadas</li> </ul>

Os tubos de polipropileno são caracterizados pelo baixo valor de condutividade térmica, o que desperta uma drástica diminuição do efeito de condensação sobre a superfície exterior do tubo [18].

As características intrínsecas do polipropileno e o seu isolamento acústico estimulam uma diminuição significativa do ruído, oferecendo ao utilizador condições de conforto satisfatórias [18]. Outra das suas características reside na fraca resistência aos raios ultra-violeta, o que conduz a uma degradação progressiva da tubagem.

Normalmente, na produção destes tubos, é empregue um copolímero random. Este é caracterizado por ser uma resina termoplástica, transformada no produto final mediante um aumento de temperatura, que permite plastificar o material [18] [68].

### 6.6.2. Instalação da tubagem

A ligação entre tubos e acessórios de polipropileno é executada através de 3 processos, abaixo discriminados [39] [69]:

- Electrosoldadura;
- Com abocardamento para soldadura;
- Mecânicos, que podem ser através da introdução de materiais de plástico ou metálicos.

A situação mais comum corresponde ao uso de acessórios de polipropileno com abocardamento para soldadura [38]. No entanto, o processo de ligação tubo-acessório poderá ser efectuado através de inserção metálica roscada, ou por uma operação de fusão entre ambas as partes (Figura 22). Estes acessórios metálicos estão munidos de um anel de borracha, de modo a proporcionar a estanquidade da ligação [18] [38].



Figura 22 - À esquerda correcta execução do corte e, à direita correcta execução da polifusão [18].

Relativamente à execução de cortes, estes devem ser efectuados de uma forma cuidada de modo a evitar a diminuição das suas resistências mecânicas. Neste sentido, deve-se ter especial atenção na realização de corte, utilizando sempre uma ferramenta adequada para o efeito (Figura 22) [18].

Se a ligação de tubo-acessório for realizada através de uma operação de fusão entre ambas as partes, este processo efectua-se inserindo o tubo e o acessório respectivamente na máquina de fusão. Após o aquecimento, insere-se o tubo no acessório, fazendo com que o tubo seja empurrado contra o acessório (Figura 22) [18].

Na instalação de tubagens à vista devem ser criadas curvas ou braços de dilatação, de forma a possibilitar que as variações lineares causadas pela temperatura decorram livremente [75].

Devido ao elevado coeficiente de dilatação térmica, quando embutidas as tubagens de polipropileno destinadas ao transporte de água quente devem preferencialmente ser envolvidas com isolamento, de modo a possibilitar absorção axial das dilatações [75].

## 6.7. Tubagens de polietileno reticulado (PEX)

### 6.7.1. Características do material

As tubagens de polietileno reticulado destinam-se aos sistemas prediais de distribuição de água fria e quente, bem como aos circuitos de aquecimento. Presentemente, estes tubos podem estar dimensionados para suportar temperaturas até 95 °C em condições de funcionamento por picos, cuja duração não exceda as 100 horas [38] [70].

O polietileno reticulado (PEX) é fabricado a partir de polietileno de alta densidade correspondendo na sigla PEX o “X” à reticulação que o polímero inicial sofre, a qual é responsável pelo aparecimento de novas ligações químicas, que lhe vão conferir, para além de um aumento da sua resistência mecânica, essencialmente um significativo aumento da sua capacidade de resistência à temperatura [78].

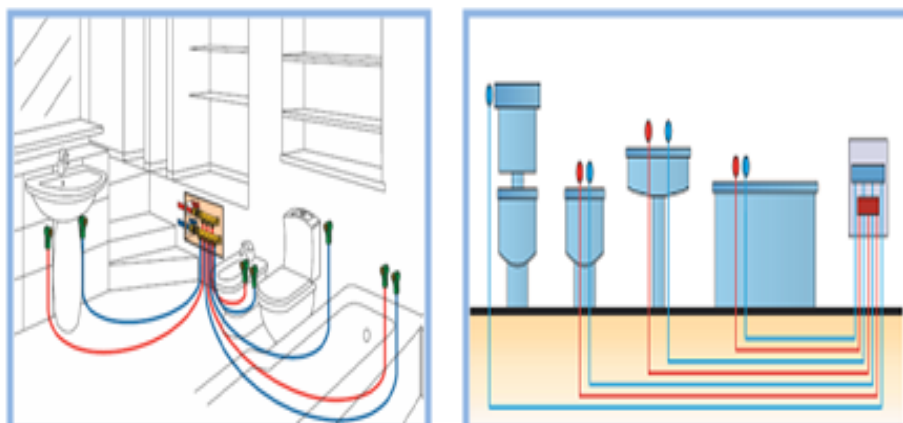


Figura 23 - Esquema de uma rede em PEX [16] [31].

Os tubos possuem cores diversas (preto, branco, etc.) e normalmente são comercializados em varas ou em rolos de 3 metros ou de 6 metros, conforme a sua flexibilidade [16] [37].

As tubagens de PEX são caracterizadas por serem avançadas tecnologicamente no campo de aplicação das instalações prediais, assim como por apresentarem propriedades intrínsecas favoráveis. No quadro 10 apresentam-se as principais vantagens e inconvenientes dos tubos de polietileno reticulado.

Quadro 10 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de PEX [16] [37] [55] [78].

Vantagens	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Possibilidade de instalação no pavimento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixa resistência aos raios UV</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Boa durabilidade</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Não são afectadas por águas de baixo pH (ácidas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Possibilidade de fugas quando a instalação não for executada correctamente</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resistência à corrosão</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perdas de carga reduzidas</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixo peso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Elevado valor do coeficiente de dilatação térmica linear</li> </ul>

As tubagens de PEX contêm um elevado valor do coeficiente de dilatação térmica linear, o que poderá acarretar alguma instabilidade dimensional [78].

### 6.7.2. Instalação da tubagem

A melhor forma de realizar a articulação entre acessórios e tubos é através da “compressão” ou da “pressão” [69].

Devido à sua elevada flexibilidade, os tubos podem ser dobrados a quente ou a frio. Na dobragem a quente, deve-se utilizar uma pistola de ar quente e nunca submeter os tubos directamente à chama [78]. O corte dos tubos de PEX deve ser efectuado de uma forma cuidada. Neste sentido, deve-se utilizar uma tesoura própria para o efeito, promovendo o corte o mais perpendicular possível em relação ao seu eixo [17] (Figura 24).

A ligação entre tubos e acessórios por “compressão” será realizada com a inserção da porca e do anel, comprimindo o acessório contra o tubo. Por último, realiza-se o aperto manualmente da porca o máximo possível [17] (Figura 24).



Figura 24 - À esquerda correcta execução do corte dos tubos de PEX e à direita correcta execução da união entre tubos e acessórios [17].

As tubagens de PEX são compostas por uma vasta gama de acessórios mecânicos de metal, sendo estes geralmente de latão [69].

Na instalação de tubagens à vista deve-se possibilitar que as variações ocorram livremente, pelo que devem ser criadas juntas ou curvas de dilatação. Contudo, na instalação de tubagens embutidas devido ao elevado coeficiente de dilatação térmica, é necessário envolver as tubagens com mangas de protecção de polietileno termoestabilizado de forma a possibilitar a absorção das dilatações (Figura 25). Esta última opção é preferencial, pois estas tubagens destinam-se ao transporte de água quente, sendo mesmo obrigatória, sempre que o seu comprimento exceda os 2 metros [78].



Figura 25 - Exemplos de instalação em obra de tubos de PEX [41].

Em situações excepcionais na ligação dos troços de tubagens de polietileno reticulado, pode-se recorrer à sua respectiva dobragem manual ou mecânica prescindindo deste modo, dos acessórios de união que permitem as mudanças de direcção. Caso esta situação não se verifique, nas mudanças de direcção deve-se utilizar os métodos de união apropriados. As dobragens devem ser executadas de uma forma cuidada com raios de curvatura amplos, em função de cada diâmetro nominal, de forma a evitar a redução das suas secções. Tal facto pode originar reduções de resistência mecânica e eventual admissão de tensões nessas secções [78].

## 6.8. Tubagens de policloreto de vinilo clorado (PVC-C)

### 6.8.1. Características do material

As tubagens de policloreto de vinilo clorado destinam-se aos sistemas prediais de distribuição de água fria e quente. Normalmente, na utilização destes tubos, as temperaturas de água não devem ser superiores a 80 °C. Porém, estas tubagens podem estar dimensionadas para suportar temperaturas até 90 °C em condições de funcionamento por picos, cuja duração não ultrapasse as 100 horas [26] [35].



Figura 26 - À esquerda, tubos de policloreto de vinilo clorado em vara, e à direita tubos de policloreto de vinilo clorado instalados em obra [14].

Os tubos possuem cores diversas (cinza, branco, etc.) e normalmente são comercializados em varas de 3 ou de 6 metros [26] [35].

As tubagens de policloreto de vinilo clorado são caracterizadas por serem competitivas e tecnologicamente avançadas no campo de aplicação dos sistemas prediais. No quadro 11 apresentam-se as principais vantagens e inconvenientes, dos tubos de policloreto de vinilo clorado.

Quadro 11 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de PVC-C [14] [35] [55].

Vantagens	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fácil manuseamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixa resistência aos raios UV</li> <li>▪ Sensibilidade aos entalhes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Boa resistência química</li> <li>▪ Reciclável</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resistência à corrosão</li> <li>▪ Baixa condutibilidade térmica</li> <li>▪ Baixo peso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sensibilidade ao choque, em especial a baixas temperaturas</li> </ul>

Os tubos de policloreto de vinilo clorado são caracterizados pelo seu baixo valor de condutividade térmica, que desperta uma drástica diminuição do efeito de condensação sobre a superfície exterior do tubo [35].

Os tubos de policloreto de vinilo clorado são também caracterizados pelo seu baixo peso, o que promove uma fácil instalação em obra [55].

De uma forma geral, o PVC-C apresenta uma estabilidade dimensional razoável devido às suas características intrínsecas nomeadamente a versatilidade, a resistência à flexão e a baixa absorção de humidade. Caracterizado por ser um material com excelente resistência química, o PVC-C apresenta algumas condições de funcionamento semelhantes ao polipropileno, contudo possui maior rigidez e menor expansão térmica, o que o torna particularmente adequado para sistemas prediais de distribuição de água [14] [55].

### **6.8.2. Instalação da tubagem**

A ligação entre tubos de policloreto de vinilo clorado é executada com o auxílio de acessórios, os quais podem ser dos seguintes tipos [26] [35]:

- Acessórios de policloreto de vinilo clorado com união executada através do processo de colagem;
- Acessórios mecânicos (em latão).

Quando a ligação tubo-acessório for executada através de acessórios metálicos em latão, estes devem estar munidos de um anel de borracha para garantir a estanquidade da ligação [26] [35].

A execução do corte dos tubos deve ser efectuada de uma forma cuidada com uma ferramenta adequada para o efeito, de forma a evitar a diminuição das resistências mecânicas dos tubos.

Se a ligação do tubo-acessório for realizada através do processo de colagem, as seguintes etapas tem de ser tidas em consideração [15]:

1. Efectuar a correcta limpeza dos tubos e acessórios;
2. Aplicar nas extremidades dos mesmos uma cola especial para o efeito com um aplicador manual;
3. Inserir o tubo no acessório, fazendo com que o tubo seja empurrado contra o acessório;
4. Verificar se o alinhamento está correcto (Figura 27).



Figura 27 - À esquerda correcta execução do corte das tubagens de PVC-C, e à direita correcta execução da colagem entre tubo e acessório [15].

## 6.9. Polibutileno (PB)

### 6.9.1. Características do material

As tubagens de polibutileno destinam-se aos sistemas prediais de distribuição de água fria e quente. Normalmente, na utilização destes tubos devem evitar-se temperaturas de água superiores a 80 °C, podendo no entanto estes se encontrarem dimensionados para suportar temperaturas até 90 °C em condições de funcionamento por picos, cuja duração não exceda as 100 horas [25] [35].



Figura 28 - Tubos de polibutileno instalados em obra [50].

Os tubos possuem cores diversas (cinza, branco, etc.) e normalmente são comercializados em varas de 3 ou de 6 metros [25] [34].

As tubagens de polibutileno são caracterizadas por serem competitivas e tecnologicamente avançadas no campo de aplicação dos sistemas prediais de distribuição de água, apresentando por conseguinte, diversas vantagens e reduzidos inconvenientes (Quadro 12).

Quadro 12 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de polibutileno [30] [34] [50] [55].

Vantagens	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixo peso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixa resistência aos raios UV</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Flexível</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Boa resistência electro-química</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resistência à corrosão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fraca resistência a ácidos e bases fortes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Higiénicos e não tóxicos</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Facilidade de instalação em obra</li> </ul>	

Os tubos de polibutileno detêm uma resistência elevada à corrosão, o que significa que a contaminação da água de consumo por este fenómeno é praticamente inexistente. Além disso, o seu baixo peso propicia uma fácil instalação em obra [30] [55].

Os tubos de polibutileno são caracterizados por um baixo valor de condutividade térmica o que desperta uma forte diminuição do efeito de condensação e culmina num sistema seguro e singular [50].

Usualmente, o polibutileno oferece um custo manutenção baixo [55], dado que caso seja necessário substituir um tubo já instalado, esta substituição pode ser feita com relativa rapidez. Para tal, basta somente desencaixar as extremidades do tubo danificado e introduzir um novo tubo (caso o modo de instalação seja através de acessórios de aperto mecânico) [50].

Um das suas características a destacar é a sua excelente resistência química, não devendo contudo ser utilizado em locais com altos níveis de cloro, tais como piscinas, na medida em que as altas concentrações de cloro podem afectar negativamente a esperança de vida da tubagem [50].

### 6.9.2. Instalação da tubagem

A ligação entre tubos e acessórios de polibutileno pode ser executada mediante o uso dos seguintes processos [25] [34]:

- Electrosoldadura;
- Com abocardo para soldadura;
- Mecânicos, que podem ser através da utilização de materiais de plásticos ou metálicos.

A execução do corte dos tubos deve ser efectuada de uma forma cuidada com uma ferramenta adequada para o efeito, de forma a evitar a diminuição das suas resistências mecânicas (Figura 29).

Se a ligação de tubo-acessório for realizada através do processo de aperto com acessórios mecânicos, as seguintes etapas devem ser tidas em consideração (Figura 29) [50]:

1. Aplicar nas extremidades do tubo a tampa metálica ou plástica;
2. Inserir o tubo no acessório;
3. Realizar o procedimento de aperto;
4. Verificar se o alinhamento está correcto.



Figura 29 - Procedimento correcto de ligação tubos de polibutileno/acessórios [50].

## **6.10. Tubagens multicamada**

### **6.10.1. Características do material**

As tubagens multicamada destinam-se aos sistemas prediais de distribuição de água fria e quente. Presentemente estes tubos podem estar dimensionados para suportar temperaturas até 100 °C em condições de funcionamento por picos, cuja duração não exceda as 100 horas [39] [70].

O tubo multicamada é constituído por duas camadas de plástico, sendo o polietileno reticulado (PEX) ou polietileno de alta densidade (PEAD) aquele que os fabricantes normalmente mais utilizam e, uma camada intermédia de alumínio, soldado com recurso a soluções tecnológicas avançadas. Assim, torna-se possível conjugar as vantagens dos materiais termoplásticos (bom processamento e baixa condutibilidade térmica) com as dos metais (estabilidade dimensional e elevada resistência) [19].

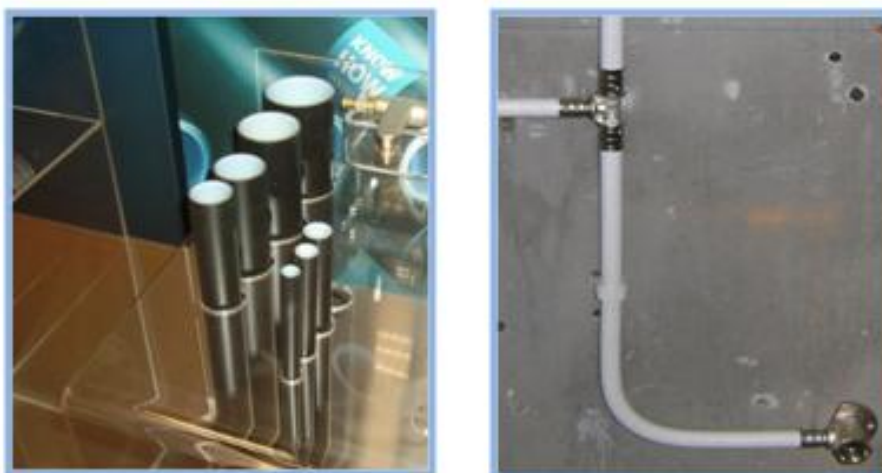


Figura 30 - À esquerda, tubos multicamada em vara com protecção aos raios ultra-violeta e à direita tubos multicamada instalados em obra [41].

A grande diferença dos tubos multicamada encontrados actualmente no mercado consiste na existência ou não de protecção contra aos raios ultra-violeta. A grande maioria dos tubos apresenta cor branca, sem protecção contra os UV, estando sujeitos a uma degradação efectiva quando expostos à radiação solar (Figura 30 à direita). Por outro lado, neste campo de aplicação existe uma empresa que se destaca, a *Geberit*, pois tem demonstrado uma preocupação intensa com o melhoramento dos seus tubos de parede multicamada, os quais apresentam uma camada exterior de cor preta que proporciona uma boa protecção aos raios UV (Figura 30 à esquerda).

Os tubos multicamada são caracterizados por serem avançadas tecnologicamente no campo de aplicação das instalações prediais, dado que reúnem as propriedades dos metais e dos termoplásticos. No quadro 13 apresentam-se as principais vantagens e inconvenientes dos tubos de parede multicamada.

Quadro 13 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de parede multicamada [19] [30] [39] [55].

Vantagens	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Leveza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mão-de-obra especializada</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resistência à abrasão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixa resistência aos raios UV (em geral)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Boa resistência electro-química</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Redução do diâmetro interno nos acessórios</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resistência à corrosão</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resistência às incrustações</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conexão relativamente rápida</li> </ul>	

Graças à presença do alumínio, a tubagem multicamada é extremamente maleável e rápida de instalar. Esta tubagem é pouco propensa a fenómenos de cavitação, reduzindo-se o aparecimento de ruído devido ao escoamento [11] [19].

### 6.10.2. Instalação da tubagem

Os tubos multicamada são compostos por uma vasta gama de acessórios, podendo estes ser mecânicos (de metal, normalmente latão) ou de materiais termoplásticos [39] [70].

Salienta-se também nestas tubagens, que a execução das ligações entre tubos e acessórios deve ser efectuada de uma forma cuidada. Neste contexto, a ligação pode ser realizada de duas formas, recorrendo a ligações em “pressão” (*Press fitting*) ou a ligações em “compressão” (aperto roscado) [39] [70].

Se a ligação de tubo-acessório for realizada através do processo de “pressão” (Figura 31), todo o procedimento, constituído por 4 etapas, deve ser seguido [19]:

1. A realização do corte do tubo deverá ser efectuada com uma ferramenta apropriada para o efeito, promovendo o corte o mais perpendicular possível em relação ao seu eixo;
2. A calibração do tubo é executada através de um calibre apropriado para o efeito;
3. A inserção do acessório é determinante, o operário deve certificar-se que o tubo foi introduzido até ao batente final;
4. A prensagem do acessório sobre o tubo deverá ser realizada com o prensador manual ou eléctrico, apropriado para o efeito (Figura 31).



Figura 31 - Procedimento correcto para a ligação de tubo/acessório [19].

As dobragens destes tubos devem ser executadas de uma forma cuidada com raios de curvatura amplos em função de cada diâmetro nominal, de forma a evitar a redução das suas secções, as quais por sua vez podem desencadear reduções de resistência mecânica [11] [19].

### 6.11. Tubagens quimicamente avançadas

Ao longo dos últimos anos, devido às exigências crescente dos utilizadores, as empresas intervenientes neste sector de mercado procuram constantemente melhorar as condições de vida das sociedades modernas. Assim, surgem no mercado tubagens altamente desenvolvidas do ponto de vista tecnológico e comportamental.

A crescente preocupação pela qualidade da água dos sistemas prediais de distribuição de água impulsionou o aparecimento de um vanguardista sistema de tubagens com aditivos antimicrobianos.

As tubagens antimicrobianas (Figura 32) possuem um aditivo na sua camada interna que evita a proliferação de bactérias e fungos no interior das paredes das tubagens, além de contribuir para prevenção e controlo da bactéria da “*Legionella*”. Estes recentes tubos são fabricados com polímeros reforçados de última geração que resultam de uma intensa investigação em busca de novos materiais. O aditivo aplicado nestas tubagens faz desaparecer a maior percentagem de microrganismos que são gerados no interior das paredes das tubagens [21].

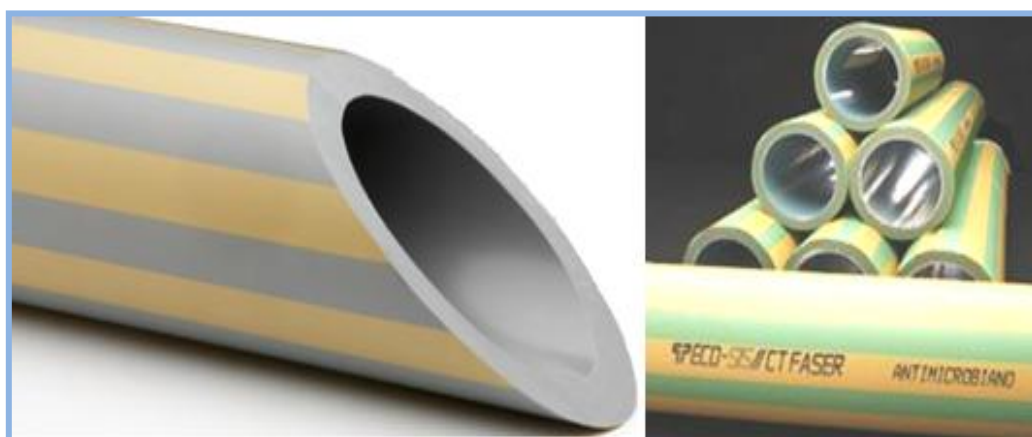


Figura 32 - Nova geração de tubagens quimicamente avançadas com aditivo antimicrobiano [21].

Estas tubagens destinam-se às instalações prediais de distribuição de água fria e quente. Presentemente, estes tubos podem estar dimensionados para suportar temperaturas até 70 °C em condições de funcionamento contínuo. Estes novos tubos estão preparados para aguentar processos de desinfecção contra a “*Legionella*”, quer por choque térmico, quer por hipercloração. Nas tubagens anti-microbianas não existe o fenómeno de corrosão, nem a formação de incrustações onde as bactérias possam residir e multiplicar-se [21].

Este tipo de tubos foi laboratorialmente investigado ficando comprovado que suportam a agressividade dos líquidos e são perfeitamente estanques à água e ao ar [21].

Esta nova solução está presente no mercado ainda de uma forma não generalizada, contudo acredita-se que ao longo dos próximos anos exista uma procura intensa deste tipo de materiais, em prol do acréscimo da qualidade da água para consumo humano.



## **7. ANÁLISE TÉCNICA DOS TUBOS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS**

### ***7.1. Introdução***

O objectivo do presente capítulo é analisar tecnicamente o conjunto de tubagens utilizadas nas instalações prediais de drenagem de águas residuais, promovendo deste modo uma investigação efectiva das mesmas.

Com o intuito de proporcionar um conhecimento mais aprofundado acerca dos tubos analisados neste capítulo, foi remetido para anexo (ANEXO I), um conjunto de especificações técnicas que contemplam algumas questões relevantes no processo de instalação/fabrico, bem como o referencial normativo aplicável a tubos e acessórios desta natureza.

Numa instalação predial de drenagem de águas residuais, os materiais utilizados devem suportar a agressividade do líquido, sendo estanques tanto à água como ao ar. Todas as tubagens, válvulas e acessórios devem ser instalados à distância suficiente doutros materiais para permitir um fácil acesso e manuseamento, evitando possíveis interferências.

Os materiais adequados para a concepção das redes prediais de águas residuais são:

- Ferro fundido (FF);
- Grés;
- Policloreto de vinilo (PVC-U), Série B ou BD;
- Polietileno de alta densidade (PEAD);
- Polipropileno (PP), Série B ou BD.

Neste capítulo, todos os tubos acima referidos serão objecto de estudo, exceptuando os de grés dado que, os mesmos são mais utilizados nas redes de drenagem de águas residuais públicas.

A análise técnica das diferentes tubagens será dividida da seguinte forma:

1. Características do material;
2. Instalação da tubagem.

O presente estudo contribui para um aprofundamento técnico adequado, minimizando eventuais erros e deficiências na selecção de materiais. Deste modo, apresenta-se para além de diversas indicações de carácter técnico, definições e princípios fundamentais de forma a possibilitar um adequado esclarecimento sobre a temática em estudo. Salienta-se que, por ser algo transversal e comum a todos os tipos de tubagens analisados nos subcapítulos seguintes, as tubagens podem estar à vista, em galerias, caleiras, tectos falsos e embutidas.

É de salientar que a investigação dos materiais foi extremamente cuidada e complexa, sendo introduzidos quadros e fotografias exemplificativas, para garantir uma melhor compressão e esclarecimento dos tubos em estudo.

Ao longo dos tempos, devido às exigências dos utilizadores, as empresas intervenientes neste sector de mercado procuram constantemente melhorar as condições de vida das sociedades modernas. Neste âmbito, surgiram as tubagens insonorizadas para as redes de drenagem em edifícios. No final do capítulo (ponto 7.6) faz-se uma análise técnica geral aos tubos de drenagem residual insonorizados, referenciando alguns dos materiais, dado que actualmente os tubos de drenagem residual insonorizados encontram-se numa fase de ascensão no mercado nacional e internacional.

As instalações prediais de drenagem de águas residuais constituídas por qualquer tipo de tubagem analisada neste capítulo devem ser executados, em conformidade com o referencial normativo citado (ANEXO I), bem como as especificidades técnicas do material. Neste sentido, como forma de garantir a qualidade das instalações, só devem ser utilizadas tubagens portadoras de certificação, emitida pelas entidades acreditadas para o efeito.

## **7.2. Ferro Fundido (FF)**

### **7.2.1. Características do material**

O ferro fundido é provavelmente, o único material metálico utilizado nas instalações prediais de drenagem de águas residuais, devido ao facto do custo dos materiais metálicos ser indubitavelmente mais elevado.



Figura 33 - À direita tubos de FF instalados em obra, à esquerda tubos de FF em vara [47].

Conforme se pode observar na figura 33, a cor dos tubos exteriormente é vermelha e interiormente é ocre. Os tubos normalmente são comercializados em varas de 3 metros e os seus diâmetros nominais oscilam entre os 50 e 300 mm, para a drenagem residual [47] [66].

Os tubos de ferro fundido são normalmente utilizados nas partes mais importantes do sistema de drenagem de um edifício, nomeadamente nos tubos de queda, os quais correspondem aos tubos interiores de drenagem residual e colectores [75].

As propriedades e características fundamentais do ferro fundido estão intimamente ligadas à sua funcionalidade e transformação. No quadro 14 apresentam-se as principais vantagens e inconvenientes dos tubos de ferro fundido.

Quadro 14 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de ferro fundido [47] [48] [75].

Vantagens	Inconvenientes
▪ Altíssima durabilidade	▪ Mão-de-obra especializada
▪ Resistência elevada à abrasão	▪ Custo elevado
▪ Expansão térmica reduzida	▪ Peso elevado
▪ Isolamento acústico razoável	▪ Difícil manuseamento e transporte
▪ Reciclável	

A robustez deste material confere aos sistemas prediais de drenagem, uma elevada estabilidade do ponto de vista dimensional, propiciando uma boa resistência ao impacto.

Os sistemas de revestimento devem ser adequados e seleccionados em função da composição química das águas a evacuar [47].

Este material possui uma transmissão sonora reduzida, conferindo uma razoável qualidade acústica. Por outro lado, outra característica dos FF reside na resistência a temperaturas na ordem dos 80 °C no caso de utilizações pontuais, e de 95 °C no caso de utilizações de pico [48].

A corrosão electroquímica não afectará os tubos de FF se existir um tratamento químico adequado à base de um fosfato de zinco ou um revestimento de epoxy com uma espessura homogénea [47].

### 7.2.2. Instalação da tubagem

A ligação entre tubo/tubo e tubos/acessórios de FF é executada através dos seguintes processos [66] [75]:

- Com abocardamento;
- Sem abocardamento.

Relativamente ao primeiro processo, a ligação entre elementos requer conhecimentos técnicos adequados sendo normalmente efectuada através da união de junta rápida, a qual é dotada de um elastómero colocado no abocardamento [75].

No segundo processo, a ligação sem abocardamento entre elementos é executada pela colocação topo a topo e, geralmente, os elementos são unidos pela fixação de abraçadeiras metálicas [75] (Figura 34).



Figura 34 - À esquerda, fixação correcta de uma abraçadeira na ligação de tubo/tubo de FF, à direita exemplos de abraçadeiras [47].

Relativamente à execução dos cortes, estes devem ser efectuados com precaução de modo a evitar a destruição dos revestimentos.

### 7.3. Policrotoleto de vinilo não plastificado (PVC-U)

#### 7.3.1. Características do material

O material termoplástico mais utilizado nas instalações prediais de drenagem de águas residuais domésticas é o PVC-U, provavelmente devido ao facto dos seus custos em comparação com as outras tubagens existentes no mercado, serem os mais económicos.

Segundo a normalização, só devem ser utilizados para drenagem residual doméstica, tubos de PVC-U que possuam marcação "B" ou "BD" [63].

Mais concretamente, a marcação "B" e "BD", correspondem a:

- Tubagens utilizadas nas instalações aéreas e na estrutura do edifício (Série B);
- Tubagens na área de aplicação correspondente à série B e à série D<sup>5</sup> (série BD).

---

<sup>5</sup> **Série D** - Tubagens enterradas no solo sob a estrutura do edifício, até um metro de distância deste e, que se destinam a fazer ligação ao sistema de esgotos enterrado (Sistema pouco utilizado em Portugal).



Figura 35 - À esquerda tubos de PVC-U instalados e à direita tubos de PVC-U em vara [41].

Os tubos de PVC-U apresentam tons de cinza e são geralmente fornecidos em comprimentos de 3, 6 e 12 metros. (Figura 35) Contudo o fornecimento de outros comprimentos pode ser acordado entre o fabricante e o cliente [63].

O PVC resulta da polimerização do monómero cloreto de vinilo. Através de uma composição adequada, as características físicas deste composto podem variar numa vasta gama de valores. Existem vários tipos de PVC que se distinguem pelo valor do seu peso molecular e pelo processo de fabrico. O policloreto de vinilo puro é um pó branco que após a manipulação, sem adição de plastificantes, se transforma em PVC rígido (massa dura, incolor e fisiologicamente atónica) [53] [63].

As propriedades e características fundamentais do PVC-U estão intimamente ligadas à sua funcionalidade e transformação. No quadro 15 apresentam-se as principais vantagens e inconvenientes dos tubos de policloreto de vinilo não plastificado.

Quadro 15 - Quadro resumo das vantagens e inconvenientes dos tubos de PVC-U [53] [75].

Vantagens	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Elevada leveza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Elevado coeficiente de dilatação térmica linear</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixo custo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixa resistência mecânica</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Boa flexibilidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixa resistência a elevadas temperaturas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixa rugosidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vida útil relativamente baixa</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Facilidade de instalação em obra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixa estabilidade dimensional</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resistência a incrustações</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixa resistência à pressão</li> </ul>

A leveza deste material facilita o transporte e a manipulação, nas operações de carga e descarga. Por outro lado, a baixa rugosidade permite assegurar uma perfeita circulação dos fluidos e promove a ausência de incrustações. A corrosão electroquímica não afecta os tubos de PVC-U, pois estes não são condutores eléctricos.

Por outro lado, as canalizações de PVC-U possuem alguns inconvenientes nomeadamente, baixa resistência mecânica, baixa resistência a elevadas temperaturas, baixa resistência física aos choques e ao fogo e pouca estabilidade dimensional.

### **7.3.2. Instalação da tubagem**

A ligação entre tubos e acessórios de policloreto de vinilo não plastificado é executada através dos seguintes processos [63] [75]:

- Com abocardamento para colar;
- Com abocardamento com anel de estanquidade.

No primeiro processo, a colagem requer conhecimentos técnicos adequados que podem ser adquiridos com o treino apropriado. As colas devem ser à base de solventes fortes os quais necessitam de um tempo de maturação (após a colagem) e não devem prejudicar as propriedades dos tubos e dos acessórios. No processo de colagem, outro aspecto a ter atenção consiste na limpeza das extremidades do tubo e do acessório com um pano limpo, de forma a remover eventuais sujidades. As zonas a colar devem ser mantidas entre 20 °C a 30 °C [53] [71].

No segundo processo, a ligação por anéis de estanquidade é feita através da colocação destes na base do abocardamento, devendo os referidos anéis ser devidamente lubrificados antes de serem introduzidos no abocardamento. O lubrificante utilizado deve ser o mais inócuo possível e a remoção de quaisquer rebarbas na introdução do abocardamento deve ser cuidada de modo a evitar que os anéis de estanquidade se degradem [71].

A dobragem dos tubos de PVC-U não é recomendada. Contudo, em situações inevitáveis é necessário recorrer a meios de aquecimento, como maçaricos de ar quente ou estufas e nunca a maçaricos de chama directa [71].

## **7.4. Polietileno de alta densidade (PEAD)**

### **7.4.1. Características do material**

Algumas características dos tubos de polietileno de alta densidade já foram abordadas no capítulo anterior (capítulo 6) pelo que as suas referências não serão novamente repetidas.

As tubagens de polietileno de alta densidade podem ser utilizadas nos sistemas prediais de drenagem de águas residuais.

O polietileno de alta densidade apresenta uma estrutura praticamente isenta de ramificações. É um plástico rígido, resistente à tracção e com moderada resistência ao impacto [52].



Figura 36 - À esquerda tubos de PEAD instalados em calha suspensa, à direita tubos de PEAD em vara [51].

A cor destas canalizações é habitualmente o preto ou o preto com riscas longitudinais (Figura 36). Normalmente estes tubos são comercializados em varas de 5 metros, com diâmetros nominais que variam entre os 32 e 315 mm para drenagem residual [51] [62].

O PEAD é um material exemplar para sistemas de drenagem do ponto de vista ecológico pois consome menor quantidade de energia durante o processo de fabrico e transporte em comparação com os tubos em aço e ferro fundido [51].

#### **7.4.2. Instalação da tubagem**

Para a ligação dos tubos utilizam-se habitualmente diversos processos (Figura 37), designadamente [51] [62]:

- Soldadura topo a topo com ou sem material de adição;
- Electrosoldadura;
- Soldadura com manga auxiliar de polietileno;
- Ligação com acessórios mecânicos, que podem ser fabricados com plásticos ou metais.

A soldadura topo a topo é o método de junta mais fácil de executar proporcionando em simultâneo, os vantajosos benefícios da pré-fabricação. O PEAD não necessita de qualquer outro material para ser soldado [51] [62].

No processo de electrosoldadura a junta que se obtém é simples, rápida e fiável. A zona de aquecimento e de fusão encontra-se dividida em dois campos, não havendo resistências eléctricas no centro da união, o que proporciona um factor de segurança muito satisfatório. Neste processo as extremidades dos tubos não são aquecidas ficando efectivamente frias, o que proporciona um reforço suplementar, anulando o encolhimento do tubo [51] [62].

O processo de ligação com manga de polietileno é uma solução de ligação para materiais assimétricos, irregulares ou com características especiais. Depois do processo efectuado, a manga vai retrair proporcionando uma junta estanque e resistente [51] [62].

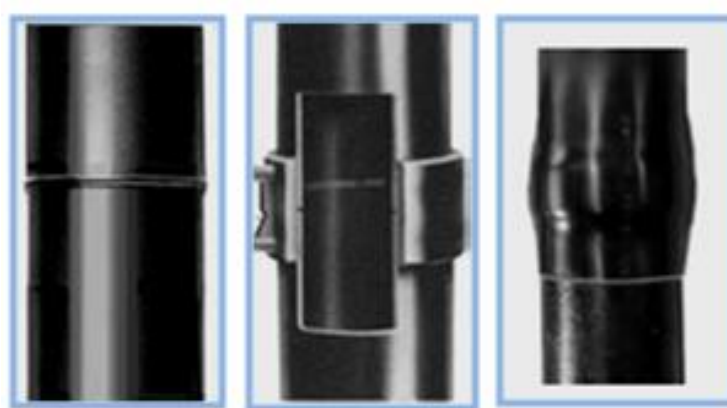


Figura 37 - Ligação de tubos de PEAD, à esquerda através do processo de soldadura topo a topo, ao meio electrosoldadura, e à direita soldadura com manga auxiliar de polietileno [51].

## 7.5. Polipropileno (PP)

### 7.5.1. Características do material

Algumas características dos tubos de polipropileno já foram abordadas no capítulo anterior (capítulo 6), pelo que as suas referências não serão novamente repetidas.

As tubagens de polipropileno poderão ser utilizadas nos sistemas prediais de drenagem de águas residuais. Segundo a normalização, só devem ser utilizados para drenagem no interior de edifícios tubos de PP que possuam marcação "B" ou "BD" [64].

O composto para tubos e acessórios deve ser de PP (polímero ou copolímero) ao qual pode ser adicionado aditivos necessários para facilitar a produção de componentes de acordo com a NP EN 1451:2000. Por outro lado, podem ser utilizados outros aditivos de forma a estar de acordo com os requisitos nacionais de natureza regulamentar relativos à resistência ao fogo [64].

Quando examinados, os tubos e acessórios de polipropileno, devem possuir superfícies lisas, limpas, isentas de ranhuras, bolhas, impurezas, poros ou outras imperfeições de superfície, que possam impedir o desempenho correcto das canalizações [64].

A cor destas canalizações é habitualmente o cinzento, o preto ou o branco. Normalmente, os tubos de PP para drenagem residual são comercializados em varas de 5 metros, com diâmetros nominais que variam entre os 32 e 315 mm [64].

A superfície lisa favorece a descarga e não admite incrustações na parede da tubagem o que garante o caudal interno do sistema durante toda a sua vida útil. Este material está livre de halogéneos e metais pesados, pelo que não emite gases tóxicos na sua combustão [64].

### **7.5.2. Instalação da tubagem**

O diâmetro exterior e a espessura dos tubos com extremidades lisas, destinadas a serem utilizadas para as uniões soldadas topo-a-topo, devem estar conforme as séries métricas dos tubos [64].

Os anéis de vedação não devem prejudicar as propriedades dos tubos e dos acessórios. Neste sentido, os anéis em elastómero termoplástico para a zona de aplicação “BD” devem estar conforme os requisitos de desempenho a longo prazo [64].

Quando um acessório ou adaptador faz a ligação entre duas dimensões nominais, a espessura de parede de cada elemento ligado deve estar conforme os requisitos para a dimensão nominal aplicável. Neste caso, é permitido que a espessura de parede do acessório mude gradualmente de uma espessura para outra [64].

Quando um acessório tem a mesma espessura de parede do tubo correspondente, a rigidez circunferencial deste tubo, devido à sua geometria, é igual ou superior à rigidez circunferencial do tubo [64].

As extremidades dos tubos e acessórios devem ser adequadamente cortadas, devendo o corte ser perpendicular ao seu eixo. Relativamente ao processo de instalação, os tubos de polipropileno são compatíveis funcionalmente com outros materiais termoplásticos para a mesma área de aplicação. Devido à sua baixa densidade facilitam a instalação e o transporte em obra [64].

## **7.6. Tubagens insonorizadas**

Com vista a melhorar o conforto e a qualidade de vida dos cidadãos, as entidades reguladoras aprovaram o Regulamento dos Requisitos Acústicos nos Edifícios (RRAE), através do Decreto-Lei nº 96/2008. O objectivo fundamental deste regulamento é a diminuição do ruído, quer no âmbito de edifícios de habitação [23].

Neste sentido, as empresas ligadas ao sector das instalações prediais, estão constantemente a desenvolver soluções que visam melhorar o conforto acústico dos edifícios de habitação.

Graças a uma aposta efectiva na inovação dos seus produtos, as empresas oferecem produtos e serviços cada vez mais eficientes e inteligentes, dando resposta às constantes necessidades dos

cidadãos. Assim, vão surgindo soluções tecnologicamente avançadas promovendo a consciencialização e a sustentabilidade dos sistemas prediais.

A origem do ruído nas redes de drenagem doméstica faz-se notar pelo impacto constante da água a bater contra a parede da tubagem. Estes impactos causam vibrações, que se estendem pelas tubagens aos sistemas de fixação e aos elementos estruturais (paredes) e, por conseguinte, causam diversos transtornos aos habitantes das edificações. A capacidade que os tubos de drenagem possuem em transmitir o ruído efectivo depende, única e exclusivamente, das propriedades intrínsecas do material ou materiais, a partir do qual são fabricados [21].

Neste sentido, as propriedades de insonorização do material das tubagens de drenagem, desempenham um papel fundamental para a protecção contra ruídos e a sua transmissão nas instalações prediais.

Salienta-se que estas propriedades de insonorização estão presentes nos tubos, pelo que não existe a necessidade de recorrer a outros elementos construtivos mais dispendiosos. Assim, entende-se que o desenvolvimento com sucesso de novos materiais para os sistemas de drenagem doméstica deve unir as propriedades de insonorização, eliminando as suas qualidades negativas [21].

Têm surgido no mercado alguns exemplos de tubagens insonorizadas, com características hidráulicas notáveis. Os tubos “*Silent-db20*” e “*POLO KAL NG*” (Figura 38) são considerados, do ponto de vista técnico, uma óptima solução para os sistemas prediais de drenagem de águas residuais.

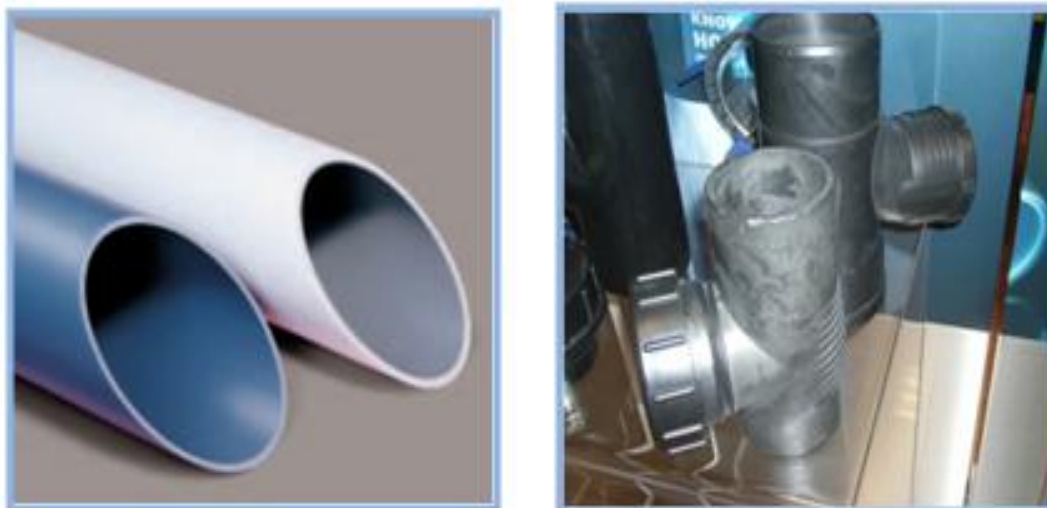


Figura 38 -Exemplos de tubagens insonorizadas existentes no mercado [21].

(À esquerda tubo “*POLO-KAL NG*” e à direita tubo “*Silent-db20*”)

As tubagens “*POLO-KAL NG*” são compostas por uma estrutura de três camadas de polipropileno de densidades diferentes. Por outro lado, os tubos insonorizados *Silent-db20* são caracterizados por possuírem nervuras para redução de ruído. Ambas foram testadas

laboratorialmente, ficando comprovado que suportam a agressividade dos líquidos e são perfeitamente estanques à água e ao ar [20] [21].

Estas novas soluções insonorizadas estão presentes no mercado ainda numa forma não generalizada, contudo acredita-se que ao longo dos próximos anos exista uma maior utilização.



**PARTE II – ANÁLISE ECONÓMICA**



## 1. NOTA INTRODUTÓRIA

Ao efectuar o presente estudo económico, teve-se em especial atenção os custos correntes no mercado (Dezembro 2010). Para tal, adoptaram-se quatro soluções construtivas para as instalações prediais de distribuição de água e drenagem de águas residuais domésticas.

Houve necessidade de recorrer a fabricantes de referência para obter os preços dos materiais (tubagens e acessórios) e de consultar instaladores para obter os preços da mão-de-obra e equipamentos. Os fabricantes referidos a seguir são meramente indicativos. Nas especificações técnicas (ANEXO I), constam referências a outros fabricantes.

No que diz respeito às instalações prediais de distribuição de água, as tubagens consideradas foram:

- **Cenário A** - concepção e dimensionamento em tubo de aço inox, tipo *Geberit “Mapress”* ou equivalente.
- **Cenário B** - concepção e dimensionamento em tubo de multicamada, tipo *Geberit “Mepla”* ou equivalente.
- **Cenário C** - concepção e dimensionamento em tubo de polipropileno, tipo *“Coprax”* ou equivalente.
- **Cenário D** - concepção e dimensionamento tubo de polietileno reticulado dentro dos fogos de habitação tipo *“Giacomini”* ou equivalente, e fora das habitações tubo multicamada, tipo *Geberit “Mepla”* ou equivalente.

Relativamente às instalações prediais de drenagem de águas residuais domésticas, as tubagens examinadas são:

- **Cenário 1** - concepção e dimensionamento em tubo de PVC-U (PN 6), tipo *“Polidom”* ou equivalente.
- **Cenário 2** - concepção e dimensionamento misto, tubo de PVC-U, do tipo *“Polidom”* ou equivalente para troços individuais e colectivos e ferro fundido do tipo *“Super Metallit”* ou equivalente para tubos de queda.
- **Cenário 3** - concepção e dimensionamento em tubo de polietileno, tipo *“Geberit PEAD”* ou equivalente.
- **Cenário 4** - concepção e dimensionamento em tubo de polietileno insonorizado, tipo *Geberit “Silent db20”* ou equivalente.

A escolha dos cenários procurou ir de encontro ao que actualmente se utiliza no mercado. No que diz respeito às instalações prediais de distribuição de água, dentro dos tubos metálicos foi apenas

investigado o aço inox, pois o seu uso é bastante significativo. Por outro lado, o cobre não entrou nos cenários, pelo facto de não ser viável economicamente realizar o sistema predial de distribuição de água na sua totalidade com este material, devido ao seu preço extremamente elevado. Actualmente, o cobre é muito utilizado nos sistemas solares devido à sua elevada resistência a altas temperaturas. Dentro deste contexto, o aço galvanizado (ferro galvanizado) também não foi averiguado pois, devido aos problemas de corrosão, caiu em desuso nas instalações prediais de distribuição de água.

Relativamente aos cenários para as instalações prediais de drenagem de águas residuais domésticas, o critério de escolha foi idêntico. Investigou-se os tubos de PVC-U, pois é o material mais corrente nestas instalações. Posteriormente, estudou-se uma solução mista com PVC-U e ferro fundido, pois uma solução unicamente de ferro fundido não é usual principalmente dentro das habitações. Seguidamente, analisou-se os tubos de PEAD porque possuem grande aplicabilidade na drenagem de águas residuais domésticas. Finalmente, realizou-se uma investigação com tubos insonorizados (p.e *silent db20*), de modo a compará-los com as restantes soluções.

Para análise económica da presente dissertação considerou-se que todos os tubos são dimensionados para um horizonte de projecto de 50 anos.

A orçamentação foi elaborada a partir de um exemplo real de um edifício multifamiliar no Pinhal na Vila Chã, Barreiro, distrito de Setúbal, composto por 8 fogos destinados a habitação e garagem no piso em cave.

A parte II está dividida em seis capítulos, incluindo a nota introdutória (capítulo 1) e as conclusões (capítulo 6).

No capítulo 2 descrevem-se as características genéricas do edifício e a caracterização global das habitações.

No capítulo 3 apresenta-se uma descrição geral das redes prediais de distribuição de água e drenagem residual, indicando alguns critérios de definição de traçado das mesmas.

No capítulo 4 pretende-se abordar alguns critérios de dimensionamento das redes prediais de distribuição de água e drenagem residual doméstica.

No capítulo 5 efectua-se uma análise económica dos cenários considerados.

No capítulo 6 expõem-se as conclusões finais de toda a informação tratada na presente dissertação, propondo-se futuros campos de pesquisa e algumas recomendações relacionadas com o desenvolvimento deste tema.

## 2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EDÍFICIO EM ESTUDO

Como exemplo prático a analisar do ponto de vista económico apresenta-se um edifício multifamiliar no Pinhal na Vila Chã, Barreiro, distrito de Setúbal (Figura 39).



Figura 39 - Vista geral do edifício em estudo.

O edifício é constituído por 8 fogos destinados a habitação, garagem no piso em cave e um piso destinado a arrecadações (Piso 4). A garagem encontra-se no piso -1 e contém um lugar de estacionamento para cada habitação. A cobertura é plana e acessível. Os pisos 1, 2 e 3 são idênticos a nível de compartimentos bem como a nível de tipologia.

Quadro 16 - Caracterização geral do edifício em estudo.

Piso -1	Estacionamento	
	Nº de fogos	Tipologia
Piso 0	2	T1 e T2
Piso 1	2	T2 e T3
Piso 2	2	T2 e T3
Piso 3	2	T2 e T3
Piso 4	Arrecadações	
Cobertura	Plana e acessível	

O edifício em estudo tem 578 m<sup>2</sup> de área bruta de construção, 470 m<sup>2</sup> de área útil de habitação e 2,6 metros de pé direito. Na figura 40 apresenta-se o alçado Norte e Sul do edifício o que permite uma compreensão dimensional do mesmo.



Figura 40 - À esquerda, alçado Sul e à direita alçado Norte do edifício em estudo.

### **3. DESCRIÇÃO DAS REDES INTERIORES**

#### ***3.1 Introdução***

No presente capítulo apresenta-se a descrição geral das redes interiores de distribuição de água e drenagem de águas residuais doméstica para este caso concreto. De forma a otimizar o desempenho funcional destas redes procurou-se implementar a melhor definição de percursos e espaços. A correcta definição do traçado deve ser efectuada de forma a garantir o bom funcionamento dos dispositivos de utilização.

Os projectos das redes prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, tanto para construções novas como para reabilitação em prédios existentes, devem ser elaborados consoante a regulamentação nacional vigente. No entanto, prevê-se sempre a implementação das boas práticas de engenharia nos aspectos em que o regulamento seja omissivo.

#### ***3.2 Instalação predial de água fria e quente***

A rede predial de água fria deve assegurar a sua distribuição a todos os dispositivos instalados em boas condições.

Por outro lado, os sistemas de produção e distribuição de água quente devem garantir as temperaturas mínimas de utilização necessárias nos dispositivos de utilização, em função do grau de conforto e economia desejados recorrendo, se necessário, à circulação forçada ou retorno [75]. Nos edifícios de habitação é sempre obrigatória a existência de sistemas de produção e distribuição de água quente a cozinhas e instalações sanitárias. A rede predial de água quente visa assegurar a distribuição em boas condições de água quente sanitária.

Para além das avaliações relativas às condições de abastecimento, ao tipo de edifício, aos níveis de conforto e à qualidade pretendidos, será importante que o projectista coordene e debata pormenores com as restantes especialidades intervenientes no projecto. Após as diversas especialidades intervenientes no projecto chegarem a um consenso, quer a nível de espaços quer a nível de percurso do sistema predial, o traçado definitivo das redes de abastecimento de água é realizado através de princípios e critérios particulares [75].

##### ***3.2.1 Traçado da tubagem rígida***

As canalizações rígidas são muitas vezes classificadas como elementos que não se conseguem curvar mais do que 2% sem que sua a estrutura fique danificada.

Para estabelecer uma definição correcta do traçado teve-se em especial atenção os princípios referidos já citados anteriormente. Na figura 41 apresenta-se o traçado definitivo (Pisos 1, 2 e 3) das

redes prediais de distribuição de água quente e fria para o edifício em estudo, que servem de base para os diversos cenários analisados.

Neste âmbito, é apresentado no anexo III o traçado definitivo das instalações prediais de água quente e fria em tubagem rígida de todos os pisos que constituem o edifício em estudo.

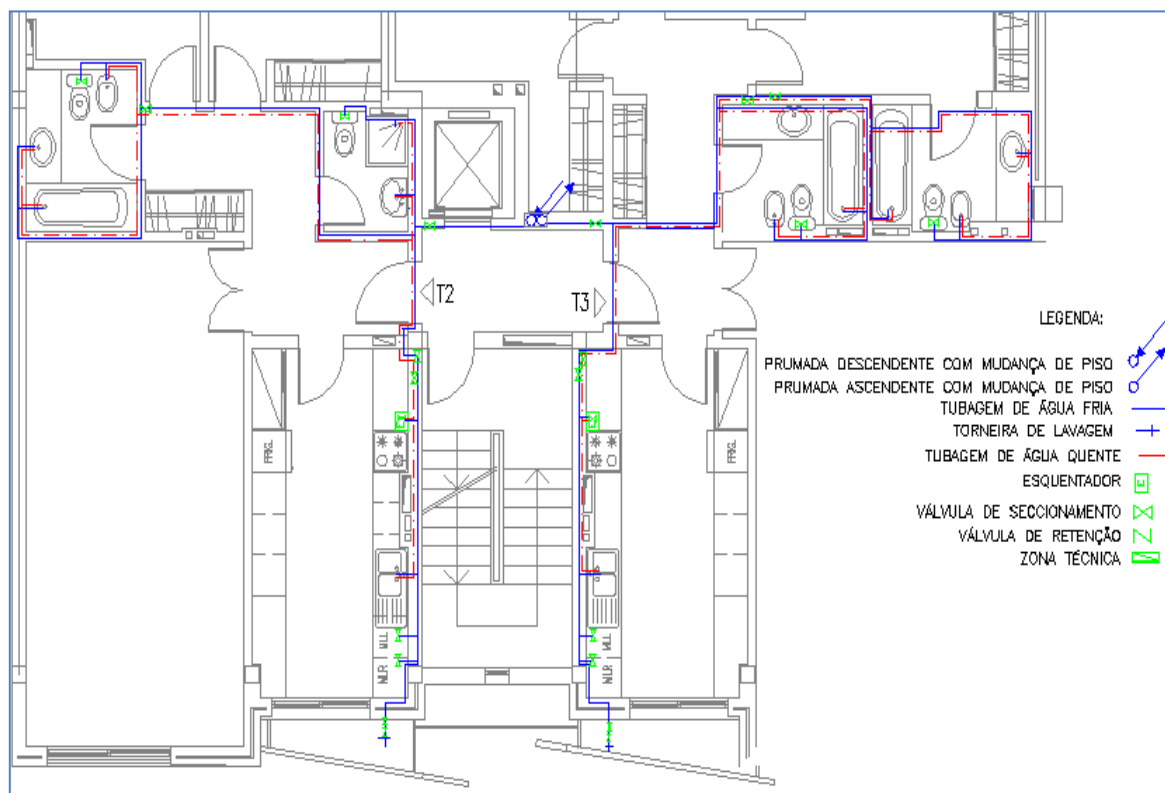


Figura 41 - Traçado definitivo (Pisos 1, 2 e 3) das redes prediais de distribuição de água quente e fria.

A instalação foi munida de válvulas de seccionamento à entrada dos ramos de distribuição, a montante de purgadores de ar, nos ramos de introdução, a montante e a jusante dos contadores, nas entradas das diferentes instalações sanitárias e nos ramos de alimentação de autoclismos, aos equipamentos de lavagem e aos equipamentos destinados à produção de água quente, conforme preconizado no DR 23/95, de 23 de Agosto [24].

### 3.2.2 Traçado da tubagem flexível

Os tubos flexíveis, quando submetidos a cargas maiores, têm como vantagem principal a sua aptidão para se moverem ou acomodarem livremente sem manifestarem danos estruturais [16].

No presente caso de estudo as habitações são abastecidas de água potável através de um ramal de introdução individual que parte de um contador situado no vão das escadas da entrada principal do edifício para uma caixa de derivação situada junto à cozinha. É nesta caixa que a água é repartida com o objectivo de servir as instalações secundárias (Figura 42).

Para estabelecer uma definição correcta do traçado atendeu-se a alguns princípios e critérios fundamentais já citados anteriormente. Na figura 42 apresenta-se o traçado definitivo (Pisos 1, 2 e 3) das redes prediais de distribuição de água quente e fria projectada em tubos flexíveis.

Neste âmbito, é apresentado no anexo III o traçado definitivo das instalações prediais de água quente e fria em tubagem flexível dentro das habitações do edifício em estudo.

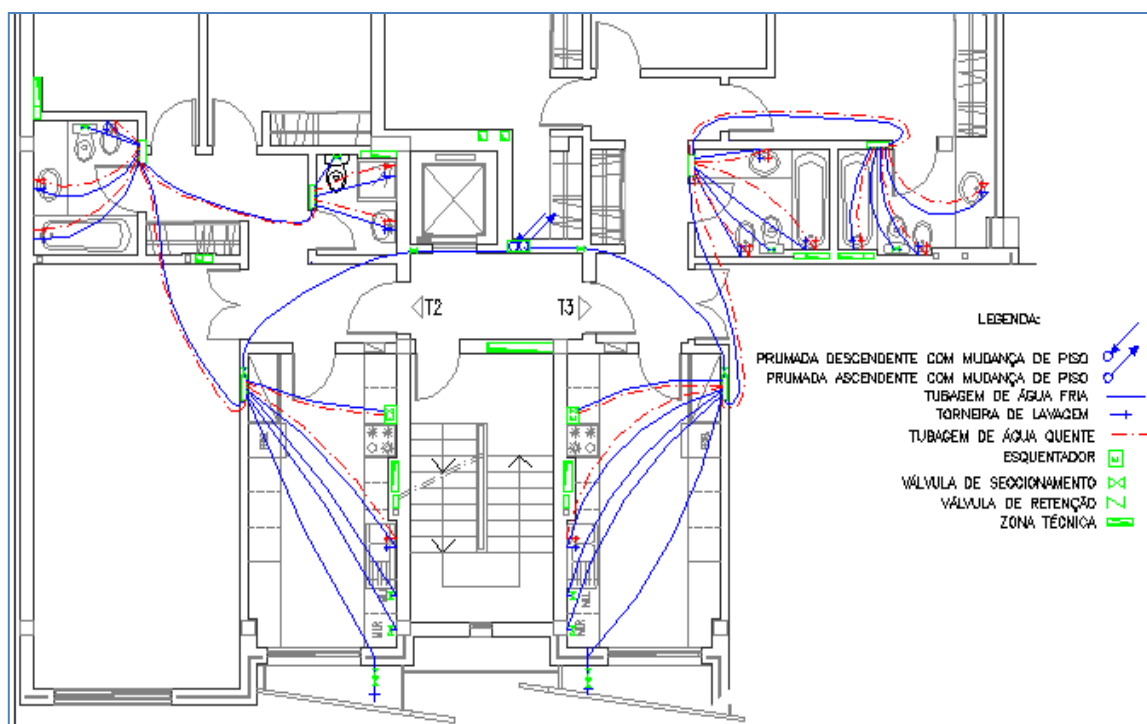


Figura 42 - Traçado definitivo (Pisos 1, 2 e 3) das redes prediais de distribuição de água quente e fria (tubagem flexível).

### 3.3 Rede domiciliária de drenagem de águas residuais domésticas

O escoamento eficiente das águas residuais domésticas é fundamental para a saúde pública sendo parte essencial da construção de um edifício. Se as redes de drenagem residual não estiverem em bom estado e houver fugas poderá ocorrer a contaminação da rede de água de consumo. Neste sentido, tendo em consideração a economia do sistema e a sua interligação com as restantes especialidades a desenvolver no edifício, o estabelecimento de um correcto traçado é determinante [74].

Para estabelecer uma definição correcta do traçado teve-se em consideração alguns princípios e critérios fundamentais já citados anteriormente. Na figura 43 apresenta-se o traçado definitivo (Pisos 1, 2 e 3 do cenário 2) das redes prediais de drenagem de águas residuais domésticas que servem de base para os diversos cenários analisados neste caso de estudo.

Neste âmbito, é apresentado no anexo III o traçado definitivo das instalações prediais de drenagem de águas residuais domésticas do edifício em estudo.

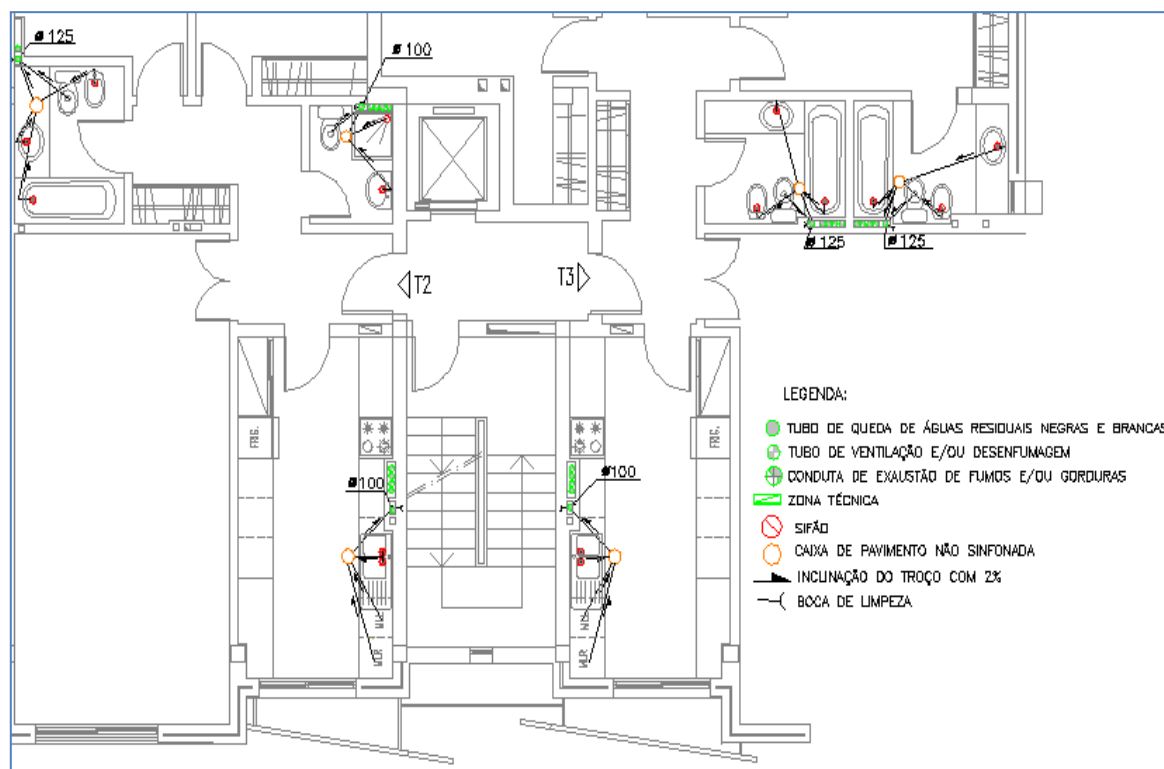


Figura 43 - Traçado definitivo (Pisos 1, 2 e 3 do cenário 2) das redes prediais de drenagem de águas residuais domésticas.

Dentro deste contexto, no traçado final procurou-se que em nenhum caso os troços verticais de ramais de descarga excedessem os 2 metros. Por outro lado, procedeu-se à ligação dos ramais de descarga aos tubos de queda. Os tubos de queda são preferencialmente verticais, constituídos por um único alinhamento recto. O traçado definitivo da rede predial de drenagem de águas residuais é constituído por troços rectilíneos ligados entre si por caixas de reunião ou através de curvas de concordâncias. Os ramais de ventilação são constituídos por troços rectos ligados entre si por curvas de concordância [75].

## 4. DIMENSIONAMENTO

### 4.1 Introdução

No presente capítulo sintetizam-se os critérios gerais e a metodologia de dimensionamento das redes domiciliárias de distribuição de água quente e fria e de drenagem de águas residuais domésticas.

Após a fase de concepção do projecto predial de distribuição de água e drenagem residual, onde se definiram o traçado das tubagens, a selecção dos materiais a utilizar e a escolha dos equipamentos, é necessário efectuar o dimensionamento das canalizações.

Actualmente, em Portugal, o correcto dimensionamento das instalações prediais de distribuição de água e drenagem de águas residuais executa-se de acordo com o regulamento vigente (Regulamento Geral de Distribuição Pública e Predial de Água e de Drenagem de Águas Residuais, Decreto-Regulamentar nº 23/95 de 23 de Agosto).

A fase de dimensionamento funciona muitas vezes para a detecção de erros de concepção permitindo o controlo dos parâmetros fundamentais relativos aos níveis de conforto e desempenho dos sistemas. O correcto dimensionamento dos sistemas prediais implica o conhecimento aprofundado de algumas prescrições de carácter técnico e regulamentar e de uma didáctica de cálculo adequada. Os cálculos justificativos relativos ao dimensionamento são componentes fundamentais do projecto de uma rede predial, sendo sempre obrigatória a sua apresentação [47].

Na presente dissertação procurou-se efectuar um dimensionamento com bastante rigor pois o método de cálculo protagonizado é essencial para obter um nível satisfatório e coerente.

Através do rigor do dimensionamento de rede predial de água quente e fria verificou-se que não seria necessário utilizar instalações complementares tais como reservatórios e estações elevatórias pois trata-se de um edifício de apenas quatro pisos. Desta forma a pressão fornecida pela entidade abastecedora é suficiente para servir todos os dispositivos de utilização.

### 4.2 Dimensionamento de água fria

Para o dimensionamento de água fria teve-se em especial atenção aos quadros e ábacos apresentados no D.R. 23/95, pois tornam-se uma ferramenta útil, que relaciona os caudais com as respectivas áreas de secção dos tubos, tendo em conta as medidas disponíveis no mercado.

Neste sentido, procedeu-se ao dimensionamento dos diferentes troços de tubagem, fixando os valores para a velocidade de escoamento inicial ( $v=1,25$  m/s), o que permitiu garantir as condições de nível de conforto médio.

A metodologia de dimensionamento adoptada compreende 7 passos fundamentais, passando pelo cálculo dos diâmetros e velocidades nas tubagens desde o contador da habitação até ao último dispositivo de utilização a servir:

- i. Consideração dos caudais instantâneos (l/s) -  $Q_i$ ;
- ii. Somatório do caudal dos dispositivos de utilização (l/s) -  $Q_{acumul}$ ;
- iii. Cálculo do caudal de dimensionamento (l/s) -  $Q_{dim}$ ;
- iv. Determinar o diâmetro de cálculo (mm) -  $D_c$ ;
- v. Escolha dos diâmetros nominais (mm) - DN;
- vi. Cálculo da velocidade final na tubagem (m/s) - V.

A avaliação do caudal de dimensionamento ( $Q_{dim}$ ) foi baseada nos princípios do regulamento actual (D.R.23/95, 23 de Agosto) e consiste na aplicação do coeficiente de simultaneidade ao caudal acumulado (somatório do caudal dos dispositivos instalados). O coeficiente de simultaneidade numa determinada secção é a relação entre o caudal máximo previsível (caudal de cálculo) e o caudal acumulado de todos os aparelhos e equipamentos sanitários que drenam até à secção considerada [75].

$$Q_c = x \cdot Q_a$$

Com [76]:

$Q_c$  – Caudal de cálculo (caudal de dimensionamento);

$x$  - Coeficiente de simultaneidade;

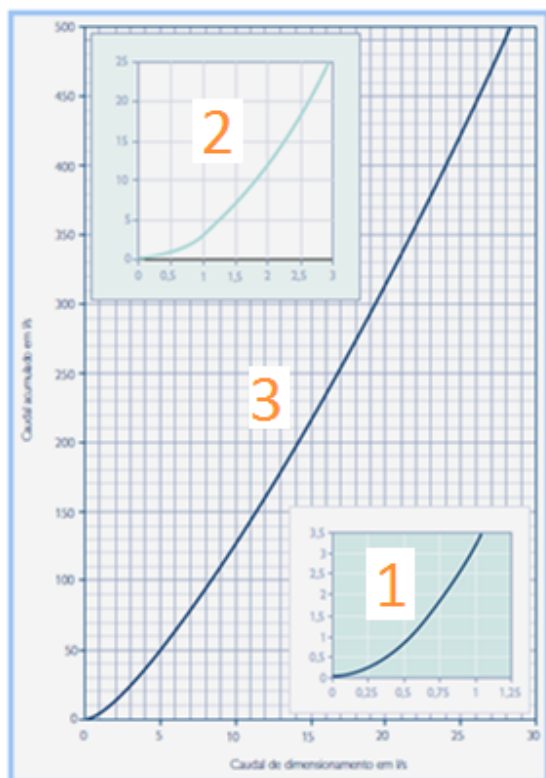
$Q_a$  – Caudal acumulado.

Das regras de boa prática de dimensionamento considera-se que o coeficiente simultaneidade tem como limite superior a unidade (100%) e como limite inferior um valor de 0,2%.

Distinguem-se três métodos para o cálculo do coeficiente de simultaneidade [75]:

- O método do cálculo das probabilidades (encontra-se em desuso);
- O método do coeficiente de simultaneidade;
- O método preconizado pelo regulamento português.

No presente caso de estudo o processo utilizado foi o preconizado pelo regulamento português. Este método apresenta uma curva que, tendo em conta os coeficientes de simultaneidade, permite a obtenção directa dos caudais de cálculo a partir do caudal acumulado, considerando um nível de conforto médio (Figura 44) [75].



$$\begin{aligned}
 1 \quad Q_{\text{dim}} &= 0,5469 \times Q_{\text{acumul}}^{0,5137} \rightarrow Q_{\text{acumul}} \leq 3,5 \\
 2 \quad Q_{\text{dim}} &= 0,5226 \times Q_{\text{acumul}}^{0,5364} \rightarrow 25 \leq Q_{\text{acumul}} \leq 3,5 \\
 3 \quad Q_{\text{dim}} &= 0,2525 \times Q_{\text{acumul}}^{0,7587} \rightarrow 500 \leq Q_{\text{acumul}} \leq 25
 \end{aligned}$$

Figura 44 - Caudais de cálculo, em função dos caudais acumulados (níveis de conforto médio) [46].

Finalmente, determinam-se as perdas de carga do sistema formadas pelos comprimentos verticais e horizontais de tubagem e pela rugosidade interna do material. Para ter em conta as perdas de carga localizada recomenda-se um incremento de 20% às perdas de carga contínuas, traduzindo de certa forma a incidência de perdas de carga provocadas pelas singularidades existentes nas instalações. Assim, evita-se a determinação exaustiva dos valores referente às mesmas [75].

### 4.3 Dimensionamento de água quente

A didática de cálculo utilizada no dimensionamento de água quente é em tudo idêntica ao da rede de água fria. Os sistemas de água quente são dimensionados a partir da unidade de produção, podendo ser de diversos tipos, consoante a situação prevista (termoacumulador, bomba de calor, esquentador, caldeiras, sistemas de energia solar, etc.).

Alguns sistemas de distribuição e produção de água quente tornam-se complexos, no que se refere à concepção da rede, pois devem garantir uma redução de gastos energéticos.

Para efeitos de dimensionamento, considera-se a temperatura da água em contacto com o corpo humano igual a 38 °C e a temperatura máxima da água nos sistemas prediais igual a 60 °C (DR 23/95).

Acrescenta-se ainda que, o dimensionamento de instalações de produção centrais, depósitos de armazenamento, sistemas de distribuição e de retorno de água quente deve ser concebido de modo a propiciar qualidade e conforto aos seus utilizadores.

#### ***4.4 Dimensionamento da rede de drenagem de águas residuais domésticas***

As instalações prediais de drenagem de águas residuais domésticas são consideradas complexas no que se refere à concepção da rede e ao dimensionamento pois existe um conjunto elevado de critérios a considerar.

A metodologia de dimensionamento adoptada no caso de estudo, compreende três etapas fundamentais (ramais de descarga individuais, ramais de descarga não individuais, tubos de queda):

##### **1) RAMAIS DE DESCARGA INDIVIDUAIS**

- i. Consideração dos caudais individuais de descarga dos aparelhos sanitários (l/min) -  $Q_i$ ;
- ii. Determinação do caudal de cálculo (l/min) -  $Q_c$ ;
- iii. Determinar o diâmetro de cálculo (mm);
- iv. Escolha dos diâmetros nominais (mm);
- v. Verificação dos diâmetros mínimos dos ramais de descarga individuais.

O coeficiente de simultaneidade numa determinada secção é a relação entre o caudal máximo previsível (caudal de cálculo) e o caudal acumulado de todos os aparelhos e equipamentos sanitários que drenam até à secção considerada [75]:

$$Q_c = x \cdot Q_a$$

Com [75]:

$Q_c$  – Caudal de cálculo (caudal de dimensionamento);

$x$  - Coeficiente de simultaneidade;

$Q_a$  – Caudal acumulado.

Das regras de boa prática de dimensionamento considera-se que o coeficiente tem como limite superior a unidade (100%) e como limite inferior um valor de 0,2%.

Deste modo, distinguem-se dois métodos para o cálculo do coeficiente de simultaneidade [75]:

- O método do coeficiente de simultaneidade;
- O método preconizado pelo regulamento português.

No presente caso de estudo, o método utilizado foi o preconizado pelo regulamento português. Este método apresenta uma curva que, tendo em conta os coeficientes de simultaneidade, permite a obtenção directa dos caudais de cálculo a partir do caudal acumulado, considerando um nível de conforto médio (Figura 45) [75].

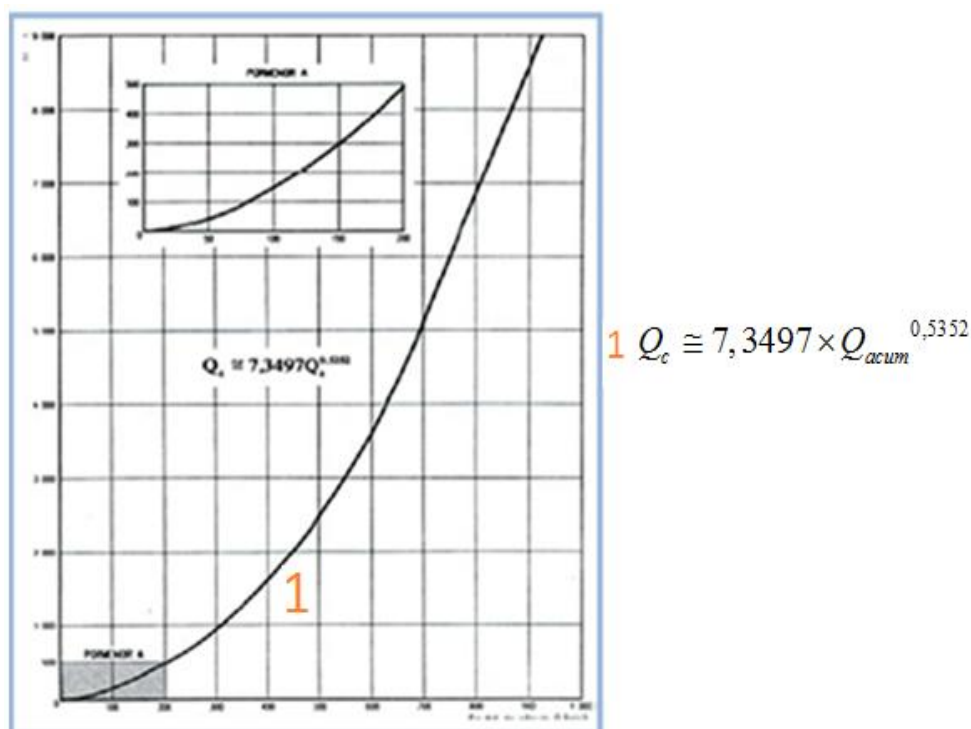


Figura 45 - Caudais de cálculo, em função dos caudais acumulados [24].

## 2) RAMAIS DE DESCARGA NÃO INDIVIDUAIS

- i. Somatório do caudal dos respectivos ramais individuais (exceptuando o caudal da bacia de retrete);
- ii. Determinação do caudal de cálculo;
- iii. Determinar o diâmetro de cálculo;
- iv. Escolha dos diâmetros nominais - DN.

Os ramais de descarga das águas residuais domésticas têm por finalidade a condução destas aos respectivos tubos de queda. Os ramais de descarga não individuais foram dimensionados para um escoamento de meia secção, através da fórmula de *Manning-Strickler*, considerando uma inclinação compreendida entre 1% e 4% [75].

No presente caso de estudo, os ramais de descarga das bacias de retrete e os das águas de sabão são independentes, conforme é exemplificado na figura 46.

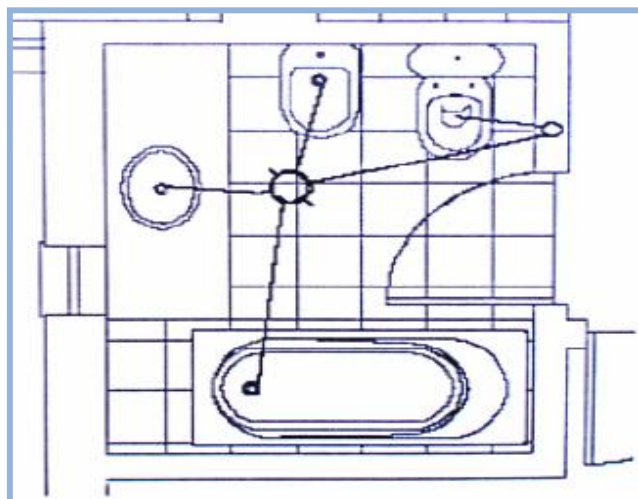


Figura 46 - Exemplificação da independência dos ramais de descarga das bacias de retrete e os das águas de sabão [7].

### 3) TUBOS DE QUEDA

- i. Somatório do caudal dos respectivos ramais de descarga;
- ii. Cálculo da taxa de ocupação -  $T_s$ ;
- iii. Determinação dos diâmetros interiores dos tubos de queda;
- iv. Escolha dos diâmetros nominais - DN.

Para o dimensionamento dos tubos de queda considerou-se sempre as taxas de ocupação de modo a promover a dispensa, ou não, da ventilação secundária. A taxa de ocupação num tubo de queda consiste na razão entre a área ocupada pela massa líquida e a área da secção interior do tubo [75].

Os diâmetros nominais dos tubos de queda são sempre constantes em toda a sua extensão. A ventilação das instalações é conseguida através do prolongamento dos tubos de queda até a sua cobertura, com abertura para a atmosfera. Verificou-se através do rigor dos cálculos que o edifício em estudo não necessitaria de ventilação secundária, pois nenhum dos tubos de queda tem um caudal de cálculo superior a 700 l/min nem altura superior a 35 metros.

Acrescenta-se ainda que, através da metodologia de cálculo adoptada o diâmetro nominal dos tubos de queda não é inferior ao maior dos diâmetros dos ramais a eles ligados.

Seguidamente, no capítulo 5 apresenta-se o estudo económico da presente dissertação.

## 5. ANÁLISE ECÓNOMICA

### 5.1 Introdução

A elaboração da presente análise económica teve por base os preços correntes de mercado dos materiais cedidos pelos fabricantes e distribuidores certificados, alguns valores de referência de orçamentação de obras e de quantificação da mão-de-obra. Abdicou-se deste modo de um cálculo exaustivo de rendimentos tendo-se aferido, junto de instaladores certificados, a contabilização geral da mão-de-obra.

É de salientar que os preços apresentados e analisados são referentes a Dezembro de 2010.

### 5.2 Caracterização e quantificação geral de custos

A orçamentação, devido à sua magnitude e abrangência envolve diversos factores. Procurou-se efectuar um estudo económico que considerasse o conjunto de custos mais relevantes para a obtenção de um orçamento final.

Neste sentido, estimou-se o preço global através de dois aspectos fundamentais:

- Materiais;
- Mão-de-obra.

Relativamente ao primeiro aspecto, este refere-se a todo o material e equipamento que integra a instalação e que possa ser incluído directamente no cálculo do orçamento. Em concreto, deve-se analisar o preço dos tubos de água quente, fria, de drenagem residual e acessórios (válvulas, torneiras de serviço, isolamento para tubos de água quente, sifões, etc.). Os preços dos tubos são contabilizados em metros lineares de tubagem e os dos acessórios em unidades.

No que concerne ao segundo aspecto, a mão-de-obra, esta reporta-se ao custo de qualquer trabalho executado na instalação, variando com a forma e natureza do material em causa. O assentamento da tubagem, incluindo abertura e tapamento de roços, abraçadeiras, são os aspectos mais relevantes neste tipo de instalação.

### 5.3 Estudo económico das redes de distribuição de água

Nas redes de distribuição de águas a orçamentação e toda a parte económica que lhe é inerente, é fulcral para o sucesso na execução das mesmas. Assim, para assegurar um estudo rigoroso, procurou-se junto dos fabricantes e distribuidores certificados deste sector de mercado os preços dos materiais para, deste modo, se conseguir efectuar os orçamentos dos cenários elaborados.

A discrepância de preços dos tubos das redes de distribuição de água é notória. Neste contexto, faz todo o sentido demonstrar a evolução do custo da tubagem através de compatibilização de diâmetros internos dos tubos. Nas figuras 47 e 48 apresentam-se dois gráficos ilustrativos do desenvolvimento dos preços das canalizações, que foram objecto de análise na parte I desta dissertação. Contudo, visto que é prática actual dos fabricantes e distribuidores disponibilizarem os preços por metro de tubo os valores dos gráficos abaixo serão analisados por metro linear de tubagem.

É de destacar que, dada a quantidade de tubos analisados houve a necessidade de separar os materiais termoplásticos dos metálicos para facilitar a análise e a retirada de conclusões.

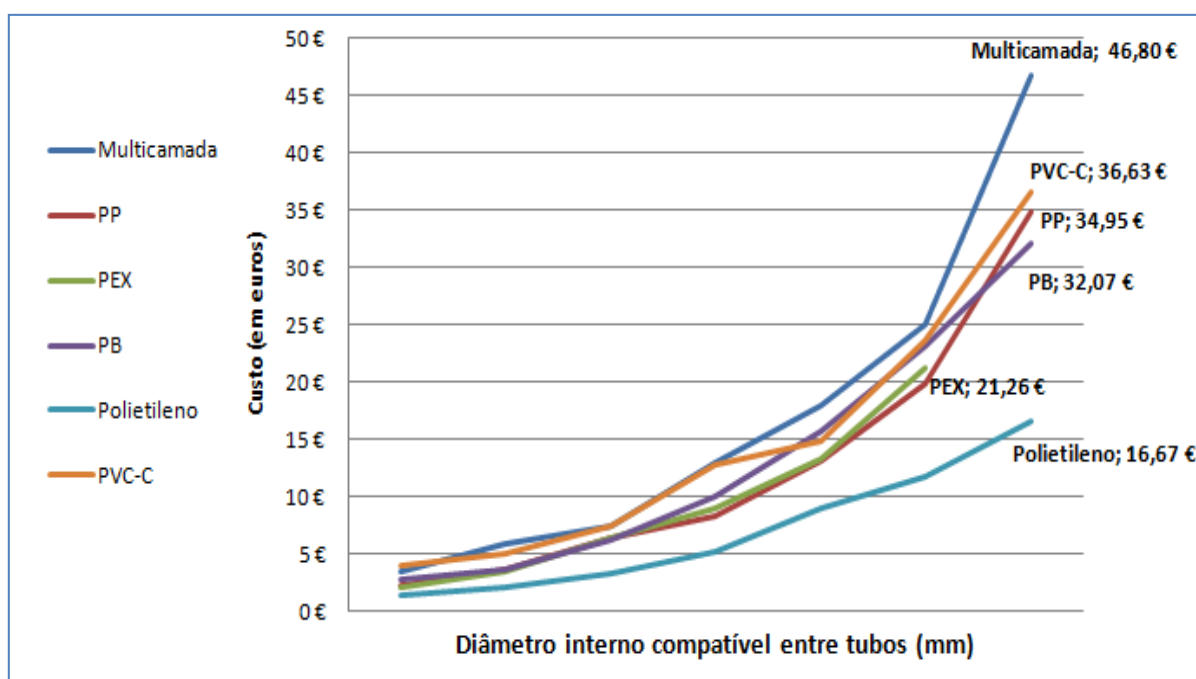


Figura 47 - Evolução do custo da tubagem por metro linear ao longo de uma compatibilização de diâmetros internos entre tubos (tubos termoplásticos)

A evolução do preço dos tubos termoplásticos é evidenciada na figura 47. Após a análise do gráfico, é possível verificar que os tubos multicamada são os mais dispendiosos, enquanto os tubos de polietileno são os mais económicos. Fica assim demonstrado, que o preço das canalizações de polietileno reticulado (PEX), polibutileno (PB), polipropileno (PP) e policroto de vinilo clorado (PVC-C) pode ser considerado semelhante, diferindo o seu valor em poucos euros. Ao analisar a linha representativa do tubo de PEX no presente gráfico é possível observar que esta termina ligeiramente antes da linha dos restantes tubos, uma vez que o maior diâmetro comercializado em Portugal é o DN 63.

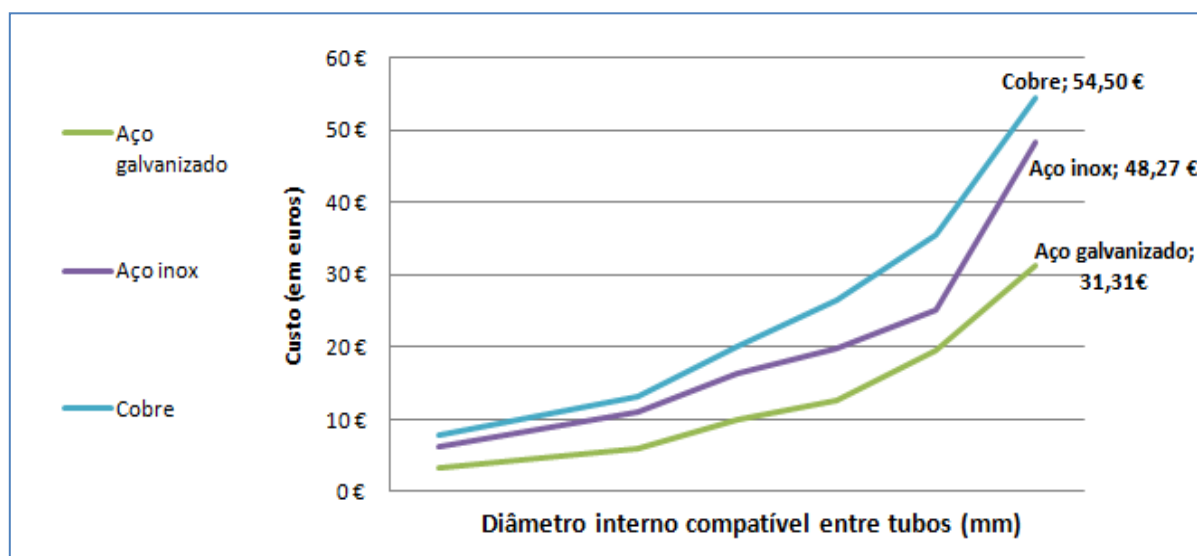


Figura 48 - Evolução do custo da tubagem por metro linear ao longo de uma compatibilização de diâmetros internos entre tubos (tubos metálicos).

Na figura 48 apresenta-se a evolução do custo de tubagem por metro linear em relação os preços dos tubos metálicos. Desta análise é possível destacar que os tubos de cobre são os mais dispendiosos em detrimento dos tubos de aço galvanizado que são os mais económicos.

Por outro lado, observa-se que o preço por metro dos tubos de aço inoxidável é relativamente elevado, afastando-se consideravelmente do preço dos tubos de aço galvanizado.

Tendo por base os valores apresentados nas figuras 47 e 48 elaborou-se uma correlação entre os valores dos tubos analisados (Quadro 17).

Quadro 17 - Correlação entre preços dos tubos por metro linear (medidos em percentagem)

Relação entre tubos (%) – Valores em euros	
(Cobre/polietileno) -1	245%
(multicamada/polietileno) - 1	112%
(Aço inox/multicamada) - 1	33%
(Cobre/aço galvanizado) -1	69%
(Cobre/Aço inox) -1	26%

O quadro 17 demonstra que em média os tubos de cobre são mais dispendiosos 245% que os tubos de polietileno e 26% que os tubos de aço inox. Por sua vez os tubos de parede multicamada são 112% mais dispendiosos que as canalizações de polietileno.

Através das figuras 47 e 48 e do quadro acima referido fica demonstrado que o preço dos tubos pode ser um factor determinante na escolha do material a utilizar nas redes de distribuição de água.

No anexo II para cada um dos cenários analisados, é apresentado um orçamento final com as respectivas actividades e custos. Todos os cenários foram construídos de uma forma rigorosa e coerente pois a grande variedade de acessórios e materiais que constituem as instalações prediais de distribuição de águas assim o exigiram.

Após a elaboração dos orçamentos finais (Cenário A - tubo de aço inox; Cenário B - tubo de multicamada; Cenário C - tubo de polipropileno; Cenário D - tubo de polietileno reticulado dentro das habitações e fora das habitações tubo multicamada) apresenta-se no quadro 18 o resumo dos custos totais de construção.

Quadro 18 - Quadro resumo dos custos totais dos cenários investigados (€)

<b>Tipo de construção</b>	<b>Custo total de instalação (€)</b>	<b>Custo/m<sup>2</sup> de construção (€)</b>
Cenário A - tubo de aço inox, tipo Geberit “Mapress” ou equivalente	<b>33.437,00 €</b>	<b>58,00 €</b>
Cenário B - tubo multicamada (tubo tricomposto), tipo Geberit “Mepla” ou equivalente	<b>27.176,00 €</b>	<b>47,00 €</b>
Cenário C - tubo de polipropileno, tipo “Coprax” ou equivalente	<b>21.586,00 €</b>	<b>38,00 €</b>
Cenário D - tubo de polietileno reticulado dentro dos fogos de habitação tipo “Giacomini” ou equivalente, e fora das habitações tubo multicamada, tipo Geberit “Mepla” ou equivalente	<b>18.066,00 €</b>	<b>32,00 €</b>

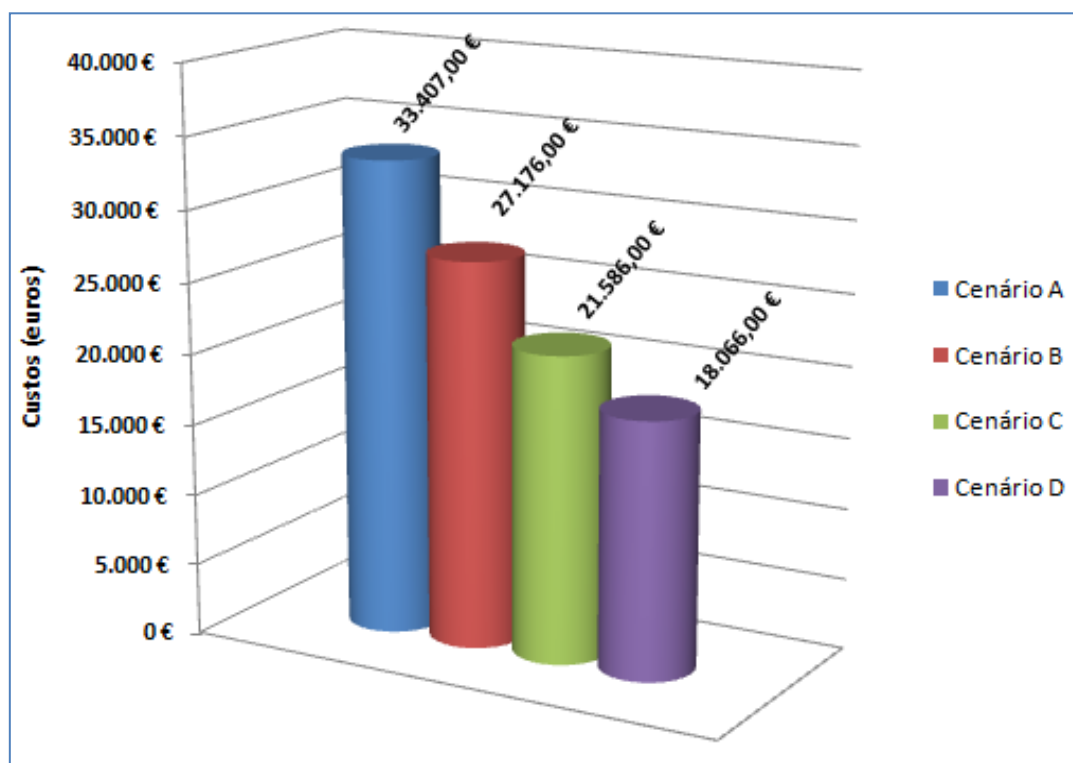


Figura 49 - Análise de custos totais dos cenários investigados.

Analisando o custo inerente a cada um dos 4 cenários em estudo (figura 49) é possível verificar que o cenário que se afigura mais económico é o da solução mista, ou seja, com tubo de polietileno reticulado dentro dos fogos de habitação e tubo multicamada fora das habitações, seguindo-se a solução com tubo de polipropileno (20% mais dispendioso). O cenário B representativo da solução com tubo multicamada (tubo tricomposto) revelou-se 51% mais caro que a solução do cenário D. O cenário com tubo de aço inox afigurou-se como a solução mais dispendiosa (85% mais caro que o cenário D).

Com o intuito de facilitar a compreensão da diferença de valores finais entre os diversos cenários em estudo, apresenta-se no quadro 19 os custos das actividades de construção individualizadas.

Quadro 19 - Análise de custos divididos em actividades (€)

Actividade	Cenário A	Cenário B	Cenário C	Cenário D
	Custo total	Custo total	Custo total	Custo total
1	20.095,00 €	14.070,00 €	11.901,00 €	11.411,00 €
2	12.497,00 €	12.137,00 €	8.901,00 €	5.922,00 €
3	748,00 €	685,00 €	685,00 €	634,00 €

1- Instalação e fornecimento de tubos de água quente e fria; 2-Instalação e fornecimento de válvulas; 3-Montagem e fornecimento de revestimentos ou protecções de tubos

O quadro 19 representa a relação entre os custos de cada uma das soluções construtivas nas actividades mais condicionantes.

Em todas as actividades que constam no referido quadro consideram-se incluídos nos preços apresentados a totalidade dos trabalhos de apoio de construção civil, bem como outros trabalhos considerados preparatórios e complementares.

Em termos de montagem e fornecimento de isolamento de tubos de água quente nos cenários A, B e C e mangas de protecção das canalizações de PEX no cenário D, os valores obtidos são praticamente idênticos pelo que a diferença não é representativa para o custo global das soluções adoptadas.

Conclui-se que é na actividade 1 que se observa a maior discrepância de valores. O cenário A ser o mais dispendioso justifica-se pela instalação e fornecimento dos tubos de aço inox ser substancialmente mais cara que as canalizações dos restantes cenários. Nesta actividade, os acessórios para a ligação dos tubos de aço inox podem ser de cobre, o que encarece substancialmente o preço desta instalação. Importa salientar que o tempo médio de ligação de qualquer diâmetro nominal de um tubo de aço inox é superior ao de qualquer tubo termoplástico analisado na presente dissertação, justificando, desta forma, o aumento do custo de mão-de-obra no cenário A.

Dentro deste contexto, observa-se que, na actividade 1, a diferença de valores entre o cenário A e D é de 8.623,00 €, o que representa uma disparidade muito significativa.

Neste quadro também é evidenciado que, quando são utilizados tubos termoplásticos (Cenário B, C e D) o valor da actividade 1 desce consideravelmente. Tal situação sucede pelo preço de instalação e de fornecimento dos tubos termoplásticos ser substancialmente mais económico que nos tubos metálicos. No cenário B (actividade 1), a divergência de custos comparativamente ao cenário C e D está directamente relacionada com o facto do preço dos tubos de parede multicamada (tubo tricomposto) ser ligeiramente superior ao de polipropileno e polietileno reticulado. No entanto, a instalação destes tubos é relativamente simples, não encarecendo o custo de mão-de-obra do cenário B.

É de ressaltar que nos cenários C e D, a actividade 1 permanece praticamente semelhante pois o custo dos tubos e da instalação não diferem significativamente, tendo uma montagem relativamente simples e acessível em ambos os cenários.

No que diz respeito à actividade 2, o cenário A afigurou-se como o mais dispendioso. Este facto deve-se presumivelmente ao custo de válvulas de seccionamento de aço inoxidável serem mais caras que as restantes.

No cenário B (actividade 2) ocorre uma circunstância não espectável, uma vez que o custo de instalação e fornecimento das válvulas de seccionamento é praticamente idêntico ao do cenário A. Tal facto deve-se provavelmente ao preço das válvulas de seccionamento para tubos multicamada (tubos tricomposto) ser mais dispendioso do que outros materiais termoplásticos.

É de salientar que a actividade 2 nos cenários C e D é bastante mais económica, comparativamente com o cenário A, uma vez que este é praticamente duas vezes superior ao cenário D.

Em suma, efectuando uma análise global de todos os parâmetros em discussão o cenário A é concretamente o mais dispendioso. Por outro lado observa-se que o cenário D é o mais económico dos cenários analisados na presente dissertação.

Apesar dos valores apresentados serem de alguns milhares de euros, no contexto geral dos edifícios de habitação as instalações prediais de distribuição de água representam cerca de 4% a 8% do custo total da obra, constituindo uma percentagem francamente inferior ao de outras especialidades envolvidas.

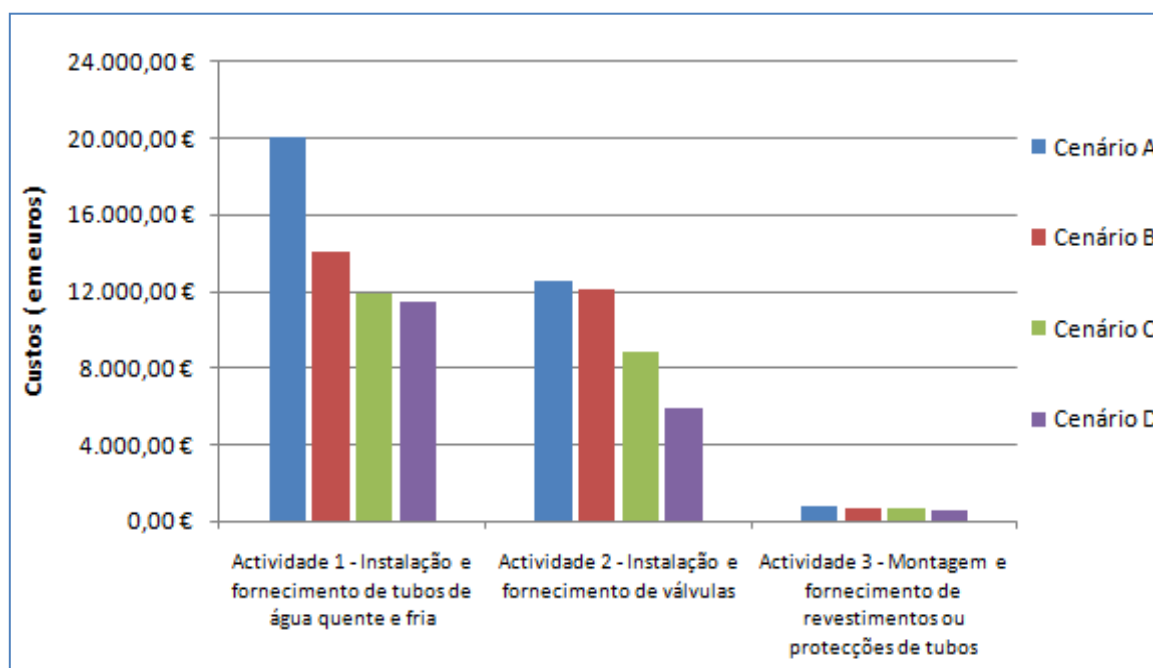


Figura 50 - Análise de custos divididos em actividades

#### 5.4 Estudo económico de drenagem de águas residuais domésticas

Neste sub-capítulo é realizado o estudo económico de drenagem de águas residuais domésticas. Os preços apresentados foram obtidos juntos de fabricantes e distribuidores certificados para este sector de mercado. Tal como no sub-capítulo anterior, antes de analisar os orçamentos finais dos cenários elaborados importa apresentar a discrepância de preços existente nos tubos das redes prediais de drenagem de águas residuais domésticas. Neste contexto procurou-se demonstrar a evolução do custo da tubagem através da compatibilização de diâmetros internos entre tubos. Na

figura 51, apresenta-se um gráfico representativo do desenvolvimento dos preços das canalizações analisadas na parte I desta dissertação (capítulo 7). À semelhança do que sucede nas canalizações anteriormente investigadas é prática actual dos fabricantes e distribuidores disponibilizarem os preços por metro linear de tubo.

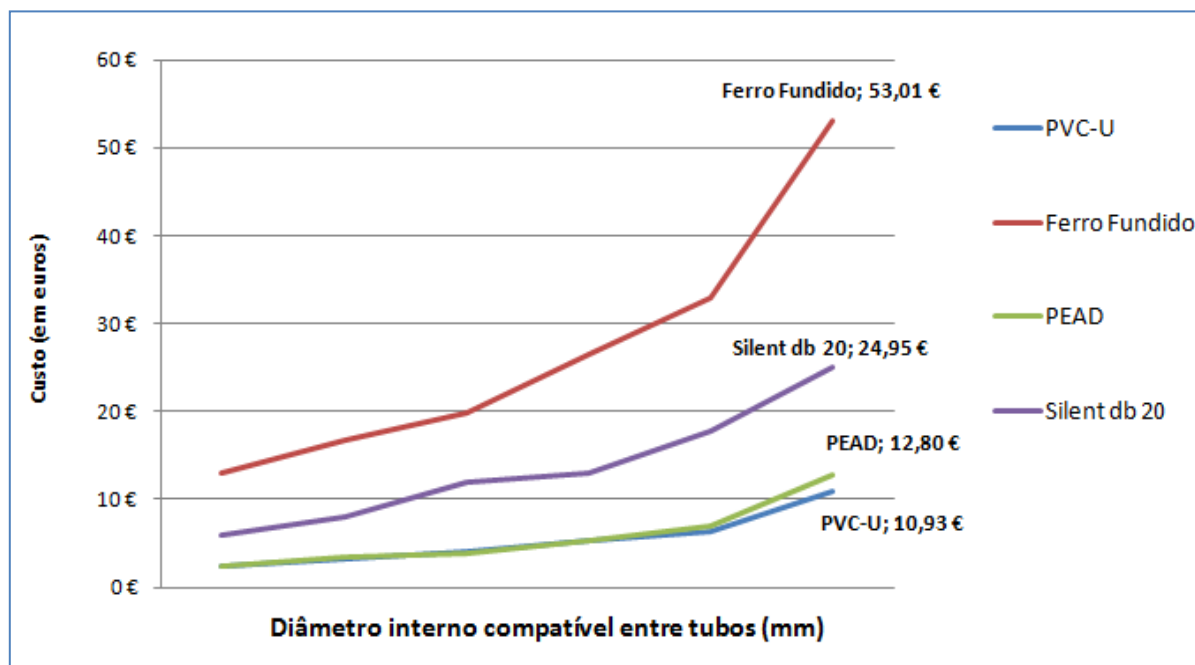


Figura 51 - Evolução do custo da tubagem por metro linear ao longo de uma compatibilização de diâmetros internos entre tubos (tubos de drenagem residual)

A evolução dos preços dos tubos encontra-se representada no gráfico da figura 51. Após a análise do mesmo é possível constatar que os tubos de ferro fundido são os mais dispendiosos enquanto que os tubos de policroloeto de vinilo não plastificado (PVC-U) são os mais económicos. Dentro deste contexto fica demonstrado que o preço das canalizações de polietileno de alta densidade são praticamente idênticos aos tubos de PVC-U para diâmetros nominais pequenos, contudo, à medida que o diâmetro nominal vai evoluindo (especialmente a partir do DN 75), verifica-se que a diferença de preço entre ambos aumenta. No presente gráfico observa-se igualmente que os tubos insonorizados *Silent db-20* são substancialmente mais dispendiosos que as canalizações de PEAD e PVC-U.

Tendo por base os valores apresentados na figura 51 elaborou-se uma correlação de modo a efectivar a discrepância entre os valores dos tubos analisados (Quadro 20).

Quadro 20 - Correlação entre preços dos tubos por metro linear (medidos em percentagem)

<b>Relação entre tubos (%) – Valores em euros</b>	
(Ferro Fundido/PVC-U) -1	408%
(Ferro Fundido/Silent db-20) - 1	99%
(Silent db-20/PVC-U) - 1	158%
(PEAD/PVC-U) -1	5%

O quadro 20 demonstra que, em média, os tubos de ferro fundido são 408% mais dispendiosos que os tubos de policroleto de vinilo não plastificado e 99% mais caros que os tubos de *Silent db-20*. Por outro lado, os tubos de PE insonorizado *Silent db-20* são 158% mais dispendiosos que as canalizações de policroleto de vinilo não plastificado. Dentro deste contexto, observou-se também que, em média, o preço dos tubos de PEAD são apenas 5% mais caros que os tubos de PVC-U.

Através desta correlação, verifica-se que o preço dos tubos torna-se um factor determinante na escolha do material para as redes de drenagem de águas residuais domésticas.

Tal como no sub-capítulo anterior, em anexo (ANEXO II) é apresentado um orçamento final com as respectivas actividades e custos para cada um dos cenários elaborados. Salienta-se que todos os cenários averiguados foram executados de uma forma coerente pois a grande variedade de acessórios e materiais que constituem as instalações prediais de drenagem força a uma análise cuidada.

Com vista à satisfação das exigências funcionais actuais foram tidas em consideração algumas soluções técnicas para melhoramento da performance e do desempenho deste tipo de soluções destacando-se o melhoramento das condições de conforto acústico (através da introdução do cenário 4 - tubagens insonorizadas).

Elaborados os orçamentos finais para o caso de estudo da presente dissertação (Cenário 1 - tubo PVC-U/PN 6; Cenário 2 - tubo PVC-U para troços individuais e colectivos e ferro fundido para tubos de queda; Cenário 3 - tubo de polietileno de alta densidade; Cenário 4 - tubo de Polietileno), apresenta-se no quadro 21 o resumo dos custos totais de instalação.

Quadro 21 - Quadro resumo dos custos totais dos cenários investigados (€)

<b>Tipo de construção</b>	<b>Custo total de instalação (€)</b>	<b>Custo/m<sup>2</sup> de construção (€)</b>
<b>Cenário 1</b> - tubo PVC-U (PN 6), tipo “ <i>Polidom</i> ” ou equivalente	<b>7.050,00 €</b>	<b>12,00 €</b>
<b>Cenário 2</b> - tubo PVC-U, tipo “ <i>Polidom</i> ” ou equivalente para troços individuais e colectivos e ferro fundido do tipo “ <i>Super Metallit</i> ” ou equivalente para tubos de queda	<b>14.701,00 €</b>	<b>26,00 €</b>
<b>Cenário 3</b> - tubo de polietileno de alta densidade, tipo “ <i>Geberit PEAD</i> ” ou equivalente	<b>8.018,00 €</b>	<b>14,00 €</b>
<b>Cenário 4</b> - tubo de Polietileno, tipo <i>Geberit "silent db20"</i> ou equivalente	<b>10.062,00 €</b>	<b>18,00 €</b>

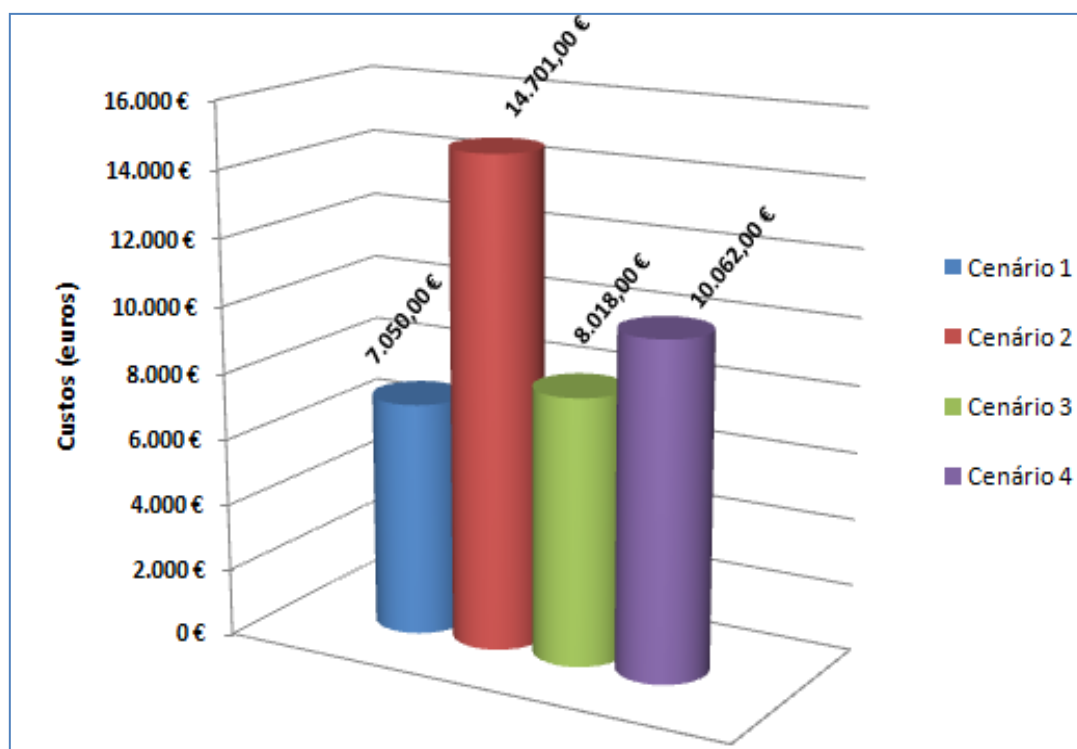


Figura 52 - Análise de custos totais dos cenários investigados

Na figura 52 verifica-se que o cenário mais económico afigura ser o da solução com tubo de PVC-U, seguindo-se o da solução em tubo de PEAD (14% mais dispendioso). O cenário 4 com a

solução com tubo “*silent db20*” revelou-se 43% mais caro do que a solução do cenário 1. O cenário 2 com a solução mista de PVC-U e ferro fundido foi a solução mais dispendiosa (109% mais caro que o cenário 1).

De modo a compreender a diferença de valores finais entre os diversos cenários em estudo, apresenta-se no quadro 22 as actividades de construção com maior detalhe. É de destacar que em todas as actividades que constam neste quadro consideram-se incluídos nos preços apresentados a totalidade dos trabalhos de apoio de construção civil assim como outros trabalhos preparatórios e complementares.

Quadro 22 - Análise de custos divididos em actividades (€)

Actividade	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
	Custo total	Custo total	Custo total	Custo total
A	1.546,00 €	1.546,00 €	1.897,00 €	2.604,00 €
B	3.003,00 €	10.654,00 €	3.579,00 €	4.957,00 €
C	2.501,00 €	2.501,00 €	2.501,00 €	2.501,00 €

A- Instalação e fornecimento de tubos para troços individuais e colectivos; B- Instalação e fornecimento de tubos de queda e respectivas prumadas; C- Montagem e fornecimento de equipamentos complementares.

O quadro 22 representa a relação entre os custos de cada uma das soluções construtivas, nas actividades mais condicionantes. Estas actividades se forem analisadas individualmente, apresentam variações percentuais muito acentuadas.

A actividade C diz respeito à instalação e fornecimento de equipamentos e acessórios complementares tais como a sifões, caixas de pavimento, caixas de reunião, etc. Tendo sido adoptada a mesma solução para todos os cenários, assim o seu valor permaneceu sempre idêntico.

Na actividade A verifica-se uma ligeira diferença entre valores. Contudo, na actividade A dos cenários 1 e 2, não subsiste nenhuma diferença, pois foi adoptada a mesma solução (PVC-U) para troços individuais e colectivos.

Ao analisar a actividade A do cenário 3 observa-se um ligeiro acréscimo de custo (cerca de 351,40 €) relativamente aos cenários 1 e 2. Este facto advém eventualmente da diferença de preço dos tubos de PEAD comparativamente com os de PVC-U. A instalação dos tubos de PEAD através da soldadura topo a topo ou pela electrosoldadura também encarece esta actividade. Assim, facilmente se conclui que se tratam de dois processos ligeiramente mais morosos do que o método de ligação por abocardamento ou colagem de tubos de PVC-U. Da análise efectuada à globalidade da actividade A é visível que o cenário 4 é o mais dispendioso devido ao preço dos tubos de PE insonorizados *Silent db-20* ser largamente superior aos de PVC-U e PEAD.

A principal justificação do cenário 2 ser o mais dispendioso, prende-se com o facto da instalação e fornecimento de tubos de ferro fundido ser substancialmente mais cara que as

canalizações dos restantes cenários. Os acessórios para a ligação de tubos de ferro fundido encarecem substancialmente o preço desta actividade. Importa salientar que o tempo médio de ligação de qualquer diâmetro nominal de um tubo de ferro fundido é superior ao de qualquer tubo termoplástico, originando desta forma, o aumento do custo de mão-de-obra. Os tubos de ferro fundido, devido ao seu peso próprio extremamente elevado, dificultam o transporte e manuseamento em obra aumentando deste modo, o tempo de instalação e custo global do cenário 2.

No quadro 22 observa-se que na actividade B a diferença de valores entre o cenário 1 e 2 é de 7651 € o que representa uma disparidade muito significativa. No entanto, no cenário 3 a actividade B é ligeiramente superior ao cenário 1, pois o custo dos tubos de PEAD difere em poucos euros dos de PVC-U. Relativamente ao cenário 4, esta actividade é mais dispendiosa que o cenário 1 e 3, tal como ocorre na actividade A, pois o preço dos tubos do *silent db-20* é francamente superior aos de PVC-U e PEAD. O cenário 4 comparativamente ao cenário 2 (actividade B) é praticamente duas vezes inferior.

Através da análise destes cenários evidencia-se que quando são utilizados tubos termoplásticos para as redes de drenagem águas residuais domésticas (Cenário 1, 3 e 4), o valor da actividade B desce consideravelmente. Este facto deve-se ao preço de instalação e fornecimento dos tubos termoplásticos ser mais económico do que o dos tubos metálicos (ferro fundido).

Em suma, efectuando uma análise global de todos os parâmetros em discussão, o cenário 2 é concretamente o mais dispendioso e o cenário 1 é o mais económico tendo por base os pressupostos tidos em conta na presente dissertação.

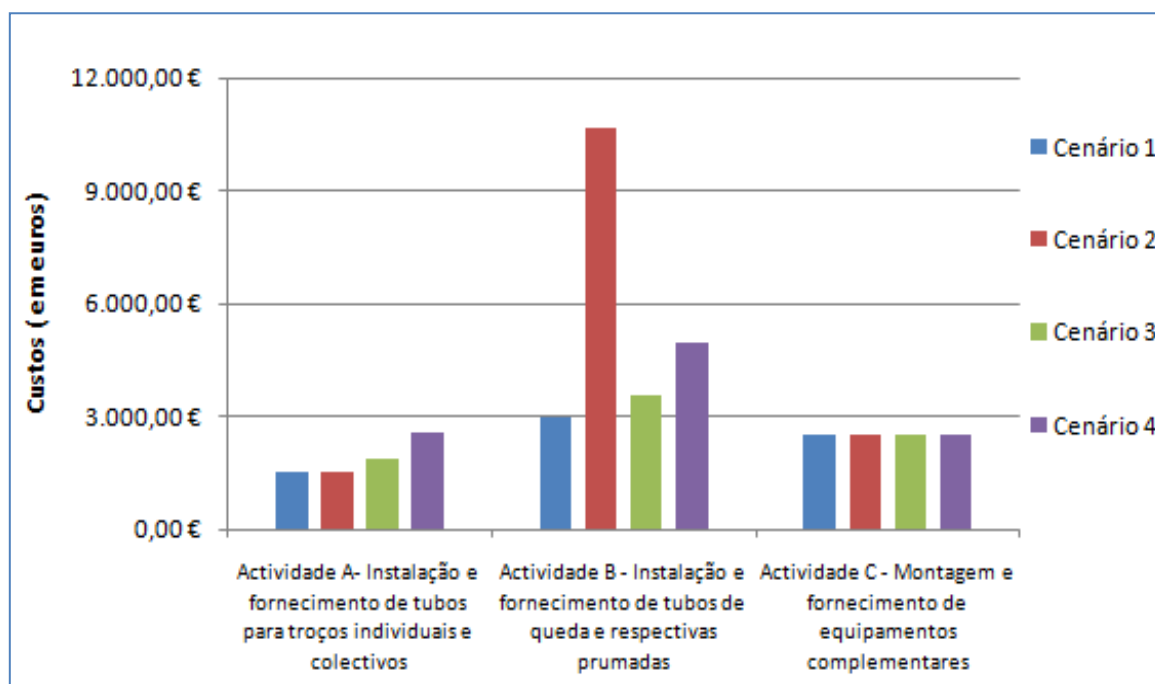


Figura 53 - Análise de custos divididos em actividades

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 6.1 Síntese do trabalho desenvolvido

O trabalho desenvolvido afigurou-se algo complexo devido à diversidade de materiais existentes e à sua constante actualização no mercado. A estrutura desta dissertação nos seus diferentes capítulos facilita a disponibilização de toda a informação recolhida.

Deste modo, na parte I analisou-se do ponto de vista técnico a performance das tubagens utilizadas nas instalações prediais de distribuição de água e drenagem de águas residuais domésticas e o modo de concepção e definição das mesmas, face às exigências funcionais actuais.

Assim, entendeu-se por bem consumir algumas referências comerciais específicas que dão singularidade ou distinção a determinados produtos, dando ênfase às características genéricas dos materiais de maior interesse para o sector das instalações prediais.

Por outro lado, na parte II foi exposta uma análise económica rigorosa dos cenários preconizados para as redes de distribuição de água e de drenagem de águas residuais domésticas. De referir ainda que, esta análise económica foi efectuada com base em preços fidedignos recorrendo a fabricantes e distribuidores certificados do sector de mercado das instalações prediais.

Acredita-se que o trabalho desenvolvido na presente dissertação contém informação actualizada e estruturada, abrangendo as temáticas mais importantes do tema.

### 6.2 Principais conclusões

A análise técnico-económica efectuada na presente dissertação permitiu obter algumas conclusões relativas às instalações prediais que se sintetizam nos parágrafos seguintes.

O cumprimento das orientações definidas na legislação em vigor assim como, uma consciencialização da importância da Normalização Nacional são fundamentais para garantir condições indispensáveis de qualidade.

Neste sentido, os sistemas prediais devem ser executados de forma a garantir uma qualidade adequada ao seu uso. Salienta-se que algumas condições técnicas são vistas como elementos determinantes ao correcto desempenho destes sistemas.

O elevado progresso no mundo da química, aliado ao altíssimo desenvolvimento tecnológico actual tem permitido um nível notável de procura, descoberta e utilização de materiais termoplásticos. De facto, estes materiais possuem extraordinárias propriedades, tipologias e formas, o que os torna produtos modernos cada vez mais importantes no sector da construção civil, designadamente no segmento dos edifícios de habitação.

Neste contexto, os plásticos possuem uma grande variedade de características o que os torna particularmente atraentes nas suas variadas aplicações, sendo uma das principais causas da sua enorme vulgarização e competitividade. Verifica-se que os termoplásticos têm revelado características fundamentais, aumentando a cada ano a sua preponderância.

Por outro lado, as tubagens metálicas para distribuição de água ainda possuem bastante procura pois com as novas exigências do ponto de vista térmico e solar dos edifícios promoveu-se o aumento da sua utilização devido essencialmente à resistência a altas temperaturas. Todavia, o custo dos materiais metálicos normalmente é um entrave à sua utilização. Relativamente à drenagem de águas residuais, o ferro fundido possui uma elevada cota de mercado principalmente devido à sua estabilidade dimensional que confere ao sistema residual boa resistência, apesar do seu custo ser um pouco elevado.

Perante os desafios que presentemente, se colocam às sociedades modernas no que respeita ao uso optimizado da água surge em primeiro plano a correcta concepção e dimensionamento das instalações prediais. Assim, é cada vez mais premente a necessidade de projectar/construir utilizando processos construtivos compatíveis com os materiais existentes no mercado. Por outro lado, a satisfação das necessidades actuais dos utentes/utilizadores são cada vez mais elevadas em relação ao conforto, tornando as empresas ligadas a este sector obrigatoriamente mais competitivas e empreendedoras.

A evolução da ciência e da engenharia protagonizou o desenvolvimento de materiais altamente avançados, promovendo resultados de aplicação e de exploração acrescidos.

Ao longo da dissertação verificou-se que, fruto de intensa investigação no sector, em resposta às necessidades de consumo e às necessidades concorrenciais das empresas, mal um estudo é elaborado rapidamente fica desactualizado. Na verdade, este facto deve-se à quantidade e variedade de materiais que frequentemente são lançados no mercado, não sendo possível uma actualidade duradoura de qualquer estudo.

Elaborada a análise técnica, na parte I sobre os diferentes tipos de tubagens de distribuição de água e drenagem residual doméstica, concluiu-se que estes materiais apresentam diversas aplicações, vantagens e inconvenientes, do ponto de vista comportamental.

O estudo económico efectuado na parte II permitiu retirar algumas conclusões relevantes.

Dentro deste contexto, a escolha dos cenários foi de encontro aquilo que é praticado actualmente no mercado. Os materiais escolhidos para os cenários examinados foram meramente indicativos. A grande variedade de acessórios e materiais que constituem as instalações prediais exigiram bastante coerência e rigor na orçamentação final.

Para além dos cenários investigados foi analisado a evolução do custo por metro linear de tubagem ao longo de uma compatibilização de diâmetros internos entre tubos. Assim, dentro da gama de tubos analisados, para as redes de distribuição de água quente e fria verificou-se que as canalizações de cobre são as mais dispendiosas. Por outro lado, verifica-se que os tubos de polietileno

são os mais económicos. Dentro deste contexto, demonstrou-se que, em média, os tubos de cobre são 245% mais dispendiosos que os tubos de polietileno.

Relativamente à drenagem de águas residuais domésticas observou-se que, dentro da gama de tubos examinados, as canalizações de ferro fundido são as mais dispendiosas. Por outro lado verificou-se que os tubos de policrotoleto de vinilo não plastificado (PVC-U) são os mais económicos. Comparativamente os tubos de ferro fundido são em média 408% mais dispendiosos que os de policrotoleto de vinilo não plastificado.

Para análise económica das redes domiciliárias de distribuição de água quente e fria foram elaborados quatro cenários, onde se considerou que todos os tubos têm um horizonte de projecto de 50 anos. Cada cenário foi desmembrado através de actividades que se consideraram condicionantes para o custo final de construção.

Da análise efectuada, com base num exemplo real de um edifício multifamiliar no Pinhal na Vila Chã, Barreiro, distrito de Setúbal, concluiu-se que para as instalações de águas o cenário mais económico é a solução mista com tubo de polietileno reticulado (PEX) dentro das habitações e tubo de parede multicamada (tubo tricomposto) nas zonas comuns, seguindo-se o da solução em tubo de polipropileno (20% mais dispendioso). O cenário B com a solução com tubo de parede multicamada (tubo tricomposto) revelou-se 51% mais caro do que a solução do cenário D. O cenário com tubo de aço inox afigurou-se como a solução mais dispendiosa (85% mais caro que o cenário D). Verificou-se ainda que as principais diferenças de custo entre cenários ocorrem ao nível das seguintes actividades:

- Instalação e fornecimento de tubos de água quente e fria;
- Instalação e fornecimento de válvulas.

Se estas actividades forem analisadas individualmente, apresentam variações percentuais muito acentuadas. No entanto, no custo global de obra, não são significativas.

Deste modo, efectuando-se uma comparação entre qualidade/custo dos materiais dos cenários analisados para as redes de distribuição de água, verifica-se que o tubo tricomposto (parede multicamada) seria uma solução altamente viável apesar do seu custo ser mais elevado pois, os tubos de parede multicamada são constituídos por duas camadas de plástico e uma camada intermédia de alumínio conjugando desta forma as vantagens dos materiais termoplásticos com as dos metais que protagonizam um acrescido desempenho.

Assim, a solução do cenário B (tubo tricomposto) não implicava um esforço económico muito mais gravoso do que aquele que é necessário com os restantes materiais mais económicos.

Concomitantemente, ao se utilizarem materiais de qualidade superior garantem-se construções do ponto de vista técnico mais seguras, traduzindo-se numa melhoria da qualidade da construção em Portugal.

Para análise económica das redes de drenagem águas residuais domésticas foram igualmente elaborados quatro cenários onde se considerou que todos os tubos têm um horizonte de projecto de 50 anos. Cada um deles dos cenários foi desmembrado através de actividades que se consideraram condicionantes para o custo final de construção.

Da análise efectuada, com base num exemplo real de um edifício multifamiliar no Pinhal na Vila Chã, Barreiro, distrito de Setúbal, concluiu-se que o cenário mais económico se afigura ser o da solução com tubo de PVC-U, seguindo-se o da solução em tubo de PEAD (14% mais dispendioso). O cenário 4 com a solução com tubo “*silent db20*” revelou-se 43% mais caro do que a solução do cenário 1. O cenário 2 com a solução mista de PVC-U e ferro fundido afigurou-se como a solução mais dispendiosa (109% mais caro que o cenário 1). Verificou-se ainda que as principais diferenças de custo entre cenários ocorrem ao nível de actividades tais como:

- Instalação e fornecimento de tubos para troços individuais e colectivos;
- Instalação e fornecimento de tubos de queda e respectivas prumadas.

Deste modo, efectuando-se uma comparação entre qualidade/custo dos materiais dos cenários analisados para as redes de drenagem de águas residuais, verifica-se que o tubo de PEAD seria uma solução altamente viável apesar do seu custo ser ligeiramente mais elevado (cerca de 14% mais dispendioso) pois, os tubos de PEAD apresentam propriedades altamente superiores aos de PVC-U protagonizando um acrescido desempenho.

Assim, a solução do cenário 3 (tubo em PEAD) não implicava um esforço económico muito mais gravoso do que aquele que é necessário com a solução mais económica e a longo prazo verificava-se de certeza uma solução financeira mais adequada.

Concomitantemente, ao se utilizarem materiais de qualidade superior garantem-se construções do ponto de vista técnico mais seguras para os utilizadores.

Por outro lado, os tubos insonorizados apesar de serem mais caros que os de PVC-U e PEAD, apresentam propriedades que desempenham um papel fundamental para a protecção contra ruídos.

Deste modo, tendo em consideração às exigências funcionais actuais poderá ser considerada igualmente óptima solução apesar do seu custo, ainda ser um pouco elevado. Todavia, o tempo de amortização do investimento será diferente comparado às soluções de PVC-U e PEAD.

Em suma, efectuando uma análise global de todos os parâmetros em discussão verificou-se que tanto nos cenários das redes de distribuição de água como nos das redes de drenagem de águas residuais domésticas quando são utilizados tubos metálicos, o custo final de construção torna-se mais dispendioso.

Contudo, apesar dos valores apresentados serem de alguns milhares de euros, no contexto geral dos edifícios de habitação, as instalações prediais de drenagem de águas residuais domésticas e distribuição de água representam cerca de 5% a 8% do custo total da obra constituindo uma

percentagem francamente inferior ao de outras especialidades envolvidas. Neste sentido, reitera-se a necessidade de sensibilização para a adopção de materiais com marcação CE, pois tal não implica um esforço económico muito mais gravoso do que aquele que é necessário com materiais sem controlo técnico.

Por outro lado, ao se utilizarem materiais de qualidade superior garantem-se construções do ponto de vista técnico mais seguras em prol do acréscimo das condições de vida das sociedades modernas.

O caso de estudo inserido na parte II desta dissertação permitiu demonstrar que a economia tornou-se um factor determinante na escolha dos materiais. No entanto, as condições de conforto e qualidade não devem ser postas em causa, tornando-se fundamental uma escolha ponderada e rigorosa dos materiais face às condições de utilização.

### ***6.3 Recomendações para estudos futuros***

O objectivo principal deste trabalho foi alcançado na medida em que os cenários investigados permitiram avaliar do ponto de vista económico alguns dos materiais mais utilizados nas redes prediais de distribuição de água e drenagem residual doméstica. No entanto permanecem questões que não foram abordadas neste estudo por razões diversas e que poderão ser objecto de análise futura.

Deste modo, futuramente seria adequado desenvolver-se uma análise semelhante com base em novos materiais que surjam no mercado para a resolução dos problemas de carácter acústico, resistência ao fogo e a altas temperaturas.

Este estudo é de grande interesse pois a investigação de novas soluções construtivas permitirá garantir o nível de conforto das habitações, cada vez mais exigente.

Por outro lado, seria pertinente a introdução de comparações de custos com a inclusão de sistemas de retorno e de painéis solares para as águas de aquecimento sanitárias, de forma a efectuar uma análise económica do tempo de amortização do investimento.

Julga-se também oportuna a análise, do ponto de vista económico, do recurso a novas soluções sustentadas, nomeadamente dispositivos de utilização eco-eficientes promovendo um acréscimo da gestão operacional e eliminando os custos de ineficiência.

Seria igualmente de interesse relevante analisar o recurso a critérios de dimensionamento estabelecidos em normas e regulamentos Europeus, comparando-os com a regulamentação nacional actualmente em vigor.

A presente dissertação poderá ser alvo de análises técnico-económicas mais aprofundadas sobre a matéria, que fruto do enorme dinamismo provocado pela evolução tecnológica aliado à cada vez mais acentuada procura de novos materiais para estas instalações, nunca estará fechada.

Depois de um intenso contacto com retalhistas e fabricantes de canalizações para os sistemas prediais, verificou-se um interesse futuro generalizado na substituição dos materiais metálicos pelos termoplásticos provavelmente por razões de ordem económica. Do ponto de vista comportamental, tal permuta não será tão linear, contudo devido ao desenvolvimento da ciência e da química orgânica, acredita-se que este facto um dia poderá ser concretizado.

---

## REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Afonso, A. S. - *A propagação da legionelose através dos sistemas urbanos de abastecimento de Água. Estudo de casos e recomendações técnicas*. 5º congresso Ibérico sobre gestão e planeamento da água, Faro, Dezembro, 2006.

[2] Afonso, A. S. - *A qualidade na construção ao nível das instalações prediais de águas e esgotos. Situação e perspectivas em Portugal*. 3º Congresso nacional de construção, Coimbra, Portugal, Dezembro, 2007.

[3] Afonso, A. S. - *Águas e esgotos. Uma das principais causas de patologias em edifícios em Portugal*. 2º Congresso nacional da construção: construção 2004 – “Repensar a construção”, p. 737-742, Porto, Dezembro, 2004.

[4] Afonso, A. S. - *Inovação ao nível da concepção e do dimensionamento das instalações prediais de águas e esgotos. Situação em Portugal*. Aveiro, 2008. Disponível em <http://www.anqip.com/pt/home>. Acesso em 09/10/2010.

[5] Agência Lusa - *ONU reconhece o acesso à água potável como um direito humano*. Disponível em <http://www.ionline.pt/interior/index.php?p=news-print&idNota=71265>. Acesso 11/10/2010.

[6] Água em revista, *águaonline* - Disponível em <http://www.aguaonline.co.pt/agua/aguabemescasso.htm>. Acesso em 03/10/2010.

[7] Almeida, M., Silva, S. - *Redes prediais - Folhas de apoio à disciplina de climatizações das construções I*. Universidade do Minho, 2005/2006.

[8] Carta Europeia da Água - *Conselho da Europa de 6 de Maio*, Estrasburgo, 1968.

[9] Castro, A. R. V. - *Certificação de qualidade de projectos de instalações hidráulicas prediais*. Disponível em <http://www.anqip.com/pt/home>. Acesso em 02/11/2010.

[10] Catálogo técnico da Ferpinta. Disponível em <http://www.ferpinta.pt/>. Acesso em 05/11/2010.

[11] Catálogo técnico de sistemas de tubagens da Geberit. Disponível em [www.geberit.pt](http://www.geberit.pt). Acesso em 19/12/2010.

[12] Catálogo técnico da Pinto e Cruz - PEAD plomylen. Disponível em [www.pintocruz.pt](http://www.pintocruz.pt). Acesso em 11/12/2010.

[13] Catálogo técnico da Sultubos. Disponível em [www.sultubos.pt](http://www.sultubos.pt). Acesso em 27/12/2010.

[14] Catálogo técnico de tubos de policroloeto de vinilo clorado da centralplast. Disponível em <http://www.centralplast.pt/>. Acesso em 07/01/2011.

[15] Catálogo técnico de tubos de policroloeto de vinilo clorado da Ips Flow Systems. Disponível em [www.ipsflowsystems.com](http://www.ipsflowsystems.com). Acesso em 23/11/2010.

[16] Catálogo técnico de tubos de polietileno reticulado da Giacomini. Disponível em [www.giacomini.pt](http://www.giacomini.pt). Acesso em 25/11/2010.

[17] Catálogo técnico de tubos de polietileno reticulado da Viega. Disponível em [www.viega.net](http://www.viega.net). Acesso em 17/11/2010.

[18] Catálogo técnico de tubos de polipropileno da Coprax. Disponível em [www.coprax.com](http://www.coprax.com). Acesso em 18/12/2010.

[19] Catálogo técnico de tubos multicamada da Macop. Disponível em [www.macop.pt](http://www.macop.pt). Acesso em 25/01/2011.

[20] Catálogo técnico de tubos Silent db-20 da Geberit. Disponível em [www.geberit.pt](http://www.geberit.pt). Acesso em 01/02/2011.

[21] Catálogo técnico dos sistemas de tubagens da Abn Pipe Systems. Disponível em <http://www.grupoabn.com/>. Acesso em 08/03/2011.

[22] Corrosão através de picadas. Disponível em <http://www.exponent.com/files/civil%20engineering/corrosion/corrosion5.jpg>. Acesso em 02/11/2010.

[23] Decreto-Lei nº 96/2008 - Regulamento dos Requisitos Acústicos nos Edifícios (RRAE). Lisboa, 2008.

[24] Decreto-Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto - Regulamento geral dos sistemas públicos e prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais. Lisboa, 1995.

[25] EN ISO 15876:2003/A1:2007 - "*Plastics piping systems for hot and cold water installations. Polybutylene (PB)*". IPQ, 2007.

[26] EN ISO EN ISO 15877:2009 - "*Plastics piping systems for hot and cold water installations. Chlorinated poly(vinyl chloride) (PVC-C)*". IPQ, 2009.

[27] Enkrott, Gestão e Tratamento de águas - *Manual de controlo automático do teor de cloro em águas de consumo*, Dezembro, 2010.

[28] Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos - *Relatório anual do sector de águas e resíduos em Portugal (2008)*. Volume 4 - Controlo da qualidade da água para consumo humano. Dezembro de 2009. Disponível em <http://www.ersar.pt/website/>. Acesso em 28/10/2010.

[29] Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos - *Relatório anual do sector de águas e resíduos em Portugal (2008)*. Volume 3 - Avaliação da qualidade do serviço prestado aos utilizadores. Disponível em <http://www.ersar.pt/website/>. Acesso em 05/12/2010.

[30] Esgalhado, H., Rocha, A. - *Materiais plásticos para a construção civil*. Lisboa, LNEC, 2002.

[31] Ferreira, F. - *Folhas de apoio à disciplina de redes e instalações prediais*. Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2007/2008.

[32] Ficha resumo das especificações relevantes - Tubagem de aço inoxidável para distribuição de água quente e fria e para aquecimento. Lisboa, LNEC, 2009.

[33] Ficha resumo das especificações relevantes - Tubagem de cobre para distribuição de água quente e fria e para aquecimento. Lisboa, LNEC, 2009.

[34] Ficha resumo das especificações relevantes - Tubagem de polibutileno para distribuição de água quente e fria e para aquecimento. Lisboa, LNEC, 2009.

[35] Ficha resumo das especificações relevantes - Tubagem de policroto de vinilo clorado para distribuição de água quente e fria e para aquecimento. Lisboa, LNEC, 2009.

[36] Ficha resumo das especificações relevantes - Tubagem de polietileno para distribuição de água fria. Lisboa, LNEC, 2009.

[37] Ficha resumo das especificações relevantes - Tubagem de polietileno reticulado para distribuição de água quente e fria e para aquecimento. Lisboa, LNEC, 2009.

[38] Ficha resumo das especificações relevantes - Tubagem de polipropileno para distribuição de água quente e fria e para aquecimento. Lisboa, LNEC, 2009.

[39] Ficha resumo das especificações relevantes - Tubagem multicamada para distribuição de água quente e fria e para aquecimento. Lisboa, LNEC, 2009.

[40] Ilha, M. S. O. - *Sistemas prediais de água fria*. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. Brasil, São Paulo, 2008.

[41] Instalação de tubagens em obra - Disponível em <http://canalizacoes24.wordpress.com/trabalhos-realizados>. Acesso em 07/12/2010.

[42] Instituto Português da Qualidade - *Prevenção e controlo de legionella nos sistemas de água*, 2010. Disponível em <http://www.ipq.pt/backFiles/PrevencaoControloLegionella.pdf>. Acesso em 09/11/2010.

[43] Instituto Português de Qualidade - A Normalização. Disponível em <http://www.ipq.pt/backhtmlfiles/ProcNP.htm>. Acesso em 31/10/2010.

[44] Leite, E. M. A. - *Exposição ocupacional ao chumbo e seus compostos*. Universidade Federal De Minas Gerais. Faculdade de Farmácia, Brasil, 2006.

[45] Lopes, T. F. C. T. - *Reabilitação sustentável de edifícios de habitação*, p. 95-98. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, UNL/FCT, Lisboa 2010.

[46] Manual de Redes Prediais da EPAL, Versão 3. Disponível em <http://www.epal.pt/epal/Modelo13.aspx?src=ManRedesPredias&area=287&sub=1525&menu=1525>. Acesso em 06/01/2011.

[47] Manual técnico de tubos de ferro fundido da metallit. Disponível em [www.pintocruz.pt](http://www.pintocruz.pt). Acesso em 14/02/2011.

[48] Manual técnico de tubos de ferro fundido FP Preis da Sanitop. Disponível em [www.sanitop.pt](http://www.sanitop.pt). Acesso em 14/02/2011.

[49] Manual técnico de tubos de polibutileno da Elotherm. Disponível em <http://www.italsan.es/productos/edificacion/tuberias-de-polibutileno>. Acesso em 03/01/2011.

[50] Manual técnico de tubos de polibutileno da polyplumb. Disponível em <http://www.asetub.es/escaparate/portada.cgi?idempresa=1010>. Acesso em 03/01/2011.

[51] Manual técnico de tubos de polietileno de alta densidade da Geberit. Disponível em [www.geberit.pt](http://www.geberit.pt). Acesso em 23/12/2010.

[52] Manual técnico de tubos de polietileno de alta densidade da Plasgal. Disponível em <http://www.plasgal.pt/index.asp>. Acesso em 23/12/2010.

[53] Manual técnico de tubos de PVC-U duronil da lusofane. Disponível em [www.lusofane.pt](http://www.lusofane.pt). Acesso em 08/01/2011.

[54] Martins, J. G. - *Materiais de construção - Metais*, 5ª Edição, Porto, 2010.

[55] Martins, J. G. - *Materiais de construção - Plásticos*, 1ª Edição, Porto, 2004.

[56] Mavropoulos, E. - *A hidroxiapatita como absorvedor de metais*. Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 1999.

[57] NP EN 10020:2002 - “*Definição e classificação dos aços*”. IPQ, 2002.

[58] NP EN 10240:1998 - “*Revestimentos para protecção interior e/ou exterior de tubos de aço. Especificações para os revestimentos de galvanização por imersão a quente em instalações automatizadas.*”. IPQ, 1998.

[59] NP EN 10255:2004/A1:2008 - “*Tubos de aço não ligado com aptidão para soldadura e roscagem. Condições técnicas de fornecimento.*”. IPQ, 2008.

[60] NP EN 1057:2008 - “*Cobre e ligas de cobre. Tubos de cobre sem soldadura para sistemas de distribuição de água e de gás em aplicações sanitárias e de aquecimento*”. IPQ, 2008.

[61] NP EN 12201:2004 - “*Sistemas de tubagens em plástico para abastecimento de água. Polietileno (PE)*”. IPQ, 2004.

[62] NP EN 13244:2004 - “*Sistemas de tubagens de plástico, com pressão, para transporte de água para utilizações gerais, enterrados ou não, de drenagem e esgoto. Polietileno (PE)*”. IPQ, 2004.

[63] NP EN 1329:2002 - “*Sistemas de tubagens em plástico para esgoto (temperatura baixa e elevada) no interior do edifício*”. IPQ, 2002.

[64] NP EN 1451:2000 - “*Sistemas de tubagens em plástico para esgoto (a temperatura baixa e elevada) no interior de edifícios. Polipropileno (PP)*”. IPQ, 2000.

[65] NP EN 287-1: 2004/A2: 2006 - “*Qualificação de soldadores. Soldadura por fusão. Parte I: Aços*”. IPQ, 2004.

[66] NP EN 598:2007/A1:2009 - “*Tubos, acessórios e componentes de ferro fundido dúctil, e respectivas juntas, para sistemas de drenagem de águas residuais. Requisitos e métodos*”. IPQ, 2007.

[67] NP EN ISO 15607: 2008 - “*Especificação e qualificação de procedimentos de soldadura para materiais metálicos. Regras gerais.*” IPQ, 2008.

[68] NP EN ISO 15874:2005 - “*Sistemas de tubagens de plástico para instalações de água quente e fria. Polipropileno (PP)*”. IPQ, 2005.

- [69] NP EN ISO 15875:2005 - “*Sistemas de tubagens de plástico para instalações de água quente e fria. Polietileno reticulado (PEX)*”. IPQ, 2005.
- [70] NP EN ISO 21003-1:2009 - “*Sistemas de tubagens multicamada para instalações de água quente e fria no interior de edifícios*”. IPQ, 2009.
- [71] NP ENV 13801:2005 - “*Sistemas de tubagens de plástico para descarga e esgoto (temperatura baixa e elevada) no interior da estrutura de edifícios. Termoplásticos. Práticas recomendadas para a instalação*”. IPQ, 2005.
- [72] Organização Mundial de Saúde - *Guidelines for drinking-water quality, third edition, incorporating first and second addenda*. Volume 1 - Recommendations. Geneva, 2008.
- [73] Paiva, J.V., Aguiar, J., Pedro, J.B., Coelho, A.B., Lopes, J.G. *et al* - *Guia técnico de reabilitação habitacional*. Instituto Nacional da Habitação, LNEC, Lisboa, 2006.
- [74] Paixão, M. A. - *Águas e esgotos em urbanizações e instalações prediais*. Edições Orion (2ª edição), 1999.
- [75] Pedroso, V. - *Manual dos sistemas de distribuição e drenagem de águas*, LNEC, Lisboa, 2004.
- [76] Pedroso, V - *Tecnologia das tubagens de aço inox para sistemas prediais de distribuição de água*. Lisboa, LNEC, 2002. Informação Técnica de Edifícios ITE 47.
- [77] Pedroso, V. - *Tecnologia das tubagens de cobre para sistemas prediais de distribuição de água*. Lisboa, LNEC, 2003. Informação Técnica de Edifícios ITE 48.
- [78] Pedroso, V. - *Tecnologia das tubagens de polietileno reticulado para sistemas prediais de distribuição de água*. Lisboa, LNEC, 2004. Informação Técnica de Edifícios ITE 49.
- [79] Pinheiro, D. S., Bragança, L. - *Estudo de um edifício de habitação multifamiliar com anomalias não estruturais*, Aveiro, Março, 2009.
- [80] PRONIC - *Protocolo para a normalização da informação técnica na construção*. Condições Técnicas, Capítulo 8 - *Sistemas prediais de abastecimento e distribuição de água fria e quente*. Lisboa, 2010.
- [81] Rocha, A. - *Materiais plásticos para a construção civil*. Lisboa, LNEC, 1990.
- [82] Rocha, A. - *Sistemas de tubagem para instalações de água em edifícios hospitalares - Especificações técnicas*, Lisboa, Ordem dos Engenheiros, Março, 2007.
- [83] Rodrigues, M. F. S. - *Estado de conservação de edifícios de habitação a custos controlados. Índice de avaliação e metodologia para a sua obtenção*, Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2008.
- [84] RSECE - *Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios*. Decreto-Lei n.º 79/2006, Lisboa, 2006.
- [85] RSECE - *Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios*. Anexo III - *Espessuras mínimas de isolamento*, Lisboa, 2006.

[86] Salta, M. - *Redes de distribuição de água em grandes edifícios. Características e durabilidade dos materiais metálicos*, Seminário Materiais em ambiente marítimo, Funchal, 2007.

[87] Tubos de Chumbo. Disponível em <http://www.lojaacquafish.com.br/home/Dicas/Detalhes.aspx?id=5>. Acesso em 04/11/2010.

[88] US Department of Health and Human Services - *Public Health Service, ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). Toxicological profile for lead*. Atlanta, Georgia: U.S. Department of Health and Human Services; 1999. Disponível em <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp13.pdf>. Acesso em 30/10/2010.

[89] Wikipedia - Água. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81gua>. Acesso em 10/10/2010.

[90] Wikipédia - Cobre. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Cobre>. Acesso em 28/11/2010.

[91] Wikipedia - Organização internacional de normalização. Disponível em [http://pt.wikipedia.org/wiki/Organiza%C3%A7%C3%A3o\\_Internacional\\_para\\_Padroniza%C3%A7%C3%A3o](http://pt.wikipedia.org/wiki/Organiza%C3%A7%C3%A3o_Internacional_para_Padroniza%C3%A7%C3%A3o). Acesso em 11/11/2010.

[92] Workshop - O PVC na drenagem predial. Aplicação da norma Europeia EN 1329, 8 de Julho de 2009. Disponível em <http://anqip.com/en/links/100-links-uteis-bibliografia>. Acesso em 24/11/2010.

**ANEXOS**



**ANEXO I - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE TUBAGENS**

**LISTA DAS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE TUBAGENS**

1. Tubagens de Aço Galvanizado – Série média (AG);
2. Tubagens de Aço inoxidável – Série 1 (AI);
3. Tubagens de cobre;
4. Tubagens de polietileno (PE);
5. Tubagens de polipropileno random (PP-R);
6. Tubagens de polietileno reticulado (PEX);
7. Tubagens de policloreto de vinilo clorado (PVC-C);
8. Polibutileno (PB);
9. Tubagens multicamada;
10. Tubagens de Ferro Fundido (FF);
11. Tubagens de policloreto de vinilo não plastificado (PVC-U);
12. Tubagens de polietileno de alta densidade (PEAD).

# ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de Aço Galvanizado – Série média (AG)* N.º PÁGINAS: 4

## 1. Introdução

A presente especificação técnica indica as características principais relativas a tubos de AG destinados à utilização em redes de distribuição de água potável para consumo humano.

## 2. Principais características da tubagem

- a) As canalizações de aço galvanizado utilizadas nas instalações prediais são da série média (M).
- b) Os tubos de aço galvanizado são constituídos genericamente por uma liga de ferro (Fe) e carbono (C), em que o teor de carbono é inferior podendo conter manganês (Mn) até 1,65% e ainda outros elementos em quantidades inferiores a 0.5%.
- c) Os factores químicos que numa água potável podem condicionar o desempenho à corrosão tubagens de aço galvanizado são o pH, a alcalinidade, a dureza e o conteúdo de sulfatos e cloretos.
- d) Na utilização de tubagens de aço galvanizado deve-se evitar temperaturas de água superiores a 60 °C, em funcionamento contínuo.
- e) São normalmente comercializados em varas.
- f) A selecção do revestimento mais adequado depende das condições de utilização.
- g) Os tubos sem costura são obtidos, geralmente, por extrusão e mandrilagem.
- h) Não são adequadas para a condução de águas desmineralizadas para hemodiálise e laboratórios.
- i) Estes tubos possuem elevada resistência mecânica e estabilidade dimensional.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de Aço Galvanizado – Série média (AG)*

N.º PÁGINAS: 4

### 3. Diâmetros nominais

Os diâmetros nominais de AG (série média) variam entre os 6 e 150 mm.

Diâmetro nominal (mm)	Diâmetro exterior especificado (mm)	Espessura de parede (mm)
6	10,2	2,0
8	13,5	2,3
10	17,2	2,3
15	21,3	2,6
20	26,9	2,6
25	33,7	3,2
32	42,4	3,2
40	48,3	3,2
50	60,3	3,6
65	76,1	3,6
80	88,9	4,0
100	114,3	4,5
125	139,7	5,0
150	165,1	5,0

**Nota:** A gama de dimensões dos tubos de AG apresentada está de acordo com a NP EN 10255:2004/A1:2008.

### 4. Afastamento máximo entre abraçadeiras

Diâmetro nominal (mm)	Afastamento máximo entre braçadeiras (m)
$\leq 20$	1,50
$20 < DN \leq 40$	2,25
$> 40$	3,00

**Nota:** Os valores indicados devem ser considerados como orientativos. Deve-se efectuar uma consulta da documentação de cada fabricante e a adopção dos valores por estes prescritos.











## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de Aço Galvanizado – Série média (AG)*

N.º PÁGINAS: 4

### 5. Acessórios:

- Acessórios em aço galvanizado.

<b>Tipos</b>						
<b>Designação</b>	Curva de 90°	Curva de 45°	Cruzeta	União de cruzamento	Joelho de 90°	União simples
<b>Tipos</b>						
<b>Designação</b>	Joelho com redução	Tampão	Tê com redução	Casquilho duplo com redução	Casquilho duplo roscado	Tê com 4 vias

### 6. Raios de dobragem

<b>Diâmetro exterior especificado (mm)</b>	17,2	21,3	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3
<b>Raio de dobragem (mm)</b>	50	65	85	100	150	170	220

**Nota:** Os valores indicados devem ser considerados como orientativos. Deve-se efectuar uma consulta da documentação de cada fabricante e a adopção dos valores por estes prescritos.

### 7. Condições de instalação

- a) Os tubos devem ser dotados de um revestimento adequado, de modo a lhes conferir uma maior capacidade de resistência à corrosão e à humidade.
- b) O revestimento deve cobrir toda a superfície do tubo, formando uma camada densa, contínua e uniforme.
- c) Na ligação dos tubos devem ser utilizados preferencialmente acessórios do mesmo material.
- d) Deve-se evitar-se uniões ou sistemas de cobre a montante de modo a evitar a corrosão das tubagens.
- e) A execução dos cortes deve ser efectuada de uma forma cuidada de modo a garantir uma correcta conformidade entre os elementos (acessórios) roscados.
- f) Deve-se minimizar zonas de mudança brusca na direcção do fluxo (curvas, tê, etc.).

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

### *Tubagens de Aço Galvanizado – Série média (AG)*

N.º PÁGINAS: 4

- g) Nos circuitos de distribuição de água quente, os tubos de aço galvanizado devem ser isolados termicamente com um material incombustível não corrosivo e resistente à humidade.
- h) Secar tubos após ensaio de estanquidade.
- i) A superfície externa e a interna (onde é possível observar) deve estar isenta de nódulos, bolhas, rugosidade.
- j) Na situação de não embutimento, as canalizações devem ser fixadas através de elementos de suporte (abraçadeiras).
- k) Recomenda-se a verificação da documentação técnica dos respectivos fabricantes.

### 8. Referencial normativo

- EN 10224:2002 - *“Non-alloy steel tubes and fittings for the conveyance of aqueous liquids including water for human consumption. Technical delivery conditions”*
- NP EN 10255:2004/A1:2008 - *“Tubos de aço não ligado com aptidão para soldadura e roscagem. Condições técnicas de fornecimento”*
- NP EN 10020:2002 - *“Definição e classificação dos aços”*
- EN 10021:2006 - *“General technical delivery conditions for steel products”*
- NP EN 10240:1998 - *“Revestimentos para protecção interior e/ou exterior de tubos de aço. Especificações para os revestimentos de galvanização por imersão a quente em instalações automatizadas”*
- EN ISO 1461:2009 - *“Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles. Specifications and test methods”*
- EN 1179:2003 - *“Zinc and zinc alloys. Primary zinc”*
- NP EN 10242:1996 - *“Acessórios de ferro fundido maleável roscados”*
- EN 10241:2000 - *“Steel threaded pipe fittings”*
- EN 806-1:2000 - *“Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption Part 1: General; Part 2: Design; Part 3: Pipe sizing - Simplified method. Part 4: Installation”*

### 9. Alguns fabricantes e distribuidores:

- **TUBOS OLIVA** - Fábrica Nacional de Tubos Metálicos Oliva, S.A.
- **FERPINTA** - Indústria Tubo Aço, S.A.
- **SANITOP** - Material sanitário, Lda.
- **PINTO & CRUZ** - Tubos, válvulas e acessórios, S.A.
- **PERFILTUBO** - Grupo JSA – Fábrica de tubos e perfis, S.A.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de Aço inoxidável – Série 1 (AI)*

N.º PÁGINAS: 4

### 1. Introdução

A presente especificação técnica indica as características principais relativas a tubos de aço inox (série 1) do tipo austenítico AISI 316 ou AISI 316L destinados à utilização em redes de distribuição de água potável para consumo humano.

### 2. Principais características da tubagem

- a) Muito adequado ao transporte de água sanitária.
- b) Na utilização destes tubos deve-se evitar temperaturas de água superiores a 80° C em funcionamento contínuo.
- c) Estas tubagens são constituídas por uma parede relativamente fina (série 1), produzida em aço inoxidável austenítico.
- d) Os tubos devem possuir teores de cromo não inferiores a 16%.
- e) Deve-se evitar o uso do transporte de água com teores de cloretos superiores a 250 mg/l.
- f) Os tubos normalmente são comercializados em varas.
- g) Estes tubos possuem boa resistência ao choque.

### 3. Diâmetros nominais

Os diâmetros nominais dos tubos de AI (série 1) do tipo austenítico AISI 316 ou AISI 316L variam entre os 15 e 159 mm.

<b>Diâmetro exterior especificado (mm)</b>	15	18	22	28	35	42	54	67	76	103	108	128	153	159
<b>Espessura (mm)</b>	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5

**Nota:** A gama de dimensões dos tubos de AI apresentada está de acordo com a NP EN ISO 1127:1999.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de Aço inoxidável – Série 1 (AI)*

N.º PÁGINAS: 4

### 4. Afastamento máximo entre abraçadeiras

DN (mm)	Afastamento máximo entre braçadeiras (m)	
	Posição horizontal	Posição vertical
12	1,2	2,0
15	1,3	
18	1,4	
22	1,5	
28	1,7	3,0
35	1,9	
42	2,1	
54	2,3	
≥ 76	2,3	

**Nota:** Os valores indicados devem ser considerados como orientativos. Deve-se efectuar uma consulta da documentação de cada fabricante e a adopção dos valores por estes prescritos.

### 5. Acessórios

- Acessórios em aço inox.

<b>Tipos</b>						
<b>Designação</b>	Curva de 90°	Curva de 45°	Curva de 30°	União de cruzamento	Joelho de 90°	Abraçadeira em inox
<b>Tipos</b>						
<b>Designação</b>	Casquilho rosca macho	União com redução	União deslizante	Junta de dilatação	Tê simples sem redução	Tê com redução

### 6. Condições de instalação

- a) As uniões entre tubos e acessórios devem ser executadas com ligas de cobre, de latão ou de aço inox, ou quando não for possível, torna-se obrigatório adoptar acessórios de nobreza idêntica ou superior.
- b) A ligação entre tubos e acessórios poderá ser realizada de duas formas, recorrendo a ligações do tipo “Press fitting” ou a ligações por “Soldadura”.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de Aço inoxidável – Série 1 (AI)*

N.º PÁGINAS: 4

- c) Os trabalhos referentes ao processo de soldadura devem ser executados de acordo com as normas de “Especificações de Soldadura”.
- d) A soldadura deve ser efectuada por um técnico especializado com qualificação profissional devidamente certificada.
- e) As canalizações de aço inox poderão necessitar de uma aplicação de um primário, caso se considere necessário.
- f) Quanto à instalação de tubagens embutidas, deve-se ter em especial atenção o facto de as argamassas utilizadas não conterem materiais com cloretos.
- g) A execução de cortes e dobragens deve ser efectuada de uma forma cuidada de modo a evitar a redução das suas secções interiores, bem como a ovalização dos tubos que pode equacionar a diminuição das suas resistências mecânicas.
- h) As ferramentas utilizadas no corte têm de ser as adequadas para o aço inoxidável, pelo que não se deve utilizar serras arrefecidas a óleo, discos abrasivos ou corte a maçarico
- i) No atravessamento de paredes e pavimentos, os tubos à vista devem ser envolvidos por mangas de protecção de modo a evitar ruídos e vibrações nestes elementos.
- j) Nos circuitos de distribuição de água quente bem como nos circuitos de retorno, devem ser isolados termicamente com um material incombustível, não corrosivo e resistente à humidade.
- k) Evitar o contacto entre aço inox e aço corrente, pois pode provocar corrosão electrolítica.
- l) Deve-se minimizar zonas de mudança brusca na direcção do fluxo (curvas, tês, etc.).
- m) Recomenda-se a verificação da documentação técnica dos respectivos fabricantes.

### 7. Referencial normativo

- NP EN ISO 1127:1999 - *“Tubos de aço inoxidável: Dimensões, tolerâncias e massas convencionais por unidade de comprimento”*
- EN 10204:2004 - *“Produtos metálicos. Tipos de documentos de inspecção”*
- NP EN 10312:2004 - *“Tubos soldados de aço inoxidável para transporte de água e outros líquidos aquosos. Condições técnicas de fornecimento”*
- EN 10088-1:2005 - *“Stainless steels. Part 1: List of stainless steels”*
- EN 806-1:2000 - *“Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption Part 1: General; Part 2: Design; Part 3: Pipe sizing - Simplified method. Part 4: Installation”*
- EN 12502-1:2004 - *“Protection of metallic materials against corrosion – guidance on the assessment of corrosion likelihood in water distribution and storage systems – Part 1: General”*

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de Aço inoxidável – Série 1 (AI)*

N.º PÁGINAS: 4

- NP EN ISO 15609: 2008 - “Especificação e qualificação de procedimentos de soldadura para materiais metálicos. Especificação do procedimento de soldadura. Parte 1: Soldadura por arco”
- NP EN 1600:2000 - “Consumíveis para soldadura. Eléctrodos revestidos para soldadura manual por arco dos aços inoxidáveis e dos resistentes a temperaturas elevadas. Classificação”
- NP EN ISO 15607: 2008 - “Especificação e qualificação de procedimentos de soldadura para materiais metálicos. Regras gerais”
- NP EN 287-1: 2004/A2: 2006 - “Qualificação de soldadores. Soldadura por fusão. Parte 1: Aços”
- NP EN ISO 15614-1: 2004 - “Especificação e qualificação de procedimentos de soldadura para materiais metálicos. Ensaio de procedimento de soldadura - Parte 1: Soldadura por arco e a gás de aços e soldadura por arco de níquel e suas ligas”
- NP ISO 6520-1:2007 - “Welding and allied processes. Classification of geometric imperfections in metallic materials. Part 1: Fusion welding”; Part 2: Welding with pressure”

### 8. Alguns fabricantes e distribuidores

- **SANITOP** - Material sanitário, Lda.
- **GEBERIT** - Tecnologia Sanitária, S.A.
- **SULTUBOS** - Materiais para Canalizações, Lda.
- **PINTO & CRUZ** - Tubos, válvulas e acessórios, S.A.
- **TIBA** - Comércio e Indústria de Materiais de Construção S.A.

# ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

## *Tubagens de cobre*

N.º PÁGINAS: 4

### 1. Introdução

A presente especificação técnica indica as características principais relativas a tubos de cobre destinados à utilização em redes de distribuição de água potável para consumo humano.

### 2. Principais características da tubagem

- a) Quanto ao seu fabrico os tubos de cobre dividem-se essencialmente em dois tipos:
- Endurecido
  - Recozido
- b) Devem-se evitar durezas de água muito baixas com  $\text{PH} \leq 7$ .
- c) Na utilização destas canalizações deve-se evitar temperaturas de água superiores a 90 °C em funcionamento contínuo.
- d) Estes tubos têm a capacidade de suportar temperaturas na ordem dos 120 °C em funcionamento por picos, desde que a duração total não exceda as 100 horas.
- e) Estes tubos normalmente são comercializados em varas ou em rolos.
- f) As tubagens de cobre apresentam em geral, um bom comportamento à corrosão.
- g) Caracterizam-se pela sua resistência química e longa esperança de vida.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

### *Tubagens de cobre*

N.º PÁGINAS: 4

#### 3. Diâmetros nominais

Os diâmetros nominais dos tubos de cobre endurecidos ou semi-endurecidos variam entre os 6 e 267 mm.

Diâmetro nominal (mm)	Espessura nominal (mm)												
	0,5	0,6	0,7	0,75	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
6	■												
10	■												
12	■												
15	■			■					■	■			
18		■		■					■	■			
22		■											
28		■											
35											■		
42									■		■		
54													
64										■		■	
70										■	■	■	
80							■			■			
108									■		■		■
133											■		
159													■
219													■
267													■

**Nota:** A cor verde significa que há adequação da espessura para o diâmetro nominal considerado. A gama de dimensões dos tubos de cobre apresentada está de acordo com a NP EN 1057:2008.

#### 4. Afastamento máximo entre abraçadeiras

Diâmetro nominal (mm)	Afastamento máximo entre abraçadeiras (m)	
	Posição horizontal	Posição vertical
DN ≤ 22	1,25	2,50
22 < DN ≤ 42	1,80	
DN > 42	2,50	

**Nota:** Os valores indicados devem ser considerados como orientativos. Deve-se efectuar uma consulta da documentação de cada fabricante e a adopção dos valores por estes prescritos.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

### *Tubagens de cobre*

N.º PÁGINAS: 4

#### 5. Acessórios

- Acessórios em cobre.

<b>Tipos</b>						
<b>Designação</b>	Curva de 90°	Curva de 45°	Tê sem redução	União de cruzamento	Joelho de 90°	Tampo
<b>Tipos</b>						
<b>Designação</b>	Curva de 180°	Tê com redução	União de redução	União com porca	União simples	Casquilho com rosca

#### 6. Raios de curvatura

DN (mm)	Raios de curvatura (mm)
6	30
8	35
10	40
12	45
14	50
15	55
16	60
18	70

**Nota:** Os valores indicados devem ser considerados como orientativos. Deve-se efectuar uma consulta da documentação de cada fabricante e a adopção dos valores por estes prescritos.

#### 7. Condições de instalação

- Os acessórios devem ser preferencialmente de ligas de cobre, de latão ou de bronze.
- A ligação entre tubos e acessórios deve ser executada por soldadura, por brasagem capilar ou por compressão.
- Os acessórios de compressão podem ser de dois tipos distintos, dispondo de anel de aperto ou de flanges.
- Nunca permitir a mistura de materiais de natureza química diferente.
- No atravessamento de paredes ou elementos estruturais, devem ser utilizadas bainhas que evitem a solidarização das tubagens.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

### *Tubagens de cobre*

N.º PÁGINAS: 4

- f) Os cortes e dobragens devem ser efectuados de uma forma trabalhada de modo a evitar a redução das suas secções interiores bem como a ovalização dos tubos, que pode equacionar a diminuição das suas resistências mecânicas.
- g) As tubagens de cobre não necessitam de protecções particulares para os choques térmicos ou mecânicos.
- h) Na instalação de tubagens à vista deve-se ter em especial atenção as características das paredes de suporte, devido aos sistemas de fixação usados.
- n) As dobragens devem ser executadas com raios de curvatura amplos de modo a afastar tensões elevadas nessas zonas.
- o) Na instalação devem ser seguidas as regras e cuidados específicos constantes na ficha de execução de trabalhos.
- p) Recomenda-se a verificação da documentação técnica dos respectivos fabricantes.

#### 8. Referencial normativo

- NP EN 1057:2008 - *“Cobre e ligas de cobre. Tubos de cobre sem soldadura para sistemas de distribuição de água e de gás em aplicações sanitárias e de aquecimento”*
- EN 806:2000 - *“Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption – Part 1: General”; Part 3: Pipe sizing - Simplified method.; Part 4: Installation”*
- EN 13349:2002 - *“Copper and copper alloys. Pre-insulated copper tubes with solid coverings”*
- EN 1254: 1998 - *“Copper and copper alloys. Plumbing fittings. Part 1: Fittings with compression ends for capillary soldering or capillary brazing to copper tubes; Part 2: Fittings with compression ends for use with copper tubes; Part 4: Fittings combining other end connections with capillary or compression ends; Part 5: Fittings with short ends for capillary brazing to copper tubes”*
- EN 12502: 2004 - *“Protection of metallic materials against corrosion- Guidance on the assessment of corrosion likelihood in water distribution and storage systems - Part 1: General; Part 5: Influencing factors for cast iron and low alloyed steels”*
- NP 4229:1993 - *“Ligas de cobre. Ensaio do amoníaco para a resistência à corrosão sob tensão”*

#### 9. Alguns fabricantes e distribuidores

- **SANITOP** - Material sanitário, Lda.
- **EUROTUBO** - Sociedade de Materiais para Construção Civil, Lda.
- **SULTUBOS** - Materiais para Canalizações, Lda.
- **TIBA** - Comércio e Indústria de Materiais de Construção, S.A.
- **MACOLIS** - Materiais de Construção e Climatização, S.A.

# ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

## *Tubagens de polietileno (PE)*

N.º PÁGINAS: 4

### 1. Introdução

A presente especificação técnica indica as características principais relativas a tubos de polietileno destinados à utilização em redes de distribuição de água potável para consumo humano.

### 2. Principais características da tubagem

- a) Na utilização destes tubos deve evitar-se temperaturas de água superiores a 25 °C em funcionamento contínuo.
- b) Pode-se assumir temperaturas de serviço até 45 °C, salvo raras exceções contempladas na norma NP EN 12201:2004.
- c) Os tubos são comercializados em varas ou em rolos.
- d) Os rolos têm comprimento variável, em função do diâmetro dos tubos, sendo normalmente fornecidos até ao diâmetro nominal 110 mm.
- e) Baixa resistência aos raios UV.
- f) O polietileno possui extensas cadeias moleculares que adquirem uma enorme ductilidade.
- g) A cor destas canalizações é habitualmente o preto ou o preto com riscas longitudinais.
- h) Estes tubos possuem um coeficiente de dilatação térmica elevado.

### 3. Diâmetros nominais

Os diâmetros nominais dos tubos de PE variam entre os 16 e 200 mm. Estes são classificados pela pressão nominal (PN), pela razão dimensional (SDR) e pela série do tubo (S).

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

### *Tubagens de polietileno (PE)*

N.º PÁGINAS: 4

DN (mm)	Espessura nominal (mm)					
	Série 5 SDR 11	Série 6,3 SDR 13,6	Série 8 SDR 17	Série 8,3 SDR 17,3	Série 10 SDR 21	Série 12,5 SDR 26
PE 63	PN 10	PN 8	-	PN 6	PN 5	PN 4
PE 80	PN 12,5	PN 10	PN 8	-	PN 6	PN 5
PE 100	PN 16	PN 12,5	PN 10	-	PN 8	PN 6
16	-	-	-	-	-	-
20	2,0	-	-	-	-	-
25	2,3	2,0	-	-	-	-
32	3,0	2,4	2,0	2,0	-	-
40	3,7	3,0	2,4	2,3	2,0	-
50	4,6	3,3	3,0	2,9	2,4	2,0
63	5,8	4,7	3,8	3,6	3,0	2,5
75	6,8	5,6	4,5	4,3	3,6	2,9
90	8,2	6,7	5,4	5,1	4,3	3,5
110	10,0	8,1	6,6	6,3	5,3	4,2
125	11,4	9,2	7,4	7,1	6,0	4,8
140	12,7	10,3	8,3	8,0	6,7	5,4
160	14,6	11,8	9,5	9,1	7,7	6,2
180	16,4	13,3	10,7	10,2	8,6	6,9
200	18,2	14,7	11,9	11,4	9,6	7,7

**Nota:** A gama de dimensões dos tubos de polietileno apresentada está de acordo com a NP EN 12201-2:2004.

#### 4. Afastamento máximo entre abraçadeiras

DN (mm)	Afastamento máximo entre abraçadeiras (mm)	
	Posição horizontal	Posição vertical
32	0,50	1,20
40	0,50	1,20
50	0,50	1,20
56	0,80	1,50
63	0,80	1,50
75	0,80	1,50
90	0,80	2,00
110	1,50	2,00
125	1,50	2,00

**Nota:** Os valores indicados devem ser considerados como orientativos. Deve-se efectuar uma consulta da documentação de cada fabricante e a adopção dos valores por estes prescritos.



## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de polietileno (PE)*

N.º PÁGINAS: 4

### 5. Acessórios

- Acessórios em polietileno.

<b>Tipos</b>					
<b>Designação</b>	Curva de 45°	União com redução	Tê simples	Curva de 90°	Tampão
<b>Tipos</b>					
<b>Designação</b>	União electrosoldável	Redução electrosoldável	Tê electrosoldável	Curvas de 90° e 45° electrosoldáveis	

### 6. Condições de instalação

- a) Para a ligação dos tubos de polietileno utilizam-se os seguintes processos:
  - Soldadura topo a topo com ou sem material de adição;
  - Electrosoldadura;
  - Soldadura com manga auxiliar de polietileno;
  - Ligação com acessórios mecânicos que podem ser fabricados com plásticos ou metais.
- b) A soldadura topo a topo, realiza-se após aquecimento e compressão, os quais lhe são aplicados através de equipamento apropriado. Após o arrefecimento dos topos verifica-se uma completa interpenetração dos mesmos o que confere aos tubos determinadas características, como se de um único tubo se tratasse.
- c) No processo de electrosoldadura os tubos são ligados entre si através de uma união injectada em polietileno que tem incorporada uma resistência eléctrica.
- d) O armazenamento deve ser feito em condições que garantam um bom arejamento, evitando a condensação e a retenção de água ou humidade na superfície dos tubos ou acessórios.
- e) Na instalação devem ser seguidas as regras e cuidados específicos constantes na ficha de execução de trabalhos de tubagens de polietileno, de modo a garantir o seu estado de conservação.
- f) Recomenda-se a verificação da documentação técnica dos respectivos fabricantes.

---

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de polietileno (PE)*

N.º PÁGINAS: 4

### 7. Referencial normativo

- NP EN 12201:2004 - “Sistemas de tubagens em plástico para abastecimento de água. Polietileno (PE) ”
- EN 806 - “Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption. Part 1: General; Part 2: Design; Part 3: Pipe sizing – Simplified ; Part 4: Installation”

### 8. Alguns fabricantes e distribuidores

- **FOPIL** - Fábrica de Plásticos Industriais, Lda.
- **POLITEJO** - Fábrica de Plásticos Industriais, Lda.
- **SULTUBOS** - Materiais para Canalizações, Lda.
- **BAQUILETE LIZ** - Empresa produtora de tubos de polietileno, S.A.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de polipropileno random (PP-R)*

N.º PÁGINAS: 3

### 1. Introdução

A presente especificação técnica indica as características principais relativas a tubos de polipropileno destinados à utilização em redes de distribuição de água potável para consumo humano.

### 2. Principais características da tubagem

- Na utilização destes tubos, devem evitar-se temperaturas de água superiores a 80 °C.
- Estes podem estar dimensionados para suportar temperaturas até 100 °C em condições de funcionamento por picos, cuja duração total não exceda as 100 horas.
- Na produção dos tubos é empregue um copolímero random Este caracteriza por ser uma resina termoplástica, transformada no produto final mediante um aumento de temperatura, que permite plastificar o material.
- Nestas tubagens deve-se ter especial atenção às suas elevadas espessuras de parede.
- Baixa resistência aos raios UV.
- Os tubos possuem cores diversas (verde, azul, bege, etc.).
- Normalmente são comercializados em varas.

### 3. Diâmetros nominais

Os diâmetros nominais dos tubos de PP variam entre os 12 e 200 mm. Estes são classificados pela série do tubo (S).

Diâmetro nominal (mm)	Espessura nominal (mm)			
	Série 5	Série 3,2	Série 2,5	Série 2
12	1,8	1,8	2,0	2,4
16	1,8	2,2	2,7	3,3
20	1,9	2,8	3,4	4,1
25	2,3	3,5	4,2	5,1
32	2,9	4,4	5,4	6,5
40	3,7	5,5	6,7	8,1
50	4,6	6,9	8,3	10,1
63	5,8	8,6	10,5	12,7
75	6,8	10,3	12,5	15,1
90	8,2	12,3	15,0	18,1
110	10,0	15,1	18,3	22,1
125	11,4	17,1	20,8	25,1
140	12,7	19,2	23,3	28,1
160	14,6	21,9	26,6	32,1

**Nota:** A gama de dimensões dos tubos de polietileno apresentada está de acordo com a NP EN ISO 15874-2:2005.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de polipropileno random (PP-R)*

N.º PÁGINAS: 3











### 4. Afastamento máximo entre abraçadeiras

<b>Diâmetro nominal (mm)</b>	25	32	40	50	63	75	90	110
<b>Afastamento máximo entre abraçadeiras (m)</b>	0,85	1,00	1,10	1,25	1,40	1,55	1,70	1,90

**Nota:** Os valores indicados devem ser considerados como orientativos. Deve-se efectuar uma consulta da documentação de cada fabricante e a adopção dos valores por estes prescritos.

### 5. Acessórios

- Acessórios em polipropileno;
- Acessórios de polipropileno munidos com uma inserção metálica.

<b>Tipos</b>					
<b>Designação</b>	Curva de 90°	Tê sem redução	Joelho de 45°	União com cruzamento	União com redução
<b>Tipos</b>					
<b>Designação</b>	Tampão	Tê com redução	Casquilho com inserção metálica	Tê com inserção metálica	Joelho de 90° com inserção metálica

### 6. Condições de instalação

- a) A ligação entre tubos e acessórios de polipropileno é executada através de 3 processos:
  - Electrosoldadura;
  - Com abocardado para soldadura;
  - Ligação com acessórios mecânicos, que podem ser de plástico ou metálicos.
- b) Os cortes devem ser efectuados de uma forma cuidada de modo a evitar a diminuição das suas resistências mecânicas.
- c) Na instalação de tubagens à vista devem ser criadas curvas ou braços de dilatação, de forma a possibilitar que as variações lineares causadas pela temperatura decorram livremente.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de polipropileno random (PP-R)*

N.º PÁGINAS: 3

- d) Quando embutidas as tubagens de polipropileno destinadas ao transporte de água quente devem preferencialmente ser envolvidas com isolamento, de modo a possibilitar absorção axial das dilatações.
- e) O armazenamento deve ser feito em condições que garantam um bom arejamento, evitando a condensação e a retenção de água ou humidade na superfície dos tubos ou acessórios.
- f) Na instalação devem ser seguidas as regras e cuidados específicos constantes na ficha de execução de trabalhos de tubagens de polipropileno, de modo a garantir o seu estado de conservação.
- g) Recomenda-se a verificação da documentação técnica dos respectivos fabricantes.

### 7. Referencial normativo

- NP EN ISO 15874:2005 - *“Sistemas de tubagens de plástico para instalações de água quente e fria. Polipropileno (PP)”*
- EN 806 - *“Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption. Part 1: General; Part 2: Design; Part 3: Pipe sizing – Simplified ; Part 4: Installation”*
- ENV 12018: 2001 - *“Plastics piping systems – Guidance for the installation inside buildings of pressure piping systems for hot and cold water intended for human consumption”*

### 8. Alguns fabricantes e distribuidores

- **COPRAX** - Comércio e Indústria do Plástico, Lda.
- **FERSIL** – Soluciones de água S.A.
- **SULTUBOS** - Materiais para Canalizações, Lda.
- **PINTO & CRUZ** - Tubos, válvulas e acessórios, S.A.
- **MACOLIS** - Materiais de Construção e Climatização, S.A.

# ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

## *Tubagens de polietileno reticulado (PEX)*

N.º PÁGINAS: 4

### 1. Introdução

A presente especificação técnica indica as características principais relativas a tubos de polietileno reticulado destinados à utilização em redes de distribuição de água potável para consumo humano.

### 2. Principais características da tubagem

- Estes tubos podem estar dimensionados para suportar temperaturas até 95 °C em condições de funcionamento por picos, cuja duração não exceda as 100 horas.
- Possibilidade de instalação no pavimento.
- Estes tubos possuem um elevado valor do coeficiente de dilatação térmica linear.
- Os tubos possuem cores diversas (preto, branco, etc.).
- São comercializados em varas ou em rolos.
- Estes tubos não são afectados por águas de baixo pH (ácidas).
- Baixa resistência aos raios UV.

### 3. Diâmetros nominais

Os diâmetros nominais dos tubos de PEX variam entre os 12 e 160 mm. Estes são classificados pela série do tubo (S).

Diâmetro nominal (mm)	Espessura nominal (mm)			
	Série 6,3	Série 5	Série 4	Série 3,2
12	-	1,3	1,4	1,7
16	1,3	1,5	1,8	2,2
20	1,5	1,5	1,8	2,2
32	2,4	2,9	3,6	4,4
40	3,0	3,7	4,5	5,5
50	3,7	4,6	5,6	6,9
63	4,7	5,8	7,1	8,6
75	5,6	6,8	8,4	10,3
90	6,7	8,2	10,1	12,3
110	8,1	10,0	12,3	15,1
125	9,2	11,4	14,0	17,1
140	10,3	12,7	15,7	19,2
160	11,8	14,6	17,9	21,9

**Nota:** A gama de dimensões dos tubos de polietileno apresentada está de acordo com a NP EN ISO 15875-2:2005

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de polietileno reticulado (PEX)*

N.º PÁGINAS: 4

### 4. Afastamento máximo entre abraçadeiras

Diâmetro nominal (mm)	Afastamento máximo entre abraçadeiras (m)			
	Água fria		Água quente	
	Suporte	Amarração	Suporte	Amarração
DN ≤ 16	0,75	0,60	0,40	0,25
16 ≤ DN ≤ 20	0,80	0,70	0,50	0,30
20 ≤ DN ≤ 25	0,85	0,80	0,60	0,35
25 ≤ DN ≤ 32	1,00	0,90	0,65	0,40
32 ≤ DN ≤ 40	1,10	1,10	0,80	0,50
40 ≤ DN ≤ 50	1,25	1,25	1,00	0,60
50 ≤ DN ≤ 63	1,40	1,40	1,20	0,75
63 ≤ DN ≤ 75	1,50	1,50	1,30	0,90
75 ≤ DN ≤ 90	1,65	1,65	1,45	1,10
90 ≤ DN ≤ 110	1,90	1,85	1,60	1,30

**Nota:** Os valores indicados devem ser considerados como orientativos. Deve-se efectuar uma consulta da documentação de cada fabricante e a adopção dos valores por estes prescritos.

### 5. Acessórios

- Acessórios em latão;

<b>Tipos</b>					
<b>Designação</b>	Manga para tubo reticulado	União simples	Colector com adaptador	Joelho de 90°	Tê sem redução
<b>Tipos</b>					
<b>Designação</b>	União fêmea	União macho	Joelho terminal	Anel de reforço	Colector simples

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de polietileno reticulado (PEX)*

N.º PÁGINAS: 4

### 6. Raios de curvatura

Diâmetro nominal (mm)	Raios de curvatura (mm)	
	Dobragem a quente	Dobragem a frio
12	25	60
15	35	75
16	36	78
18	40	90
20	45	100
22	50	110
25	55	125
28	65	140

**Nota:** Os valores indicados devem ser considerados como orientativos. Deve-se efectuar uma consulta da documentação de cada fabricante e a adopção dos valores por estes prescritos.

### 7. Condições de instalação

- a) Estas tubagens são compostas por uma vasta gama de acessórios mecânicos de metal, sendo estes geralmente de latão.
- b) A articulação entre acessórios e tubos é através da “compressão” ou da “pressão”.
- c) Devido à sua elevada flexibilidade, os tubos podem ser dobrados a quente ou a frio.
- d) O corte deve ser efectuado de uma forma cuidada. Neste sentido, deve-se utilizar uma tesoura própria para o efeito, promovendo o corte o mais perpendicular possível em relação ao seu eixo.
- e) Na instalação de tubagens à vista deve-se possibilitar que as variações ocorram livremente, pelo que devem ser criadas juntas ou curvas de dilatação.
- f) Na instalação de tubagens embutidas devido ao elevado coeficiente de dilatação térmica, é necessário envolver as tubagens com mangas de protecção de polietileno termoestabilizado.
- g) As dobragens devem ser executadas de uma forma cuidada com raios de curvatura amplos.
- h) O armazenamento deve ser feito em condições que garantam um bom arejamento, evitando a condensação e a retenção de água ou humidade na superfície dos tubos ou acessórios.
- i) Na instalação devem ser seguidas as regras e cuidados específicos constantes na ficha de execução de trabalhos de tubagens de polietileno reticulado, de modo a garantir o seu estado de conservação.
- j) Recomenda-se a verificação da documentação técnica dos respectivos fabricantes.

---

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de polietileno reticulado (PEX)*

N.º PÁGINAS: 4

### 8. Referencial normativo

- NP EN ISO 15874:2005 - “Sistemas de tubagens de plástico para instalações de água quente e fria. Polietileno reticulado (PEX) ”
- EN 806 - “Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption. Part 1: General; Part 2: Design; Part 3: Pipe sizing – Simplified; Part 4: Installation”
- ENV 12018: 2001 - “Plastics piping systems – Guidance for the installation inside buildings of pressure piping systems for hot and cold water intended for human consumption”

### 9. Alguns fabricantes e distribuidores

- **GIACOMINI PORTUGAL** - Sistemas Sanitários e Climatização, Lda.
- **UPONOR Portugal** - Sistemas para Fluidos, Lda.
- **VIEGA** - Sanitary and heating systems, drinking Water, Design.
- **PINTO & CRUZ** - Tubos, válvulas e acessórios, S.A.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de policloreto de vinilo clorado (PVC-C)*

N.º PÁGINAS: 3

### 1. Introdução

A presente especificação técnica indica as características principais relativas a tubos de PVC-C destinados à utilização em redes de distribuição de água potável para consumo humano.

### 2. Principais características da tubagem

- Na utilização destes tubos, as temperaturas de água não devem ser superiores a 80° C.
- Porém, estas tubagens podem estar dimensionadas para suportar temperaturas até 90 °C em condições de funcionamento por picos, cuja duração não ultrapasse as 100 horas.
- Estes tubos são também caracterizados pelo seu baixo peso, o que promove uma fácil instalação em obra.
- Os tubos possuem cores diversas (cinza, branco, etc.).
- Normalmente são comercializados em varas.
- Baixa resistência aos raios UV.
- Sensíveis ao choque, a baixas temperaturas.

### 3. Diâmetros nominais

Os diâmetros nominais dos tubos de PVC-C variam entre os 14 e 160 mm. Estes são classificados através da normalização pela série do tubo (S).

Diâmetro nominal (mm)	Espessura nominal (mm)		
	Série 4	Série 5	Série 6,3
14	1,6	1,4	1,4
16	1,8	1,5	1,4
20	2,3	1,9	1,5
25	2,8	2,3	1,9
32	3,6	2,9	2,4
40	4,5	3,7	3,0
50	5,6	4,6	3,7
63	7,1	5,8	4,7
75	8,4	6,8	5,6
90	10,1	8,2	6,7
110	12,3	10,0	8,1
125	14,0	11,4	9,2
140	15,7	12,7	10,3
160	17,9	14,6	11,8

**Nota:** A gama de dimensões dos tubos de PVC-C apresentada está de acordo com a EN ISO 15877-2:2009.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de policloreto de vinilo clorado (PVC-C)*

N.º PÁGINAS: 3

### 4. Afastamento máximo entre abraçadeiras

DN (mm)	Afastamento máximo entre abraçadeiras (m)	
	Posição vertical	Posição horizontal
$12 \leq DN \leq 20$	1,00	0,75
$25 \leq DN \leq 32$	1,50	1,00
$40 \leq DN \leq 50$	2,00	1,50
$63 \leq DN \leq 110$	2,00	2,00

**Nota:** Os valores indicados devem ser considerados como orientativos. Deve-se efectuar uma consulta da documentação de cada fabricante e a adopção dos valores por estes prescritos.

### 5. Acessórios:

- Acessórios em policloreto de vinilo clorado;
- Acessórios de policloreto de vinilo clorado munidos com uma inserção metálica em latão.

<b>Tipos</b>					
<b>Designação</b>	Joelho de 90°	Tê com redução	Tampão	União simples	Cruzeta
<b>Tipos</b>					
<b>Designação</b>	Joelho de 45°	União com redução	Joelho de 90° com inserção em latão	União com inserção em latão	Tê com inserção em latão

### 6. Referencial normativo:

- EN ISO EN ISO 15877:2009 - “Plastics piping systems for hot and cold water installations. Chlorinated poly(vinyl chloride) (PVC-C). Part 1: General; Part 2: Pipes; Part 3: Fittings; Part 5: Fitness for purpose of the system”
- EN 806 - “Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption. Part 1: General; Part 2: Design; Part 3: Pipe sizing – Simplified ; Part 4: Installation”
- ENV 12018: 2001 - “Plastics piping systems – Guidance for the installation inside buildings of pressure piping systems for hot and cold water intended for human consumption”

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de policloreto de vinilo clorado (PVC-C)*

N.º PÁGINAS: 3

### 7. Condições de instalação

- a) A ligação entre tubos de policloreto de vinilo clorado é executada com o auxílio de acessórios, os quais podem ser dos seguintes tipos:
- Acessórios de policloreto de vinilo clorado com união executada através do processo de colagem;
  - Acessórios de policloreto de vinilo clorado mecânicos (em latão).
- b) Se a ligação do tubo-acessório for realizada através do processo de colagem, as seguintes etapas tem de ser tidas em consideração:
- Efectuar a correcta limpeza dos tubos e acessórios;
  - Aplicar nas extremidades dos mesmos uma cola especial para o efeito com um aplicador manual;
  - Inserir o tubo no acessório, fazendo com que o tubo seja empurrado contra o acessório;
  - Verificar se o alinhamento está correcto.
- c) Quando a ligação tubo-acessório for executada através de acessórios metálicos em latão, estes devem estar munidos de um anel de borracha para garantir a estanquidade da ligação.
- d) A execução do corte dos tubos deve ser efectuada de uma forma cuidada com uma ferramenta adequada para o efeito, de forma a evitar a diminuição das resistências mecânicas dos tubos.
- e) O armazenamento deve ser feito em condições que garantam um bom arejamento, evitando a condensação e a retenção de água ou humidade na superfície dos tubos ou acessórios.
- f) Na instalação devem ser seguidas as regras e cuidados específicos constantes na ficha de execução de trabalhos de tubagens de policloreto de vinilo clorado, de modo a garantir o seu estado de conservação.
- g) Recomenda-se a verificação da documentação técnica dos respectivos fabricantes.

### 8. Alguns fabricantes e distribuidores:

- **FOPIL** – Fábrica de Plásticos Industriais, Lda.
- **CENTRALPLAST** - Central de Compras de Plásticos, Lda.
- **ASC** - António Silva Costa, Lda.
- **PINTO & CRUZ** – Tubos, válvulas e acessórios, S.A.
- **IPS FLOW SYSTEMS**.

# ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Polibutileno (PB)*

N.º PÁGINAS: 3

## 1. Introdução

A presente especificação técnica indica as características principais relativas a tubos de PB destinados à utilização em redes de distribuição de água potável para consumo humano.

## 2. Principais características da tubagem

- Na utilização destes tubos devem evitar-se temperaturas de água superiores a 80 °C.
- No entanto estas tubagens podem suportar temperaturas até 90 °C em condições de funcionamento por picos, cuja duração não exceda as 100 horas.
- Os tubos possuem cores diversas (cinza, branco, etc.).
- Normalmente são comercializados em varas.
- Baixa resistência aos raios UV.
- Fraca resistência a ácidos e bases fortes.

## 3. Diâmetros nominais

Os diâmetros nominais dos tubos de PB variam entre os 12 e 160 mm. Estes são classificados através da normalização pela série do tubo (S).

Diâmetro nominal (mm)	Espessura nominal (mm)			
	Série 10	Série 8	Série 5	Série 3,2
12	1,3	1,3	1,3	1,7
16	1,3	1,3	1,5	2,2
20	1,3	1,3	1,9	2,8
25	1,3	1,5	2,3	3,5
32	1,6	1,9	2,9	3,3
40	1,9	2,4	3,7	5,5
50	2,4	3,0	4,6	6,9
63	3,0	3,8	5,8	8,6
75	3,6	4,5	6,8	10,3
90	4,3	5,4	8,2	12,3
110	5,3	6,6	10,0	15,1
125	6,0	7,4	11,4	17,1
140	6,7	8,3	12,7	19,2
160	7,7	9,5	14,6	21,9

**Nota:** A gama de dimensões dos tubos de PB apresentada está de acordo com a EN ISO 15876-2:2003.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Polibutileno (PB)*

N.º PÁGINAS: 3


### 4. Afastamento máximo entre abraçadeiras

Diâmetro nominal (mm)	Afastamento máximo entre abraçadeiras (m)	
	Posição vertical	Posição horizontal
$12 \leq DN \leq 20$	1,00	0,75
$25 \leq DN \leq 32$	1,50	1,00
$40 \leq DN \leq 50$	2,00	1,50
$63 \leq DN \leq 110$	2,00	2,00

**Nota:** Os valores indicados devem ser considerados como orientativos. Deve-se efectuar uma consulta da documentação de cada fabricante e a adopção dos valores por estes prescritos.

### 5. Acessórios:

- Acessórios em polibutileno;
- Acessórios de polibutileno munidos com uma inserção metálica.

<b>Tipos</b>					
<b>Designação</b>	Joelho de 90°	Tê sem redução	União simples	Tampão	Tê com redução
<b>Tipos</b>					
<b>Designação</b>	Tê com redução	União com redução	Tê sem redução em metal	Joelho de 90° em metal	União com redução em metal

### 6. Condições de instalação

- a) A ligação entre tubos e acessórios de polibutileno pode ser executada mediante o uso dos seguintes processos:
  - Electrosoldadura;
  - Com abocardado para soldadura;
  - Ligação com a introdução de acessórios mecânicos, que podem ser de plásticos ou metálicos.
- b) Se a ligação de tubo-acessório for realizada através do processo de aperto com acessórios mecânicos, as seguintes etapas devem ser tidas em consideração.
  - Aplicar nas extremidades do tubo a tampa metálica ou plástica;

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Polibutileno (PB)*

N.º PÁGINAS: 3

- Inserir o tubo no acessório;
  - Realizar o procedimento de aperto;
  - Verificar se o alinhamento está correcto.
- c) A execução do corte dos tubos deve ser efectuada de uma forma cuidada com uma ferramenta adequada para o efeito, de forma a evitar a diminuição das suas resistências mecânicas.
- d) O armazenamento deve ser feito em condições que garantam um bom arejamento, evitando a condensação e a retenção de água ou humidade na superfície dos tubos ou acessórios.
- e) Na instalação devem ser seguidas as regras e cuidados específicos constantes na ficha de execução de trabalhos de tubagens de polibutileno, de modo a garantir o seu estado de conservação.
- f) Recomenda-se a verificação da documentação técnica dos respectivos fabricantes.

### 7. Referencial normativo

- EN ISO 15876:2003/A1:2007 - *“Plastics piping systems for hot and cold water installations. Polybutylene (PB)”*
- EN 806 – *“Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption. Part 1: General; Part 2: Design; Part 3: Pipe sizing – Simplified ; Part 4: Installation”*
- ENV 12018: 2001 - *“Plastics piping systems – Guidance for the installation inside buildings of pressure piping systems for hot and cold water intended for human consumption”*

### 8. Alguns fabricantes e distribuidores:

- **LUSOPIPE** - Comércio de tubagens e acessórios para canalizadores, Lda.
- **GIACOMINI PORTUGAL** - Sistemas Sanitários e Climatização, Lda.
- **SANITOP** - Material sanitário, Lda.
- **HIDRONIR** - Sistemas Hidro-sanitários, Lda.
- **LUSOFANE** – Tubos de plástico, S.A.
- **STANDARD HIDRÁULICA**.

# ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens multicamada*

N.º PÁGINAS: 4

## 1. Introdução

A presente especificação técnica indica as características principais relativos a tubos multicamada destinados à utilização em redes de distribuição de água potável para consumo humano.

## 2. Principais características da tubagem

- a) Estes tubos podem estar dimensionados para suportar temperaturas até 100 °C em condições de funcionamento por picos, cuja duração não exceda as 100 horas.
- b) O tubo multicamada é constituído por duas camadas de plástico e uma camada intermédia de alumínio, soldado.
- c) Os materiais constituintes da camada interior têm de ser adequados à condução de água quente.
- d) Os materiais da camada exterior podem ser semelhantes ao da camada interior, sendo também comum a utilização de um material com uma menor resistência à acção da temperatura.
- e) Os tubos são geralmente fornecidos em varas ou em rolos, conforme a sua flexibilidade, que é função do seu diâmetro exterior e da espessura.
- f) Estes tubos são impermeáveis à difusão.
- g) Resistência às incrustações.

## 3. Diâmetros nominais

Os diâmetros nominais dos tubos multicamada variam entre os 14 e 110 mm.

<b>Diâmetro nominal (mm)</b>	14	16	18	20		25	26	32	40	50	63	75	90	110			
<b>Espessura nominal (mm)</b>	2,0	2,0	2,25	2,0	2,0	2,25	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	4,0	4,5	6,0	7,5	8,5	10,0

**Nota:** A gama de dimensões dos tubos multicamada apresentada está de acordo com a NP EN ISO 21003-2:2010.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

### *Tubagens multicamada*

N.º PÁGINAS: 4











#### 4. Afastamento máximo entre abraçadeiras

Diâmetro nominal (mm)	Afastamento máximo entre abraçadeiras (m)
16	1,20
18	1,20
20	1,30
25	1,50
32	1,60
40	1,70
50	2,00
63	2,20
75	2,40
90	2,40
110	2,40

**Nota:** Os valores indicados devem ser considerados como orientativos. Deve-se efectuar uma consulta da documentação de cada fabricante e a adopção dos valores por estes prescritos.

#### 5. Acessórios:

- Acessórios em plástico;
- Acessórios munidos com uma inserção metálica normalmente em latão.

<b>Tipos</b>					
<b>Designação</b>	União terminal	Cruzeta	Tê simples	Joelho de 90°	União simples
<b>Tipos</b>					
<b>Designação</b>	Casquilho fêmea	Casquilho macho	Adaptador	Tê com redução	União com porca giratória

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

### *Tubagens multicamada*

N.º PÁGINAS: 4

#### 6. Raios de curvatura

Diâmetro nominal (mm)	Raio de curvatura (mm)
14	55
16	60
18	60
20	105
25	105

**Nota:** Os valores indicados devem ser considerados como orientativos. Deve-se efectuar uma consulta da documentação de cada fabricante e a adopção dos valores por estes prescritos.

#### 7. Condições de instalação

- a) Os tubos multicamada são compostos por uma vasta gama de acessórios, podendo estes ser mecânicos (de metal, normalmente latão) ou de materiais plásticos.
- b) A ligação pode ser realizada de duas formas, recorrendo a ligações em “pressão” (Press fitting) ou a ligações em “compressão” (aperto roscado).
- c) Se a ligação de tubo-acessório for realizada através do processo de “pressão”, todo um procedimento constituído por 4 etapas, deve ser seguido:
  - A realização do corte do tubo deverá ser efectuada com uma ferramenta apropriada para o efeito, promovendo o corte o mais perpendicular possível em relação ao seu eixo;
  - A calibração do tubo é executada através de um calibrador apropriado para o efeito;
  - A inserção do acessório é determinante, o operário deve certificar-se que o tubo foi introduzido até ao batente final;
  - A prensagem do acessório sobre o tubo deverá ser realizada com o prensador manual ou eléctrico, apropriado para o efeito.
- d) Salienta-se também nestas tubagens, que a execução das ligações entre tubos e acessórios deve ser efectuada de uma forma cuidada.
- e) As dobragens destes tubos devem ser executadas de uma forma cuidada com raios de curvatura amplos em função de cada diâmetro nominal, de forma a evitar a redução das suas secções.
- f) O armazenamento deve ser feito em condições que garantam um bom arejamento, evitando a condensação e a retenção de água ou humidade na superfície dos tubos ou acessórios.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

### *Tubagens multicamada*

N.º PÁGINAS: 4

- g) Na instalação devem ser seguidas as regras e cuidados específicos constantes na ficha de execução de trabalhos de tubagens multicamada, de modo a garantir o seu estado de conservação.
- h) Recomenda-se a verificação da documentação técnica dos respectivos fabricantes.

#### 8. Referencial normativo

- NP EN ISO 21003:2010 - *“Sistemas de tubagens multicamada para instalações de água quente e fria no interior de edifícios”*
- EN 806 - *“Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption. Part 1: General; Part 2: Design; Part 3: Pipe sizing – Simplified ; Part 4: Installation”*
- ENV 12018: 2001 - *“Plastics piping systems – Guidance for the installation inside buildings of pressure piping systems for hot and cold water intended for human consumption”*

#### 9. Alguns fabricantes e distribuidores:

- **GEBERIT** - Tecnologia Sanitária, S.A.
- **SANITOP** - Material sanitário, Lda.
- **GIACOMINI PORTUGAL** - Sistemas Sanitários e Climatização, Lda.
- **COPRAX** - Comércio e Indústria do Plástico, Lda.
- **PINTO & CRUZ** - Tubos, válvulas e acessórios, S.A.

# ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

## *Tubagens de Ferro Fundido (FF)*

N.º PÁGINAS: 3

### 1. Introdução

A presente especificação técnica indica as características principais relativos a tubos de ferro fundido destinados à utilização em redes de drenagem de águas residuais domésticas.

### 2. Principais características da tubagem

- O ferro fundido é provavelmente, o único material metálico utilizado nas instalações prediais de drenagem de águas residuais, devido ao facto do custo dos materiais metálicos ser indubitavelmente mais elevado.
- A tubagem e acessórios em ferro fundido para edifícios de habitação poderão ser elaborados a partir de produtos a partir da reciclagem de ferro fundido cuidadosamente seleccionados.
- No seu processo de fabrico após a centrifugação, a tubagem de ferro fundido é sujeito a um tratamento de grafitização (redução de carbonetos do ferro).
- O ferro fundido não é inflamável e incombustível.
- A cor dos tubos exteriormente é vermelha e interiormente é ocre.
- Os tubos normalmente são comercializados em varas.
- Altíssima durabilidade e resistência elevada à abrasão.
- Resistência a temperaturas na ordem dos 80 °C no caso de utilizações pontuais, e de 95 °C no caso de utilizações de pico.

### 3. Diâmetros nominais

Os diâmetros nominais dos tubos de ferro fundido para a drenagem predial habitualmente variam entre os 50 e 300 mm.

Diâmetro nominal (mm)	50	70	80	100	125	150	200	250	300
Espessura de parede nominal (mm)	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	5,0	5,5	6,0

**Nota:** A gama de dimensões dos tubos de ferro fundido apresentada está de acordo com a NP EN 877:2010

### 4. Afastamento entre suportes

Alinhamento vertical	Número de suportes (interior dos edifícios)
Comprimento $\geq$ 2,70 m	1
Comprimento $\leq$ 1,0 m	1
Alinhamento horizontal	Número de suportes (interior dos edifícios)
Comprimento $\geq$ 2,0 m	2
Comprimento $<$ 2,0 m	1

**Nota:** Os valores indicados devem ser considerados como orientativos. Deve-se efectuar uma consulta da documentação de cada fabricante e a adopção dos valores por estes prescritos.











## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de Ferro Fundido (FF)*

N.º PÁGINAS: 3

### 5. Acessórios:

- Acessórios em ferro fundido;

<b>Tipos</b>					
<b>Designação</b>	União rígida normal	Derivação simples roscada	Joelho de 90°	Joelho de 45°	Tê simples
<b>Tipos</b>					
<b>Designação</b>	Tê com redução	Redução concêntrica	Tampão	Flange adaptadora	Forquilha dupla de 45°

### 6. Condições de instalação

- a) A ligação entre tubo/tubo e tubos/acessórios de FF é executada através dos seguintes processos:
  - Com abocardamento
  - Sem abocardamento
- b) A ligação através de abocardamento requer conhecimentos técnicos adequados sendo normalmente efectuada através da união de junta rápida a qual é dotada de um elastómero.
- c) A ligação sem abocardamento entre elementos é executada pela colocação topo a topo e, geralmente, os elementos são unidos pela fixação de abraçadeiras metálicas.
- d) No interior o revestimento é pulverizado com um material epóxico de cor ocre.
- e) Os cortes devem ser efectuados com precaução de modo a evitar a destruição dos revestimentos.
- f) Os tubos horizontais devem ser devidamente fixados em todas as mudanças de direcção e ramais.
- g) Os tubos de queda em ferro fundido devem ser fixados a uma distância máxima de 2 m.
- h) Nos edifícios com mais de 5 andares, os tubos de queda com largura nominal (DN) igual ou superior a 100 devem ser protegidos contra o desmoronamento através de um suporte de tubos de queda.
- i) A tinta dos acessórios é aplicada sob a forma de revestimento por imersão com camadas de resina epóxida completamente reticulada para depois ser pré-aquecida a 180° C durante 45 minutos.
- j) O armazenamento deve ser feito em condições que garantam um bom arejamento, evitando a condensação e a retenção de água ou humidade na superfície dos tubos ou acessórios.
- k) Na instalação devem ser seguidas as regras e cuidados específicos constantes na ficha de execução de trabalhos de tubagens de ferro fundido, de modo a garantir o seu estado de conservação.
- l) Recomenda-se a verificação da documentação técnica dos respectivos fabricantes.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de Ferro Fundido (FF)*

N.º PÁGINAS: 3

### 7. Referencial normativo

- NP EN 877:2010 - *“Tubos e acessórios em ferro fundido, suas juntas e componentes para a evacuação de água de edifícios. Requisitos, métodos de ensaio e garantia da qualidade”*
- NP EN 598:2007/A1:2009 - *“Tubos, acessórios e componentes de ferro fundido dúctil, e respectivas juntas, para sistemas de drenagem de águas residuais. Requisitos e métodos”*
- NP EN 10242:1996 - *“Acessórios de ferro fundido maleável roscados”*
- NP EN 10284:2001 - *“Acessórios de ferro fundido maleável com extremidades de ligação por compressão para sistemas de tubagens de polietileno (PE)”*
- NP EN 1092-2:2000 - *“Flanges e suas junções. Flanges circulares para tubagens, válvulas, acessórios e ligações, Parte 2: Flanges de ferro fundido”*

### 8. Alguns fabricantes e distribuidores:

- **PINTO & CRUZ** - Tubos, válvulas e acessórios, S.A.
- **SANITOP** - Material sanitário, Lda.
- **CABRAL & SOUSA** - Materiais de Construção, Lda.
- **SULTUBOS** - Materiais para Canalizações, Lda.
- **ATUSA** - Accesorios de hierro maleable para tuberías.

# ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de policloreto de vinilo não plastificado (PVC-U)* N.º PÁGINAS: 4

## 1. Introdução

A presente especificação técnica indica as características principais relativos a tubos de policloreto de vinilo não plastificado destinados à utilização em redes de drenagem de águas residuais domésticas.

## 2. Principais características da tubagem

- a) Segundo a normalização, só devem ser utilizados para as águas residuais domésticas, tubos de PVC-U que possuam marcação "B" ou "BD".
- b) O policloreto de vinilo resulta da polimerização do monómero cloreto de vinilo.
- c) Existem vários tipos de policloreto de vinilo que se distinguem pelo valor do seu peso molecular e pelo processo de fabrico.
- d) O policloreto de vinilo puro é um pó branco que após a manipulação, sem adição de plastificantes, se transforma em PVC rígido.
- e) Os tubos de policloreto de vinilo não plastificado apresentam tons de cinza.
- f) Normalmente os tubos são fornecidos em varas.
- g) A leveza deste material facilita o transporte e a manipulação, nas operações de carga e descarga.
- h) Resistência a incrustações.
- i) As canalizações de policloreto de vinilo não plastificado possuem baixa resistência mecânica, baixa resistência a elevadas temperaturas, baixa resistência física aos choques e ao fogo, e pouca estabilidade dimensional.
- j) Não possui resistência aos raios UV.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de policroeto de vinilo não plastificado (PVC-U)* N.º PÁGINAS: 4

### 3. Diâmetros nominais

Os diâmetros nominais dos tubos de PVC-U variam entre os 32 e 315 mm.

Diâmetro nominal (mm)	Espessura de parede (mm)			
	Área de aplicação			
	B		BD	
	$e_{min}$	$e_{m,max}$	$e_{min}$	$e_{m,max}$
32	3,0	3,5	-	-
40	3,0	3,5	-	-
50	3,0	3,5	-	-
63	3,0	3,5	-	-
75	3,0	3,5	3,0	3,5
80	3,0	3,5	3,0	3,5
82	3,0	3,5	3,0	3,5
90	3,0	3,5	3,0	3,5
100	3,0	3,5	3,0	3,5
110	3,2	3,8	3,2	3,8
125	3,2	3,8	3,2	3,8
140	3,2	3,8	3,5	4,1
160	3,2	3,8	4,0	4,6
180	3,6	4,2	4,4	5,0
200	3,9	4,5	4,9	5,6
250	4,9	5,6	6,2	7,1
315	6,2	7,1	7,7	8,7

**Nota:** A gama de dimensões dos tubos de PVC-U apresentada está de acordo com a NP EN 1329:2002.

### 4. Afastamento máximo entre abraçadeiras

Diâmetro nominal (mm)	Afastamento máximo entre abraçadeiras (m)	
	Posição vertical	Posição horizontal
$32 \leq DN \leq 63$	1,00	0,50
$75 \leq DN \leq 315$	1,50	0,80

**Nota:** Os valores indicados devem ser considerados como orientativos. Deve-se efectuar uma consulta da documentação de cada fabricante e a adopção dos valores por estes prescritos.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de policloreto de vinilo não plastificado (PVC-U)* N.º PÁGINAS: 4

### 5. Acessórios:

- Acessórios em policloreto de vinilo não plastificado;

<b>Tipos</b>					
<b>Designação</b>	União simples	Curva de 45°	Joelho de 90°	Joelho de 45°	Tê simples
<b>Tipos</b>					
<b>Designação</b>	Cruzeta	Tê com redução	Forquilha simples	Tampão	Forquilha dupla de 45°

### 6. Condições de instalação

- a) A ligação entre tubos e acessórios de policloreto de vinilo não plastificado é executada através dos seguintes processos:
  - Com abocardamento para colar;
  - Com abocardamento com anel de estanquidade.
- b) A colagem requer conhecimentos técnicos adequados que podem ser adquiridos com o treino apropriado.
- c) As colas devem ser à base de solventes fortes os quais necessitam de um tempo de maturação (após a colagem).
- d) As colas não devem prejudicar as propriedades dos tubos e dos acessórios e não devem levar a falhas na montagem.
- e) No processo de colagem, outro aspecto a ter atenção consiste na limpeza das extremidades do tubo e do acessório com um pano limpo, de forma a remover eventuais sujidades. As zonas a colar devem ser mantidas entre 20° a 30°C.
- f) Os acessórios para estes tubos são, geralmente em PVC.
- g) Os acessórios destinados a fazer a ligação com equipamento auxiliar, como torneiras e contadores, têm uma extremidade munida de uma rosca metálica.
- h) Para permitir a ligação, uma das pontas do tubo ou do acessório é lisa e a outra dispõe de um abocardado. As varas dos tubos podem também apresentar-se com as duas pontas lisas, sendo a ligação entre dois tubos assegurada por um acessório com abocardado em cada uma das extremidades a ligar aos tubos.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de policloreto de vinilo não plastificado (PVC-U)* N.º PÁGINAS: 4

- i) A ligação por anéis de estanquidade é feita através da colocação destes na base do abocardamento, devendo os referidos anéis ser devidamente lubrificados antes de serem introduzidos no abocardamento.
- j) O lubrificante utilizado deve ser o mais inócuo possível e a remoção de quaisquer rebarbas na introdução do abocardamento deve ser cuidada de modo a evitar que os anéis de estanquidade se degradem.
- k) A dobragem dos tubos de PVC-U não é recomendada. Contudo, em situações inevitáveis, é necessário recorrer a meios de aquecimento, como maçaricos de ar quente ou estufas e nunca a maçaricos de chama directa.
- l) O armazenamento deve ser feito em condições que garantam um bom arejamento, evitando a condensação e a retenção de água ou humidade na superfície dos tubos ou acessórios.
- m) Na instalação devem ser seguidas as regras e cuidados específicos constantes na ficha de execução de trabalhos de tubagens de policloreto de vinilo, de modo a garantir o seu estado de conservação.
- n) Recomenda-se a verificação da documentação técnica dos respectivos fabricantes.

### 7. Referencial normativo

- NP EN 1329:2002 - *“Sistemas de tubagens em plástico para esgoto (temperatura baixa e elevada) no interior do edifício”*
- NP ENV 13801:2005 - *“Sistemas de tubagens de plástico para descarga e esgoto (temperatura baixa e elevada) no interior da estrutura de edifícios. Termoplásticos. Práticas recomendadas para a instalação”*
- NP EN ISO 13844:2002 - *“Sistemas de tubagens em plástico. Uniões por embocadura com anéis de estanquidade em elastómero em policloreto de vinilo não plastificado (PVC-U) para tubos em PVC-U”*

### 8. Alguns fabricantes e distribuidores:

- **LUSOFANE** - Tubos de plástico, S.A.
- **POLITEJO** - Fábrica de Plásticos Industriais, Lda.
- **FERSIL** - Soluciones de água, S.A.
- **PINTO & CRUZ** - Tubos, válvulas e acessórios, S.A.
- **CENTRALPLAST** - Central de Compras de Plásticos, Lda.
- **FOPIL** - Fábrica de Plásticos Industriais, Lda.

---

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de polietileno de alta densidade (PEAD)* N.º PÁGINAS: 5

### 1. Introdução

A presente especificação técnica indica as características principais relativas a tubos de polietileno de alta densidade destinados à utilização em redes de drenagem de águas residuais domésticas.

### 2. Principais características da tubagem

- a) Estes tubos caracterizam-se pela sua leveza e fácil instalação.
- b) A cor destas canalizações é habitualmente o preto ou o preto com riscas longitudinais.
- c) Normalmente estes tubos são comercializados em varas.
- d) Os tubos são comercializados em varas ou em rolos.
- e) Os rolos têm comprimento variável, em função do diâmetro dos tubos, sendo normalmente fornecidos até ao diâmetro nominal 315 mm.
- f) Baixa resistência aos raios UV.
- g) O polietileno de alta densidade possui extensas cadeias moleculares que adquirem uma enorme ductilidade.
- h) Estes tubos possuem um coeficiente de dilatação térmica elevado.
- i) O polietileno de alta densidade é um material adequado para sistemas de drenagem do ponto de vista ecológico.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de polietileno de alta densidade (PEAD)* N.º PÁGINAS: 5

### 3. Diâmetros nominais

Os diâmetros nominais dos tubos de PEAD variam entre os 32 e 315 mm. Estes são classificados pela pressão nominal (PN), pela razão dimensional (SDR) e pela série do tubo (S).

Diâmetro nominal (mm)	Séries métricas dos tubos					
	Série 2,5 SDR 6	Série 3,2 SDR 7,4	Série 4 SDR 9	Série 5 SDR 11	Série 6,3 SDR 13,6	Série 8 SDR 17
PE 63	-	-	-	PN 10	PN 8	-
PE 80	PN 25	PN 20	PN 16	PN 12,5	PN 10	PN 8
PE 100	-	PN 25	PN 20	PN 16	PN 12,5	PN 10
	Espessura de parede (mm)					
	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>
32	5,4	4,4	3,6	3,0	2,4	2,3
40	6,7	5,5	4,5	3,7	3,0	2,8
50	8,3	6,9	5,6	4,6	3,7	3,4
63	10,5	8,6	7,1	5,8	4,7	4,3
75	12,5	10,3	8,4	6,8	5,6	5,1
90	15,0	12,3	10,1	8,2	6,7	6,5
110	18,3	15,1	12,3	10,0	8,1	7,4
125	20,8	17,1	14,0	11,4	9,2	8,3
140	23,3	19,2	15,7	12,7	10,3	9,3
160	26,6	21,9	17,9	14,6	11,8	10,6
180	29,9	24,6	20,1	16,4	13,3	11,9
200	33,2	27,4	22,4	18,2	14,7	13,2
225	37,4	30,8	25,2	20,5	16,6	14,9
250	41,5	34,2	27,9	22,7	18,4	16,4
280	46,5	38,3	31,3	25,4	20,6	18,4
315	52,3	43,1	35,2	28,6	23,2	20,7

**Nota:** A gama de dimensões dos tubos de PEAD apresentada está de acordo com a NP EN 13244-2:2004.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de polietileno de alta densidade (PEAD)* N.º PÁGINAS: 5

### 4. Afastamento máximo entre abraçadeiras

Diâmetro nominal (mm)	Afastamento máximo entre abraçadeiras (m)	
	Posição vertical	Posição horizontal
32	1,2	0,5
40	1,2	0,5
50	1,2	0,8
63	1,5	0,8
75	1,5	0,8
90	2,0	1,0
110	2,0	1,5
125	2,0	1,5
140	2,0	1,5
160	2,0	1,5
180	2,0	1,5
200	2,0	1,5
250	3,0	3,0
280	3,0	3,0
315	3,0	3,0

**Nota:** Os valores indicados devem ser considerados como orientativos. Deve-se efectuar uma consulta da documentação de cada fabricante e a adopção dos valores por estes prescritos.

### 5. Acessórios:

- Acessórios em polietileno de alta densidade.

<b>Tipos</b>					
<b>Designação</b>	Curva de 45°	União com redução	Tê simples	Curva de 90°	Tampão
<b>Tipos</b>					
<b>Designação</b>	União electrosoldável	Redução electrosoldável	Tê electrosoldável	Curvas de 90° e 45° electrosoldáveis	

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de polietileno de alta densidade (PEAD)* N.º PÁGINAS: 5

### 6. Condições de instalação

- a) Para a ligação dos tubos utilizam-se se habitualmente diversos processos, designadamente:
- Soldadura topo a topo com ou sem material de adição;
  - Electrosoldadura;
  - Soldadura com manga auxiliar de polietileno;
  - Ligação com acessórios mecânicos, que podem ser fabricados com plásticos ou metais.
- b) A execução das ligações entre tubos e acessórios deve ser efectuada de uma forma cuidada.
- c) A soldadura topo a topo é o método de junta mais fácil de executar proporcionando em simultâneo, os vantajosos benefícios da pré-fabricação
- d) No processo de electrosoldadura a junta que se obtém é simples, rápida e fiável. A zona de aquecimento e de fusão encontra-se dividida em dois campos, não havendo resistências eléctricas no centro da união, o que proporciona um factor de segurança muito satisfatório. Neste processo as extremidades dos tubos não são aquecidas ficando efectivamente frias, o que proporciona um reforço suplementar, anulando o encolhimento do tubo.
- e) O processo de ligação com manga de polietileno é uma solução de ligação para materiais assimétricos, irregulares ou com características especiais. Depois do processo efectuado, a manga vai retrair proporcionando uma junta estanque e resistente.
- f) A soldadura deve ser efectuada por um técnico especializado com qualificação profissional devidamente certificada.
- g) Após a realização da soldadura deve ser efectuado o controlo da qualidade dos elementos soldados.
- h) O armazenamento deve ser feito em condições que garantam um bom arejamento, evitando a condensação e a retenção de água ou humidade na superfície dos tubos ou acessórios.
- i) Na instalação devem ser seguidas as regras e cuidados específicos constantes na ficha de execução de trabalhos de tubagens de polietileno de alta densidade, de modo a garantir o seu estado de conservação.
- j) Recomenda-se a verificação da documentação técnica dos respectivos fabricantes.

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

*Tubagens de polietileno de alta densidade (PEAD)* N.º PÁGINAS: 5

### 7. Referencial normativo

- NP EN 13244:2004 - “Sistemas de tubagens de plástico, com pressão, para transporte de água para utilizações gerais, enterrados ou não, de drenagem e esgoto. Polietileno (PE)”
- NP EN 12666-1:2007 - “Sistemas de tubagem de plástico, enterrados, para drenagem e esgoto sem pressão. Polietileno (PE). Parte 1: Requisitos para tubos, acessórios e sistema”
- NP EN 15012:2009 - “Sistemas de tubagens de plástico. Sistemas de descarga de esgoto e águas residuais no interior da estrutura de edifícios. Características de desempenho para tubos, acessórios e suas uniões”
- NP EN 1054:1997 - “Sistemas de tubagens em materiais plásticos. Tubagens termoplásticas para esgoto. Método da estanquidade ao ar das uniões”
- EN ISO 6259-1:2001 - “Thermoplastics pipes. Determination of tensile properties. Part 1:General test method”

### 8. Alguns Fabricantes e distribuidores:

- **GEBERIT** - Tecnologia Sanitária, S.A.
- **SANITOP** - Material sanitário, Lda.
- **LUSOFANE** - Tubos de plástico, S.A.
- **POLITEJO** - Fábrica de Plásticos Industriais, Lda.
- **PINTO & CRUZ** - Tubos, válvulas e acessórios, S.A.



**ANEXO II - ESTIMATIVA ORÇAMENTAL**

## LISTA DAS ESTIMATIVAS ORÇAMENTAIS

1. **Cenário A** - Tubo de aço inox, tipo “*Mapress*” ou equivalente;
2. **Cenário B** - Tubo multicamada (tubo tricomposto), tipo “*Mepla*” ou equivalente;
3. **Cenário C** - Tubo de polipropileno, tipo “*Coprax*” ou equivalente;
4. **Cenário D** - Tubo multicamada (tubo tricomposto), tipo “*Mepla*” ou equivalente nas zonas comuns do edifício e polietileno reticulado tipo “*Giacomini*” ou equivalente dentro das habitações;
5. **Cenário 1** - Tubo de PVC-U (PN 6), tipo “*Polidom*” ou equivalente;
6. **Cenário 2** - Tubo de PVC-U (PN 6), tipo “*Polidom*” ou equivalente para troços individuais e colectivos, e tubos de queda em ferro fundido tipo “*SUPER METALLIT*” ou equivalente;
7. **Cenário 3** - Tubo de PEAD, tipo “*Geberit*” ou equivalente;
8. **Cenário 4** - Tubo de “*Silent db 20*”, tipo “*Geberit*” ou equivalente.

## Cenário A - Tubo de aço inox

## ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

Artº N°	Designação	Un	Quant.	Preço unitário	Importância
Nota :	As eventuais referências a marcas de materiais, de produtos ou de equipamentos, são apresentadas a título meramente indicativo de qualidade pretendido, devendo entender-se associadas ao termo " ou equivalente".				
	Em todos os artigos que constam deste Mapa de Quantidades, consideram-se incluídos nos preços unitários a apresentar, a totalidade dos trabalhos de apoio de construção civil e outros preparatórios e complementares, de modo a garantir o perfeito funcionamento das instalações respectivas. Devem ainda incluir nos preços unitários os respectivos ensaios, vistorias e certificações, nos termos das normas e regulamentação aplicável.				
<b>1</b>	<b>HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR - Pinhal de Vila Chã, Barreiro</b>				
<b>1.1</b>	<b>REDES DE ÁGUAS DE CONSUMO</b>				
1.1.1	<b>Redes Interiores de Águas de Consumo (Frias e Quentes)</b>				
1.1.1.1	Fornecimento e assentamento de tubagem em tubo de aço inox, tipo "Mapress" ou equivalente, incluindo todos os acessórios, abertura e tapamento de roços, braçadeiras, e todos os trabalhos complementares.				
1.1.1.1.1	<b>Água Fria</b>				
1.1.1.1.1.1	Ø 76,1 mm	ml	2,00	208,43 €	416,86 €
1.1.1.1.1.2	Ø 54 mm	ml	13,00	179,63 €	2.335,19 €
1.1.1.1.1.3	Ø 42 mm	ml	27,00	95,72 €	2.584,44 €
1.1.1.1.1.4	Ø 35 mm	ml	105,00	45,10 €	4.735,50 €
1.1.1.1.1.5	Ø 28 mm	ml	75,00	30,03 €	2.252,25 €
1.1.1.1.1.6	Ø 22 mm	ml	90,00	24,04 €	2.163,60 €
1.1.1.1.1.7	Ø 18 mm	ml	40,00	17,16 €	686,40 €
1.1.1.1.1.8	Ø 15 mm	ml	50,00	10,28 €	514,00 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>15.688,24 €</b>
1.1.1.1.2	<b>Água Quente</b>				
1.1.1.1.2.1	Ø 28 mm	ml	45,00	30,03 €	1.351,35 €
1.1.1.1.2.2	Ø 22 mm	ml	70,00	24,04 €	1.682,80 €
1.1.1.1.2.3	Ø 18 mm	ml	50,00	17,16 €	858,00 €
1.1.1.1.2.4	Ø 15 mm	ml	50,00	10,28 €	514,00 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>4.406,15 €</b>

## Cenário A - Tubo de aço inox

## ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

Artº Nº	Designação	Un	Quant.	Preço unitário	Importância
1.1.1.2	Fornecimento e assentamento de válvulas de seccionamento para tubagem em tubo de aço inox, tipo "Mapress" ou equivalente, incluindo todos os acessórios e trabalhos complementares.				
1.1.1.2.1	<b>Água Fria</b>				
1.1.1.2.1.1	Ø 76,1 mm	un	2,00	625,98 €	1.251,96 €
1.1.1.2.1.2	Ø 42 mm	un	3,00	222,14 €	666,42 €
1.1.1.2.1.3	Ø 35 mm	un	10,00	164,25 €	1.642,50 €
1.1.1.2.1.4	Ø 28 mm	un	27,00	122,92 €	3.318,84 €
1.1.1.2.1.5	Ø 22 mm	un	20,00	101,25 €	2.025,00 €
1.1.1.2.1.6	Ø 18 mm	un	3,00	78,50 €	235,50 €
1.1.1.2.1.7	Ø 15 mm	un	10,00	60,15 €	601,50 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>9.741,72 €</b>
1.1.1.2.2	<b>Água Quente</b>				
1.1.1.2.2.1	Ø 28 mm	un	17,00	122,92 €	2.089,64 €
1.1.1.2.2.2	Ø 22 mm	un	5,00	101,25 €	506,25 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>2.595,89 €</b>
1.1.1.3	Fornecimento e assentamento de válvulas de retenção para tubagem em tubo de aço inox, tipo "Mapress" ou equivalente, incluindo todos os acessórios e trabalhos complementares.				
1.1.1.3.1	<b>Água Fria</b>				
1.1.1.3.1.1	Ø 28 mm	un	8,00	9,45 €	75,60 €
1.1.1.3.1.2	Ø 22 mm	un	13,00	6,47 €	84,11 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>159,71 €</b>
1.1.1.4	Fornecimento e montagem de isolamento para tubos de aço inox com uma espessura mínima de 2 cm, incluindo todos os trabalhos complementares.	ml	210,00	3,56 €	747,60 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>747,60 €</b>
1.1.1.5	Fornecimento e montagem de torneiras de serviço com rosca para lavagens, incluindo mangueira plástica com 15 m de comprimento e todos os trabalhos complementares.	un	11,00	8,89 €	97,79 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>97,79 €</b>
1.1.1.6	<b>Custo global</b>				<b>33.437,10 €</b>

**Cenário B - Tubo multicamada (tubo tricomposto)**

**ESTIMATIVA ORÇAMENTAL**

Artº N°	Designação	Un	Quant.	Preço unitário	Importância
Nota :	As eventuais referências a marcas de materiais, de produtos ou de equipamentos, são apresentadas a título meramente indicativo de qualidade pretendido, devendo entender-se associadas ao termo " ou equivalente".				
	Em todos os artigos que constam deste Mapa de Quantidades, consideram-se incluídos nos preços unitários a apresentar, a totalidade dos trabalhos de apoio de construção civil e outros preparatórios e complementares, de modo a garantir o perfeito funcionamento das instalações respectivas. Devem ainda incluir nos preços unitários os respectivos ensaios, vistorias e certificações, nos termos das normas e regulamentação aplicável.				
<b>1</b>	<b>HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR - Pinhal de Vila Chã, Barreiro</b>				
<b>1.1</b>	<b>REDES DE ÁGUAS DE CONSUMO</b>				
1.1.1	<b>Redes Interiores de Águas de Consumo (Frias e Quentes)</b>				
1.1.1.1	Fornecimento e assentamento de tubagem em tubo multicamada (tubo tricomposto), tipo "Mepla" ou equivalente, incluindo todos os acessórios, abertura e tapamento de roços, braçadeiras, e todos os trabalhos complementares.				
1.1.1.1.1	<b>Água Fria</b>				
1.1.1.1.1.1	Ø 63 mm	ml	2,00	101,00 €	202,00 €
1.1.1.1.1.2	Ø 50 mm	ml	20,00	65,00 €	1.300,00 €
1.1.1.1.1.3	Ø 40 mm	ml	115,00	47,21 €	5.429,15 €
1.1.1.1.1.4	Ø 32 mm	ml	90,00	27,25 €	2.452,50 €
1.1.1.1.1.5	Ø 26 mm	ml	80,00	14,63 €	1.170,40 €
1.1.1.1.1.6	Ø 20 mm	ml	25,00	7,63 €	190,75 €
1.1.1.1.1.7	Ø 16 mm	ml	55,00	5,61 €	308,55 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>11.053,35 €</b>
1.1.1.1.2	<b>Água Quente</b>				
1.1.1.1.2.1	Ø 32 mm	ml	45,00	27,25 €	1.226,25 €
1.1.1.1.2.2	Ø 26 mm	ml	70,00	14,63 €	1.024,10 €
1.1.1.1.2.3	Ø 20 mm	ml	60,00	7,63 €	457,80 €
1.1.1.1.2.4	Ø 16 mm	ml	55,00	5,61 €	308,55 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>3.016,70 €</b>

## Cenário B - Tubo multicamada (tubo tricomposto)

## ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

Artº Nº	Designação	Un	Quant.	Preço unitário	Importância
1.1.1.2	Fornecimento e assentamento de válvulas de seccionamento para tubagem em tubo multicamada (tubo tricomposto), tipo "Mepla" ou equivalente, incluindo todos os acessórios e trabalhos complementares.				
1.1.1.2.1	<b>Água Fria</b>				
1.1.1.2.1.1	Ø 63 mm	un	3,00	227,14 €	681,42 €
1.1.1.2.1.2	Ø 50 mm	un	10,00	170,25 €	1.702,50 €
1.1.1.2.1.3	Ø 40 mm	un	27,00	124,92 €	3.372,84 €
1.1.1.2.1.4	Ø 32 mm	un	20,00	102,21 €	2.044,20 €
1.1.1.2.1.5	Ø 26 mm	un	3,00	79,50 €	238,50 €
1.1.1.2.1.6	Ø 20 mm	un	10,00	61,15 €	611,50 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>8.650,96 €</b>
1.1.1.2.2	<b>Água Quente</b>				
1.1.1.2.2.1	Ø 50 mm	un	5,00	170,25 €	851,25 €
1.1.1.2.2.2	Ø 40 mm	un	17,00	124,92 €	2.123,64 €
1.1.1.2.2.3	Ø 32 mm	un	5,00	102,21 €	511,05 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>3.485,94 €</b>
1.1.1.3	Fornecimento e assentamento de válvulas de retenção para tubagem em tubo multicamada, tipo "Mepla" ou equivalente, incluindo todos os acessórios e trabalhos complementares.				
1.1.1.3.1	<b>Água Fria</b>				
1.1.1.3.1.1	Ø 40 mm	un	8,00	10,59 €	84,72 €
1.1.1.3.1.2	Ø 32 mm	un	13,00	7,79 €	101,27 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>185,99 €</b>
1.1.1.4	Fornecimento e montagem de isolamento para tubos multicamada (tubo tricomposto) com uma espessura mínima de 2 cm, incluindo todos os trabalhos complementares.	ml	210,00	3,26 €	684,60 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>684,60 €</b>
1.1.1.5	Fornecimento e montagem de torneiras de serviço com rosca para lavagens, incluindo mangueira plástica com 15 m de comprimento e todos os trabalhos complementares.	un	11,00	8,99 €	98,89 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>98,89 €</b>
1.1.1.6	<b>Custo global</b>				<b>27.176,43 €</b>

## Cenário C - Tubo de polipropileno

## ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

Artº N°	Designação	Un	Quant.	Preço unitário	Importância
Nota :	As eventuais referências a marcas de materiais, de produtos ou de equipamentos, são apresentadas a título meramente indicativo de qualidade pretendido, devendo entender-se associadas ao termo " ou equivalente"				
	Em todos os artigos que constam deste Mapa de Quantidades, consideram-se incluídos nos preços unitários a apresentar, a totalidade dos trabalhos de apoio de construção civil e outros preparatórios e complementares, de modo a garantir o perfeito funcionamento das instalações respectivas. Devem ainda incluir nos preços unitários os respectivos ensaios, vistorias e certificações, nos termos das normas e regulamentação aplicável.				
<b>1</b>	<b>HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR - Pinhal de Vila Chã, Barreiro</b>				
<b>1.1</b>	<b>REDES DE ÁGUAS DE CONSUMO</b>				
1.1.1	<b>Redes Interiores de Águas de Consumo (Frias e Quentes)</b>				
1.1.1.1	Fornecimento e assentamento de tubagem em tubo polipropileno, tipo "Coprax" ou equivalente, incluindo todos os acessórios, abertura e tapamento de roços, braçadeiras, e todos os trabalhos complementares.				
1.1.1.1.1	<b>Água Fria</b>				
1.1.1.1.1.1	Ø 90 mm	ml	2,00	131,06 €	262,12 €
1.1.1.1.1.2	Ø 75 mm	ml	15,00	99,20 €	1.488,00 €
1.1.1.1.1.3	Ø 63 mm	ml	27,00	53,67 €	1.449,09 €
1.1.1.1.1.4	Ø 50 mm	ml	105,00	30,94 €	3.248,70 €
1.1.1.1.1.5	Ø 40 mm	ml	75,00	21,74 €	1.630,50 €
1.1.1.1.1.6	Ø 32 mm	ml	90,00	12,76 €	1.148,40 €
1.1.1.1.1.7	Ø 25 mm	ml	40,00	5,83 €	233,20 €
1.1.1.1.1.8	Ø 20 mm	ml	50,00	2,78 €	139,00 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>9.599,01 €</b>
1.1.1.1.2	<b>Água Quente</b>				
1.1.1.1.2.1	Ø 40 mm	ml	45,00	21,74 €	978,30 €
1.1.1.1.2.2	Ø 32 mm	ml	70,00	12,76 €	893,20 €
1.1.1.1.2.3	Ø 25 mm	ml	50,00	5,83 €	291,50 €
1.1.1.1.2.4	Ø 20 mm	ml	50,00	2,78 €	139,00 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>2.302,00 €</b>

## Cenário C - Tubo de polipropileno

## ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

Artº Nº	Designação	Un	Quant.	Preço unitário	Importância
1.1.1.2	Fornecimento e assentamento de válvulas de seccionamento para tubagem em tubo de polipropileno, tipo "Coprax" ou equivalente, incluindo todos os acessórios e trabalhos complementares.				
1.1.1.2.1	<b>Água Fria</b>				
1.1.1.2.1.1	Ø 90 mm	un	2,00	220,14 €	440,28 €
1.1.1.2.1.2	Ø 63 mm	un	3,00	155,25 €	465,75 €
1.1.1.2.1.3	Ø 50 mm	un	10,00	121,92 €	1.219,20 €
1.1.1.2.1.4	Ø 40 mm	un	27,00	100,21 €	2.705,67 €
1.1.1.2.1.5	Ø 32 mm	un	20,00	78,50 €	1.570,00 €
1.1.1.2.1.6	Ø 25 mm	un	3,00	62,15 €	186,45 €
1.1.1.2.1.7	Ø 20 mm	un	10,00	55,78 €	557,80 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>6.587,35 €</b>
1.1.1.2.2	<b>Água Quente</b>				
1.1.1.2.2.1	Ø 50 mm	un	5,00	121,92 €	609,60 €
1.1.1.2.2.2	Ø 40 mm	un	17,00	101,21 €	1.720,57 €
1.1.1.2.2.3	Ø 32 mm	un	5,00	78,50 €	392,50 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>2.113,07 €</b>
1.1.1.3	Fornecimento e assentamento de válvulas de retenção para tubagem em tubo de polipropileno, tipo "Coprax" ou equivalente, incluindo todos os acessórios e trabalhos complementares.				
1.1.1.3.1	<b>Água Fria</b>				
1.1.1.3.1.1	Ø 40 mm	un	8,00	10,79 €	86,32 €
1.1.1.3.1.2	Ø 32 mm	un	13,00	8,79 €	114,27 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>200,59 €</b>
1.1.1.4	Fornecimento e montagem de isolamento para tubos de polipropileno com uma espessura mínima de 2 cm, incluindo todos os trabalhos complementares.	ml	210,00	3,26 €	684,60 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>684,60 €</b>
1.1.1.5	Fornecimento e montagem de torneiras de serviço com rosca para lavagens, incluindo mangueira plástica com 15 m de comprimento e todos os trabalhos complementares.	un	11,00	8,99 €	98,89 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>98,89 €</b>
1.1.1.6	<b>Custo global</b>				<b>21.585,51 €</b>

**Cenário D - Tubo multicamada (tubo tricomposto) nas zonas comuns do edifício e polietileno reticulado dentro das habitações**

**ESTIMATIVA ORÇAMENTAL**

Artº Nº	Designação	Un	Quant.	Preço unitário	Importância
Nota :	As eventuais referências a marcas, de materiais, de produtos ou de equipamentos, são apresentadas a título meramente indicativo de qualidade pretendido, devendo entender-se associadas ao termo " ou equivalente"				
	Em todos os artigos que constam deste Mapa de Quantidades, consideram-se incluídos nos preços unitários a apresentar, a totalidade dos trabalhos de apoio de construção civil e outros preparatórios e complementares, de modo a garantir o perfeito funcionamento das instalações respectivas. Devem ainda incluir nos preços unitários os respectivos ensaios, vistorias e certificações, nos termos das normas e regulamentação aplicável.				
<b>1</b>	<b>HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR - Pinhal de Vila Chã, Barreiro</b>				
<b>1.1</b>	<b>REDES DE ÁGUAS DE CONSUMO</b>				
1.1.1	<b>Redes Interiores de Águas de Consumo (ZONAS COMUNS DO EDIFÍCIO)</b>				
1.1.1.1	Fornecimento e assentamento de tubagem em tubo multicamada (tubo tricomposto), tipo " <b>Mepla</b> " ou equivalente, incluindo todos os acessórios, abertura e tapamento de roços, braçadeiras, e todos os trabalhos complementares.				
1.1.1.1.1	<b>Água Fria</b>				
1.1.1.1.1.1	Ø 63 mm	ml	2,00	101,00 €	202,00 €
1.1.1.1.1.2	Ø 50 mm	ml	45,00	65,00 €	2.925,00 €
1.1.1.1.1.3	Ø 32 mm	ml	40,00	27,25 €	1.090,00 €
1.1.1.1.1.4	Ø 26 mm	ml	10,00	14,63 €	146,30 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>4.363,30 €</b>
1.1.1.2	Fornecimento e assentamento de válvulas de seccionamento para tubagem em tubo multicamada (tubo tricomposto), tipo " <b>Mepla</b> " ou equivalente, incluindo todos os acessórios e trabalhos complementares.				
1.1.1.2.1	<b>Água Fria</b>				
1.1.1.2.1.1	Ø 63 mm	un	3,00	227,14 €	681,42 €
1.1.1.2.1.2	Ø 50 mm	un	21,00	170,25 €	3.575,25 €
1.1.1.2.1.3	Ø 32 mm	un	4,00	102,21 €	408,84 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>4.665,51 €</b>

**Cenário D - Tubo multicamada (tubo tricomposto) nas zonas comuns do edifício e polietileno reticulado dentro das habitações**

**ESTIMATIVA ORÇAMENTAL**

Artº Nº	Designação	Un	Quant.	Preço unitário	Importância
1.1.1.3	Fornecimento e assentamento de válvulas de retenção para tubagem em tubo multicamada, tipo "Mepla" ou equivalente, incluindo todos os acessórios e trabalhos complementares.				
1.1.1.3.1	<b>Água Fria</b>				
1.1.1.3.1.1	Ø 32 mm	un	4,00	7,79 €	31,16 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>31,16 €</b>
1.1.2	<b>Redes Interiores de Águas de Consumo (DENTRO DOS FOGOS DE HABITAÇÃO)</b>				
1.1.2.1	Fornecimento e assentamento de tubagem em tubo polietileno reticulado, tipo "Giacomini" ou equivalente, incluindo todos os acessórios, abertura e tapamento de roços, braçadeiras, e todos os trabalhos complementares.				
1.1.2.1.1	<b>Água Fria</b>				
1.1.2.1.1.1	Ø 25 mm	ml	150,00	15,34 €	2.301,00 €
1.1.2.1.1.2	Ø 20 mm	ml	195,00	9,34 €	1.821,30 €
1.1.2.1.1.3	Ø 16 mm	ml	70,00	4,73 €	331,10 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>4.453,40 €</b>
1.1.2.1.2	<b>Água Quente</b>				
1.1.2.1.1.1	Ø 25 mm	ml	105,00	15,34 €	1.610,70 €
1.1.2.1.1.2	Ø 20 mm	ml	80,00	9,34 €	747,20 €
1.1.2.1.1.3	Ø 16 mm	ml	50,00	4,73 €	236,50 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>2.594,40 €</b>
1.1.2.2	Fornecimento e assentamento de válvulas de seccionamento para tubagem em tubo polietileno reticulado, tipo "Giacomini" ou equivalente, incluindo todos os acessórios e trabalhos complementares.				
1.1.2.2.1	<b>Água Fria</b>				
1.1.2.2.1.1	Ø 25 mm	un	22,00	13,94 €	306,68 €
1.1.2.2.1.2	Ø 20 mm	un	32,00	13,94 €	446,08 €
1.1.2.2.1.3	Ø 16 mm	un	14,00	19,79 €	277,06 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>1.029,82 €</b>

**Cenário D - Tubo multicamada (tubo tricomposto) nas zonas comuns do edifício e polietileno reticulado dentro das habitações**

**ESTIMATIVA ORÇAMENTAL**

Artº Nº	Designação	Un	Quant.	Preço unitário	Importância
1.1.2.2.2	<b>Água Quente</b>				
1.1.2.2.2.1	Ø 20 mm	un	8,00	13,94 €	111,52 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>111,52 €</b>
1.1.2.3	Fornecimento e assentamento de válvulas de retenção para tubagem em tubo polietileno reticulado, tipo " <b>Giacomini</b> " ou equivalente, incluindo todos os acessórios e trabalhos complementares.				
1.1.2.3.1	<b>Água Fria</b>				
1.1.2.3.1.1	Ø 32 mm	un	8,00	10,49 €	83,92 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>83,92 €</b>
1.1.2.4	Fornecimento e montagem de mangas de protecção (cor vermelha e azul) para tubagem de polietileno reticulado tipo " <b>Giacomini</b> ", incluindo todos os trabalhos complementares.	ml	640,00	0,99 €	633,60 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>633,60 €</b>
1.1.2.5	Fornecimento e montagem de torneiras de serviço com rosca para lavagens, incluindo mangueira plástica com 15 m de comprimento e todos os trabalhos complementares.	un	11,00	8,99 €	98,89 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>98,89 €</b>
1.1.2.6	<b>Custo global</b>				<b>18.065,52 €</b>

## Cenário 1 - Tubo de PVC-U (PN 6)

## ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

Artº Nº	Designação	Un	Quant.	Preço unitário	Importância
	As eventuais referências a marcas de materiais, de produtos ou de equipamentos, são apresentadas a título meramente indicativo de qualidade pretendido, devendo entender-se associadas ao termo " ou equivalente"				
Nota :	Em todos os artigos que constam deste Mapa de Quantidades, consideram-se incluídos nos preços unitários a apresentar, a totalidade dos trabalhos de apoio de construção civil e outros preparatórios e complementares, de modo a garantir o perfeito funcionamento das instalações respectivas. Devem ainda incluir nos preços unitários os respectivos ensaios, vistorias e certificações, nos termos das normas e regulamentação aplicável.				
<b>1</b>	<b>HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR - Pinhal de Vila Chã, Barreiro</b>				
1.1	<b>Redes Interiores de Esgotos Domésticos</b>				
1.1.1	Fornecimento e assentamento de tubagem em PVC-U (PN6) tipo " <b>Polidom</b> ", nas descargas dos aparelhos, incluindo acessórios, ligações e todos os trabalhos necessários.				
1.1.1.1	Ø 50 mm	ml	25,00	9,38	234,50
1.1.1.2	Ø 75 mm	ml	60,00	14,72	883,20
1.1.1.3	Ø 90 mm	ml	25,00	17,12	428,00
	<b>Total do capítulo</b>				<b>1545,70</b>
1.1.2	Tubos do tipo " <b>Polidom</b> ", incluindo ligações e acessórios, furações e fixações, abertura e enchimento de roços, bem como todos os acessórios, bocas de limpeza e ensaios, em tubos de queda, com as respectivas prumadas de ventilação, com os seguintes diâmetros:				
1.1.2.1	Ø 110 mm	ml	65,00	25,16	1635,08
1.1.2.2	Ø 125 mm	ml	45,00	30,40	1368,00
	<b>Total do capítulo</b>				<b>3003,08</b>
1.1.3	Fornecimento e assentamento dos seguintes equipamentos incluindo todos os acessórios e trabalhos complementares.				
1.1.3.1	Sifões de Garrafas	un	67,00	11,27	755,09
1.1.3.2	Caixas de pavimento	un	22,00	13,33	293,30
1.1.3.3	"H" de ventilação nas coberturas.	un	8,00	94,08	752,64
	<b>Total do capítulo</b>				<b>1801,03</b>

**Cenário 1 - Tubo de PVC-U (PN 6)****ESTIMATIVA ORÇAMENTAL**

<b>Artº Nº</b>	<b>Designação</b>	<b>Un</b>	<b>Quant.</b>	<b>Preço unitário</b>	<b>Importância</b>
1.1.4	Câmara de reunião, completa, com guiamentos, aro e tampa com tampa e/ou grelha, vedada hermeticamente e com acabamento igual ao do pavimento, com as seguintes dimensões:				
1.1.4.1	1,00x1,00 - $1,00 \leq h < 1,20\text{m}$	un	1,00	700,00	700,00
	<b>Total do capítulo</b>				<b>700,00</b>
1.1.5	<b>Custo global</b>				<b>7049,81</b>

**Cenário 2 - Tubo de PVC-U (PN 6) para troços individuais e colectivos e tubos de queda em ferro fundido**

**ESTIMATIVA ORÇAMENTAL**

Artº Nº	Designação	Un	Quant.	Preço unitário	Importância
Nota :	As eventuais referências a marcas de materiais, de produtos ou de equipamentos, são apresentadas a título meramente indicativo de qualidade pretendido, devendo entender-se associadas ao termo " ou equivalente"				
	Em todos os artigos que constam deste Mapa de Quantidades, consideram-se incluídos nos preços unitários a apresentar, a totalidade dos trabalhos de apoio de construção civil e outros preparatórios e complementares, de modo a garantir o perfeito funcionamento das instalações respectivas. Devem ainda incluir nos preços unitários os respectivos ensaios, vistorias e certificações, nos termos das normas e regulamentação aplicável.				
<b>1</b>	<b>HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR - Pinhal de Vila Chã, Barreiro</b>				
1.1	<b>Redes Interiores de Esgotos Domésticos</b>				
1.1.1	Fornecimento e assentamento de tubagem em PVC-U (PN6) tipo " <b>Polídom</b> ", nas descargas dos aparelhos, incluindo acessórios, ligações e todos os trabalhos necessários.				
1.1.1.1	Ø 50 mm	ml	25,00	9,38 €	234,50 €
1.1.1.2	Ø 75 mm	ml	60,00	14,72 €	883,20 €
1.1.1.3	Ø 90 mm	ml	25,00	17,12 €	428,00 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>1.545,70 €</b>
1.1.2	Tubos de ferro fundido tipo " <b>SUPER METALLIT U</b> ", incluindo ligações e acessórios, furações e fixações, abertura e enchimento de roços, bem como todos os acessórios, bocas de limpeza e ensaios, em tubos de queda, com as respectivas prumadas de ventilação, com os seguintes diâmetros:				
1.1.2.1	Ø 100 mm	ml	65,00	79,72 €	5.182,06 €
1.1.2.2	Ø 125 mm	ml	45,00	121,60 €	5.472,00 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>10.654,06 €</b>
1.1.3	Fornecimento e assentamento dos seguintes equipamentos incluindo todos os acessórios e trabalhos complementares.				
1.1.3.1	Sifões de Garrafas	un	67,00	11,27 €	755,09 €
1.1.3.2	Caixas de pavimento	un	22,00	13,33 €	293,30 €

**Cenário 2 - Tubo de PVC-U (PN 6) para troços individuais e colectivos e tubos de queda em ferro fundido**

**ESTIMATIVA ORÇAMENTAL**

<b>Artº Nº</b>	<b>Designação</b>	<b>Un</b>	<b>Quant.</b>	<b>Preço unitário</b>	<b>Importância</b>
1.1.3.3	"H" de ventilação nas coberturas.	un	8,00	94,08 €	752,64 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>1.801,03 €</b>
1.1.4	Câmara de reunião, completa, com guiamentos, aro e tampa com tampa e/ou grelha, vedada hermeticamente e com acabamento igual ao do pavimento, com as seguintes dimensões:				
1.1.4.1	1,00x1,00 - $1,00 \leq h < 1,20$ m	un	1,00	700,00 €	700,00 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>700,00 €</b>
1.1.5	<b>Custo global</b>				<b>14.700,79 €</b>

## Cenário 3 - Tubo de PEAD

## ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

Artº Nº	Designação	Un	Quant.	Preço unitário	Importância
Nota :	As eventuais referências a marcas de materiais, de produtos ou de equipamentos, são apresentadas a título meramente indicativo de qualidade pretendido, devendo entender-se associadas ao termo " ou equivalente"				
	Em todos os artigos que constam deste Mapa de Quantidades, consideram-se incluídos nos preços unitários a apresentar, a totalidade dos trabalhos de apoio de construção civil e outros preparatórios e complementares, de modo a garantir o perfeito funcionamento das instalações respectivas. Devem ainda incluir nos preços unitários os respectivos ensaios, vistorias e certificações, nos termos das normas e regulamentação aplicável.				
<b>1</b>	<b>HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR - Pinhal de Vila Chã, Barreiro</b>				
1.1	<b>Redes Interiores de Esgotos Domésticos</b>				
1.1.1	Fornecimento e assentamento de tubagem em <b>PEAD</b> tipo " <b>Geberit</b> ", nas descargas dos aparelhos, incluindo acessórios, ligações e todos os trabalhos necessários.				
1.1.1.1	Ø 50 mm	ml	25,00	11,34 €	283,50 €
1.1.1.2	Ø 75 mm	ml	60,00	17,76 €	1.065,60 €
1.1.1.3	Ø 90 mm	ml	25,00	21,92 €	548,00 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>1.897,10 €</b>
1.1.2	Tubos <b>PEAD</b> tipo " <b>Geberit</b> " , incluindo ligações e acessórios, furações e fixações, abertura e enchimento de roços, bem como todos os acessórios, bocas de limpeza e ensaios, em tubos de queda, com as respectivas prumadas de ventilação, com os seguintes diâmetros:				
1.1.2.1	Ø 110 mm	ml	65,00	30,42 €	1.977,30 €
1.1.2.2	Ø 125 mm	ml	45,00	35,60 €	1.602,00 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>3.579,30 €</b>
1.1.3	Fornecimento e assentamento dos seguintes equipamentos incluindo todos os acessórios e trabalhos complementares.				
1.1.3.1	Sifões de Garrafas	un	67,00	11,27 €	755,09 €
1.1.3.2	Caixas de pavimento	un	22,00	13,33 €	293,30 €
1.1.3.3	"H" de ventilação na cobertura.	un	8,00	94,08 €	752,64 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>1.801,03 €</b>

**Cenário 3 - Tubo de PEAD****ESTIMATIVA ORÇAMENTAL**

<b>Artº Nº</b>	<b>Designação</b>	<b>Un</b>	<b>Quant.</b>	<b>Preço unitário</b>	<b>Importância</b>
1.1.4	Câmara de reunião, completa, com guiamentos, aro e tampa com tampa e/ou grelha, vedada hermeticamente e com acabamento igual ao do pavimento, com as seguintes dimensões:				
1.1.4.1	1,00x1,00 - 1,00≤h<1,20m	un	1,00	700,00 €	700,00 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>700,00 €</b>
1.1.5	<b>Custo global</b>				<b>8.017,43 €</b>

## Cenário 4 - Tubo de Silent db 20

## ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

Artº Nº	Designação	Un	Quant.	Preço unitário	Importância
Nota :	As eventuais referências a marcas de materiais, de produtos ou de equipamentos, são apresentadas a título meramente indicativo de qualidade pretendido, devendo entender-se associadas ao termo " ou equivalente"				
	Em todos os artigos que constam deste Mapa de Quantidades, consideram-se incluídos nos preços unitários a apresentar, a totalidade dos trabalhos de apoio de construção civil e outros preparatórios e complementares, de modo a garantir o perfeito funcionamento das instalações respectivas. Devem ainda incluir nos preços unitários os respectivos ensaios, vistorias e certificações, nos termos das normas e regulamentação aplicável.				
<b>1</b>	<b>HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR - Pinhal de Vila Chã, Barreiro</b>				
1.1	<b>Redes Interiores de Esgotos Domésticos</b>				
1.1.1	Fornecimento e assentamento de tubagem em <b>Silent db 20</b> tipo " <b>Geberit</b> ", nas descargas dos aparelhos, incluindo acessórios, ligações e todos os trabalhos necessários.				
1.1.1.1	Ø 63 mm	ml	25,00	17,36 €	434,00 €
1.1.1.2	Ø 75 mm	ml	60,00	22,18 €	1.330,56 €
1.1.1.3	Ø 90 mm	ml	25,00	33,56 €	838,95 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>2.603,51 €</b>
1.1.2	Tubos <b>Silent db 20</b> tipo " <b>Geberit</b> ", incluindo ligações e acessórios, furações e fixações, abertura e enchimento de roços, bem como todos os acessórios, bocas de limpeza e ensaios, em tubos de queda, com as respectivas prumadas de ventilação, com os seguintes diâmetros:				
1.1.2.1	Ø 110 mm	ml	65,00	39,30 €	2.554,50 €
1.1.2.2	Ø 135 mm	ml	45,00	53,40 €	2.403,00 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>4.957,50 €</b>
1.1.3	Fornecimento e assentamento dos seguintes equipamentos incluindo todos os acessórios e trabalhos complementares.				
1.1.3.1	Sifões de Garrafas	un	67,00	11,27 €	755,09 €
1.1.3.2	Caixas de pavimento	un	22,00	13,33 €	293,30 €
1.1.3.3	"H" de ventilação na cobertura.	un	8,00	94,08 €	752,64 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>1.801,03 €</b>

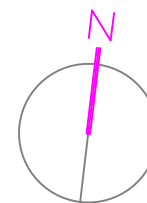
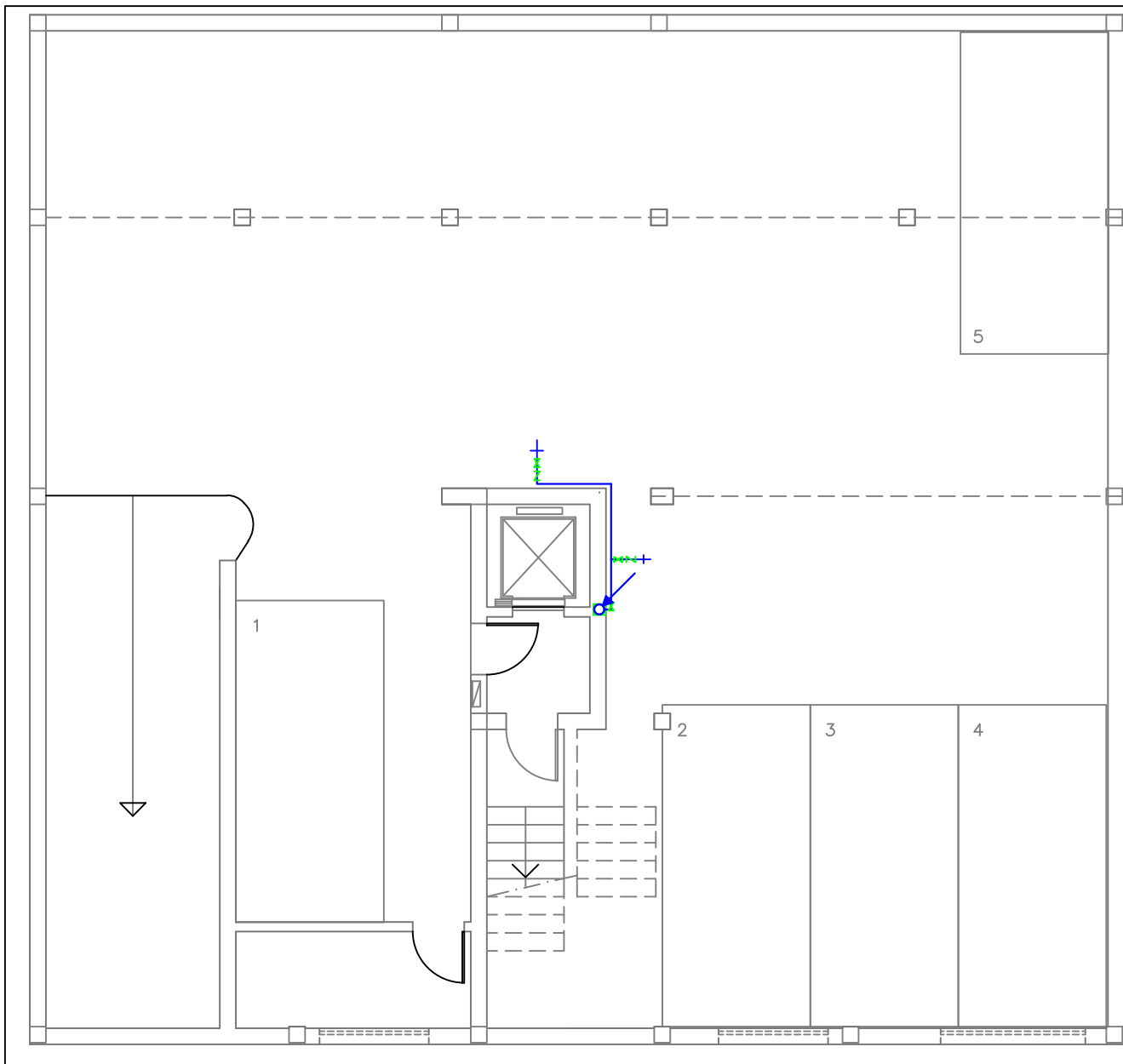
**Cenário 4 - Tubo de Silent db 20****ESTIMATIVA ORÇAMENTAL**

<b>Artº Nº</b>	<b>Designação</b>	<b>Un</b>	<b>Quant.</b>	<b>Preço unitário</b>	<b>Importância</b>
1.1.4	Câmara de reunião, completa, com guiamentos, aro e tampa com tampa e/ou grelha, vedada hermeticamente e com acabamento igual ao do pavimento, com as seguintes dimensões:				
1.1.4.1	1,00x1,00 - $1,00 \leq h < 1,20$ m	un	1,00	700,00 €	700,00 €
	<b>Total do capítulo</b>				<b>700,00 €</b>
1.1.5	<b>Custo global</b>				<b>10.062,04 €</b>











## **ANEXO III - DESENHOS BASE DOS CENÁRIOS ANALISADOS**

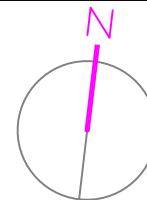
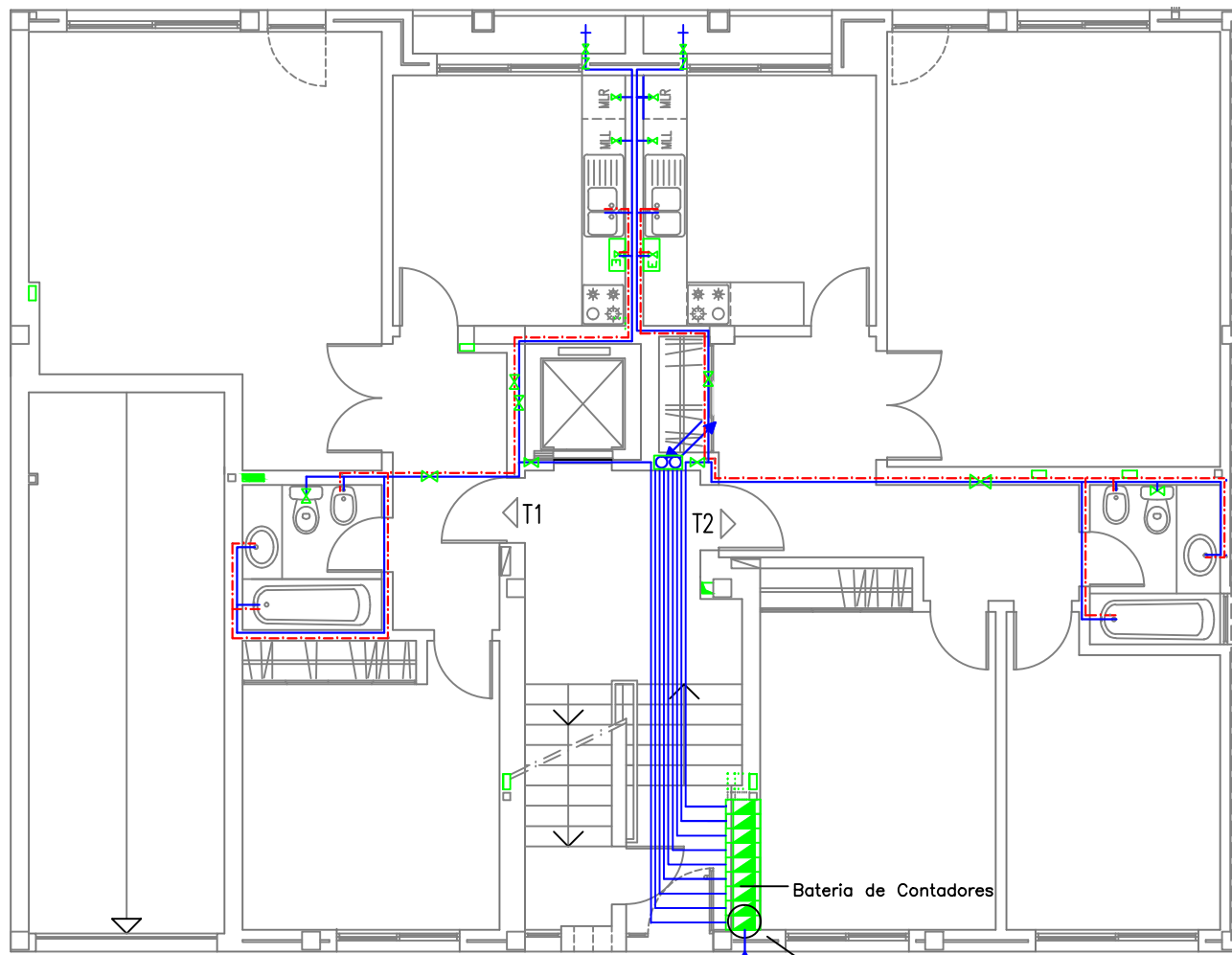




LEGENDA:

- PRUMADA DESCENDENTE COM MUDANÇA DE PISO 
- PRUMADA ASCENDENTE COM MUDANÇA DE PISO 
- TUBAGEM DE ÁGUA FRIA 
- TORNEIRA DE LAVAGEM 
- TUBAGEM DE ÁGUA QUENTE 
- VÁLVULA DE SECCIONAMENTO 
- VÁLVULA DE RETENÇÃO 
- ZONA TÉCNICA 

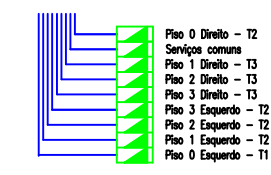
Engenharia Civil, FCT – UNL		Dissertação em Construção
Projecto de Redes de águas – Tubagem rígida comum aos cenários A a D		
Planta do Piso -1	Realizado por:	Escala: 1/100
Maio de 2011	Marco Pereira	Desenho n° 1



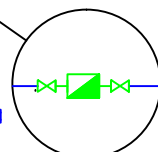
LEGENDA:

- PRUMADA DESCENDENTE COM MUDANÇA DE PISO
- PRUMADA ASCENDENTE COM MUDANÇA DE PISO
- TUBAGEM DE ÁGUA FRIA
- TORNEIRA DE LAVAGEM
- TUBAGEM DE ÁGUA QUENTE
- ESQUENTADOR
- VÁLVULA DE SECCIONAMENTO
- VÁLVULA DE RETENÇÃO
- ZONA TÉCNICA

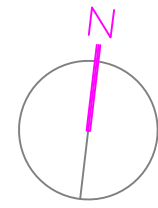
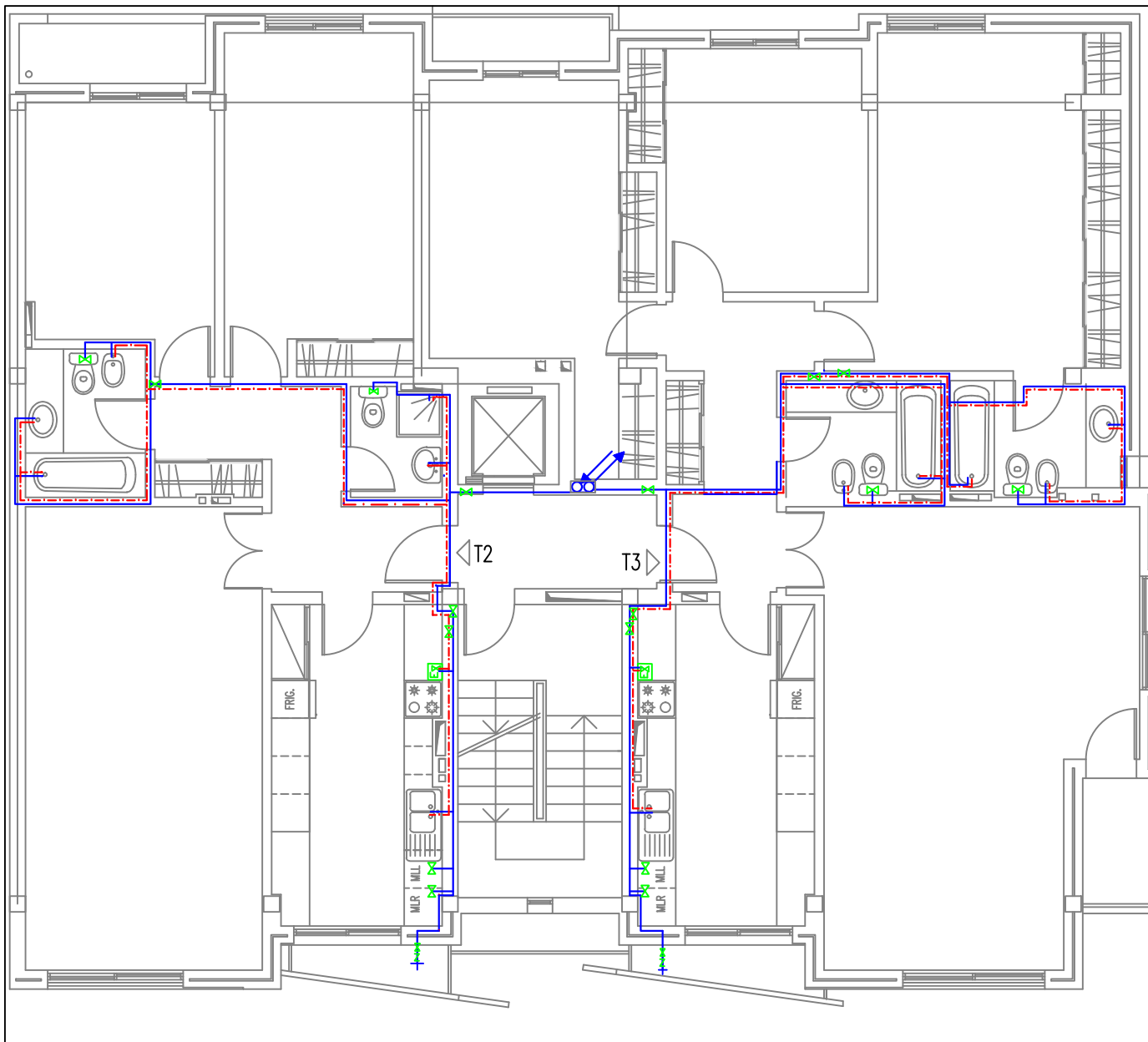
Bateria de Contadores



Entrada de água



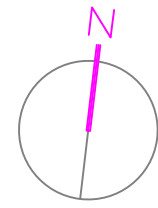
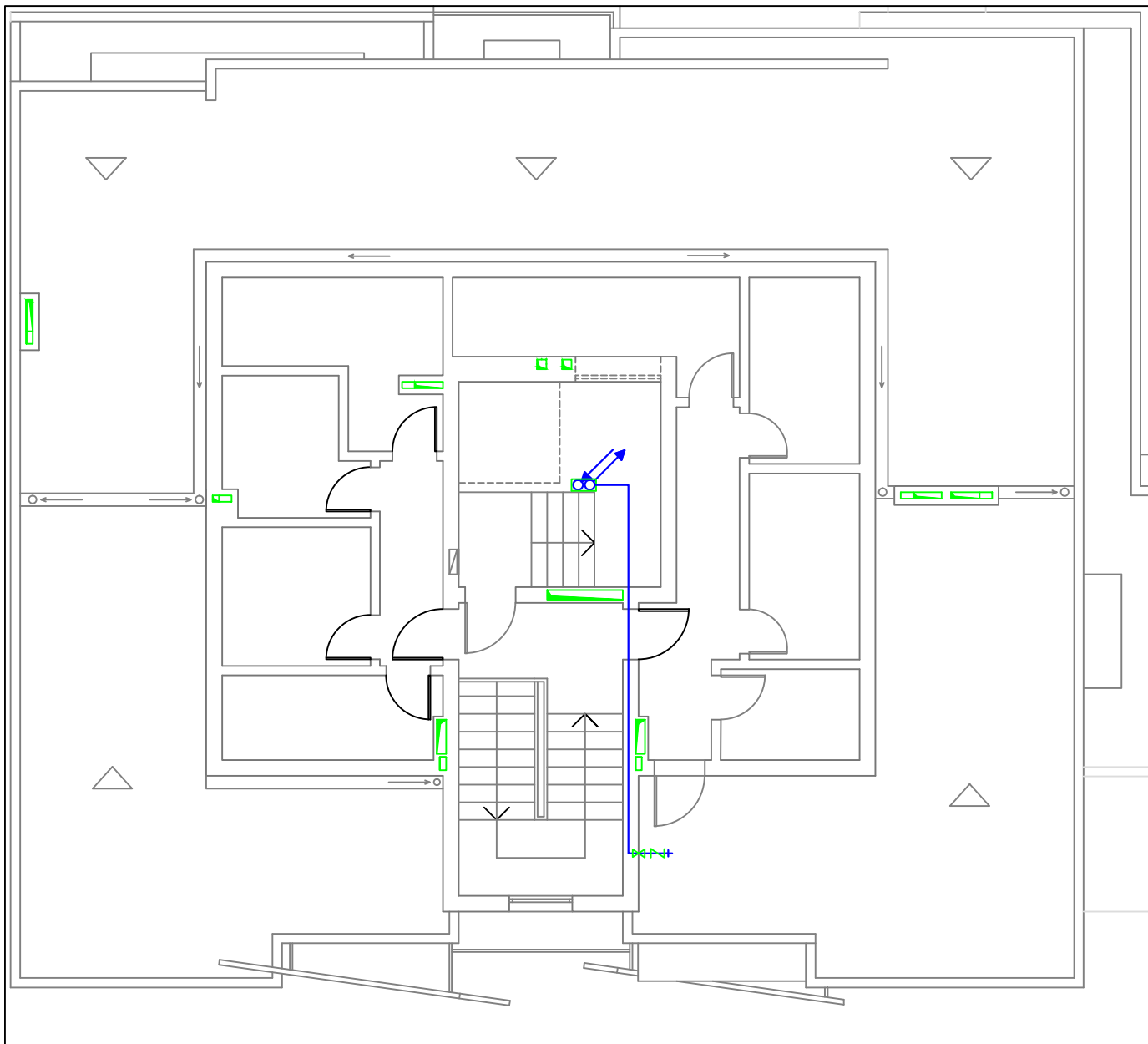
Engenharia Civil, FCT - UNL		Dissertação em Construção
Projecto de Redes de águas - Tubagem rígida comum aos cenários A a D		
Planta do Piso 0	Realizado por:	Escala: 1/100
Maio de 2011	Marco Pereira	Desenho n° 2



LEGENDA:

- PRUMADA DESCENDENTE COM MUDANÇA DE PISO
- PRUMADA ASCENDENTE COM MUDANÇA DE PISO
- TUBAGEM DE ÁGUA FRIA
- TORNEIRA DE LAVAGEM
- TUBAGEM DE ÁGUA QUENTE
- ESQUENTADOR
- VÁLVULA DE SECCIONAMENTO
- VÁLVULA DE RETENÇÃO
- ZONA TÉCNICA

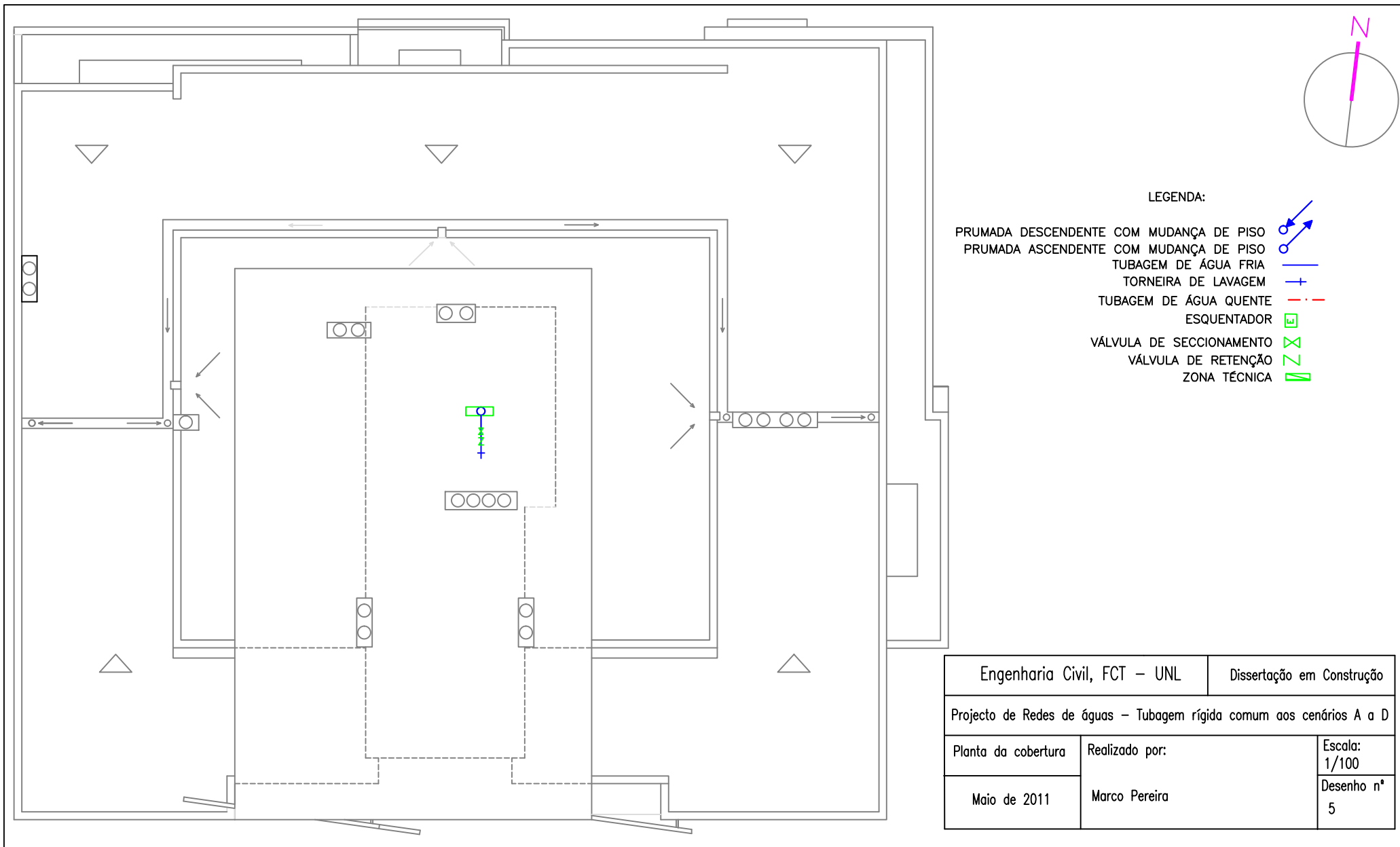
Engenharia Civil, FCT – UNL		Dissertação em Construção
Projecto de Redes de águas – Tubagem rígida comum aos cenários A a D		
Planta do Piso 1,2,3	Realizado por:	Escala: 1/100
Maio de 2011	Marco Pereira	Desenho n° 3



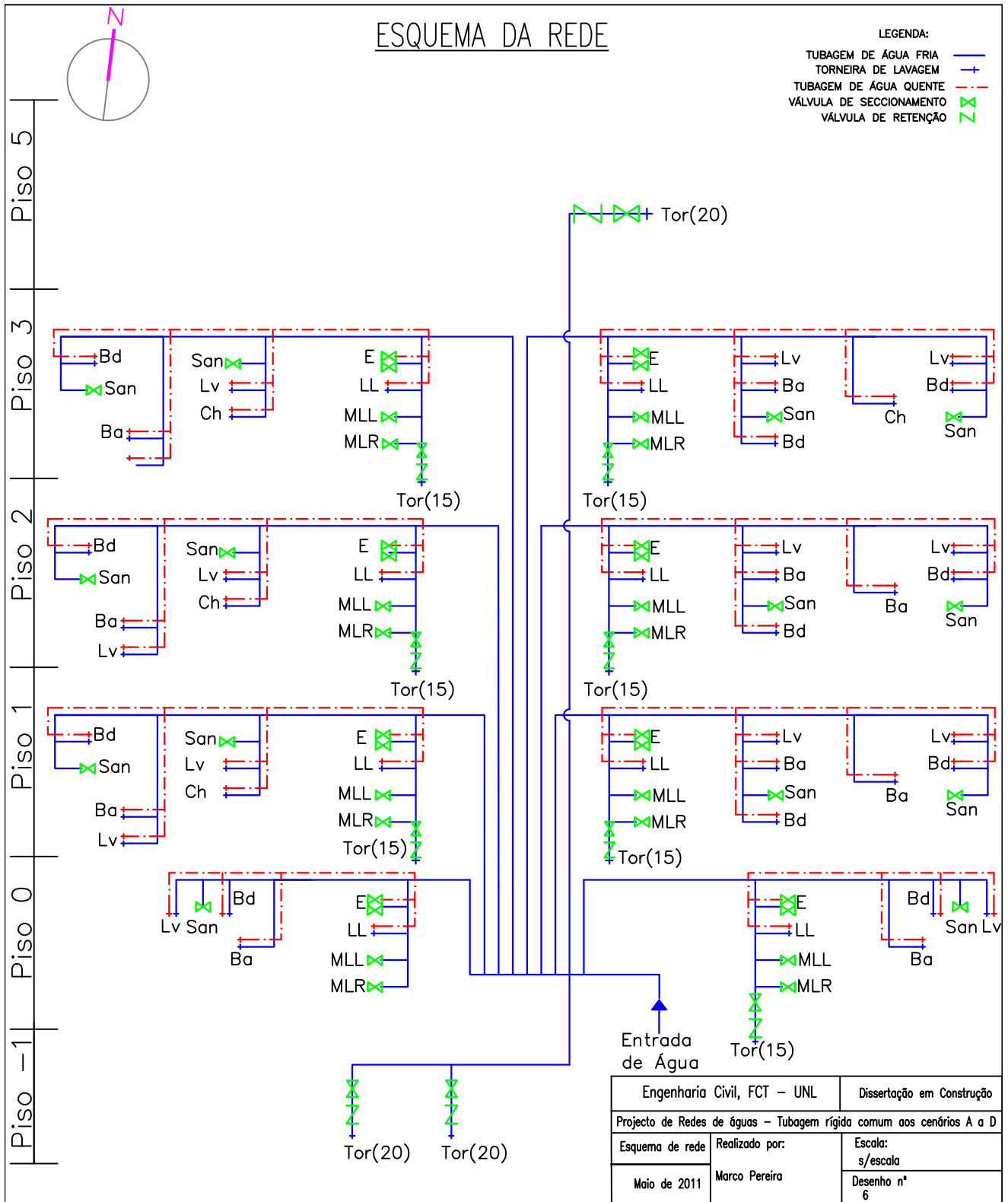
LEGENDA:

- PRUMADA DESCENDENTE COM MUDANÇA DE PISO
- PRUMADA ASCENDENTE COM MUDANÇA DE PISO
- TUBAGEM DE ÁGUA FRIA
- TORNEIRA DE LAVAGEM
- TUBAGEM DE ÁGUA QUENTE
- ESQUENTADOR
- VÁLVULA DE SECCIONAMENTO
- VÁLVULA DE RETENÇÃO
- ZONA TÉCNICA

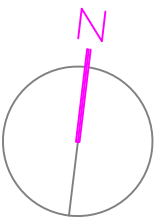
Engenharia Civil, FCT – UNL		Dissertação em Construção
Projecto de Redes de águas – Tubagem rígida comum aos cenários A a D		
Planta do Piso 4	Realizado por:	Escala: 1/100
Maio de 2011	Marco Pereira	Desenho n° 4



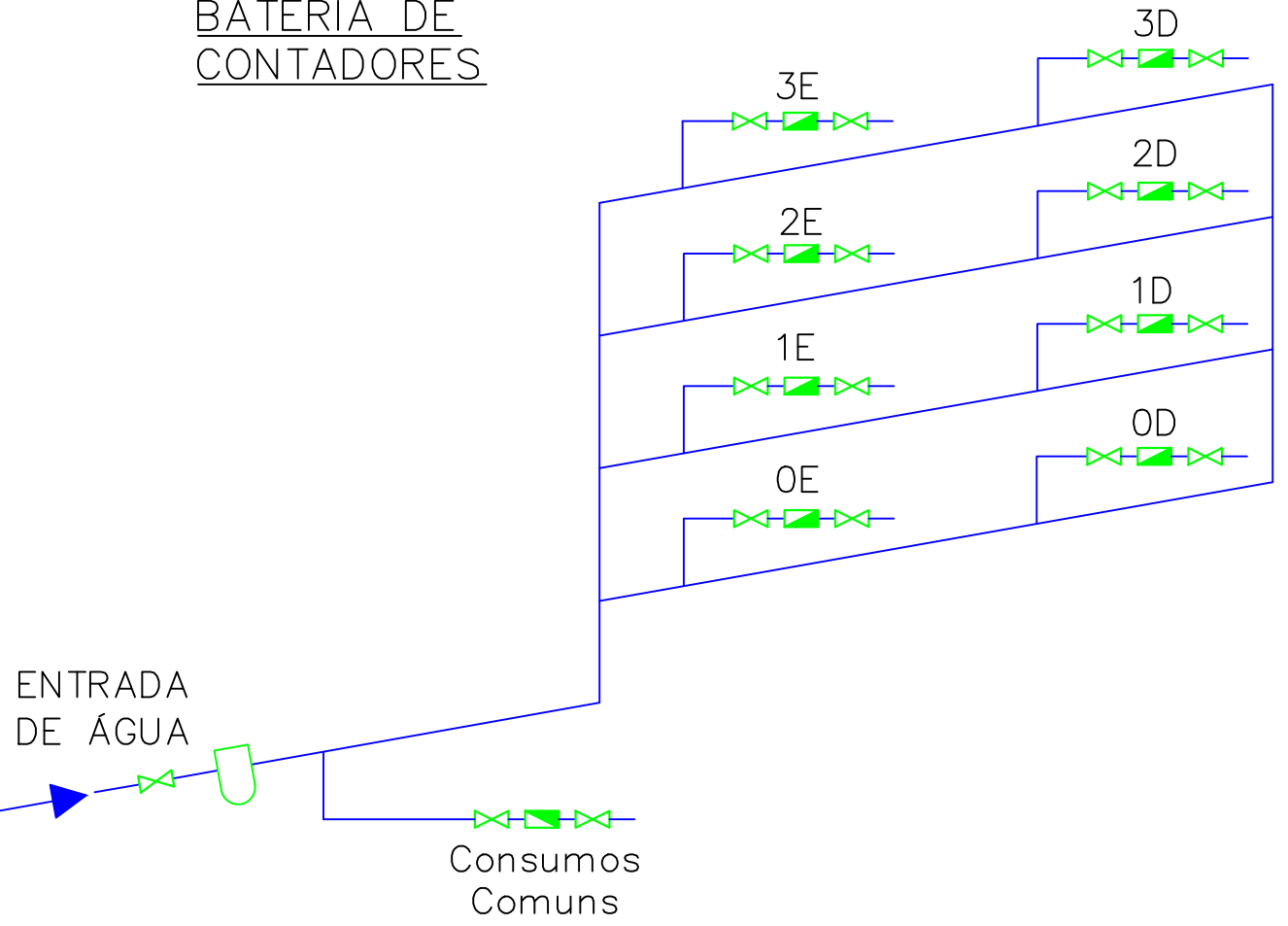
# ESQUEMA DA REDE



Engenharia Civil, FCT - UNL		Dissertação em Construção
Projecto de Redes de águas - Tubagem rígida comum aos cenários A a D		
Esquema de rede	Realizado por:	Escala: s/escala
Maio de 2011	Marco Pereira	Desenho n° 6



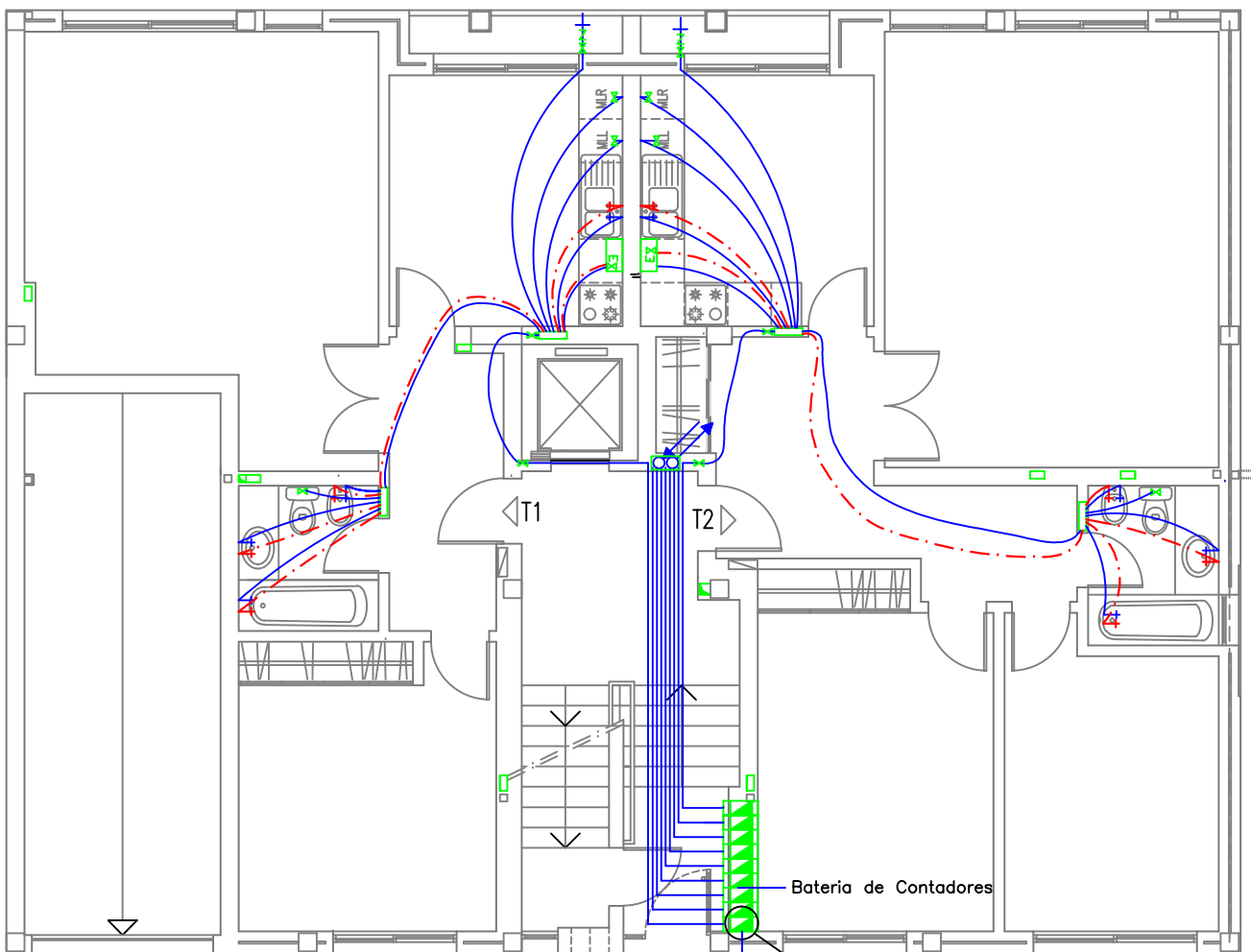
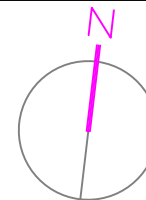
BATERIA DE CONTADORES



LEGENDA:

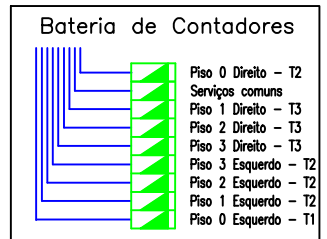
- PRUMADA DESCENDENTE COM MUDANÇA DE PISO
- PRUMADA ASCENDENTE COM MUDANÇA DE PISO
- TUBAGEM DE ÁGUA FRIA
- TORNEIRA DE LAVAGEM
- TUBAGEM DE ÁGUA QUENTE
- ESQUENTADOR
- VÁLVULA DE SECCIONAMENTO
- VÁLVULA DE RETENÇÃO
- ZONA TÉCNICA
- CONTADOR
- FILTRO

Engenharia Civil, FCT – UNL		Dissertação em Construção
Projecto de Redes de águas – Tubagem rígida comum aos cenários A a D		
Bateria de contadores	Realizado por:	Escala: s/escala
Maio de 2011	Marco Pereira	Desenho n° 7

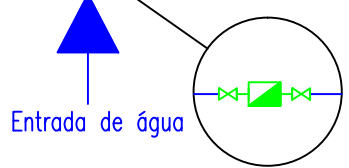


LEGENDA:

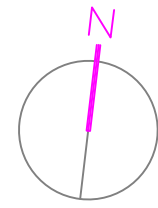
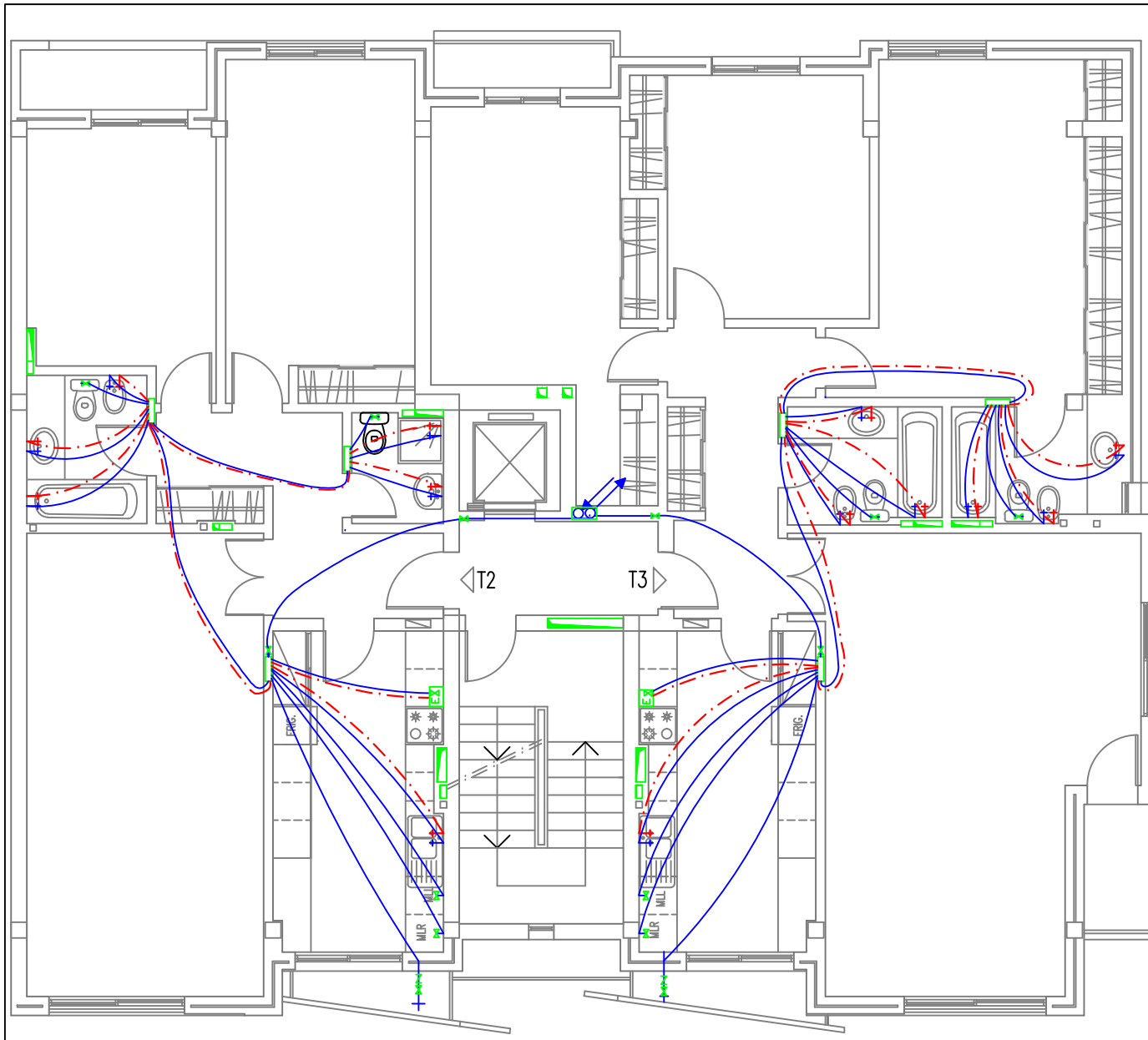
- PRUMADA DESCENDENTE COM MUDANÇA DE PISO
- PRUMADA ASCENDENTE COM MUDANÇA DE PISO
- TUBAGEM DE ÁGUA FRIA
- TORNEIRA DE LAVAGEM
- TUBAGEM DE ÁGUA QUENTE
- ESQUENTADOR
- VÁLVULA DE SECCIONAMENTO
- VÁLVULA DE RETENÇÃO
- ZONA TÉCNICA



APARELHOS	LIGAÇÃO
lavatório bidê sanita	16
máquinas lava-loiça banheira esquentador	20



Engenharia Civil, FCT - UNL		Dissertação em Construção
Projecto de Redes de águas - Tubagem flexível do cenário D		
Planta do Piso 0	Realizado por:	Escala: 1/100
Maio de 2011	Marco Pereira	Desenho n° 8

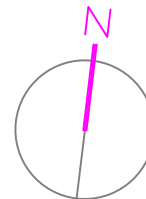
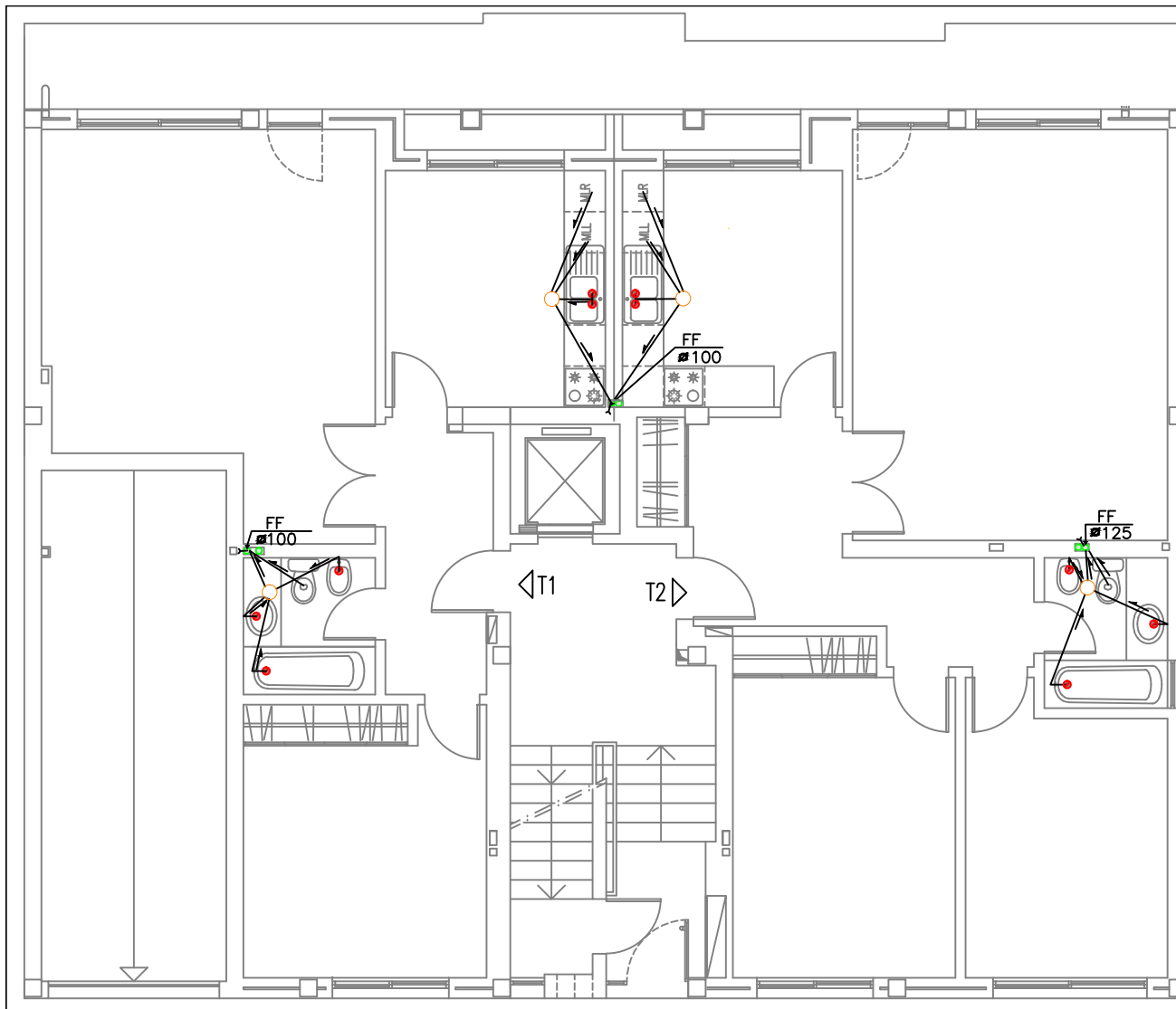


LEGENDA:

- PRUMADA DESCENDENTE COM MUDANÇA DE PISO
- PRUMADA ASCENDENTE COM MUDANÇA DE PISO
- TUBAGEM DE ÁGUA FRIA
- TORNEIRA DE LAVAGEM
- TUBAGEM DE ÁGUA QUENTE
- ESQUENTADOR
- VÁLVULA DE SECCIONAMENTO
- VÁLVULA DE RETENÇÃO
- ZONA TÉCNICA

APARELHOS	LIGAÇÃO
lavatório bidé sanita	16
máquinas lava-loiça banheira esquentador	20

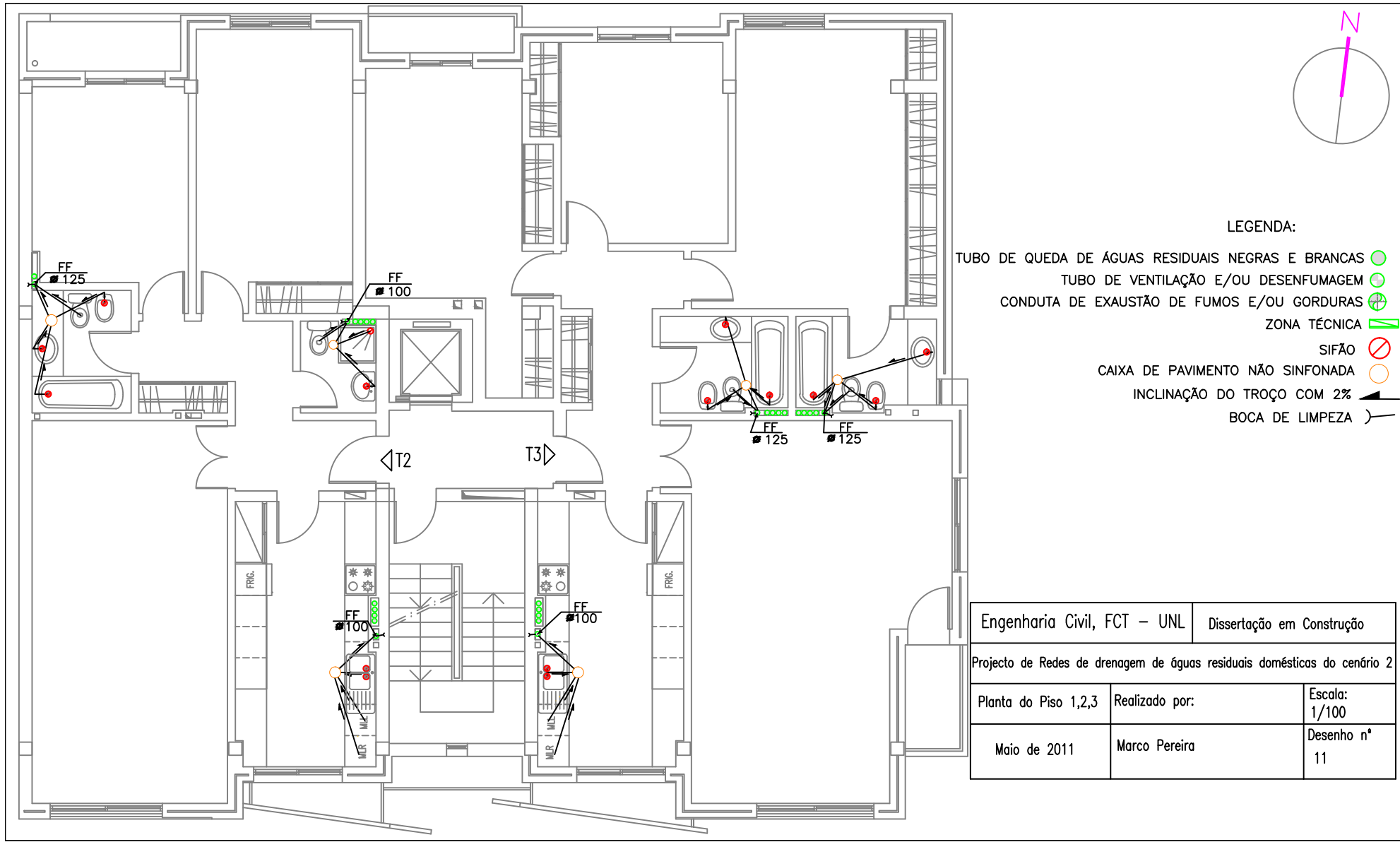
Engenharia Civil, FCT – UNL		Dissertação em Construção
Projecto de Redes de águas – Tubagem flexível do cenário D		
Planta do Piso 1,2,3	Realizado por:	Escala: 1/100
Maio de 2011	Marco Pereira	Desenho n° 9



LEGENDA:

- TUBO DE QUEDA DE ÁGUAS RESIDUAIS NEGRAS E BRANCAS
- TUBO DE VENTILAÇÃO E/OU DESENFUMAGEM
- CONDUITA DE EXAUSTÃO DE FUMOS E/OU GORDURAS
- ZONA TÉCNICA
- SIFÃO
- CAIXA DE PAVIMENTO NÃO SIFONADA
- INCLINAÇÃO DO TROÇO COM 2%
- BOCA DE LIMPEZA

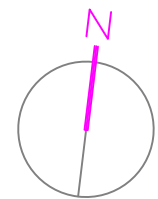
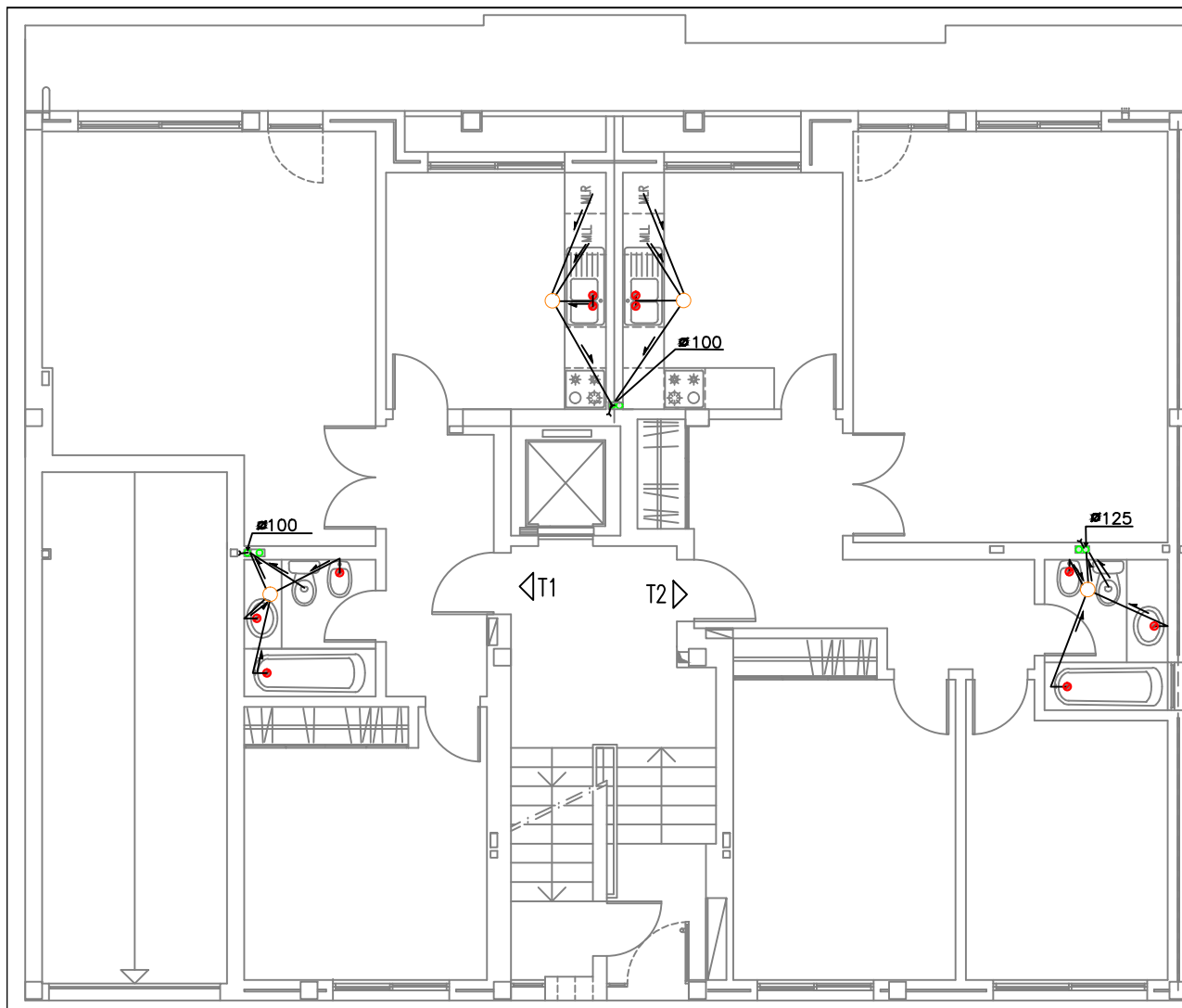
Engenharia Civil, FCT – UNL		Dissertação em Construção
Projecto de Redes de drenagem de águas residuais domésticas do cenário 2		
Planta do Piso 0	Realizado por:	Escala: 1/100
Maio de 2011	Marco Pereira	Desenho n° 10



LEGENDA:

- TUBO DE QUEDA DE ÁGUAS RESIDUAIS NEGRAS E BRANCAS ○
- TUBO DE VENTILAÇÃO E/OU DESENFUMAGEM ○
- CONDOTA DE EXAUSTÃO DE FUMOS E/OU GORDURAS ○
- ZONA TÉCNICA ▬
- SIFÃO ⊘
- CAIXA DE PAVIMENTO NÃO SINFONADA ○
- INCLINAÇÃO DO TROÇO COM 2% ↘
- BOCA DE LIMPEZA ⌋

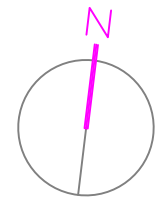
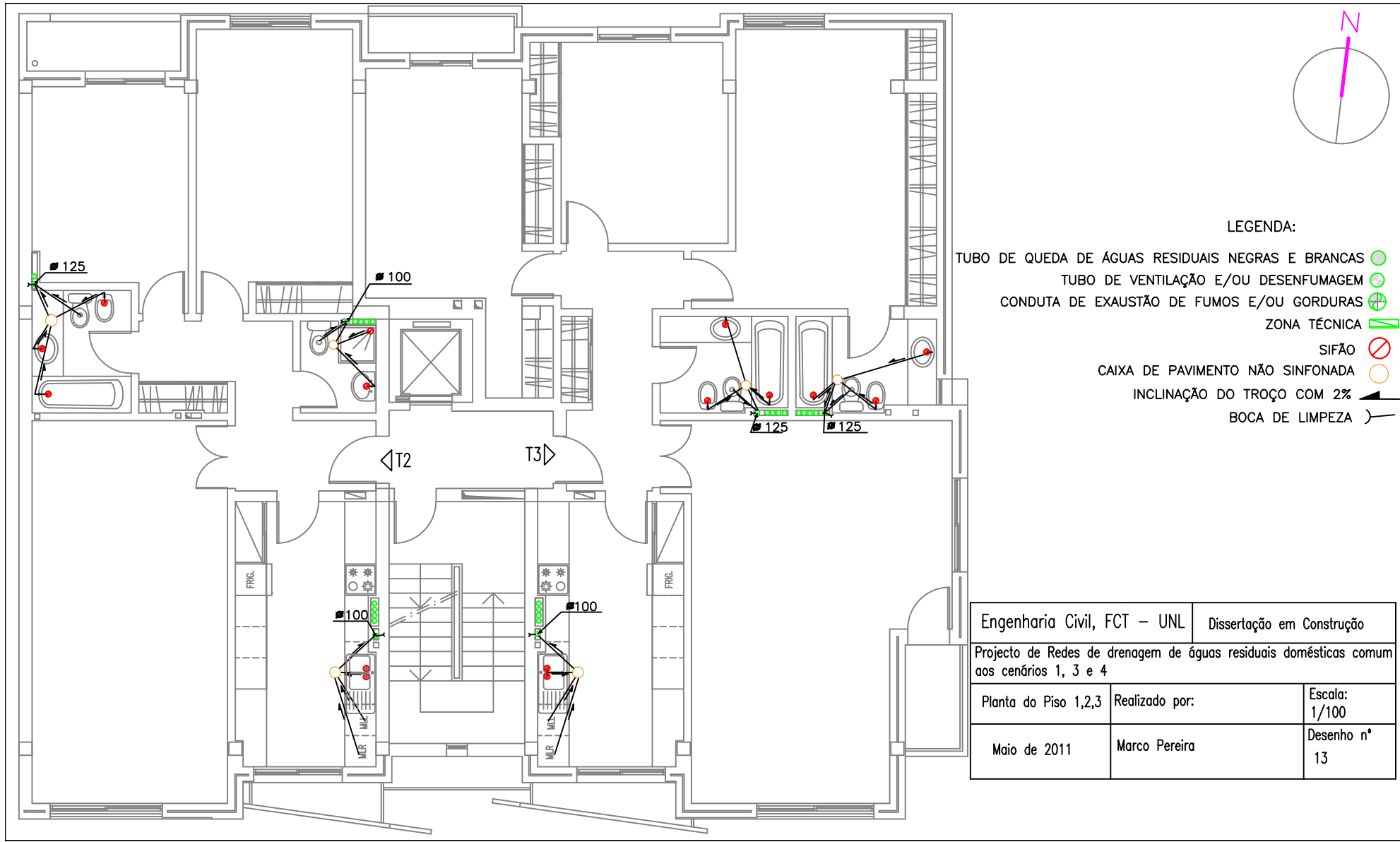
Engenharia Civil, FCT – UNL		Dissertação em Construção
Projecto de Redes de drenagem de águas residuais domésticas do cenário 2		
Planta do Piso 1,2,3	Realizado por:	Escala: 1/100
Maio de 2011	Marco Pereira	Desenho n° 11



LEGENDA:

- TUBO DE QUEDA DE ÁGUAS RESIDUAIS NEGRAS E BRANCAS ○
- TUBO DE VENTILAÇÃO E/OU DESENFUMAGEM ◻
- CONDOTA DE EXAUSTÃO DE FUMOS E/OU GORDURAS ◴
- ZONA TÉCNICA ▬
- SIFÃO ⊘
- CAIXA DE PAVIMENTO NÃO SINFONADA ○
- INCLINAÇÃO DO TROÇO COM 2% ↘
- BOCA DE LIMPEZA )

Engenharia Civil, FCT – UNL		Dissertação em Construção
Projecto de Redes de drenagem de águas residuais domésticas comum aos cenários 1, 3 e 4		
Planta do Piso 0	Realizado por:	Escala: 1/100
Maio de 2011	Marco Pereira	Desenho n° 12



LEGENDA:

- TUBO DE QUEDA DE ÁGUAS RESIDUAIS NEGRAS E BRANCAS ○
- TUBO DE VENTILAÇÃO E/OU DESENFUMAGEM ○
- CONDUTA DE EXAUSTÃO DE FUMOS E/OU GORDURAS ○
- ZONA TÉCNICA ▬
- SIFÃO ⊘
- CAIXA DE PAVIMENTO NÃO SINFONADA ○
- INCLINAÇÃO DO TROÇO COM 2% ↘
- BOCA DE LIMPEZA ⌋

Engenharia Civil, FCT – UNL		Dissertação em Construção
Projecto de Redes de drenagem de águas residuais domésticas comum aos cenários 1, 3 e 4		
Planta do Piso 1,2,3	Realizado por:	Escala: 1/100
Maio de 2011	Marco Pereira	Desenho n° 13