



Maura Andreia da Silva **Sustentabilidade no uso da água para
rega em estruturas desportivas**
Aguiar

Estádio da Luz – Sport Lisboa e Benfica

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Construção Civil, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Susana Maria Melo Fernandes Afonso Lucas e com coorientação da Professora Doutora Cristina Matos Silva

Dezembro, 2012

Aos meus ídolos, os meus pais.

Agradecimentos

O presente trabalho é o culminar de um percurso académico de esforço pessoal, mas que não seria possível sem colaboração, direta ou indireta, de várias pessoas a quem o dedico, com um eterno agradecimento.

A todos os professores, no geral, e em especial aos orientadores desta dissertação, pelos conhecimentos partilhados, disponibilidade e incentivo.

Aos amigos e colegas que tornaram o meu percurso académico uma partilha de saberes e de experiências inesquecíveis, em especial à Fátima Melo.

Aos meus pais e ao meu irmão, por tudo, pois sem eles nada disto era possível.

Resumo

A água é o elemento fundamental para a existência de vida na Terra. A sua disponibilidade é limitada.

O aumento do consumo de água potável, as mudanças climáticas, o crescimento populacional, representa alguns aspetos que contribuem para o agravamento da escassez da água em diversas regiões do mundo. Em diversos países situados nas regiões áridas e semiáridas, a disponibilidade de água já é inferior à necessária para o quotidiano da população.

O aproveitamento de água pluvial constitui uma medida com potencial para combater a escassez de água, reduzir o consumo de água em usos que requerem água de qualidade inferior, contribui para a sustentabilidade em edifícios e é uma medida preconizada no programa *Green Goal* da FIFA. Esta é uma medida alternativa para a obtenção de água, de boa qualidade, para ser utilizada em usos não potáveis, como na rega de relvados e espaços verdes, lavagem de pavimentos, descargas sanitárias, por exemplo. É um sistema de simples implementação, que gera economia e que contribui para o meio ambiente.

Apesar de esta técnica ter sido muito utilizada pelos nossos antepassados, foi sofrendo o abandono, à medida que os sistemas de abastecimento de água potável foram implementados. Atualmente têm sido reunidos esforços para que os sistemas de aproveitamento de águas pluviais sejam novamente adotados.

Este trabalho foi realizado no âmbito do conceito de aproveitamento de água pluvial para rega em estruturas desportivas, tendo como caso de estudo o Estádio da Luz – Sport Lisboa e Benfica. Consiste, na avaliação da possibilidade de utilização/benefício associado à utilização da água pluvial para a rega do relvado do caso de estudo, em função das características da estrutura, dos registos pluviométricos e da qualidade da água pluvial.

A área de cobertura do Estádio da Luz tem aproximadamente 26.300 m² que, em função dos registos pluviométricos da zona de Lisboa, permite recolher cerca de 13.500 m³ de água pluvial anualmente. Anualmente são necessários 6.100 m³ de água para a rega do relvado. Com a implementação do sistema de aproveitamento de água pluvial no estádio, o consumo de água potável é reduzido em 63%, sendo necessário apenas 2.300 m³ de água proveniente do sistema de abastecimento público, sendo necessário este volume para a rega do relvado nos meses de junho a setembro. O reservatório escolhido para armazenar a água pluvial recolhida pela cobertura do estádio da luz tem capacidade para aproximadamente 325 m³ de água.

O aproveitamento de água pluvial tem sido uma medida incorporada em diversas estruturas desportivas de referência mundial, nomeadamente nas estruturas dos parceiros desportivos da FIFA. A adoção de práticas mais sustentáveis, em edifícios de interesse público elucida os seus utilizadores, a adquirem práticas que contribuam para a preservação do meio ambiente, de modo a não comprometer os recursos naturais das gerações futuras. Sendo o futebol considerado um grande negócio e em crescimento contínuo e com vultuosos valores de receitas, e uma vez que a comunicação social dá grande relevância aos acontecimentos no mundo desportivo, a implementação de medidas mais sustentáveis em estruturas desportivas, são vistas como uma oportunidade de dar a conhecer ao mundo as alternativas existentes para a construção de modo a tornar nossos edifícios mais sustentáveis.

PALAVRAS-CHAVE: sistemas de aproveitamento de água pluvial, usos não potáveis, rega, relvado

Abstract

The water is the fundamental element for the existence of life on Earth. Their availability is limited.

The increase of consumption of potable water, climate change, population growth, represents some aspects which contribute to the worsening of water scarcity in various regions of the world. On several countries located in arid and semiarid regions, water availability is already less than that required for people's daily lives.

The harvesting rainwater constitute a measure with potential to combat water scarcity, reduce water consumption for uses that require water of inferior quality, contributes to sustainability in buildings and is a measure advocated in FIFA Green Goal program. This is an alternative measure for obtaining water of good quality to be used in non-potable uses as in irrigation of lawns and green spaces, washing floors, sanitary discharges, for example. It is with simple implementation system that generates and contributes to savings the environment.

Although this technique to have been much used by our ancestor, was suffering from the abandonment, as the systems of drinking water supply were implemented. Currently an effort has been meeting to ensuring that systems of rainwater harvesting are adopted again.

This work was performed under the concept of harnessing rainwater for watering sports structures, taking as case study the Benfica Stadium - Sport Lisboa e Benfica. It consists in the evaluation of possibility of use / benefits associated to the use of rainwater for irrigation the lawn in the case study, according to the characteristics of the structure, of rainfall records and quality of rainwater.

The coverage area of the Benfica Stadium _ has approximately 26,300 m² that, according to the of rainfall records the Lisbon area, allows you to collect about 13.500 m³ of rainwater annually. Annually 6.100 m³ of water needed for irrigation the lawn. With the implementation of system harnessing of rainwater in the stadium, the potable water consumption is reduced in 63%, requiring only 2.300 m³ of water coming from public supply system, this volume being necessary to irrigate the lawn in the months of June to September. The tank chosen to store rainwater collected by the roof of the Benfica Stadium has capacity for approximately 325 m³ of water.

The harvesting rainwater has been a measure incorporated into in various sports structures worldwide reference in particular in the structures of Sports FIFA partners. The adoption of more sustainable practices in buildings of public interest elucidates its users to acquire practices that contribute to the preservation of the environment, so as not to compromise the natural resources for future generations. Being considered

football a big business and in continuous growth and revenue values with any significance, and since the media gives great relevance to the events in sporting world, the implementation of more sustainable measures in sports structures, are seen as an opportunity to make known into the world existing alternatives to building so as to make our buildings more sustainable.

KEYWORDS: rainwater harvesting system, non-potable uses, irrigation, lawn

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	iii
Abstract.....	v
Índice	vii
Índice de figuras.....	xi
Índice de tabelas.....	xv
Índice de gráficos.....	xvii
Índice de equações.....	xix
Lista de símbolos, abreviaturas e acrónimos	xxi
1. Introdução	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Estrutura da dissertação	3
2. Revisão Bibliográfica.....	5
2.1. Problemática da escassez de água.....	5
2.2. Aproveitamento de águas pluviais ao longo da história.....	10
2.2.1. Internacional.....	10
2.2.2. Nacional.....	16
2.3. Vantagens e desvantagens do aproveitamento de água pluvial.....	20
2.4. Qualidade da água pluvial.....	22
2.5. Enquadramento legal.....	25
2.5.1. Internacional.....	25
2.5.2. Portugal	27
2.6. Aproveitamento de água pluvial em Estádios de Futebol	29
2.6.1. Sustentabilidade.....	29
2.6.2. Recomendações da FIFA para estádios de futebol	31
2.6.3. Exemplos de aproveitamento de água pluvial em estruturas desportivas em funcionamento	33
2.6.4. Estruturas desportivas sustentáveis em fase de construção	38
3. Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais – SAAP	46
3.1. Componentes do SAAP	48

3.1.1.	Superfície de captação	48
3.1.2.	Sistema de transporte	49
3.1.3.	Dispositivos de primeira lavagem - <i>first-flush</i>	50
3.1.4.	Dispositivos de filtragem	52
3.1.5.	Reservatório.....	53
3.1.6.	Sistema de bombeamento	54
3.1.7.	Acessórios: Conjunto de sucção flutuante, amortecedor e sifão.....	54
3.2.	Dimensionamento do reservatório.....	56
3.3.	Manutenção e instalação do SAAP	61
4.	Caso de estudo: Estádio da Luz	64
4.1.	Metodologia.....	64
4.1.1.	Descrição da zona de estudo.....	64
4.1.2.	Descrição do caso de estudo.....	67
4.1.3.	Levantamento de dados.....	71
4.2.	Descrição do sistema de abastecimento e drenagem de água existente	78
5.	Resultados	81
5.1.	Levantamento de dados	81
5.1.1.	Registos pluviométricos.....	81
5.1.2.	Qualidade da água pluvial	84
5.1.3.	Dados de consumo de água potável	93
5.1.4.	Área de captação.....	95
5.1.5.	Volume de água pluvial	95
5.1.6.	Desvio das primeiras águas	97
5.1.7.	Reservatório.....	97
5.2.	Análise de viabilidade económica.....	108
6.	Conclusão e trabalhos futuros.....	113
6.1.	Conclusão.....	113
6.2.	Trabalhos Futuros	114
7.	Bibliografia.....	115
7.1.	Referências bibliográficas	115
7.2.	Bibliografia permanente	120

Anexo I – Declaração Universal dos Direitos da Água.....	122
Anexo II – Plantas de arquitetura do Estádio da Luz.....	126
Anexo III – Registos pluviométricos (2001 – 2012)	128
Anexo IV – Análises da água pluvial	136
Anexo V – Tarifário da água praticado pela EPAL	137

Índice de figuras

Figura 1 - Disponibilidade de água doce, em m ³ por pessoa e por ano, 2007 [8].....	7
Figura 2 - Distribuição espacial do índice de seca meteorológica em 30 de setembro de 2012 [13].....	9
Figura 3 - Vestígios de cisterna em Ruta Puuc [16].....	11
Figura 4 - <i>Cenote</i> , no México [16].....	11
Figura 5 - Cisternas Romanas de Monturque [16]	12
Figura 6 - Imagem exemplificativa de <i>Compluvium e Impluvium</i> [16].....	13
Figura 7 - Palácio de Knossos na ilha de Creta, na Grécia [16].....	13
Figura 8 - <i>Aljibes</i> ou cisternas de armazenamento de água pluvial na Andaluzia, em Espanha [16].....	14
Figura 9 - Os vestígios dos Nabateus, em Petra [16].....	14
Figura 10 - Fortaleza de Masada, em Israel [16]	15
Figura 11 - Cisterna em El Jadida, em Marrocos [16].....	15
Figura 12 - Cisternas em Minde [16]	17
Figura 13 - A <i>Domus Municipalis</i> com cisterna, em Bragança Minde [16].....	17
Figura 14 - Cisterna da Cripta Arqueológica do Castelo de Alcácer do Sal [16].....	17
Figura 15 - Cisterna na vila de Monsaraz [16].....	18
Figura 16 - Cisterna do Castelo de Silves [16]	18
Figura 17 - Eirado e cisterna [17].....	19
Figura 18 - Cisterna de uma moradia de Santa Bárbara, na Ilha Terceira [18]	19
Figura 19 - Cisterna Quinta dos Figos, Ilha Terceira	20
Figura 20 - Pilares fundamentais do desenvolvimento sustentável [36].....	30
Figura 21- <i>Olympiastadion</i> , em Berlim [37].....	33
Figura 22 - <i>Gottlieb Daimler Stadion</i> , em Estugarda [38].....	34
Figura 23 - <i>Soccer City</i> , em Joanesburgo [39].....	35
Figura 24 - <i>Moses Mabhida Stadium</i> , em Durban [40]	35
Figura 25 - <i>Green Point Stadium</i> , na Cidade do Cabo [41].....	36
Figura 26 - <i>Rectangular Stadium</i> , em Melbourne [42].....	36
Figura 27 - <i>Beijing National Stadium</i> , na China [43].....	37
Figura 28- <i>Velodrome Park</i> , em Londres [44].....	37
Figura 29 - <i>Red Star Stadium</i> , em Belgrado [45]	38

Figura 30 - Estádio da Beira Rio [47].....	39
Figura 31 - Estádio Maracanã [47].....	40
Figura 32 - Estádio de Morumbi [47].....	40
Figura 33 - Estádio de Castelão [47]	41
Figura 34 - Estádio Arena da Baixada [47].....	41
Figura 35 - Estádio Governador José Fragelli [47]	42
Figura 36 - Estádio Arena das Dunas [47].....	42
Figura 37 - Estádio Nacional [47].....	43
Figura 38 - Estádio da Cidade da Copa [47]	44
Figura 39 - Estádio Mineirão [47]	44
Figura 40 - Estádio Vivaldo Lima [47]	45
Figura 41 - Estádio Fonte Nova [47]	45
Figura 42 - Sistema de aproveitamento de águas pluviais [48]	47
Figura 43 - Malhar instalada sobre a caleira [16].....	50
Figura 44 - Dispositivo de primeira lavagem [48].....	51
Figura 45 - Exemplo de filtro de água pluvial [51].....	52
Figura 46 - Exemplo de uma bomba submersível [51].....	54
Figura 47 - Conjunto de sucção flutuante [53].....	55
Figura 48 - Tubo de entrada com amortecedor de água [54]	55
Figura 49 - Sifão [54].....	56
Figura 50 - Mapa de Portugal Continental e localização da cidade de Lisboa [55].....	65
Figura 51 - Localização de São Domingos de Benfica em Portugal Continental [55].....	66
Figura 52 - Mapa da freguesia de São Domingos de Benfica e localização do Estádio da Luz [57]	66
Figura 53 - Localização do Estadio da Luz [58]	67
Figura 54 - Antigo Estádio da Luz à esquerda e o atual Estádio da Luz à direita [59].....	68
Figura 55 - Planta do complexo desportivo do Sport Lisboa e Benfica [60].....	69
Figura 56 - Pavilhão Império Bonança [60]	69
Figura 57 - Pavilhão Nº 2 [60].....	69
Figura 58 - Piscina EDP [60]	70
Figura 59 - 1º anel do Estádio da Luz [60]	70

Figura 60 - 2º anel do Estádio da Luz [60]	70
Figura 61 - 3º anel do Estádio da Luz [60]	70
Figura 62 - Último anel do Estádio da Luz [60].....	70
Figura 63 - Material da cobertura do Estádio da Luz [61]	72
Figura 64- Localização dos reservatórios do Estádio da Luz	72
Figura 65 - Acesso ao reservatório com duas células.....	73
Figura 66 - Reservatório inativo, composto por duas células	73
Figura 67 - Esquema representativo do controlo do nível de quantidade de água existente no reservatório [62].....	74
Figura 68 - Temperatura média anual à esquerda e à direita a precipitação anual acumulada [63].....	75
Figura 69 - Localização dos tubos de queda junto aos pilares principais do estádio.....	79
Figura 70 - Tubagem de transporte de água pluvial.....	79
Figura 71 - Estação meteorológica automática com telemetria de São Julião do Tojal - 20C/01C [65].....	81
Figura 72 - Planta de cobertura do Estádio da Luz.....	95
Figura 73 - Planta da cobertura do Estádio da Luz com a delimitação das áreas e dos tubos de queda.....	96
Figura 74 - Reservatório de duas células.....	98

Índice de tabelas

Tabela 1 - Variação da qualidade de água pluvial em função da superfície de captação [29].....	24
Tabela 2 - Coeficientes de escoamento superficial ou <i>Runoff</i> para diferentes superfícies de captação [50] [4].....	49
Tabela 3 - Frequência da manutenção dos componentes do SAAP [28]	62
Tabela 4 - Valores de Epan registados numa Tina de Classe A, em mm	77
Tabela 5 – Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 1 da de duração, recolhida do reservatório	85
Tabela 6 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 1 da de duração, recolhida nos aspersores.....	85
Tabela 7 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 7 da de duração, recolhida do reservatório	86
Tabela 8 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 7 da de duração, recolhida nos aspersores.....	86
Tabela 9 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 8 da de duração, recolhida do reservatório	87
Tabela 10 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 8 da de duração, recolhida nos aspersores.....	87
Tabela 11 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 9 da de duração, recolhida do reservatório	88
Tabela 12 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 14 da de duração, recolhida do reservatório	88
Tabela 13 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 14 da de duração, recolhida nos aspersores.....	89
Tabela 14 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 20 da de duração, recolhida do reservatório	90
Tabela 15 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 44 da de duração, recolhida do reservatório	91
Tabela 16 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 44 da de duração, recolhida nos aspersores.....	92
Tabela 17 – Volume de água potável utilizada na rega do relvado	94
Tabela 18 - Volume de água pluvial possível aproveitar em litros e em m ³	96
Tabela 19 - Volume total de água pluvial que aflui para cada tudo de queda.....	96
Tabela 20 - Volume de água pluvial a desviar do sistema.....	97

Tabela 21 - Volume do reservatório em m ³ e em litros	98
Tabela 22 - Volume de água pluvial possível armazenar em reservatório em função da área total da superfície de captação e do volume total do reservatório.....	100
Tabela 23 - Volume de água pluvial possível armazenar em reservatório em função da área total da superfície de captação e do volume da célula menor do reservatório ...	101
Tabela 24 - Volume de água pluvial possível armazenar em reservatório considerando metade da área da superfície de captação e do volume total do reservatório.....	102
Tabela 25 - Volume de água pluvial possível armazenar em reservatório considerando metade da área da superfície de captação e do volume da célula menor do reservatório	103
Tabela 26 - Volume de água pluvial possível armazenar em reservatório considerando um quarto da área da superfície de captação e do volume total do reservatório	104
Tabela 27 - Volume de água pluvial possível armazenar em reservatório considerando um quarto da área da superfície de captação e o volume da célula menor do reservatório	105
Tabela 28 - Resumo de <i>overflow</i> e volume de água a repor proveniente da rede pública de abastecimento das hipóteses de estudo consideradas.....	106
Tabela 29 - Nível de confiança das hipóteses de estudo consideradas	107
Tabela 30 - Custo associado à quantidade de água necessária para a rega do relvado	110
Tabela 31 - Componentes do SAAP para o Estádio da Luz.....	111
Tabela 32- VAL para o investimento do SAAP.....	112

Índice de gráficos

Gráfico 1 - Distribuição da água na Terra (adaptada de UNWATER) [7].....	5
Gráfico 2 - Disponibilidade de água doce no mundo (adaptada de UNWATER) [7].....	6
Gráfico 3 - Consumo urbano diário de água <i>per capita</i> do concelho de Lisboa comparando com consumo nacional e europeu [64]	76
Gráfico 4 - Média da precipitação mensal de outubro de 2001 a setembro de 2012 [65]	82
Gráfico 5 – Precipitação média mínima mensal [65]	83
Gráfico 6 - Precipitação média máxima mensal [65].....	83
Gráfico 7 - Precipitação mensal registada no ano de 2005 [65]	84
Gráfico 8 - Necessidade de rega do relvado do Estádio da Luz.....	94
Gráfico 9 - VAL para o investimento do SAAP	112

Índice de equações

Equação 1 – Volume de água pluvial a desviar pelo dispositivo <i>first-flush</i>	51
Equação 2 – Volume de água pluvial aproveitável, definido pela ANQIP	57
Equação 3 – Volume útil do reservatório, calculado pelo Método Simplificado Alemão	58
Equação 4 – Volume útil do reservatório, calculado pelo Método Simplificado Alemão	58
Equação 5 – Volume do reservatório calculado pelo Método Azevedo Neto	59
Equação 6 – Capacidade do reservatório calculado pelo Método Prático Inglês	59
Equação 7 – Volume mensal de água pluvial calculado pelo Método de Rippl.....	60
Equação 8 – Volume do reservatório calculado pelo Método de Simulação	61
Equação 9 – Volume de água pluvial aproveitável calculado pelo Método de Simulação	61
Equação 10 – Condição de verificação do Método de Simulação.....	61
Equação 11 – Consumo de água para a rega do relvado	76
Equação 12 - Evaporação do relvado	77
Equação 13 – Quantidade de água necessária aplicar no relvado, em litros por dia	78
Equação 14 – Valor da falha	106
Equação 15 – Nível de confiança.....	107
Equação 16 – Valor Atual Líquido.....	108

Lista de símbolos, abreviaturas e acrónimos

%	Percentagem
°C	Grau Celsius
a.C.	Antes de Cristo
ANQIP	Associação Nacional para a Qualidade das Instalações Prediais
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
CML	Câmara Municipal de Lisboa
CO ₂	Dióxido de Carbono
DL	Decreto-Lei
DN	Diâmetro Nominal
EPAL	Empresa Portuguesa de Águas Livres S.A.
ETA	Especificação Técnica
FIFA	<i>Fédération Internationale de Football Association</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
INAG	Instituto da Água
km ²	Quilómetro quadrado
km ³	Quilómetro cúbico
kPa	Quilo Pascal
kW	Quilowatt
l	Litro
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
m ²	Metro quadrado
m ³	Metros cúbico
mm	Milímetros
MPa	Mega Pascal
MW	Megawatt
ONU	Organização das Nações Unidas
ONU	<i>United Nations</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PNUEA	Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água
PVC	Policloreto de Vinila
RT9	Relatório técnico de apoio à implementação do Programa Nacional

	para o Uso Eficientes de Água
SAAP	Sistema de aproveitamento de água pluvial
SNIRH	Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
UEFA	<i>Union of European Football Associations</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
VAL	Valor Atual Líquido
VMA	Valor máximo admissível
VMR	Valor máximo recomendado
WRI	<i>World Resources Institute</i>

1. Introdução

A água é a principal fonte de vida, é um líquido único e finito e não se conhece outro bem com as mesmas propriedades na natureza. A preciosidade da água e a sua importância para a sobrevivência humana são os fundamentos para a preservação dos recursos hídricos e para melhoria da gestão do consumo de água [1]. Como tal, este recurso deve de ser preservado, cuidado, poupado, racionalizado e valorizado.

O problema da escassez de água tem vindo a aumentar com o passar dos anos, surgindo associado ao aumento populacional e consequentemente, ao aumento do consumo de água, à alteração das condições climáticas, ao avanço da impermeabilização do solo com o aumento do edificado, arruamentos, etc., sendo necessário tomar medidas para evitar esta problemática, através da obtenção de água por outras fontes, como o aproveitamento de água pluviais.

Cerca de 2/3 da superfície do planeta Terra são dominados pelos oceanos. O volume total de água na Terra é estimado em torno de 1.35 milhões de km³, sendo que, 97,5% deste volume corresponde a água salgada, encontrada em mares e oceanos. Já 2,5% corresponde a água doce, porém localizada em regiões de difícil acesso, como aquíferos (águas subterrâneas) e glaciares. Apenas 0,007% da água doce encontra-se em locais de fácil acesso para o consumo humano, como lagos, rios e na atmosfera [2].

De acordo com os dados publicados pelo *United Nations Environment Programme* – UNEP prevê-se que o consumo de água aumente 80% nos próximos 20 anos, sendo também esperado, que a crise deste século seja referente à escassez de água, temendo-se que desencadeie conflitos sociais, com a imigração de povos para locais com mais abundância de água disponível para consumo. Face a este problema, torna-se essencial que haja consumo racional deste recurso, uma gestão eficaz e a implementação de medidas alternarias, como por exemplo, o aproveitamento de água pluvial. Esta é considerada uma técnica simples e efetiva em termos de custo-benefício e de qualidade razoável para ser utilizada em fins não potáveis.

A água não é um produto comercial como outro qualquer, mas um património que deve de ser protegido, defendido e tratado como tal [3].

O aproveitamento de água pluvial surge como uma medida sustentável e que contribui para a diminuição do consumo de água potável para fins não potáveis. No entanto, esta é ainda uma alternativa pouco utilizada em Portugal, verificando-se ausência de legislação. Contudo, é uma prática corrente em países como, Japão, Alemanha, Estados Unidos da América, Austrália, América do Sul, existindo em alguns países,

contributos monetários para os cidadãos que adiram à implementação de um sistema de aproveitamento de águas pluvial.

O aproveitamento de água pluvial para a agricultura, animais e para usos domésticos iniciou-se há mais de 2000 anos [4]. É uma técnica muito antiga que foi sofrendo o abandono é medida que foram implementados os sistemas de abastecimento público de água potável.

A água pluvial tem qualidade adequada para usos não potáveis, como por exemplo, para rega de espaços verdes e horticulturas, lavagem de pátios, carros, etc., descargas sanitárias, e até mesmo, utilizada em máquinas de lavar. A sua qualidade depende das condições atmosféricas e da superfície de captação, e caso seja necessário, o seu tratamento deve de ser adequado ao uso a que se destina.

O sistema de aproveitamento de água pluvial é uma técnica simples e sustentável que permite captar água proveniente da chuva, a partir da cobertura da edificação, filtrando-a e armazenando-a num reservatório para ser usada [5].

Dos diversos apelos que varias organizações mundiais têm feito referente à preservação dos recursos hídricos, a FIFA com o programa *Green Goal* pretende que os seus parceiros reúnem varias condições de sustentabilidade, nomeadamente redução do consumo de água.

1.1. Objetivos

Esta dissertação tem como objetivo:

- Apresentar o fundamento e motivo para o aproveitamento de águas pluviais;
- Expor as vantagens e desvantagens do sistema de aproveitamento de água pluvial, particularmente me estádios de futebol;
- Realizar o enquadramento legal a nível nacional e internacional;
- Enquadramento da temática segundo as recomendações e requisitos técnicos da FIFA – *Fédération Internationale de Football Association*;
- Descrição da qualidade da água pluvial de Portugal (características físico-química e bacteriológicas) requerida em usos não potáveis;
- Levantamento dos componentes para a implementação do sistema de aproveitamento de água pluvial, breve descrição dos métodos para dimensionamento do reservatório, operações de manutenção e recomendações;

- Análise da necessidade de água potável para a rega em função da quantidade de água pluvial que é possível armazenar num reservatório existente no Estádio da Luz e verificar qual o benefício em substituir parte ou na totalidade a água proveniente da rede pública de abastecimento;
- Análise da viabilidade económica do sistema de aproveitamento de água pluvial na rega para o Estádio da Luz.

1.2. Estrutura da dissertação

A dissertação foi organizada em 7 capítulos, bibliografia e anexos. O capítulo 1 é referente à nota introdutória em que se incide o estudo desenvolvido, assim como os objetivos e respetiva organização da dissertação.

O capítulo 2 é alusivo ao levantamento bibliográfico considerado relevante para o desenvolvimento da dissertação, tais como, a problemática da escassez de água em Portugal e no Mundo, medidas sustentáveis a adotar para combater esta problemática, as vantagens e desvantagens relativas ao sistema de aproveitamento de água pluvial, qualidade da água pluvial em função dos usos não potáveis e o enquadramento legislativo e normativo atualmente vigente em Portugal e no Mundo. Neste capítulo é também enquadrado a temática de acordo com as recomendações e requisitos técnicos impostos pela FIFA.

No capítulo 3 é feita a caracterização dos principais componentes do sistema de aproveitamento de águas pluviais, descrição dos principais métodos de dimensionamento do reservatório e cuidados e recomendações na instalação e manutenção do sistema.

No capítulo 4 e 5 é referente à apresentação e desenvolvimento do caso de estudo - Estádio da Luz, contendo a descrição da metodologia adotada para o levantamento de todos os dados relevantes para o desenvolvimento do sistema de aproveitamento de águas pluviais, nomeadamente, levantamento dos registos pluviométricos da zona de Lisboa, área da superfície de captação do caso de estudo, previsão da quantidade de água pluvial possível recolher e armazenar face à quantidade de água potável despendida atualmente na rega do relvado, bem como, a adequabilidade da qualidade da água pluvial para a rega do relvado. É também apresentada a análise de viabilidade económica na instalação do sistema para o caso de estudo referente aos custos associados ao consumo de água potável.

No capítulo 6 são apresentadas as conclusões do estudo desenvolvido e desenvolvimento futuro na área de sustentabilidade no uso de água para rega em estruturas desportivas.

E por fim, o capítulo 7 é referente à bibliografia consultada durante a realização desta dissertação.

Foram incluídos nesta dissertação 4 anexos onde foram incluídos a Declaração Universal dos Direitos da Água, as plantas de arquitetura do Estádio da Luz, os registos pluviométricos da zona de Lisboa de 2001 a 2012 e o tarifário da água praticado pela EPAL – Empresa Portuguesa de Águas Livres, S.A referente ao ano de 2012.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Problemática da escassez de água

A água é essencial à vida. Não há vida onde não há água. No passado, assim como no presente, as civilizações sempre dependeram da água para a sobrevivência e para o desenvolvimento económico [6].

A água é, em termos globais, um recurso abundante, que apesar de cobrir cerca de 2/3 da superfície do planeta, apenas uma pequena quantidade está disponível para o consumo humano.

O volume total de água existente na Terra corresponde a cerca de 1.4 biliões de km³. O volume total de água doce é de cerca 35 milhões de km³ que corresponde a 2,5% do volume total, como se pode observar no Gráfico 1 [7].



Gráfico 1 - Distribuição da água na Terra (adaptada de UNWATER) [7]

Cerca de 24 milhões de km³, ou 70% do total de água doce existente, está sob forma de gelo nas zonas montanhosas, na Antártida e no Ártico. Cerca de 30% da água doce encontra-se no subsolo na forma de águas subterrâneas, a uma profundidade de difícil

acesso para consumo, e apenas 0,3% da água doce é que se encontra para consumo humano existente em lagos, rios, de acordo com o Gráfico 2 [7].

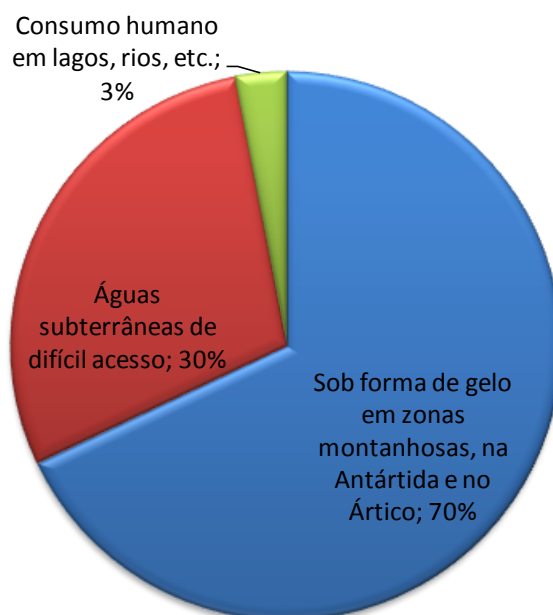


Gráfico 2 - Disponibilidade de água doce no mundo (adaptada de UNWATER) [7]

A água sendo um bem vital para a existência de vida e um recurso esgotável, torna-se fundamental, face ao aumento tendencial da escassez deste recurso, a implementação de medidas alternativas que visem a obtenção de água por outras fontes, como o aproveitamento de água pluvial para ser utilizada em fins não potáveis, e adotar hábitos que contribuam para o uso eficiente da água potável de modo a reduzir o seu desperdício.

As alterações climáticas, o crescimento acentuado da população e a alteração dos hábitos das populações, entre outros aspetos, contribuem para o aumento da procura/consumo de água potável que origina a diminuição progressiva das reservas de água doce disponível para consumo humano.

Os dados publicados pela *World Resources Institute* – WRI revelam que os habitantes do Médio Oriente e do Norte de África encontram-se atualmente em situação gravosa de escassez de água. A China, Ásia e Índia também encontram-se em situação crítica, porem menos gravosa do que as zonas referidas anteriormente. Na Europa, a Alemanha, Inglaterra e principalmente a Polónia sofrem também de escassez de água, como é possível constatar através da Figura 1.

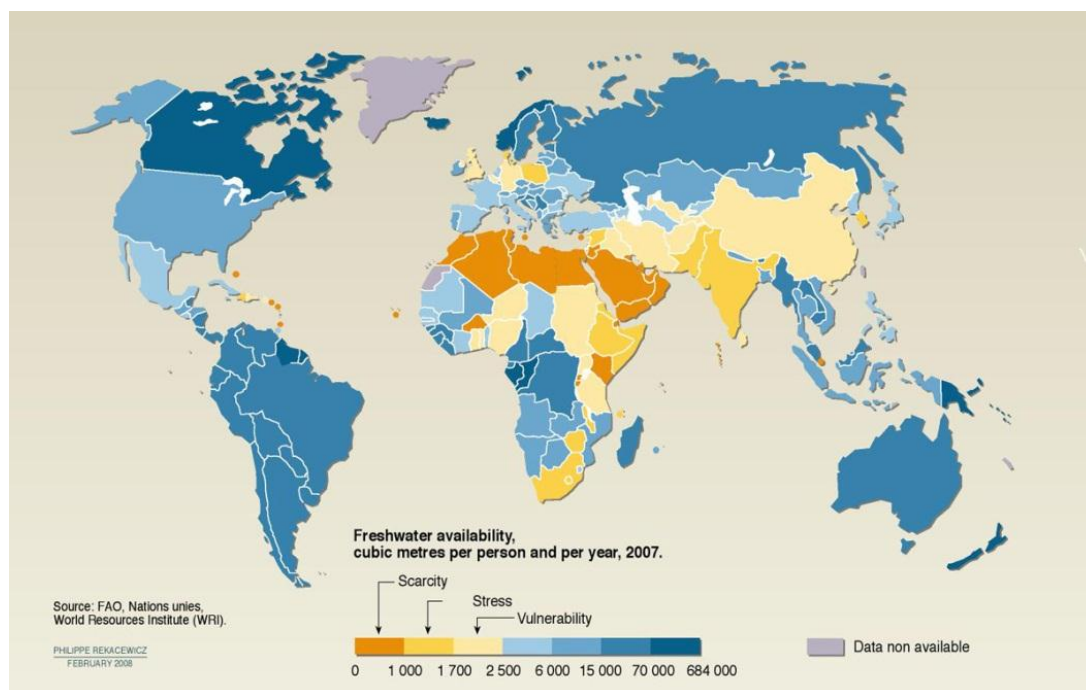


Figura 1 - Disponibilidade de água doce, em m³ por pessoa e por ano, 2007 [8]

Os hidrologistas costumam calcular o grau de risco de escassez de uma determinada região através da análise da equação água/população. Convencionou-se adotar os 1.700 m³ por pessoa como sendo o limiar mínimo nacional para atender às necessidades em termos de agricultura, indústria, energia e meio ambiente. Considera-se que uma disponibilidade inferior a 1.000 m³ representa uma situação de escassez de água e abaixo dos 500 m³ equivale a escassez absoluta [9].

Presentemente, cerca de 700 milhões de pessoas oriundas de 43 países vivem abaixo do limiar mínimo que define a situação de falta de água. Dispondo de uma reserva anual média de, aproximadamente, 1.200 m³ por pessoa, o Médio Oriente é a região do mundo mais atingida pela pressão da falta de água; somente o Irão, o Iraque, o Líbano e a Turquia se encontram acima do limiar mínimo. Os Palestinos, sobretudo em Gaza, experimentam algumas das crises mais agudas de escassez de água do mundo inteiro, têm apenas cerca de 320 m³ por pessoa. A África Subsariana tem o maior número de países pressionados pela falta de água de toda aquela zona. Quase um quarto da população da África Subsariana habita em países atualmente sujeitos à pressão da falta de água, e essa percentagem tem vindo a aumentar [10].

Nos próximos anos, o mundo terá de enfrentar provavelmente o maior desafio da humanidade que será garantir a distribuição de água potável. De acordo com os dados na ONU publicados em 2003, prevê-se que me 2050 mais de 2 bilhões de pessoas

sofram de escassez de água. Atualmente, quatro em cada dez pessoas no mundo sofrem de escassez.

Em 2005, Portugal atravessou uma das piores secas de sempre. Mais de 60% do território esteve em estado de seca severa ou extrema. As consequências fizeram-se sentir ao nível do abastecimento urbano, da disponibilidade de água para irrigação agrícola, da baixa produtividade de algumas espécies, da perda de biodiversidade e também, no aumento do número de incêndios florestais e na quebra na produção de energia hídrica com consequências graves de um ponto de vista social e económico e conduzindo também a um aumento significativo de emissões CO₂ para a atmosfera. Os prejuízos foram na altura estimados em mais de 1,5% do PIB nacional [11].

Segundo informações do Instituto da Água - INAG, em Portugal no ano de 2005, pelo menos cinco mil pessoas passaram por problemas de abastecimento. Os distritos portugueses que enfrentaram os maiores problemas foram: Aveiro, Beja, Castelo Branco, Faro e Guarda. Dentre esses distritos, Guarda foi a região em maior dificuldade. De acordo com o relatório do Instituto da Água, nascentes com pouca quantidade e esgotamento de furos estiveram entre as causas do problema. O Instituto da Água recomendou a realização sensibilização junto das populações sobre a necessidade da economia de água, a abertura de novos furos e a colocação de bombas de pressão nas localidades afetadas [12].

No final de setembro de 2012 a situação de seca meteorológica em Portugal Continental mantém-se, mas verifica-se em relação a 31 de agosto um desagravamento da intensidade de seca meteorológica em todo o território do Continente, desaparecendo a seca extrema e diminuindo significativamente a seca severa, estando agora quase todo o território na situação de seca fraca a moderada, como se pode observar na Figura 2. Assim no final do mês tem-se: 15% do território em seca severa, 65% em seca moderada, 19% em seca fraca e 1% na situação normal (nota: a área que aparece no mapa com a classe de “chuva fraca” corresponde a apenas 0,1% do território [13].

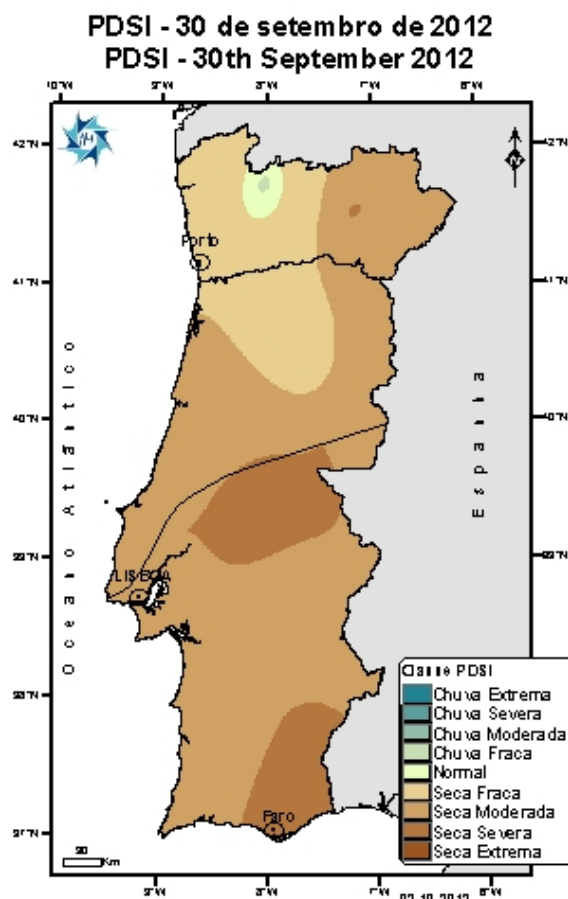


Figura 2 - Distribuição espacial do índice de seca meteorológica em 30 de setembro de 2012 [13]

Em Portugal Continental, é visível o decréscimo pronunciado da precipitação, no mês de Março. Deve acentuar-se que as tendências observadas não podem ainda considerar-se como sendo consequência exclusiva da atividade humana, isto é, as anomalias referidas podem ser parcialmente devidas à variabilidade natural do clima da Península Ibérica [14].

Perante este cenário é fundamental otimizar o uso da água e reduzir as perdas e os usos indevidos de água potável, de modo a que não por em causa as necessidades e qualidades de vidas das populações assim como o desenvolvimento socioeconómico do país. O aproveitamento de água pluvial é preconizado na medida da reutilização ou uso de água de qualidade inferior do PNUA - Plano Nacional para Uso Eficiente da Água, sendo igualmente referido nas medidas da utilização da água da chuva em jardins e similares e da utilização da água da chuva em lagos e espelhos de água, e pode ser definido como o processo de captação e armazenamento de água pluvial recolhida em determinadas superfícies (por exemplo, telhados, parques de estacionamento, superfícies de terraços) e a sua utilização em usos benéficos para as populações [15].

Anualmente milhares de m³ de água são desperdiçados em Portugal, maioritariamente devido aos sistemas de condução da água e a reestruturação da gestão dos recursos hídricos contribuirá para o desenvolvimento humano e económico do país e para a preservação do meio natural, ou seja, significa uma melhoria significativa no uso da água nos diversos setores.

Perante o cenário de escassez de água, é preciso intervir também junto das populações e elucidar que o uso da água potável é uma das bases para o desenvolvimento humano. A preservação deste recurso, em quantidade e qualidade é de extrema importância para as gerações futuras.

2.2. Aproveitamento de águas pluviais ao longo da história

2.2.1. Internacional

O aproveitamento de água pluvial foi uma prática muito comum utilizada pelos nossos antepassados, há milhares de anos, especialmente em regiões áridas e semiáridas, sendo por vezes, o único meio para obtenção de água. Diversos vestígios de técnicas utilizadas para aproveitamento de água pluvial estão espalhados por todo mundo.

Na América do Sul os Maias construía em alguns edifícios os *chultunes*, locais onde armazenavam a água da chuva. Em Ruta Puuc, na península de Yucatan existem cerca de 70 cisternas de água da chuva, como mostra a Figura 3. As cisternas eram construídas em locais onde não existiam *cenotes*, fonte de água doce subterrânea existente nesta península, como o da Figura 4 [16]. Os arqueólogos acreditam que estas estruturas foram construídas entre 750 e 1000 a.C.

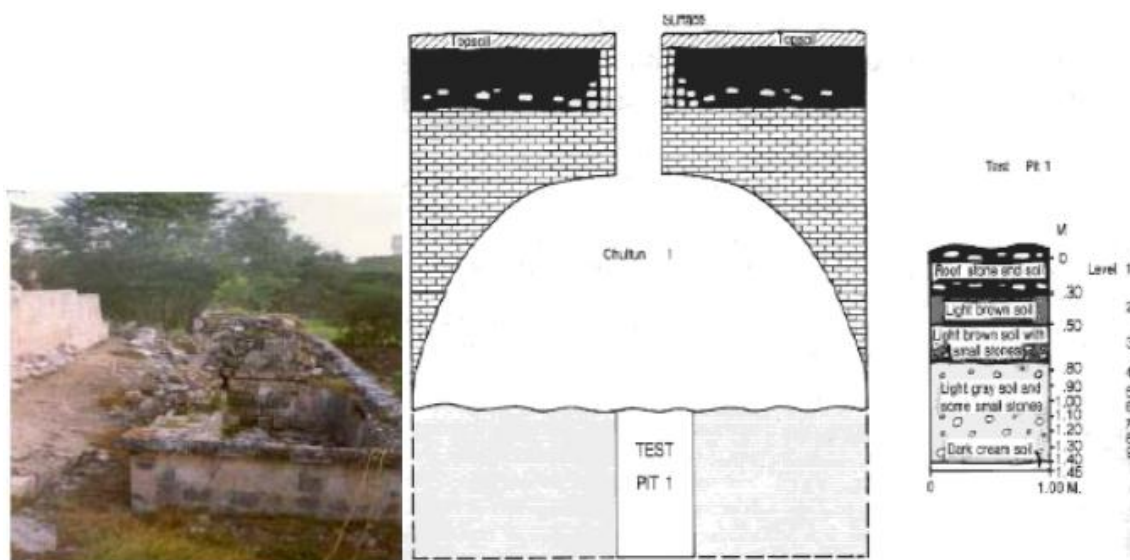


Figura 3 - Vestígios de cisterna em Ruta Puuc [16]



Figura 4 - Cenote, no México [16]

Os Aztecas em desenvolveram práticas para aproveitar a água pluvial como as *Cochas*, sulco artificiais, que eram executadas nas encostas para armazenar a água da chuva. As *Cochas* eram circulares (até 50 metros de diâmetro), sendo as culturas agrícolas semeadas nas extremidades. O sistema de *Cochas* estava interligado por canais para não desperdiçar a água [16].

No litoral onde a precipitação era reduzida elevavam o terreno para aproveitar ao máximo a água da chuva, sendo esta técnica designada de *Huarohuaros* ou *Huachos*, e que permitia a irrigação, a piscicultura, e o desenvolvimento de microclimas

adequados para o cultivo de tubérculos em regiões frias: o calor acumulado durante o dia nos grandes regos de água, lentamente se dissipava à noite, mantendo as encostas cultiváveis e aquecidas [16].

Nas regiões desérticas do Egito, a água da chuva era armazenada em buracos no interior do solo. Apesar destes locais serem impercetíveis aos olhares alheios, o povo e o exército egípcio sabiam com exatidão a sua localização.

Os Romanos consideravam a água como um bem vital para o desenvolvimento das suas civilizações, tendo sido construídos diversos mecanismos de recolha e abastecimento de água. As cisternas foram as mais utilizadas na época para armazenar a água da chuva, como se pode observar nas Figura 5.



Figura 5 - Cisternas Romanas de Monturque [16]

As *Domus* romanas aproveitavam a água da chuva, através dos *Compluvium*, telhados dos pátios interiores, que escoava para o *Impluvium*, que funcionava como local de decantação. Este lago era ligado a uma cisterna ou poço, como descrito na Figura 6 [16].

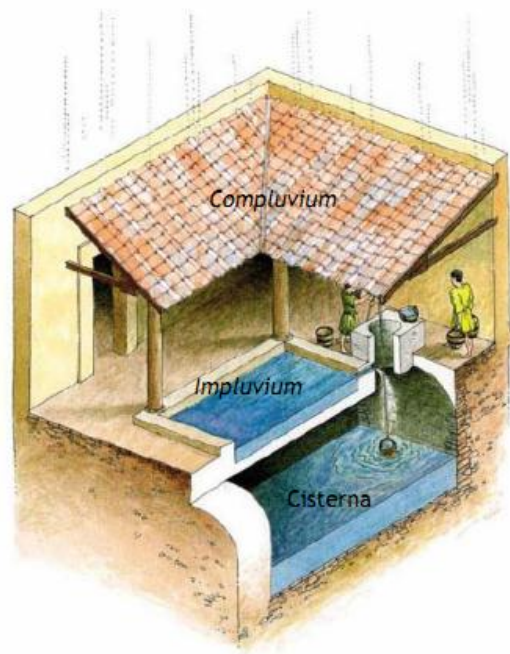


Figura 6 - Imagem exemplificativa de *Compluvium* e *Impluvium* [16]

Na Grécia existem alguns exemplos de aproveitamento das águas pluviais em cisternas, como no Palácio de Knossos na ilha de Creta, que eram utilizadas para as descargas sanitárias e abastecimentos em caso de guerra, de acordo com a Figura 7 [16].



Figura 7 - Palácio de Knossos na ilha de Creta, na Grécia [16]

Os amplos terraços dos templos na ilha grega de Rodes, como o da acrópole de Lindos e o templo de Apolo na antiga cidade de Camiro possibilitavam a captação de águas pluviais para cisternas em série, que permitiam a distribuição a jusante através de um sistema de canalização para o consumo da população [16].

Os árabes também incrementaram esta prática, nomeadamente no sul de Espanha, na Andaluzia, onde se podem encontrar os *Aljibes*, designação árabe para cisterna, como descrito na Figura 8 [16].



Figura 8 - Aljibes ou cisternas de armazenamento de água pluvial na Andaluzia, em Espanha [16]

Na Jordânia, as cisternas foram e ainda são hoje componentes obrigatórias dos edifícios, já que é um país maioritariamente desértico ou semidesértico. Encontram-se cisternas em Petra, nos vestígios dos Nabateus, de acordo com a Figura 9 [16].



Figura 9 - Os vestígios dos Nabateus, em Petra [16]

Em Israel a fortaleza de Masada possui dez reservatórios escavados na rocha que datam períodos anteriores a 3000 a.C., que eram utilizados para captar a água da chuva que depois era utilizada para consumo humano, de acordo com a Figura 10 [16].



Figura 10 - Fortaleza de Masada, em Israel [16]

Alguns exemplos africanos são os que surgem em Moçambique, como a cisterna na fortaleza de Sofala e no Fortin de Santo António, na ilha de Moçambique, que permitiam ter água de melhor qualidade que outras origens, e fazer face ao isolamento [16].

Na cidade de El Jadida, em Marrocos, pode-se observar uma cisterna de estilo manuelino, que em tempos, serviu para o aproveitamento de águas pluviais, como se pode observar através da Figura 11.



Figura 11 - Cisterna em El Jadida, em Marrocos [16]

2.2.2. Nacional

Em Portugal, o aproveitamento de água pluvial para usos urbanos, em tempos foi uma prática muito comum, nomeadamente nos Açores, que foi sofrendo o abandono, à medida que os sistemas de abastecimento público de água se foram expandindo, sendo possível encontrar diversos exemplos de cisternas em edifícios, nomeadamente em castelos, fortalezas, conventos e na construção tradicional, utilizadas pelos nossos antepassados para armazenar a água da chuva, maioritariamente, de influência romanas e árabes, como por exemplo:

- No convento dos Templários, em Tomar, existem duas cisternas, atualmente intactas, uma com cerca de 215 m³, e outra, de menor capacidade, com 145 m³, que em tempos, serviu para o aproveitamento de águas pluviais;
- Em Minde, no concelho de Alcanena, foram muito utilizadas em casa abastadas, durante séculos, cisternas de laje de pedra. A cisterna do antigo Hospício de Sant'Ana é ainda utilizada, como se pode observar na Figura 12;
- No interior das muralhas do castelo de Bragança existe a *Domus Municipalis* de influência românica, como se pode observar na Figura 13;
- No Castelo de Alcácer do Sal, em Alcácer do Sal, existe uma cisterna nos subterrâneos da Cripta Arqueológica, como se pode observar na Figura 14.
- Na vila de Monsaraz, de Reguengos de Monsaraz, existiu em tempos a maior cisterna de água nos intramuros da vila, como se pode observar na Figura 15;
- No castelo de Silves existe uma ampla e bem conservada cisterna com capacidade de armazenar cerca de 1.300 m³ de água, denominada por Cisterna da Moura Encantada, com planta de forma retangular, com 12 colunas isoladas ou adossadas suportando as 4 abobadas de canhão que constituem a cobertura, como se pode observar na Figura 16;
- Em Lisboa, na Torre de Belém e na Sé de Lisboa também existem vestígios da existência de cisternas para armazenamento de águas pluviais.



Figura 12 - Cisternas em Minde [16]

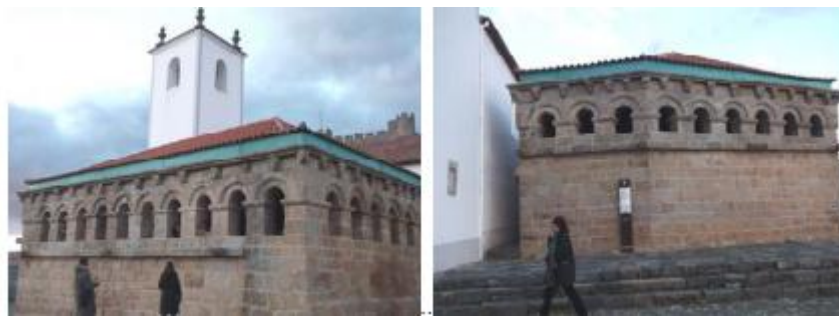


Figura 13 - A *Domus Municipalis* com cisterna, em Bragança Minde [16]



Figura 14 - Cisterna da Cripta Arqueológica do Castelo de Alcácer do Sal [16]



Figura 15 - Cisterna na vila de Monsaraz [16]



Figura 16 - Cisterna do Castelo de Silves [16]

No Algarve, ao longo dos anos, a fraca precipitação levou ao aparecimento de sistemas de aproveitamento de águas pluviais para uso doméstico, constituídos por caleiras de telha ao longo das fachadas e sob os beirados, sendo a água recolhida das suas vertentes ou dos seus terraços conduzida para cisternas. Se a água recolhida não fosse suficiente, recorria-se então ao eirado, de acordo com a Figura 17, que consta dum vasto terreiro, ao nível do terreno, revestido com ladrilhos e com declives para encaminhar a água pluvial para um pequeno orifício, que comunica com o interior da cisterna, de onde era então tirada por meio de uma boca semelhante às dos poços. Toda a superfície exterior dos eirados é abundantemente caiada para neutralizar a natural acidez das águas pluviais. A existência de eirados está circunscrita à região de Silves, S. Bartolomeu de Messines, Tunes, Porches, Amorosa, etc [17].

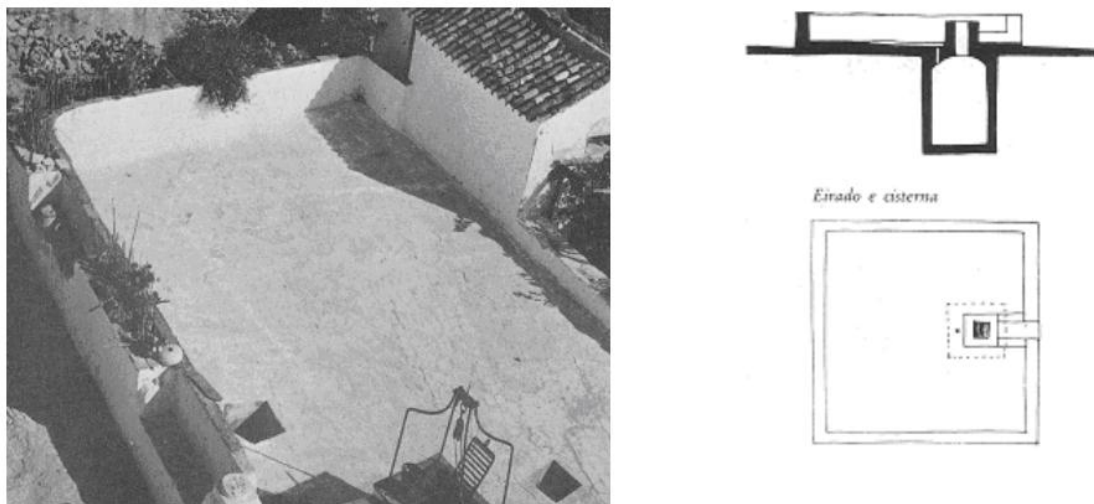


Figura 17 - Eirado e cisterna [17]

No Arquipélago dos Açores, mais precisamente nas ilhas de Santa Maria, Terceira, Graciosa, S. Jorge, Pico, Faial e Corvo, as casas tradicionais contêm sistemas de aproveitamento de água pluvial. Na Terceira, as cisternas têm uma cobertura em abóbada de berço e um acesso à água acumulada, como exemplificado na Figura 18; são quase sempre rebocadas e caiadas na zona superior e tanto aparecem isoladas como encostadas às habitações. Estas cisternas recolhem, normalmente, a água das coberturas das casas a que estão anexas, diretamente dos beirais ou canalizadas pelas caleiras que as contornam [18].



Figura 18 - Cisterna de uma moradia de Santa Bárbara, na Ilha Terceira [18]

Na Ilha Terceira, a Quinta dos Figos, construída no início do século XX possui uma cisterna, que em tempos, serviu essencialmente para a agricultura como se pode observar na Figura 19.



Figura 19 - Cisterna Quinta dos Figos, Ilha Terceira

Atualmente tem-se intensificado o desenvolvimento e implantação destes sistemas em diversos países como na Alemanha, Japão, Estados Unidos e Austrália.

2.3. Vantagens e desvantagens do aproveitamento de água pluvial

A água é essencial para o desenvolvimento socioeconómico de qualquer país, deve de ser considerada como um recurso estratégico estruturante de uso eficiente.

As razões que levam ao aproveitamento de água pluvial são [16]:

- Aumento do consumo de água motivado pelo crescimento da população e pelo progresso tecnológico;
- Incremento do número de gravidade de cheias e inundações devido ao crescimento e impermeabilização dos aglomerados urbanos e desadequado planeamento do território, às limitações dos sistemas de drenagem e alterações climáticas;
- Diminuição do volume de água descarregada no sistema de drenagem pluvial municipal;
- Redução do consumo de água potável da rede pública, nos autoclismos, limpeza exteriores, rega, lavagem de automóveis, entre outros usos não potáveis.

O aproveitamento de água pluvial constitui uma medida com algum potencial para reduzir a utilização de água potável em usos não potáveis, como lavagem de superfícies, rega de espaços verdes, descargas sanitárias, entre outros usos não potáveis, e com aplicabilidade em empreendimentos habitacionais, comerciais e

industriais. Esta medida contribui para a conservação da água, reduzir a dependência que existem das reservas de água subterrânea e água superficiais que quando sobre exploradas esgotam, reduzir o consumo de água da rede pública e o custo associado, reduzir os custos de exploração dos sistemas de abastecimento de água, evita a utilização de água potável em usos compatíveis com qualidade inferior, como por exemplo, na lavagem de pavimentos, rega de hortaliças, jardins, espaços verdes, etc., contribui para controlar as inundações, armazenando parte da água responsável pelo escoamento superficial [19] [20] [21].

As tecnologias necessárias para a captação e armazenamento de água pluvial são normalmente simples de instalar e de fácil utilização. A população local pode facilmente ser treinada para implementar essas tecnologias e os materiais de construção ou soluções prontas a instalar estão disponíveis no mercado [22].

A título de exemplo, a água pluvial pode ser utilizada nas habitações em descarga de autoclismos, máquinas de lavar, redes de incêndio, lavagem de automóveis e pavimentos, rega de espaços verdes. Na indústria pode ser utilizada para refrigeração de motores, climatização, etc. e na agricultura, pode ser utilizada na rega de plantações.

O sistema de aproveitamento de água pluvial tem as seguintes vantagens [23]:

- Utiliza as estruturas existentes para captar a água pluvial, como as coberturas das edificações;
- Baixo impacto ambiental;
- A água tem qualidade aceitável para vários fins;
- Reserva de água para situações de emergência;
- Redução do consumo de água potável e do custo do fornecimento da mesma;
- Melhor distribuição da carga de água pluvial no sistema de drenagem urbano, que contribui para a diminuição do risco da ocorrência de cheias.

Relativamente às desvantagens associadas ao aproveitamento de água pluvial, estas estão associadas à variação da pluviosidade que afeta diretamente a quantidade de água pluvial possível aproveitar e à capacidade do reservatório, que pode ser insuficiente para o uso a que se destina, a qualidade da água que se não for devidamente tratada poderá por em causa a saúde humana e o funcionamento dos componentes do sistema, custo de instalação do sistema, diminuição do volume de água recolhida em períodos de seca e a manutenção periódica que deve de ser feita aos componentes do sistema.

O aproveitamento da água pluvial deve ter um tratamento adequado (filtração e desinfecção) mais ou menos exigente consoante a qualidade da água e o uso a que se destina [24].

Na Alemanha, mais de 20% das habitações e empresas possuem um reservatório de água pluvial para ser utilizada em descargas sanitários, lavagem de pavimentos e carros, rega de espaços verde, máquinas de lavar, arrefecimento de máquinas, climatização, agricultura, sendo estes apenas alguns exemplos.

O aumento do preço da água potável e subsequente a proibição do uso desta para fins não potáveis aliados ao desenvolvimento de legislação e atribuição de benefícios aos cidadãos (em termos de impostos) seria um ponto de partida para o desenvolvimento dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais em edifícios.

No âmbito dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais a ausência de legislação nacional ou em estado incipiente, a falta de divulgação de exemplos práticos, a ausência de informação e investigação na área, a falta de familiaridade que as instituições públicas têm sobre o assunto, ausência de dados referentes à qualidade da água pluvial, quer no ato de recolha, quer na situação de armazenamento, o preço da água potável cobrado aos contribuintes pelas empresas Municipais, o elevado investimento inicial e as exigências de manutenção do sistema, entre outros fatores, dificulta a adoção de estes sistemas na construção.

É necessário é a aceitação moral dessas técnicas e a vontade política de implementar os sistemas [25]. O aproveitamento de água pluvial é uma alternativa com pouca aceitação pela sociedade, pois é considerada uma técnica arcaica, a sua implementação representa um recuo na evolução do país, contudo potáveis pode representar um avanço para o uso racional da água potável.

2.4. Qualidade da água pluvial

A qualidade da água pluvial é depende da localização geográfica (proximidade áreas urbanas, rurais, oceanos), presença de vegetação, as condições meteorológicas, estação do ano e presença de carga poluidora, assim como os materiais dos componentes do sistema de aproveitamento de águas pluviais.

Cada uso está associado a uma qualidade de água, quanto mais nobre o uso maior a qualidade da água requerida [26].

A água para consumo humano possui usos potáveis e não potáveis. Os usos potáveis são a higiene pessoal, preparação de alimentos e consumo de água e os usos não potáveis são lavagem de carros, pavimentos, rega, descargas sanitárias, etc.

A água da chuva quase não apresenta minerais, nem sais dissolvidos, é suave, macia, limpa e isenta de microrganismos e contaminantes químicos, porém durante a sua recolha e armazenamento há um potencial para a contaminação química, física e microbiológica [27]. Essa contaminação pode incluir agentes patogénicos provenientes de fezes e restos mortais de pequenos animais (pássaros, lagartos, ratos, entre outros). Não sendo cumpridos os valores máximos admissíveis estabelecidos para os parâmetros microbiológicos, deve prever-se uma desinfecção da água por ultravioletas, cloro ou outro processo adequado. Os tratamentos, eventualmente, necessários variam consoante o uso a que se destina a água pluvial, como se discrimina a seguinte [28]:

- No caso da rega de zonas verdes e da lavagem de pavimentos, a utilização de água da chuva, observadas as prescrições técnicas de instalação, pode não carecer de qualquer tratamento complementar físico-químico ou bacteriológico.
- A utilização de água da chuva sem tratamento em descargas de autoclismo, apenas deve de ser admitida quando a água respeite, no mínimo, as normas de qualidade de águas balneares, nos termos da legislação nacional e das Diretivas Europeias aplicáveis (Decreto-Lei n.º 236/98, de 1/8, que transpõe a Diretiva n.º 75/160/CEE, do Conselho, de 8/12).
- Na situação referida anteriormente, não sendo cumpridos os valores máximos admissíveis estabelecidos para os parâmetros microbiológicos, deve prever-se uma desinfecção da água por ultravioletas, cloro ou outro processo adequado. No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção, recomenda-se que o cloro residual se situe entre 0,2 e 0,6 mg/l.
- Caso se considere necessário introduzir tratamento ou desinfecção para a água chuva, este deverá ser implementado a jusante do sistema de bombagem, antes da entrada da água da chuva para a rede não potável;
- Quando a área de captação alargada a zonas mais poluídas (áreas de trânsito de veículos, etc.) devem considerar-se tratamentos suplementares adequados (como, por exemplo, floculação, desinfecção, etc.).
- Caso o pH da água seja superior a 8,5 ou inferior a 6,5, pode ser necessário ou conveniente efetuar uma correção do pH, em função dos materiais utilizados na instalação.
- Recomenda-se um controlo da qualidade da água na cisterna com uma periodicidade máxima de seis meses, prazo, este que poderá ser alargado até

um ano, caso o suprimento seja efetuado unicamente a partir da rede pública de água potável.

A qualidade da água pluvial pode ser melhorada com a manutenção periódica dos vários componentes do sistema, incorporação de filtros nas caleiras, etc. incorporação de um sistema que permita o desvio de um determinado volume de água pluvial ou durante um determinado período de tempo, pois as primeiras chuvas arrastam consigo os detritos acumulados num determinado período de tempo na superfície das coberturas.

A qualidade da água é normalmente representada por parâmetros que traduzem suas principais características qualitativas: físicas, químicas e biológicas. Os parâmetros das características físicas da água estão relacionados com a presença de sólidos e gases. Sendo elas: Cor, Sabor e Odor, Turbidez e Temperatura. Os parâmetros das características químicas são aqueles que indicam a presença de alguns elementos ou compostos químicos e são: pH, Alcalinidade, Acidez, Dureza, Ferro e Manganês, Cloretos, Nitrogênio, Fósforo, Oxigênio Dissolvido, Carência Bioquímica de Oxigênio, Carência Química de Oxigênio, Micropulentes Orgânicos e Micropulentes Inorgânicos. Quanto às características microbiológicas indicam a presença de seres vivos na água e devem-se analisar os seguintes parâmetros: organismos indicadores de carga orgânica e de contaminação fecal e algas [15].

As condições ambientais são preponderantes na qualidade de água pluvial, variando a qualidade da água de zona para zona. Esta qualidade também depende do tipo e das condições das superfícies de captação como se pode observar pela Tabela 1:

Tabela 1 - Variação da qualidade de água pluvial em função da superfície de captação [29]

Grau de purificação	Superfície de captação de água pluvial	Observações
A	Telhados (lugares não frequentados por pessoas ou animais)	Se a água for purificada, é potável
B	Telhados (lugares frequentados por pessoas ou animais)	Apenas para usos não potáveis
C	Pisos e estacionamento	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis
D	Estradas	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis

De acordo com a Tabela 1, verifica-se que o uso de água pluvial recolhida em superfícies como, pisos, estacionamento e estradas, necessitam de tratamento, mesmo para usos não potáveis, para as restantes situações, a água pluvial possui qualidade para fins não potáveis.

Em Portugal, o decreto-lei n.º 236/98 de 1 de agosto de 1998 reúne uma série de parâmetros de qualidade aos quais a água deve de cumprir em função da presença de determinadas quantidades de substâncias que podem ser nocivas. Assim, são estipuladas as características mínimas de qualidade a que a água deve obedecer, em função do seu tipo de utilização e são estipulados também, os valores máximos recomendados e admissíveis, que quando excedidos, a água é considerada imprópria para consumo. Estes valores variam em função do uso final a que a água se destina (consumo humano, rega, lavagens ou outros fins).

2.5. Enquadramento legal

2.5.1. Internacional

Na Alemanha é dada grande importância aos sistemas de aproveitamento de água pluviais. De acordo com a norma Alemã DIN 1989 serve de orientação para o projeto, instalação, operação e manutenção dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais para ser utilizada em descargas sanitárias, lavagens exteriores, sistemas de arrefecimento, rega e máquinas de lavar roupa.

Esta norma está dividida em 4 partes:

- Projeto, instalação, operação e manutenção;
- Filtragem;
- Depósitos de água da chuva;
- Componentes, controlo e monitorização.

Na Alemanha, o principal fabricante de componentes para a instalação dos sistemas para aproveitamento de água pluvial instalou cerca de 100.000 cisternas nos últimos 10 anos, correspondendo a um volume total de 600.000 m³, contribuindo para a conservação de água potável [30].

Em França, apesar de não existir legislação e regulamentação específica para a utilização dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais, é uma prática permitida,

tendo sido considerada, pelos órgãos do Ministério da Saúde, inofensiva para a saúde pública, quando utilizada em usos domésticos, como, descargas sanitárias, rega de jardins, lavagem no geral, desde que sejam observados princípios fundamentais para o bom funcionamento dos sistemas.

Em algumas regiões da Bélgica, o sistema de aproveitamento de água pluvial desempenha um papel de grande importância devido ao fato de não existir distribuição pública de água potável. Os sistemas destinados à recolha e armazenamento de água pluvial para as instalações no interior dos edifícios regem-se pelo prescrito nas normas técnicas do Répertoire 2006 da Belgaqua - *Fédération belge du Sector de l'Eau*.

A água da chuva substitui em 6% a água da rede de distribuição na Bélgica, em resultado da promoção de subsídios e de políticas de informação e sensibilização, porque o preço da água é um preço social, ainda muito reduzido, que não funciona como fator de decisão para a implementação destes sistemas [16].

No Reino Unido foi publicada, em 2009, a Norma Britânica BS 8515:2009 Rainwater harvesting systems – Code of practice de British Standard Institute, UK. Nesta norma é também referido o uso de estradas, passeios ou outras superfícies de nível térreo para o aproveitamento de água pluvial em apenas usos domésticos como as descargas de autoclismos, máquinas de lavar roupa e rega de jardins. O uso em AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado) e sistemas de irrigação não são considerados usos domésticos, não estando especificados nesta norma. São também indicados os valores máximos admissíveis para os diversos parâmetros de qualidade da água, conforme o tipo de uso [31].

No Brasil, a norma técnica ABNT/CEET-00.001.77 2º Projeto 00.001.77-001 AGOSTO:2007, reúne os requisitos essenciais para a instalação e certificação de sistemas de aproveitamento de água pluvial em zonas urbanas para fins não potáveis, porém, não tem caráter obrigatório.

Apesar da norma técnica referida anteriormente não ser obrigatória, em alguns municípios do Brasil, tornou-se obrigatório a adoção de determinadas regras referentes ao aproveitamento de águas pluviais, nomeadamente:

- Em São Paulo, de acordo com o Decreto-lei nº 13.276 de 4 de Janeiro de 2002 é obrigatório a existência de reservatório destinado a armazenar a água pluvial proveniente da cobertura das edificações e pelo pavimento, desde que o total da superfície de impermeabilização exceda os 500 m². A água armazenada pode ser, posteriormente, reencaminhada para o sistema de drenagem público ou drenada para solo permeável, uma hora após a chuvada, ou utilizada para fins não potáveis;

- No Rio de Janeiro, o Decreto-lei nº 23.940 de 30 de Janeiro de 2002 obriga à existência de reservatórios que permitam a retenção do escoamento de água pluvial para o sistema de drenagem público;
- No Município de Curitiba, capital do Estado do Paraná, o Decreto-lei nº 176 de 2007 torna obrigatória a implementação de reservatórios de retenção, para diminuir o risco de inundações nos novos empreendimentos, ampliações e/ou reformas, independente do uso e localização, desde que impermeabilizem uma área igual ou superior a 3.000 m² ou que apresentarem uma redução da taxa de permeabilidade na ordem dos 25% [32].

2.5.2. Portugal

A legislação nacional sobre sistemas de aproveitamento de águas pluviais é ainda muito incipiente apesar do potencial que representa em reduzir o consumo de água potável.

As primeiras leis existentes em Portugal associadas à água surgem na década de 40 do século passado. Em 1943 surge a regulamentação para o abastecimento de água e três anos depois aparece a legislação referente à drenagem de esgotos. Com a evolução dos conceitos e das tecnologias, surge o Decreto-Lei n.º207/94 de 6 de Agosto de 1994, que vem atualizar a legislação anterior, quer em matéria de distribuição de água, quer em matéria de drenagem de águas residuais. É com este decreto que surge o Decreto Regulamentar n.º23/95 de 23 de Agosto de 1995, que define o conceito de águas residuais pluviais, ou simplesmente águas pluviais, como as águas resultantes da precipitação atmosférica caída diretamente no local ou em bacias limítrofes contribuintes e que apresentam geralmente menores quantidades de matéria poluente, particularmente de origem orgânica.

O Decreto Regulamentar n.º23/95 permite apenas que água não potável seja utilizada na lavagem de pavimentos, rega, combate a incêndios e fins industriais não alimentares, salvaguardando o bem-estar da saúde pública.

No dia 6 de maio de 1986, foi proclamada, em Estrasburgo, a Carta Europeia da Água do Concelho da Europa. Esta carta surge no sentido de dar resposta a um dos grandes problemas que atualmente preocupam a Humanidade: a necessidade da água doce face ao aumento das populações, contaminação dos recursos hídricos e alterações climáticas, procurando combater os principais problemas associados à sua utilização. Esta carta assenta em doze pontos apresentados em

Anexo I – Declaração Universal dos Direitos da Água.

No 23 de Outubro de 2000 foi aprovada a Diretiva Quadro da Água - Diretiva n.º 2000/60/CE. Na sequência da aprovação desta diretiva surge o PNUEA - Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água. Este programa foi aprovado pelo Conselho de Ministros n.º 113/2005 de 30 de Junho de 2005 contempla diversas medidas alternativas a implementar ao nível dos sistemas públicos, dos sistemas prediais e instalações coletivas. Ao nível dos dispositivos em instalações residenciais, coléticas e similares recomenda-se a adequação, substituição ou adaptação de autoclismos, chuveiros, torneiras, máquinas de lavar louça e roupa, urinóis, sistemas de refrigeração e aquecimento de ar, ao nível dos usos exteriores, como lavagem de pavimentos e veículos, piscinas, lagos e espelhos de água, campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio. Este programa prevê também, medidas aplicáveis ao uso industrial e agrícola que permitam uma melhor utilização deste recurso.

No PNUEA as medidas que contemplam o aproveitamento de água pluvial em usos urbanos não potáveis são:

- Nº 8 - reutilização ou uso de água de qualidade inferior;
- Nº 38 - utilização da água da chuva em jardins e similares;
- Nº 45 - utilização da água da chuva em lagos e espelhos de água.

Para facilitar a aplicação das medidas previstas no PNUEA, são elaborados, em 2005, pelo LNEC vários Relatórios Técnicos de Apoio à Implementação do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água, entre os quais o RT9, relativo à análise dos documentos regulamentares e normativos relevantes e onde são identificadas incompatibilidades e lacunas para a aplicação das medidas consideradas no PNUEA [33].

Estes relatórios concluem que de acordo com o Artigo 86º do Decreto-Lei n.º 23/95 é permitido apenas a utilização de água não potável na lavagem de pavimentos, rega, combate a incêndios e fins industriais não alimentares.

A Resolução da Assembleia da Republica nº 10/2011 de 1 de Fevereiro recomenda que Governo tome a iniciativa de prever a construção de redes secundárias de abastecimento de água, como o aproveitamento das águas pluviais em edifícios, instalações e equipamentos públicos de grande dimensão, tendo em vista a sua utilização para usos e fins não potáveis, no sentido de se obterem ganhos ambientais, energéticos e económicos.

A ANQIP - Associação Nacional para a Qualidade das Instalações Prediais elaborou as seguintes Especificações Técnicas, no âmbito dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais:

- ETA 0701 referente a critérios técnicos para a realização de Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial (SAAP) em edifícios, para outros fins que não o consumo humano;
- ETA 0702 que estabelece as condições para a Certificação de Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial (SAAP), executados de acordo com a Especificação Técnica ANQIP ETA 0701.

Estas Especificações Técnicas estabelecem uma série de requisitos para o correto funcionamento de um sistema de aproveitamento de água pluvial, nomeadamente projeto técnico respeitando as exigências do Portaria 701-H/2008, de 29 de julho e que todos os restantes componentes devem de respeitar a legislação e normalização nacional e Europeia em vigor. No entanto, estas Especificações Técnicas elaboradas pela ANQIP, referidas anteriormente, não têm qualquer valor legal.

Assim sendo, considera-se fundamental a criação de legislação e normalização enquadadora específica (e não apenas recomendações) que regulamente os sistemas de aproveitamento de águas pluviais, de modo a tornar-se possível a redução do consumo de água potável e alcançar a eficiência hídrica mencionado no PNUEA.

2.6. Aproveitamento de água pluvial em Estádios de Futebol

2.6.1. Sustentabilidade

A sustentabilidade surgiu pela primeira vez em 1980, num relatório *International Union for the Conservation of Nature Resources*, na *World Conservation Strategy*, através da aproximação estratégica à integração da conservação e do desenvolvimento coerente da manutenção dos ecossistemas, preservação da diversidade genética e utilização sustentável dos recursos.

O desenvolvimento sustentável procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades [34].

A implementação do desenvolvimento sustentável assenta em três pilares essenciais: o desenvolvimento económico (economia), a coesão social (sociedade) e a proteção e valorização do ambiente (ambiente), apresentado na Figura 20, onde procura atingir um equilíbrio entre elas. O desenvolvimento sustentável não é um estado fixo de harmonia, mas antes um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a

direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e as alterações institucionais, são tornadas consistentes quer com as necessidades do presente quer com as do futuro [35].



Figura 20 - Pilares fundamentais do desenvolvimento sustentável [36]

A sustentabilidade resulta do equilíbrio entre vários fatores, nomeadamente [5]:

- Responsabilidade social que consiste num processo de desenvolvimento sustentado por uma determinada civilização e que pressupõe uma maior equidade na distribuição de bens e rendas;
- Responsabilidade económica com melhor aproveitamento e regulação dos recursos, procura de novas formas de energia alternativas, elaboração de projetos de viabilidade económica, poupança a nível dos custos de obra;
- Responsabilidade ecológica através da limitação do consumo de combustíveis fósseis e de produtos facilmente esgotáveis, diminuição da quantidade de resíduos e poluição, quantificação dos recursos locais existente, metodologias de construção com menor impacto;
- Responsabilidade espacial com a obtenção de uma configuração rural-urbana mais equilibrada, melhor distribuição territorial dos assentamentos humanos e das atividades económicas;
- Responsabilidade cultural recorrendo à procura de técnicas, processos de modernização e de sistemas agrícolas integrados que facilitem a geração de soluções específicas para o local, o ecossistema, a cultura e a área.

Com o desenvolvimento sustentável pretende-se que sejam atingidas as seguintes metas [5]:

- Satisfação das necessidades básicas da população;

- Envolvimento da população;
- Solidariedade para com as gerações futuras;
- Preservação dos recursos naturais;
- Sistema social abrangente;
- Programas educativos.

A sustentabilidade visa o tratamento da área da construção e da atividade humana. A Construção sustentável promove intervenções sobre o meio ambiente, adaptando-o às necessidades de uso, produção e consumo humano, mas sem esgotar nesta intervenção os recursos naturais, preservando-os para que possam vir a ser usados pelas gerações futuras.

O aproveitamento de recursos naturais, a gestão económica da água, a eficiência energética, a gestão resíduos gerados pelos usuários, a criação de um bom ambiente interior e o conforto térmico-acústico representam as linhas mestras da construção sustentável. Nesta época, sobressai a necessidade da conservação da água, é preciso procurar medidas e soluções sustentáveis que venham contribuir com o uso racional da água, destacando-se as técnicas de aproveitamento de água pluvial.

2.6.2. Recomendações da FIFA para estádios de futebol

Perante a necessidade de contribuir para a preservação do meio ambiente, a FIFA sentiu a responsabilidade obter projetos para estruturas desportivas mais sustentáveis em função dos aspetos económicos e ecológicos, particularmente na redução de emissões e resíduos e no fornecimento sustentável de água, uma vez que os estádios são representantes de grandiosos acontecimentos a nível mundial, como o Mundial de Futebol da FIFA. De modo a que os estádios de futebol sejam mais sustentáveis, A FIFA preparou o seguinte manual: *Football Stadium – Technical recommendations and requirements*, que reúne medidas referentes à iluminação, fornecimento de energia, sistemas de comunicação, relvado natural e sintética, instalações e o impacto dos novos estádios sobre o meio ambiente, entre outras.

Este manual, já com 5 edições, serve de referência para a construção de quaisquer novos estádios de futebol. A diferença desta última edição, em relação às anteriores, prende-se com o facto, de nesta edição ter sido incluído o programa ambiental *Green Goal* FIFA. Este programa teve início durante os preparativos para o Mundial de Futebol de 2006 da FIFA, na Alemanha. O Mundial de Futebol 2010 da FIFA, decorrido na África do Sul permitiu a definição de novos padrões de projetos para estádios. Os estádios que serviram para a realização desta competição mundial são exemplo de

uma arquitetura única, que reafirma a compatibilidade entre a engenharia e a sustentabilidade ecológica, da eficiência e funcionalidade.

Estamos perante uma nova era de na construção de estádios, onde o projeto sustentável é visto com interesse por parte dos fãs, das autoridades políticas e dos investidores, da comunicação social, dos jogadores, entre outras figuras de igual modo importantes.

As principais metas do *Green Goal* são: reduzir o consumo de água potável, evitar e/ou reduzir a emissão de resíduos, criar sistemas de abastecimento de energia mais eficientes e aumentar o uso do transporte público nos eventos da FIFA. O *Green Goal* prevê a aplicação de medidas no campo da água, resíduos, energia e certificação.

No campo da água é recomendado um uso mais responsável de água potável para fins de irrigação deve de ser avaliado. O programa *Green Goal* propõe o armazenamento de água pluvial para uso no ciclo da água. Do ponto de vista económico, a adoção de tecnologia que permita a redução do consumo de água em instalações sanitárias deve de ser previsto e instalado durante a fase de construção.

Relativamente aos resíduos e, uma vez que, a eliminação de resíduos representa um elevado custo administrativo no estádio é aconselhado, a existência de pontos de reciclagem seletiva e a introdução de alimentos e produtos promocionais sem embalagens, de modo a diminuir, a quantidade de resíduos gerados.

Na área da energia, o projeto e a construção de estádios devem empregar atividade de baixo consumo de energia, com a introdução do uso de tecnologia fotovoltaicas em áreas com potencial de economia.

Na área da certificação, o aparecimento de vários métodos e sistema de certificação tem facilitado o processo de definição de objetivos e avaliação de impactos. Destacam-se a Liderança em e Projeto Ambiental (*Leadership in Energy Efficient Design*, LEED), Método da Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*, BREEAM), Classificação de Construção Sustentável e Determinação de Pegada de Carbono.

A certificação LEED recomenda que a existência de técnicas e princípios de construção sustentável nos projetos para todos os estádios de futebol para que obtenham pelo menos a esta certificação. No âmbito do uso eficiente de água, é recomendado a redução do consumo de água e o uso de fontes alternativas, como o aproveitamento de água pluvial, entre outras medidas.

O manual da FIFA *Football Stadium – Technical recommendations and requirements* reúne informação referente e requisitos para o estádios de futebol para a fase de pré-construção, segurança física e patrimonial, orientação e estacionamento, área de jogo,

jogadores e árbitros, espetadores, hospitalidade, comunicação social, iluminação e energia, comunicações e áreas adicionais, futsal e futebol de areia, instalações temporárias.

Este manual tem como objetivo ajudar a todos os envolvidos em projeto, construção e administração de estádios de futebol e a criar instalações que permitam assistir aos jogos com segurança e conforto.

2.6.3. Exemplos de aproveitamento de água pluvial em estruturas desportivas em funcionamento

As estruturas desportivas, regra geral, têm um enorme impacto ambiental devido ao consumo elevado de água e energia, necessidades de aquecimento e ventilação, produção de resíduos durante a realização dos eventos desportivos, por exemplo, fazem com que sejam emitidas para a atmosfera elevadas quantidades de CO₂. No entanto, nos últimos tempos, verifica-se que têm sido incorporadas medidas sustentáveis, na construção e/ou adaptação de estruturas desportivas, de modo a tornar estes edifícios mais amigos do ambiente.

O *Olympiastadion* em Berlim, como se pode observar na Figura 21, foi construído para o Mundial de Futebol de 2006 da FIFA, realizado na Alemanha, realiza o aproveitamento de água pluvial em fins não potáveis, como para a rega do relvado. A água pluvial é recolhida pela cobertura do estádio e encaminhada para uma das maiores cisternas, com capacidade para armazenar 49.000 m³ de água.

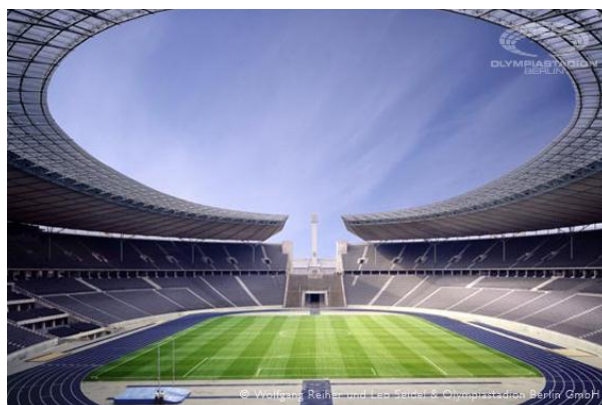


Figura 21- Olympiastadion, em Berlim [37]

O *Gottlieb Daimler Stadion* em Estugarda, indicado na Figura 22, foi palco de 6 jogos de futebol para o Mundial de Futebol de 2006 da FIFA, realizado na Alemanha. À semelhança do estádio anterior, este possui uma cisterna com capacidade para armazenar 350 m³ de água pluvial recolhida através 14.000 m³, dos 32.000 m³, da cobertura do estádio. Este recurso é apenas submetido ao processo de filtração do antes de ser armazenada.

A água pluvial armazenada tem como destino final a rega do relvado, e operações de limpeza, como limpeza das instalações sanitárias. O aproveitamento deste recurso representa uma poupança de 8.000 m³, ou seja, 2/3 da necessidade anual de água do estádio.



Figura 22 - *Gottlieb Daimler Stadion*, em Estugarda [38]

O *Soccer City* ou *FNB Stadium*, exibido na Figura 23, remodelado para o Mundial de Futebol de 2010 realizado na África do Sul, foi utilizado entulho reciclado na sua construção, é reutiliza a água pluvial captada através da cobertura para a irrigação e outros fins não potáveis.



Figura 23 - Soccer City, em Joanesburgo [39]

O *Moses Mabhida Stadium*, em Durban, indicado na Figura 24, construído para o Mundial de Futebol de 2010 da FIFA, realizado na África do Sul, é um dos estádios sede do Mundial de Futebol de 2010. O projeto deste estádio pretendia assegurar que fosse um espaço desportivo de baixo impacto ambiental em que foram adotadas medidas de sustentabilidade, como produção de energia e aquecimento de água através dos painéis fotovoltaicos e solares, respetivamente, utilização da água pluvial é recolhida pela cobertura e armazenada em dois reservatórios com 400 m³ de capacidade para rega.



Figura 24 - Moses Mabhida Stadium, em Durban [40]

O *Green Point Stadium* na Cidade do Cabo, como se pode observar na Figura 25, demolido em 2007 para dar lugar ao novo estádio, com o mesmo nome, construído para o Mundial de Futebol de 2010 da FIFA, realizado na África do Sul, foi palco de 8 jogos durante a realização da competição mundial de futebol. O desenho da cobertura

permite que 100% da água da pluvial seja recolhida. A água pluvial é reencaminha para uma bacia de retenção nas proximidades do estádio, com o propósito de ser reutilizada para diminuir o consumo de água potável.



Figura 25 - *Green Point Stadium*, na Cidade do Cabo [41]

O *Rectangular Stadium* em Melbourne inaugurado em 2011, indicado na Figura 26, é um exemplo em termos de sustentabilidade. A cobertura com vários segmentos de vidro permitiu que para a sua construção fosse necessária apenas metade do aço do que o habitual é gasto. Além do vidro, a novidade prende-se com a utilização de metal e grelhas na sua construção, de modo a diminuir o consumo de energia elétrica. O estádio possui um sistema de aproveitamento de água pluvial com capacidade de armazenar 500.000 litros de água por ano para abastecer as dependências internas.

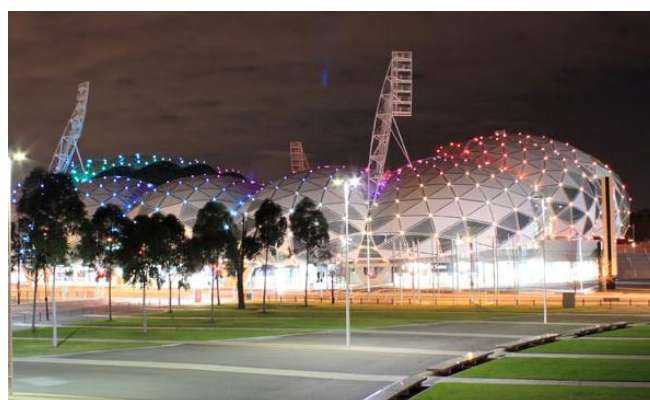


Figura 26 - *Rectangular Stadium*, em Melbourne [42]

O *Beijing National Stadium*, exibido na Figura 27, foi construído na China para os Jogos Olímpicos em 2008, é conhecido também como Ninho de Pássaro tem capacidade para

cerca de 100.000 espetadores durante a realização do evento. Nesta estrutura foram implementadas diversas medidas sustentáveis, como o sistema de aproveitamento de água pluvial, melhor aproveitamento da energia solar, devido à cobertura ser revestida com material translucido, sistema de ventilação passiva, existência de um sistema que permite regular a introdução do vento, condições climáticas e iluminação solar.

A água pluvial recolhida é utilizada em diversos usos no estádio.

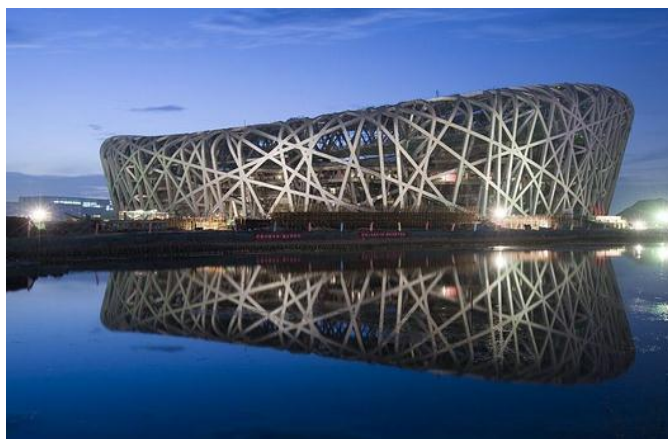


Figura 27 - *Beijing National Stadium*, na China [43]

O *Velodrome Park* dos Jogos Olímpicos de 2012 em Londres, indicado na Figura 28, é um dos locais mais emblemáticos e sustentáveis. O estádio foi construído essencialmente à base de madeira e foi dado destaque ao aproveitamento da água pluvial através da cobertura, em que a água armazenada tem capacidade de abastecer 75% das necessidades não potáveis do estádio (rega e descargas sanitárias).



Figura 28- *Velodrome Park*, em Londres [44]

O *Red Star Stadium* em Belgrado, na Sérvia como se pode observar na Figura 29, é um estádio de multiusos. Atualmente serve essencialmente de palco a jogos de futebol. A cobertura do estádio é revestida com painéis fotovoltaicos para a produção de energia e através da cobertura é feita a recolha de água pluvial de modo a ser empregue na rega das zonas verdes existentes no complexo desportivo.



Figura 29 - *Red Star Stadium*, em Belgrado [45]

2.6.4. Estruturas desportivas sustentáveis em fase de construção

Estamos perante uma época importante e decisiva na mudança de paradigma da arquitetura, marcada pela procura da sustentabilidade e de sistemas tecnológicos inovadores que têm como finalidade melhorar desempenho e a autonomia aos edifícios. O Mundial de Futebol de 2014, realizado no Brasil, tem como finalidade assinalar este grande acontecimento como o primeiro “mundial de futebol verde” do mundo com a recomendação de que todos os estádios estejam em conformidade com a certificação LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design* [46].

A FIFA - *Fédération Internationale de Football Association*, através do programa *Green Goal* apela à incorporação de medidas sustentáveis nas estruturas desportivas dos seus parceiros, como a redução do consumo de água potável, a prevenção e/ou redução de resíduos, a criação de sistemas com uma energia mais eficiente e um aumento no uso de transportes públicos para os seus eventos. A implementação destas medidas visam contribuir para o estabelecimento de um clima neutro em relação à emissão dos gases com efeito de estufa.

Relativamente à água, o programa *Green Goal* aconselha o uso responsável de água potável para fins de irrigação, sugerindo o armazenamento de água pluvial e através da instalação de tecnologia de poupança de água em sanitários durante a fase de construção.

Por exigência da FIFA, os estádios para a realização do Mundial de Futebol em 2014, no Brasil, integram medidas com a finalidade de preservar o ambiente.

No Estádio Beira Rio, em Porto Alegre, apresentado na Figura 30, será instalado um sistema para captação de água pluviais e, para além do programa de separação e reciclagem de lixo, periodicamente, será feita a compostagem do gramado, ou seja, a reutilização da relva cortada como adubo natural. O aproveitamento de água pluvial está destinado a ser utilizada para a rega do relvado e nas instalações sanitárias. Também foram tomadas medidas no âmbito da energia, a adoção de uma membrana translúcida para a cobertura do estádio permite o aproveitamento mais eficiente da luz solar, diminuindo a necessidade de iluminação artificial.



Figura 30 - Estádio da Beira Rio [47]

O Estádio de Maracanã, no Rio de Janeiro também segue as regras de uma construção sustentável foi aprovado pela FIFA, apresentado na Figura 31.



Figura 31 - Estádio Maracanã [47]

A Figura 32 é alusiva ao Estádio de Morumbi, em São Paulo, que segundo a FIFA, 84% do estádio reúne as condições exigidas para sediar um jogo da Copa do Mundo em 2014. As melhorias do estádio são referentes à construção de um reservatório para aproveitamento de água pluvial, automatização do sistema da sala de controlo que permite o registo dos consumos de água e energia e a instalação de novas unidades de geradores, entre outras.

A adaptação do estádio, exigida pela FIFA prevê a reutilização de madeira.



Figura 32 - Estádio de Morumbi [47]

O Estádio de Castelão, em Fortaleza, apresentado na Figura 33, prevê a captação de águas pluvial e para que o armazenamento desta não prejudique a sua qualidade, será submetida a tratamento. No campo da energia e dado a região possuir experiencia em tecnologia de energia eólica, está previsto que a fonte alternativa de energia do estádio seja proveniente de energia eólica. Este estádio foi projetado por forma a tirar proveito da ventilação cruzada e da luz natural, que contribui para a preservação do relvado e para a diminuição da manutenção frequente.



Figura 33 - Estádio de Castelão [47]

O Estádio Arena da Baixada, em Curitiba, exibido na Figura 34, prevê-se que será possível manter a irrigação e o abastecimento das instalações sanitárias por um período de 15 dias, através da água pluvial armazenada num reservatório com capacidade para 2.000 m³, sem que haja a necessidade do abastecimento da rede pública. Espera-se que com a introdução deste sistema, ser possível economizar o uso total de água no estádio em até 75%. Relativamente à energia, a diminuição do consumo energético passa pelo controlo da iluminação e eliminação do ar condicionado em algumas secções do estádio.



Figura 34 - Estádio Arena da Baixada [47]

No Estádio Governador José Fragelli, em Cuiabá, exibido na Figura 35, prevê a captação de água pluvial e o seu armazenamento em reservatório com capacidade para 400 m³ destinados a serem utilizados na limpeza das instalações sanitárias, na rega do relvado e no sistema de ar condicionado. Contudo, não está previsto a adoção de nenhum

sistema alternativo de geração de energia, mas existira um sistema de consumo eficiente. A instalação de painéis solares servirá para o aquecimento da água.



Figura 35 - Estádio Governador José Fragelli [47]

O Estádio das Dunas, em Natal, apresentado na Figura 36, é considerado o mais verde, em que a estrutura é a mais sustentável entre todas as que foram projetadas para a Copa do Mundo em 2014. Todos os prédios deste complexo desportivo vão captar e drenar água pluvial para um reservatório, onde será submetida a tratamento e encaminhada para um lago. Esta água está destinada ser utilizada em operações de limpeza e na rega. As instalações sanitárias possuíram dispositivos de baixo consumo. Existe também, uma estação de tratamento de água residual, que depois de devidamente tratada, é reutilizada.

No campo energético, as necessidades do estádio são compensadas com energia solar através de painéis fotovoltaicos instalados na cobertura e uma espécie de antena parabólica que absorve os raios.



Figura 36 - Estádio Arena das Dunas [47]

O Estádio Nacional (antigo Estádio Mané Garrincha), em Brasília, de acordo com a Figura 37, foi projetado de modo a ser o primeiro a ser alimentado por água reaproveitada e com energia renovável produzida pelo próprio estádio, ou seja, um estádio autossustentável. A redução do consumo de água potável em 30% é concretizado através da instalação de dispositivos de baixo consumo. No campo paisagístico, foi definido estrategicamente medidas para que o solo absorva mais facilmente a água pluvial. Na cobertura do estádio serão instalados 13.000 m² de painéis fotovoltaicos que poderão produzir até 2.550 megawatts por hora, o que daria para abastecer 1 milhão de residências.



Figura 37 - Estádio Nacional [47]

A Figura 38 e Figura 39, referentes ao Estádio da Cidade de Copa, em Recife e no Estádio Mineirão, em Belo Horizonte, respetivamente, foram projetados de modo a ser aproveitado, de modo eficiente, a energia solar. Serão utilizadas painéis fotovoltaicos capazes de transformar em eletricidade quase metade dos raios solares que incidirem sobre estas, quando comparadas com as convencionais.

No Estádio da Cidade da Copa, em Recife, para além dos painéis fotovoltaicos, serão utilizadas 4 turbinas eólicas, com potencia ate 1.600 quilowatts, que é suficiente satisfazer as necessidades energéticas do ar condicionado. O aquecimento da água é efetuado através da energia solar.



Figura 38 - Estádio da Cidade da Copa [47]



Figura 39 - Estádio Mineirão [47]

O Estádio Vivaldo Lima, em Manaus e o Estádio Fonte Nova, em Salvador, alusivo às Figura 40 e Figura 41, respetivamente, foram concebidos para aproveitar a água pluvial e utiliza-la para a limpeza do espaço e para os abastecimentos das instalações sanitárias.

No Estádio de Manaus a água pluvial recolhida e utilizada para a rega do relvado, para limpeza das instalações sanitárias, em descargas sanitárias e nos sistemas de ar condicionados, diminuindo o consumo de água potável em 40%.



Figura 40 - Estádio Vivaldo Lima [47]



Figura 41 - Estádio Fonte Nova [47]

3. Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais – SAAP

O sistema de aproveitamento de água pluvial tem como objetivo conservar os recursos hídricos e reduzir o consumo de água potável e, normalmente inclui as seguintes etapas:

- Captação da água pluvial, pela cobertura dos edifícios;
- Condução da água captada por caleiras e tubos de queda;
- Passagem da água pelos dispositivos de primeira lavagem – *first flush*;
- Armazenamento em reservatório;
- Tratamento (depende da qualidade da água pluvial recolhida e da utilização prevista);
- Utilização.

Genericamente, a água pluvial é captada através da cobertura dos edifícios, é encaminhada por caleiras e tubos de queda até ao reservatório. No decorrer do processo, e antes do armazenamento da água, esta é submetida a filtragem para remoção de folhas, insetos, sedimentos e outras impurezas que possam existir, de modo a melhorar a sua qualidade. O tratamento da água pluvial depende do uso a que se destina e a sua qualidade depende do material da superfície de captação e dos resíduos que nela se depositam, apesar de particularmente relevante no caso dos sistemas potáveis, para os usos não potáveis, esta etapa inclui normalmente apenas a remoção de sólidos.

Os reservatórios representam, no sistema de aproveitamento de água pluvial, a parcela mais cara [16]. O dimensionamento do reservatório deve ser efetuado cuidadosamente tendo sempre em conta a capacidade, o material e a localização, para que o retorno do investimento seja obtido num curto período de tempo.

Os sistemas de aproveitamento de água pluvial são constituídos pelos seguintes componentes, como exemplificado na Figura 42:

- Superfície de captação que corresponde à superfície em que incide a precipitação, sendo normalmente a cobertura dos edifícios;
- Sistema de transporte constituído por algerozes, caleiras, tubos de queda instalados na periferia da superfície de captação de modo a permitir o encaminhamento da água recolhida pela cobertura para o reservatório;
- Dispositivos de filtragem para eliminarem todos os detritos, sedimentos, poeiras que possam existir na água antes de esta ir para o reservatório;

- Reservatório destinado ao armazenamento a água pluvial recolhida;
- Sistema de distribuição permite a utilização da água pluvial armazenada no reservatório através de bombagem ou gravidade.

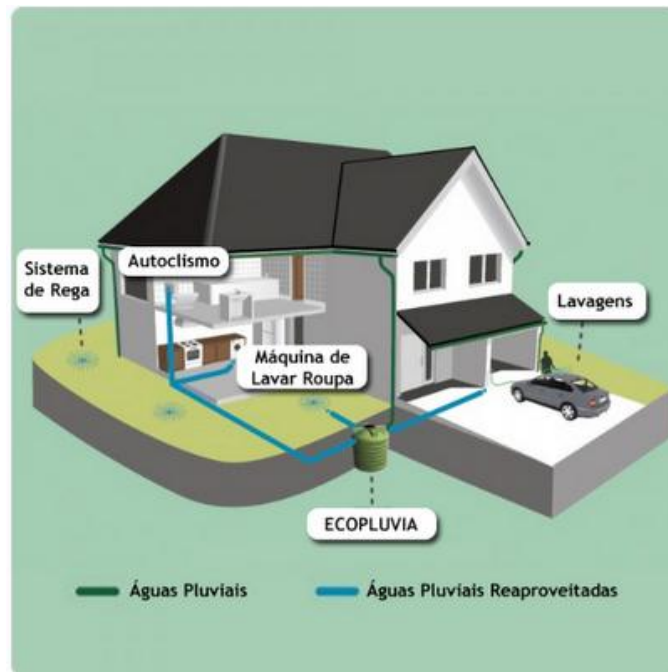


Figura 42 - Sistema de aproveitamento de águas pluviais [48]

Esta é uma técnica versátil de aproveitar a água pluvial pois pode ser instalado em edifícios em utilização ou na fase de construção, está associado a conceitos como o uso eficiente, racional e a preservação da água.

Para a conceção do projeto para o sistema de aproveitamento de águas pluviais é necessário obter dados sobre os registos pluviométricos da região onde vai ser instalado o sistema, espaço disponível, o tipo de dispositivos existentes a ser abastecidos por água pluvial, consumo de água não potável, fatores económicos, utilização prevista para o sistema.

3.1. Componentes do SAAP

3.1.1. Superfície de captação

As superfícies de captação são normalmente as coberturas dos edifícios ou outras superfícies, como por exemplo, os pavimentos. Recomenda-se a utilização de meios de para captação que não sejam suscetíveis a acumularem substâncias poluentes que em quantidades significativas representem riscos para a saúde pública.

É recomendado que a superfície de captação seja lavada duas vezes por ano, sobretudo no fim da estação seca – verão, evitar a existência de vegetação sobre a superfície de captação, e caso seja possível, evitar que animais tenham acesso à cobertura para reduzir o risco de deposição de detritos.

A quantidade de água possível aproveitar está relacionada a área de captação, precipitação local e com Coeficiente de Escoamento Superficial ou Coeficiente de *Runoff* [49]. Este coeficiente traduz a relação entre o volume total de escoamento superficial num determinado num determinado período de tempo e o volume total precipitado nesse período.

O material da superfície de captação é em parte responsável pela quantidade de água pluvial captada pois, quanto mais lisa for a textura do material da superfície de captação, maior é o Coeficiente de *Runoff*, o que significa uma diminuição de perdas de água.

Os materiais mais comuns usados nas coberturas podem ser, como por exemplo, telha cerâmica, chapas de zinco, betão armado, membranas betuminosas, entre outros.

O Tabela 2 é referente aos valores de Coeficientes de *Runoff* em função do material da superfície de captação.

Tabela 2 - Coeficientes de escoamento superficial ou *Runoff* para diferentes superfícies de captação [50] [4]

Superfície de captação		Coeficiente de escoamento [C]
Telhados	Telhas cerâmicas	0,80 - 0,90
	Telhas esmaltadas	0,90 - 0,95
	Telhas corrugada de metal	0,80 - 0,90
	Cimento, amianto	0,80 - 0,90
	Plástico, PVC	0,90 - 0,95
Relvados	Solo arenoso, plano, 2%	0,05 - 0,10
	Solo arenoso, declive médio, 2 - 7%	0,10 - 0,15
	Solo arenoso, declive grande, 7%	0,15 - 0,20
Zonas de comércio	Áreas comerciais	0,70 - 0,95
	Áreas periféricas	0,50 - 0,70
Zonas residenciais	Áreas de moradias	0,30 - 0,50
	Blocos de residenciais afastados	0,40 - 0,60
	Blocos de residenciais próximos	0,60 - 0,75
	Áreas suburbanas	0,25 - 0,40
	Áreas de apartamentos	0,50 - 0,70
Zonas industriais	Áreas dispersas	0,50 - 0,80
	Áreas densas	0,60 - 0,90
Parques, cemitérios		0,10 - 0,25
Parques de jogos		0,20 - 0,35
Zonas de parques ferroviários		0,20 - 0,40
Zonas não aproveitadas		0,10 - 0,30
Ruas	Asfaltadas	0,70 - 0,95
	Betonadas	0,80 - 0,95
Vias para automóveis e peões		0,75 - 0,85

3.1.2. Sistema de transporte

O sistema de transporte, constituído normalmente por caleiras e tubos de queda, desempenha um papel fundamental no aproveitamento da água pluvial, pois efetuam o transporte da água recolhida pela superfície de captação até ao reservatório. A água que é transportada normalmente, contém alguns detritos, sujidades, etc., que são posteriormente removidos pelos dispositivos de filtragem.

O dimensionamento e a instalação do sistema de transporte devem ser cuidadosos para que não prejudique o funcionamento do sistema de aproveitamento de água pluvial e permita recolher o máximo de água. A inclinação das caleiras deve ser contínua e suficiente ao longo do seu desenvolvimento, para evitar a acumulação de

detritos, formação de micro organismos, entre outros. Normalmente considera-se uma inclinação a variar entre 1% a 1,5%.

Normalmente são utilizados no sistema de transporte, dispositivos em PVC, alumínio e de aço galvanizado, sendo as duas últimas mais recomendadas por serem resistentes à corrosão mas com valor inicial de investimento maior quando comparada com as de PVC.

Podem ser incorporados nas caleiras, malhas de em plástico ou metal, com a finalidade de filtrar os detritos de maior dimensão, como as folhas, como é exemplificado na Figura 43. Os detritos de menor dimensão são removidos pelos dispositivos de filtragem do sistema para evitar o risco de entupimento nas condutas que encaminham a água até ao reservatório.

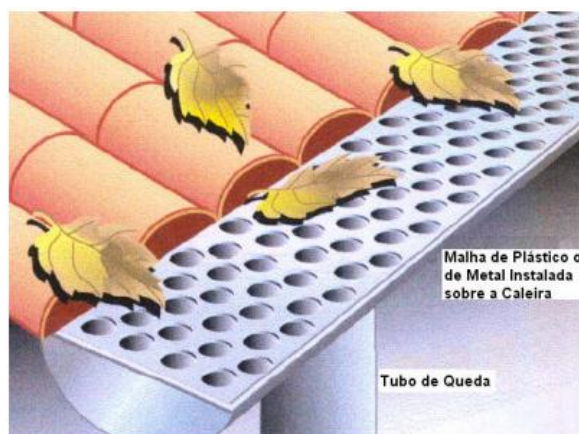


Figura 43 - Malha instalada sobre a caleira [16]

3.1.3. Dispositivos de primeira lavagem - *first-flush*

Durante os períodos de seca ocorre uma maior acumulação de detritos sobre a superfície de captação, sendo recomendado, durante as primeiras chuvas, não recolher algum volume de água, por transportarem grande parte de detritos depositados na superfície de captação. O volume de água que não é coletado serve para lavar a superfície de captação de forma a eliminar a maior parte dos detritos existentes.

Portanto, um procedimento simples de limpeza da água da chuva muito utilizado é a remoção dos primeiros milímetros de chuva, através de um componente importante do sistema de aproveitamento que é o dispositivo de primeira lavagem. Este

procedimento é também denominado de autolimpeza da água da chuva, como exemplificado na Figura 44 [4].



Figura 44 - Dispositivo de primeira lavagem [48]

A Especificação Técnica 0701 da ANQIP recomenda o desvio dos primeiros 2 mm na ausência de dados ou estudos das condições locais ou, que a quantidade de água a desviar seja determinada com base em critérios de tempo ou com base na área de captação e numa altura de precipitação pré-estabelecida, que pode variar entre os 0,5 e 8,5 mm, baseado nas condições locais.

Quando se opte pelo critério de tempo, deverá ser desviado um volume mínimo correspondente aos primeiros minutos de precipitação, podendo adotar-se um valor mais baixo (não inferior a 2 minutos) quando o intervalo entre precipitações não exceda 4 dias [28].

O volume a desviar será dado pela seguinte expressão [28]:

$$V_d = P \times A$$

Equação 1 – Volume de água pluvial a desviar pelo dispositivo *first-flush*

Onde,

- V_d corresponde ao volume a desviar, em litros;

- P corresponde à altura de precipitação, em mm, admitida para o sistema *first-flush*, geralmente 2 mm;
- A corresponde à área de captação, em m².

Apesar da adição do dispositivo de *first-flush* não afetar o funcionamento do sistema de aproveitamento de água pluvial, a sua existência, contribui para a melhoria da qualidade da água pluvial recolhida.

3.1.4. Dispositivos de filtragem

A água pluvial captada é conduzida para o reservatório, por caleiras e tubos de queda. Antes da água recolhida ser armazenada no reservatório, sofre um processo de filtragem para que sejam removidos todos os resíduos indesejáveis que possam existir, como o exemplo da Figura 45.

Todos os dispositivos de filtragem existentes no sistema de aproveitamento de águas pluviais devem de ser limpos e mantidos, para não ficarem obstruídos, vulneráveis ao desenvolvimento de microrganismos patogénicos e reduzirem o fluxo de água a ser filtrada.



Figura 45 - Exemplo de filtro de água pluvial [51]

No dimensionamento dos reservatórios é necessário contabilizar a eficiência dos dispositivos de filtragem. Esta eficiência corresponde à razão entre o volume total de água pluvial filtrada e que atinge o reservatório e o volume total de água pluvial que chega ao filtro. A diferença entre estas duas parcelas corresponde às perdas de água

no filtro, sendo este volume de água descarregado, regra geral, para o sistema de águas residuais ou pluviais.

Em filtros com manutenção e limpeza regulares pode ser admitida uma eficiência hidráulica (η_f) de 0,9, a menos que as características do sistema recomendem a adoção de outro valor [28].

3.1.5. Reservatório

Terminado o processo de transporte e filtragem a água é direcionada para o reservatório para armazenamento.

Os reservatórios podem ser de diversos materiais, como por exemplo, em betão armado, polietileno, madeira, aço galvanizado, etc., podem ter forma cilíndrica, retangular, podem ser enterrados, parcialmente enterrados, apoiados sobre o solo ou elevados. A sua capacidade depende da pluviosidade local, do consumo de água não potável, a duração prevista de períodos de seca, a área de captação, limitação orçamental, etc.

Devido ao reservatório ser componente mais dispendioso do sistema de aproveitamento de água pluvial, o seu dimensionamento deve ser feito com base nos critérios técnicos, económicos e ambientais considerando sempre as boas práticas da engenharia [28].

Para um dimensionamento económico e eficiente é necessário o conhecimento de algumas características do sistema como a área de captação, o índice de pluviométrico da região e o Coeficiente de *Runoff*. Quanto maior a área de captação, maior o volume de chuva que poderá ser coletado. O índice pluviométrico mostra a distribuição da chuva ao longo do ano e quanto mais regular for o seu valor mais fiável será o sistema [52].

A Especificação Técnica 0701 da ANQIP recomenda algumas regras de boa prática para a instalação do reservatório, apresentada na secção 3.3 Manutenção e instalação do SAAP.

É recomendado que exista um sistema suplementar de abastecimento de água aos equipamento/dispositivos previstos utilizarem água pluvial, para quando o volume de água pluvial disponível no reservatório não for suficiente, o funcionamento destes estar assegurado.

3.1.6. Sistema de bombeamento

As bombas são introduzidas no sistema de aproveitamento de águas pluviais quando há necessidade de elevar a água a cotas superiores à do reservatório, sendo esta uma situação corrente em reservatórios enterrados.

As bombas instaladas dentro dos reservatórios deverão ser dotadas de dispositivos de sucção com tomada de água ligada a flutuador ou sistema equivalente que não permita o arrastamento das partículas sedimentares ou flutuantes para a tubagem. As bombas submersíveis deverão ser facilmente removíveis, para permitir as operações de manutenção, como exemplificado na Figura 46 [28].

A instalação de bombagem no exterior do reservatório deve respeitar os níveis de ruído estabelecidos por lei e deve estar protegida do calor, frio ou chuva, em local ventilado [28].

Os equipamentos de bombagem concebidos para os sistemas domésticos de aproveitamento de água pluvial devem estar tecnologicamente dotados de funções que permitem a gestão de água pluvial de uma forma responsável e eficiente [28].



Figura 46 - Exemplo de uma bomba submersível [51]

3.1.7. Acessórios: Conjunto de sucção flutuante, amortecedor e sifão

O reservatório necessita da instalação de diversos dispositivos para assegurar o funcionamento ideal do sistema de aproveitamento de águas pluviais, como o conjunto de sucção flutuante, amortecedor e sifão.

O conjunto de sucção flutuante tem como finalidade remover eventuais partículas suspensas que possam existir na água, evitando que prejudiquem o funcionamento

da bomba. O conjunto de sucção flutuante é formado por uma conexão para a bomba, numa mangueira flexível especial, uma válvula antirretorno, um filtro de tela e uma boia, que mantém a entrada do filtro sempre perto da superfície, qualquer que seja o volume da cisterna, como exemplificado na Figura 47.

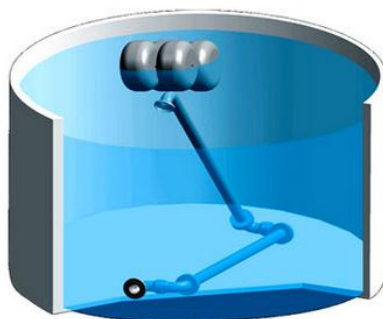


Figura 47 - Conjunto de sucção flutuante [53]

O amortecedor tem como objetivo amortecer a entrada da água no reservatório vinda do filtro, ou seja, o amortecedor reduz a turbulência e diminui a velocidade de entrada da água no reservatório sem remexer na sedimentação que eventualmente possa existir. Consiste num vaso de expansão instalado no fundo do reservatório, que recebe a água vinda do filtro, por meio de um tubo, como exemplificado na Figura 48.

A Especificação Técnica 0701 da ANQIP recomenda a instalação do amortecedor.



Figura 48 - Tubo de entrada com amortecedor de água [54]

O sifão serve como selo hidráulico. A sua instalação tem a finalidade de evitar a entrada e odores do exterior para o interior do reservatório, normalmente da rede pluvial e impedir a entrada animais portadores de doenças, como exemplificado na Figura 49.

É recomendável prever no projeto que o reservatório fique cheio pelo menos duas no ano para que o sifão possa limpar a camada mais superficial da água no reservatório.



Figura 49 - Sifão [54]

3.2. Dimensionamento do reservatório

Existem diversos métodos para o dimensionamento de reservatórios para armazenamento de água pluvial, nomeadamente o Método de Rippl. Este é um método muito utilizado e de fácil aplicação.

O Método de Rippl consiste na determinação da capacidade do reservatório com base na área de captação e na precipitação registada. Considera que nem toda a água precipitada é armazenada e os registos pluviométricos são de extrema importância para o dimensionamento do reservatório.

Para a determinação do volume do reservatório é necessário determinar os seguintes dados: a precipitação média mensal ou diária e o consumo mensal ou diário, área de captação, coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de *Runoff*, eficiência do sistema de filtragem.

O reservatório é, na maioria dos casos, o elemento mais dispendioso, pelo que, é necessário efetuar um correto dimensionamento. Este elemento tem de ser capaz de satisfazer as necessidades de consumo de água para o fim a que se destina.

Para um cálculo mais preciso do volume do reservatório é aconselhável utilizar as séries de precipitações históricas diárias de mais de um ano. Sendo sugerido que se

utilize uma série de precipitações diárias dos últimos 10 anos do local de instalação do sistema, ou de um posto udométrico o mais próximo possível do local, por se considerar que uma série histórica dos últimos 10 anos é representativa do clima atual [16].

O volume de água de chuva que pode ser aproveitado não é o mesmo que o que cai sob a forma de precipitação. São estimadas perdas, que vão de 10% a 33% do volume que precipita, que reflete o coeficiente de *Runoff* e que incluirá a água pluvial da primeira lavagem - *first-flush*.

O coeficiente de *Runoff* nos telhados pode variar entre 0,6 e 0,95 conforme o seu material, de acordo com a especificação técnica ETA 0701 da ANQIP [28]. As coberturas verdes podem apresentar valores que oscilam entre 0,3 e 0,5, consoante a profundidade média do solo, a sua composição e o tipo de vegetação. Regra geral, para os telhados pode-se considerar o valor de 0,8 para o coeficiente de *Runoff* [16]. Este coeficiente representa a relação entre o volume total de escoamento superficial num determinado período de tempo e o volume total precipitado nesse período, com já foi referido anteriormente.

Estas perdas dependem de vários fatores como: o material e textura do telhado (que influencia a velocidade do escoamento), a evaporação, a limpeza do telhado, a autolimpeza, as ineficiências no processo de recolha e outras. Por exemplo, um telhado de material mais liso e impermeável contribui para o aumento da qualidade e quantidade da água recolhida [16].

De acordo com a especificação técnica da ANQIP a ETA 0701, o volume anual de água pluvial possível aproveitar pode ser determinado pela seguinte expressão [28]:

$$V_a = C \cdot P \cdot A \cdot \eta_f$$

Equação 2 – Volume de água pluvial aproveitável, definido pela ANQIP

Em que,

- V_a corresponde ao volume anual de água da chuva aproveitável, em litros;
- C corresponde ao coeficiente de *Runoff* da cobertura, sendo recomendado 0,8 para cobertura impermeáveis;
- P corresponde à precipitação média acumulada anual, em mm;
- A corresponde à área de captação, em m^2 ;
- η_f representa a eficiência hidráulica de filtragem, que consiste na relação entre a quantidade de água filtrada que chega ao reservatório e a quantidade de

água pluvial que chega ao filtros. Em filtros com manutenção e limpeza regulares pode ser admitido 0,9, salvo especificações contrárias.

A Especificação Técnica 0701 da ANQIP recomenda ainda, que não sejam considerados períodos de reserva de água no reservatório superiores a 30 dias. Outros métodos, como o Método Alemão, consideram valores de referência inferiores.

No dimensionamento do reservatório destinado ao armazenamento de águas pluviais, devem ser tidos em conta critérios económicos, técnicos e ambientais aliados a regras de boa prática de engenharia. Contudo, o volume total (V_t) pode ser ligeiramente superior ao volume útil (V_u), devido à existência de um volume morto e a profundidade da boca de captação.

Perante a situação do reservatório a dimensionar estar destinado a abastecer estruturas com consumos relativamente uniformes ao longo do tempo, como blocos industriais ou em edifício administrativos, comerciais, serviços ou industriais, pode-se aplicar métodos simplificados, como o Método de Azevedo Netto, o Método Prático Inglês, o Método Simplificado Alemão ou o Método Espanhol.

Optando pela escolha do Método Simplificado Alemão, o volume útil do reservatório, em litros, corresponde ao menor valor entre 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação que é possível aproveitar, através à seguinte expressão [28]:

$$V_u = \min(0,06 \cdot C \cdot P \cdot A \cdot \eta_f; 0,06 C_e) = \min(0,06 V_a; 0,06 C_e)$$

Equação 3 – Volume útil do reservatório, calculado pelo Método Simplificado Alemão

Em que, C_e corresponde aos consumos anuais estimados.

O Método Espanhol é semelhante ao Método Simplificado Alemão diferindo apenas o valor médio nos consumo anuais estimados e um período de reserva de 30 dias. Como já foi referido anteriormente, o Método Simplificado Alemão, considera um período de reserva inferior a 30 dias. Assim sendo, o volume útil do reservatório, em litros, é calculado pela seguinte expressão [28]:

$$V_u = \left(\frac{C \cdot P \cdot A \cdot \eta_f + C_e}{2} \right) \times \frac{30}{365}$$

Equação 4 – Volume útil do reservatório, calculado pelo Método Simplificado Alemão

Em geral, o Método Simplificado Alemão e o Método Espanhol conduzem a resultados da mesma ordem de grandeza.

Pelo Método Azevedo Neto, o volume do reservatório é obtido através da seguinte expressão, em litros [4]:

$$V = 0.042 \times P \times A \times T$$

Equação 5 – Volume do reservatório calculado pelo Método Azevedo Neto

Em que,

- P representa a precipitação média anual, em mm;
- T representa o número de meses de pouca chuva ou seca;
- A representa a área de captação, em m².

Outro método é referente ao Método Prático Inglês em que a capacidade do reservatório é obtida através da seguinte expressão [4]:

$$V = 0.05 \times P \times A$$

Equação 6 – Capacidade do reservatório calculado pelo Método Prático Inglês

Em que,

- P corresponde à precipitação média anual, em mm;
- A corresponde à área de captação, em m².

Os métodos mais complexos, que se recomendam para sistemas de maior dimensão ou quando a estrutura de consumo não é uniforme ao longo do tempo (situação que pode ser relevante, por exemplo, quando se considera a rega de espaços verdes ou em ocupações sazonais), são métodos tradicionais de otimização de volumes de reservatórios, através de diferenças mensais (ou diárias), com o conhecimento das precipitações locais e do diagrama dos consumos. Nesta categoria englobar-se-á o Método de Rippl, o Método da Simulação e o Método Australiano [28].

Optando pelo dimensionamento do reservatório pelo Método de Rippl pode-se optar pelo Método Analítico e o Método Gráfico, para consumos constantes ou variáveis.

O Método de Rippl Analítico consiste em determinar a capacidade do reservatório de acordo com os consumos registados. Este valor é obtido tendo em conta a precipitação média mensal ou diária, registada num determinado período de tempo, obtido por estações meteorológicas, o consumo médio mensal ou diário registado e a área da superfície de captação. Para a determinação do volume do reservatório é necessário determinar [68]:

- Volume mensal disponível de água pluvial, em m³, é calculado recorrendo à seguinte expressão:

$$Vol. \text{ mensal de água pluvial disp.} = \frac{Prec. \text{ Méd. anual} \times \text{Área de capt.} \times coef. \text{Runoff}}{1000}$$

Equação 7 – Volume mensal de água pluvial calculado pelo Método de Rippl

- Através da diferença positiva entre o valor do consumo medio mensal e o volume mensal disponível de água pluvial obtém-se os meses em que o volume de consumo médio mensal é superior ao volume de água pluvial possível recolher.

Calculados os passos anteriores, é possível calcular-se a capacidade do reservatório, que corresponde às diferença acumuladas da diferença positiva entre o valor do consumo médio mensal e o volume mensal disponível de água pluvial, admitindo que inicialmente o reservatório encontra-se cheio. A capacidade do reservatório, para que sejam satisfeitas as exigências de consumo, corresponde ao maior valor obtido.

Por outro lado, o Método de Rippl Gráfico utiliza os volumes de precipitação acumulada e os consumos acumulados de janeiro a dezembro. Para o volume acumulado de janeiro a dezembro, obtém-se uma curva e para os consumos constantes tem-se uma reta [16].

Proceder-se ao traçado de paralelas pelo ponto mais baixo e pelo ponto mais alto da curva dos volumes de precipitação e a distância percorrida na vertical, entre estas duas retas paralelas, corresponde ao volume do reservatório.

O Método de Simulação que consiste na fixação de um volume de um reservatório e na verificação do percentual de consumo que será atendido. Este método permite determinar a eficiência do sistema, por relacionar o período em análise com os

períodos em que o reservatório se tem água suficiente para dar resposta à necessidade de água.

O cálculo do volume do reservatório, pelo Método de Simulação, baseia-se nas seguintes expressões [68]:

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(t)}$$

Equação 8 – Volume do reservatório calculado pelo Método de Simulação

$$Q_{(t)} = C \times precipitação_{(t)} \times área\ de\ captação$$

Equação 9 – Volume de água pluvial aproveitável calculado pelo Método de Simulação

$$Sendo\ que,\ 0 \leq S_{(t)} \leq V$$

Equação 10 – Condição de verificação do Método de Simulação

Em que:

- $S_{(t)}$ é o volume de água no reservatório no instante t ;
- $S_{(t-1)}$ é o volume de água no reservatório no tempo $t-1$;
- $Q_{(t)}$ é o volume de água pluvial possível aproveitar no instante t ;
- $D_{(t)}$ é o consumo de água no instante t ;
- V é o volume do reservatório fixado, em m^3 ;
- C é o coeficiente de *Runoff*.

3.3. Manutenção e instalação do SAAP

O reservatório para armazenamento de águas pluviais requer alguns cuidados durante a fase de instalação e de manutenção, nomeadamente:

- Recomenda-se que o reservatório fique, se possível, próximo de um tubo de queda;
- O reservatório deve de ser estanque, não permita a entrada de luz, de modo a impedir a proliferação de microrganismos e evaporação da água;

- Deve estar localizado a pelo menos 15 m de fontes de poluição, como, estábulos de animais, latrinas, fossas sépticas quando o reservatório é enterrado;
- Recomenda-se que o material do reservatório seja durável, liso e livre de substâncias tóxicas;
- A tampa de inspeção do reservatório deve-se encontrar sempre fechada e o tubo de saída de emergência deve estar protegido com uma grelha para não permitir a entrada de seres vivos;
- A tubagem de distribuição da água pluvial deve possuir cor diferente da rede de distribuição de água potável;
- Existência de avisos, indicando a não potabilidade da água, junto às torneiras do sistema;
- No fundo do reservatório deverá existir um dispositivo para evitar a turbulência na água, de modo a não agitar o material sedimentado;
- Entre outros aspetos.

Segundo a Especificação Técnica 0701, da ANQIP, as intervenções de manutenção do sistema de aproveitamento de águas pluviais devem de ser realizadas como o indicado na Tabela 3:

Tabela 3 - Frequência da manutenção dos componentes do SAAP [28]

Componentes	Manutenção
Filtros	Inspeção e limpeza semestrais
Sistema de desvio do <i>first-flush</i>	Inspeção semanal e limpeza anual (se automático) ou semanal (se manual)
Caleiras e tubos de descarga	Inspeção e limpeza semestrais
Órgãos de tratamento/desinfecção	Inspeção mensal e manutenção anual
Sistema de bombagem	De acordo com as indicações do fabricante
Cisterna	Inspeção anual e limpeza e higienização de 10 em 10 anos (no máximo)
Unidade de controlo	Inspeção semestral e manutenção anual
Canalizações e acessórios	Inspeção anual

A mesma especificação técnica recomenda, preferencialmente, que as manutenções semestrais se realizem no início e no final das épocas de chuva. Os telhados devem ser limpos e lavados uma ou duas vezes por ano, em particular no fim da estação seca, de modo a remover os detritos acumulados.

Os utilizadores do sistema podem realizar a manutenção a todo o sistema de aproveitamento de água pluvial, excetuando no sistema de bombagem e tratamento da água, devendo ser concretizado por operadores técnicos especializados.

Todos os dispositivos de filtração devem ser limpos. Sem manutenção apropriada, eles não só ficam obstruídos e restringem o fluxo de água pluvial, como também contribuem para o desenvolvimento de microrganismos patogénicos [27].

4. Caso de estudo: Estádio da Luz

4.1. Metodologia

Para que seja possível determinar o potencial económico com a implementação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis destinado a substituir parte ou na totalidade a água potável destinada à rega do relvado do Estádio da Luz foi utilizada a seguinte metodologia:

- Descrição do caso de estudo e breve descrição sobre determinados parâmetros da zona do caso de estudo;
- Levantamento de dados referentes ao consumo de água potável;
- Dados climatéricos nomeadamente os dados referentes à pluviosidade da região em que se insere o caso de estudo;
- Determinação das áreas de cobertura do caso de estudo;
- Análise da capacidade de armazenamento do reservatório, da quantidade de água pluvial que é possível recolher e da necessidade de rega do relvado;
- Análise da viabilidade económica.

A abordagem da temática referente ao aproveitamento de água pluvial aplicada ao caso de estudo, tem como finalidade corroborar que parte ou a totalidade da água potável utilizada para regar o relvado do Estádio da Luz pode ser substituída por água da chuva.

4.1.1. Descrição da zona de estudo

O caso de estudo localiza-se na capital e a maior e mais importante cidade de Portugal, para além de ser considerada cidade alfa, ou seja, a cidade de Lisboa é considerada um ponto importante no sistema económico global Lisboa, como indicado na Figura 50.

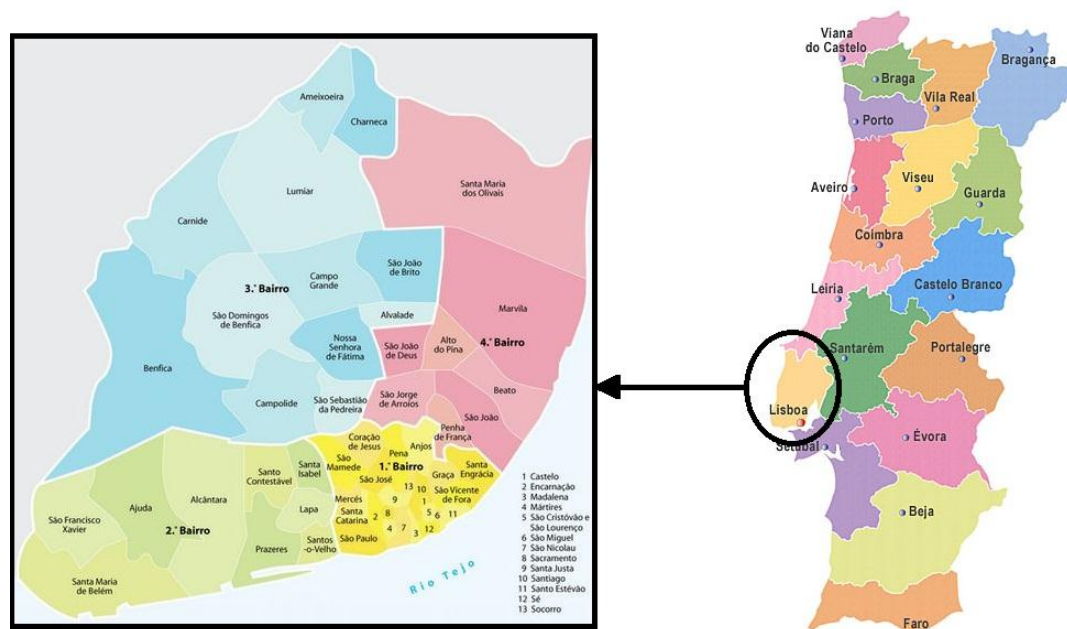


Figura 50 - Mapa de Portugal Continental e localização da cidade de Lisboa [55]

Os resultados provisórios dos Censos 2011 apontam para uma população residente no concelho de Lisboa na ordem dos 547.631 habitantes, 244.354 famílias, 323.937 alojamentos e 52.485 edifícios. A população residente no distrito de Lisboa representa, aproximadamente, 21,31% do total da população residente em Portugal, num total, a população residente em Portugal corresponde a 10 561 614 habitantes e no distrito de Lisboa corresponde a 2.250.382 habitantes [56].

O distrito de Lisboa tem no total 2.870 km², no entanto o concelho de Lisboa tem 83,84 km² de área. Este concelho subdivide-se em 53 freguesias e faz fronteira a norte com os municípios de Odivelas e Loures, a oeste com Oeiras, a noroeste com a Amadora e a sudeste com o estuário do Tejo.

O caso de estudo está localizado na freguesia de São Domingos de Benfica com 33.699 habitantes e com 4,30 km² de área, como assinalado na Figura 51.

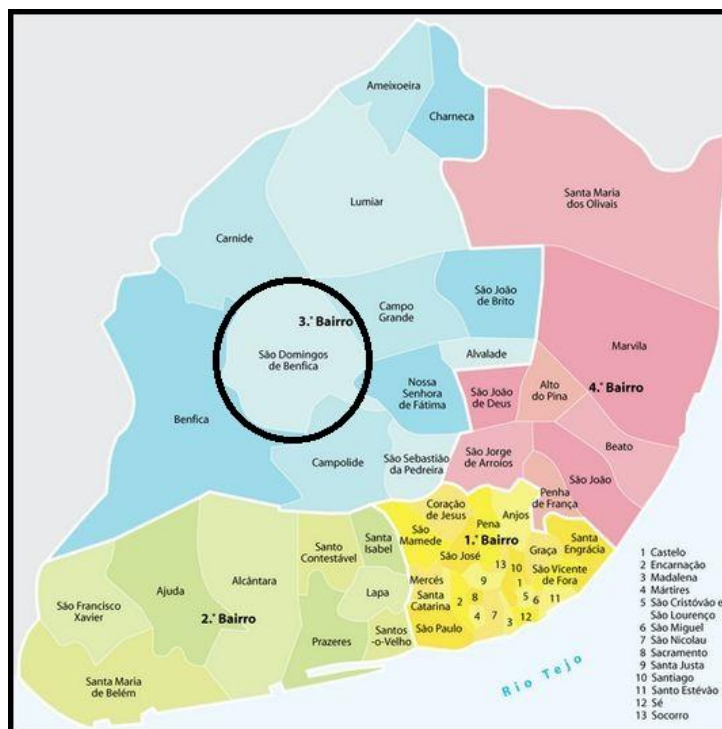


Figura 51 - Localização de São Domingos de Benfica em Portugal Continental [55]

As fronteiras administrativas da freguesia de São Domingos de Benfica, tal como hoje as conhecemos foram delimitadas em conformidade com o Decreto-Lei nº 42.142 de 7 de Fevereiro de 1959, indicado na Figura 52 [57].



Figura 52 - Mapa da freguesia de São Domingos de Benfica e localização do Estádio da Luz [57]

4.1.2. Descrição do caso de estudo

O caso de estudo é o Estádio da Luz – Sport Lisboa e Benfica localizado junto à Avenida General Norton de Matos, em Lisboa, com as seguintes coordenadas GPS 38° 45' 9.6" N; 9° 11' 4.96" W, como indicado na Figura 53.

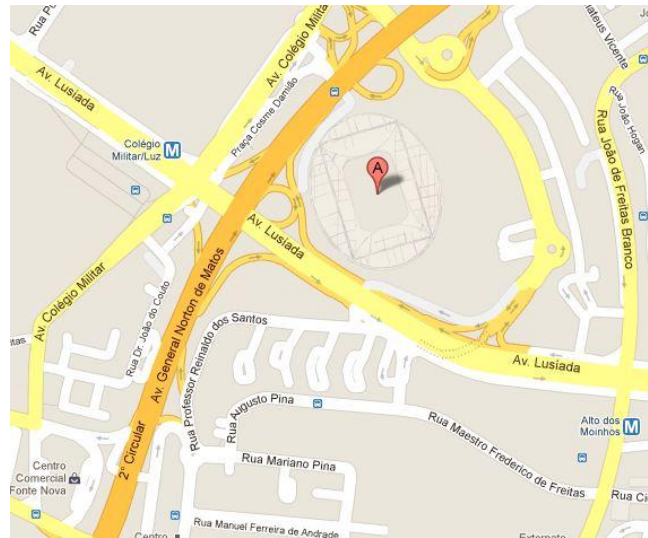


Figura 53 - Localização do Estádio da Luz [58]

No âmbito do Euro 2004 foi demolido o antigo Estádio da Luz em funcionamento desde 1954 até 2003 para dar lugar a um novo estádio, de acordo com a Figura 54. O novo Estádio da Luz, com capacidade para 65.647 lugares sentados e com distinção de 5 estrelas pela UEFA, foi inaugurado no dia 25 de outubro de 2003. Esta nova estrutura desportiva já foi palco de inúmeros eventos festivos de carácter importante, como a final do Euro 2004, cerimónia das “Sete Maravilhas do Mundo” transmitido para muitos países em todo o mundo. Futuramente, o estádio será o palco da final da Liga dos Campeões 2014.



Figura 54 - Antigo Estádio da Luz à esquerda e o atual Estádio da Luz à direita [59]

O novo Estádio da Luz é erguido de acordo com os princípios e técnicas mais inovadoras para a construção de estádios modernos e vai ao encontro das mais exigentes normas de segurança e recomendações da FIFA e da UEFA. Em qualquer lugar do estádio é grande a sensação de se estar próximo do relvado, o que aliado às condições acústicas de exceção favorecerá o espetáculo e a emoção [59].

- Anel VIP com mais de 7.000 lugares especiais quer pela sua localização, quer pelo tipo de cadeiras de elevado conforto e restantes benefícios associados;
- Mais de 65.000 lugares sentados e cobertos;
- 156 Camarotes;
- 2 Ecrãs gigantes visíveis de qualquer lugar do estádio;

O complexo desportivo do Sport Lisboa e Benfica, de acordo com a Figura 55, para além do ponto principal de atração, o Estádio do Luz palco dos jogos de futebol da 1ª Liga e de outros eventos, possui também, dois pavilhões e uma piscina, indicado nas Figura 56, Figura 57 e Figura 58, destinados à prática de outras modalidades desportivas, profissionais e amadoras, como por exemplo, andebol, futsal, hóquei em patins, basquetebol, voleibol.



Legenda:

- 1 - Pavilhão Império Bonança destinado à prática do futsal, do hóquei em patins e do basquetbol
- 2 - Pavilhão N.º2 destinado à prática do andebol e do voleibol
- 3 - Piscina EDP

Figura 55 - Planta do complexo desportivo do Sport Lisboa e Benfica [60]



Figura 56 - Pavilhão Império Bonança [60]



Figura 57 - Pavilhão Nº 2 [60]



Figura 58 - Piscina EDP [60]

O estádio está subdividido em 4 anéis e 3 pisos subterrâneos: [60]

Os 3 pisos subterrâneos têm 1.410 lugares para estacionamento, sendo 170 destinados a estacionamento VIP, localizados no primeiro piso subterrâneo.

O primeiro anel tem capacidade para 21.800 lugares sentados, 12 bares, lugares para pessoas com deficiências motoras, piso relvado, balneários, corredor com acesso ao estádio e sala de Comunicação Social (Figura 59).

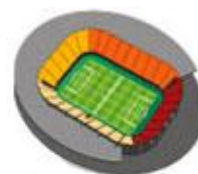


Figura 59 - 1º anel do Estádio da Luz [60]

O segundo anel tem capacidade para 7.300 lugares sentados, 12 bares, salas de apoio exclusivas, Tribuna Presidencial, Health Club, Restaurante Panorâmico e Museu, (Figura 60).



Figura 60 - 2º anel do Estádio da Luz [60]

O terceiro anel tem capacidade para 2.500 lugares sentados, 8 bares, Camarotes de Empresa e de Sócios, Bussiness Center e Corporate Center, Health Club e Restaurante Panorâmico (Figura 61).

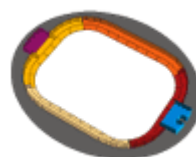


Figura 61 - 3º anel do Estádio da Luz [60]

O quarto anel tem capacidade para 33.600 lugares sentados, 23 bares e Health Club (Figura 62).

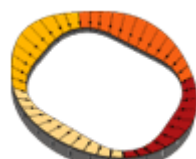


Figura 62 - Último anel do Estádio da Luz [60]

No Anexo II – Plantas de arquitetura do Estádio da Luz são apresentadas várias as plantas estádio.

4.1.3. Levantamento de dados

A determinação da área e características da superfície de captação, características do reservatório existente no estádio, consumo de água potável, o estudo das condições climáticas da zona em que se insere o caso de estudo, nomeadamente a análise dos registos pluviométricos são importantes para desenvolver o estudo alusivo ao aproveitamento de água pluvial. Contudo a qualidade da água pluvial também requer análise de modo a verificar a adequação desta ao uso final a que se destina, neste caso, a água pluvial tem como destino final a rega do relvado do Estádio da Luz.

4.1.3.1. Áreas de captação

O levantamento das áreas de captação do caso de estudo, para além de outras variáveis, é fundamental para estimar o volume de precipitação possível recolher para ser utilizado na rega do relvado.

A quantidade de água pluvial possível recolher depende da área de captação, da quantidade de precipitação incidente e do coeficiente de *Runoff*, como tal, a captação da água pluvial é efetuada pela superfície impermeável do estádio. Esta superfície corresponde à pala suspensa que serve como cobertura das zonas das bancadas do Estádio da Luz. A determinação da área de cobertura foi obtida pela medição das plantas de telas finais do estádio.

A cobertura é constituída por uma membrana Lexan® Thermoclear de alta qualidade, em policarbonato com superfície lisa, indicado na Figura 63. Este material tem alta resistência ao impacto, com baixo peso e elevada rigidez. É um material resistente aos raios ultravioletas, com excelente eficiência energética, de fácil instalação e de baixa manutenção.

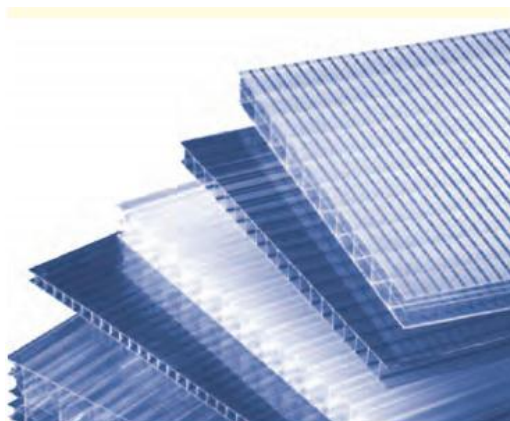


Figura 63 - Material da cobertura do Estádio da Luz [61]

4.1.3.2. Reservatório

O Estádio da Luz possui 4 reservatórios para armazenamento de água. O reservatório assinalado a vermelho na Figura 64 corresponde ao reservatório escolhido para estudo/análise do aproveitamento de água pluvial. A escolha deste reservatório deve-se ao facto de este estar em situação inativa e sem qualquer tipo de utilização. O reservatório está localizado no piso -3, portanto protegido da luz solar e do calor, estando menos suscetível ao desenvolvimento de mosquitos e de algas.

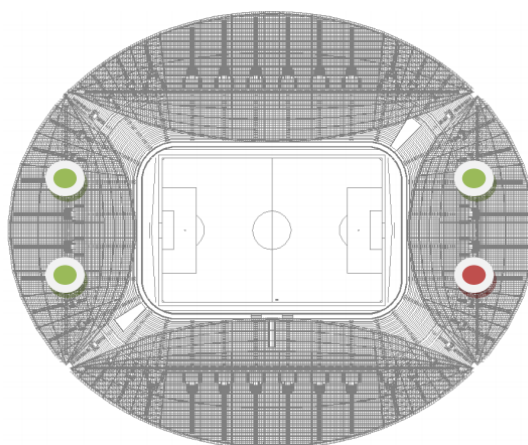


Figura 64- Localização dos reservatórios do Estádio da Luz

O reservatório tem estrutura em betão armado e possui uma abertura para permitir o acesso em situações de manutenção, de acordo com a Figura 65. Está equipado com

dispositivos de retenção de materiais grosseiros e de descarte, para facilitar a extração de sedimentos e lamas sem que haja a necessidade de drenar a água do reservatório na totalidade.



Figura 65 - Acesso ao reservatório com duas células

É um reservatório composto por duas células, como se pode observar na Figura 66, em que a comunicação entre estas é concretizada por meio de válvulas de seccionamento e o esvaziamento é efetuado por meio de descargas de fundo. O fato do reservatório usufruir de células permite que o sistema esteja sempre em funcionamento, mesmo quando são efetuados trabalhos de manutenção.

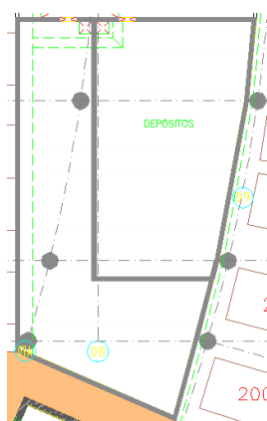


Figura 66 - Reservatório inativo, composto por duas células

Quando o volume de água no reservatório é inferior a 10% da sua capacidade é necessário adicionar água da rede de abastecimento para não prejudicar o funcionamento dos dispositivos destinados a serem abastecidos pela água armazenada

no reservatório. Nesta situação, existe um sistema que permite o abastecimento, dos dispositivos, de forma automática e segura. A medição do nível de água existente no reservatório é feita por meio de boias por meio da flutuação, como exemplificado na Figura 67.

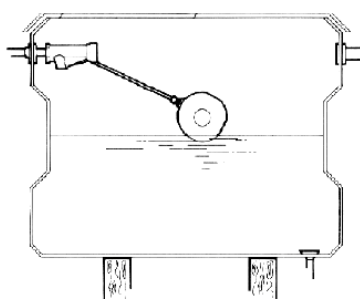


Figura 67 - Esquema representativo do controlo do nível de quantidade de água existente no reservatório [62]

4.1.3.3. Dados climáticos

O clima de Portugal continental é considerado temperado, do tipo mediterrâneo, caracterizado por um verão quente e seco e a maior parte da precipitação ocorre no período de outubro a abril.

A cidade de Lisboa apresenta as seguintes características:

- A temperatura média anual ronda os 16°C, com os mínimos a ocorrerem de novembro a março, a variar entre os 10 e 14°C, e máximos nos meses de abril e outubro, com a temperatura média mensal a variar entre 19°C e 23°C;
- A precipitação média anual varia entre 650 mm a 760 mm, com máximos registados, durante os meses de novembro a fevereiro, 160 mm e mínimos registados durante os meses de julho e agosto, de 3 a 7 mm;
- Ventos predominantes do quadrante Norte, durante os meses de verão, apesar dos ventos provenientes de Nordeste, durante os meses de inverno e Noroeste e oeste, durante as estações intermédias;
- As situações de nevoeiro têm mais probabilidade de surgirem durante os meses de dezembro e janeiro, existindo um baixo número de ocorrências.

A análise espacial baseada nas normais de 1961/90 mostra a temperatura média anual a variar entre cerca de 7°C nas terras altas do interior norte e centro e cerca de 18°C

no litoral sul. Com base nos mesmos dados mostra-se que a precipitação média anual tem os valores mais altos no Minho e Douro Litoral e os valores mais baixos no interior do Baixo Alentejo, como se pode observar pela Figura 68 [61].

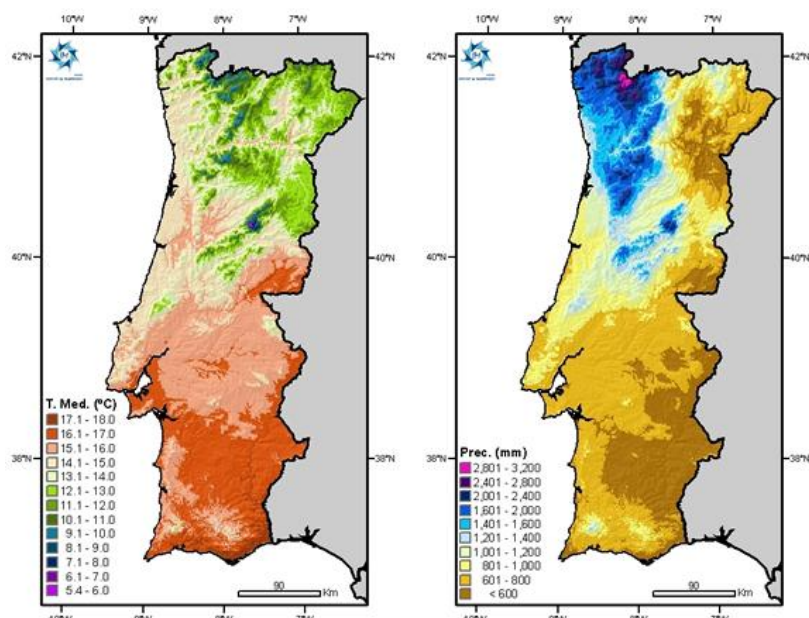


Figura 68 - Temperatura média anual à esquerda e à direita a precipitação anual acumulada [63]

Os dados referentes aos índices de precipitação são obtidos através de estações meteorológicas automáticas que registam os volumes de precipitação.

4.1.3.4. Dados de consumo de água potável

Sabe-se, através da Matriz da Água da cidade de Lisboa que, o consumo total de água potável na cidade de Lisboa ascende a cerca de 75,5 milhões de m³, o que representa 13% do consumo total de água potável em Portugal, descrito no Gráfico 3. Cada habitante, da cidade de Lisboa, apresenta um consumo diário de água potável *per capita* de 367 litros de água, o que ultrapassa a média do país e da União Europeia [64].



Gráfico 3 - Consumo urbano diário de água *per capita* do concelho de Lisboa comparando com consumo nacional e europeu [64]

Em relação à rega de áreas relvadas, o clima no território de Portugal continental implica o recurso à rega durante a totalidade ou parte do ano para manutenção dos relvados. Adicionalmente verifica-se que a quantidade de água aplicada, geralmente, excede o volume necessário, o que para além dos custos diretos resulta em diversos inconvenientes [19].

A quantidade de água potável empregada na rega do relvado do Estádio da Luz é importante para proceder-se à comparação entre a necessidade e a quantidade de água potável que pode ser substituída pela água pluvial recolhida pela superfície de captação e armazenada no reservatório.

Este volume de água potável utilizado na rega do relvado pode ser obtido através das leituras mensais faturadas pela EPAL - Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A. ou através das leituras efetuadas pelo hidrómetro.

Uma vez que não foram fornecidos valores referentes à rega do relvado do Estádio da Luz, foi necessário estimar a necessidade hídrica do relvado ou a quantidade de água necessária para a rega do relvado através da equação de Penman-Monteith, em que a quantidade de água a aplicar no relvado, em litros por metro quadrado por dia, é calculada através da seguinte expressão:

$$\text{Consumo de água do relvado} = E_{to} \times K_c$$

Equação 11 – Consumo de água para a rega do relvado

Em que:

- Eto representa a evaporação da relva, medida em milímetros;
- Kc corresponde ao coeficiente cultural.

Os relvados utilizados na zona de Lisboa são considerados relvados de estação fria, indicados para clima com coeficiente cultural, $K_c = 0,80$. Este parâmetro do tipo de relvado.

A evaporação, em milímetros, é calculada através do seguinte modo:

$$Eto = Epan \times Kp$$

Equação 12 - Evaporação do relvado

Em que:

- Epan corresponde à evaporação numa Tina de Classe A, ou seja, representa a perda de água por evaporação na superfície na tina, em litros por metro quadrado, de acordo a Tabela 4;
- Kp corresponde ao coeficiente específico relativo à Tina de Classe A, ou seja, representa a relação da perda de água por evaporação na superfície de água livre de uma tina (Epan). Os valores deste coeficiente variam com a extensão e o estado da vegetação que cobre o solo em redor da tina, vem como as condições de humidade e de vento. Pode variar entre 0,55 e 0,85.

Tabela 4 - Valores de Epan registados numa Tina de Classe A, em mm

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Epan (l/m ²)	1,7	2,4	3,6	5,2	6,3	8,2	8,8	7,8	5,9	3,7	2,1	1,8

Através da simplificação, a quantidade de água, em litros por dia, necessária para a rega do relvado corresponde:

$$\text{Consumo de água} = E_{pan} \times K_c \times K_p \times \text{Área relvado}$$

Equação 13 – Quantidade de água necessária aplicar no relvado, em litros por dia

De modo a obter a quantidade de água mensal necessária para a rega do relvado é necessário contabilizar o número de dias que cada mês tem.

É importante ter em conta que os valores são apenas indicativos. Servem como orientação para estimar a necessidade de rega. Todavia este será um bom método para manter o relvado com qualidade e aspeto aceitáveis.

4.2. Descrição do sistema de abastecimento e drenagem de água existente

O abastecimento de água potável ao Estádio da Luz é proveniente da rede pública da responsabilidade da EPAL – Empresa Portuguesa de Aguas Livres, S.A.

O ramal de ligação de abastecimento para o estádio está equipado com um contador totalizador fornecido pela EPAL, instalado no limite da propriedade do estádio.

A água potável para abastecimento é encaminhada, por gravidade, até à sala do hidropressor na cave 3 e daqui para todos os dispositivos, com pressão mínima de 0,15 Mega Pascal.

O Estádio da Luz possui um sistema de drenagem de águas pluviais e residuais. A drenagem de água pluvial é realizada segundo três subsistemas independentes:

- Drenagem de água pluvial da cobertura;
- Drenagem de água pluvial dos pisos superiores;
- Drenagem de água pluvial dos pisos inferiores.

A drenagem de água pluvial da cobertura é realizada pelo sistema sifónico “Geberit Pluvia”, por ralos com capacidade de escoar 19 litros por segundo, instalados em caleiras de diâmetro 200 e 250 mm, em função da área da cobertura. Para assegurar a

drenagem da água pluvial da cobertura do estádio, em situações extremas de precipitação ou em caso de entupimento do sistema sifónico, foram incorporados tubos ladrão nas caleiras junto aos pilares principais, como se pode observar na Figura 69, sendo a tubagem de descarga final “Geberit DN 315” com inclinação a variar entre 5 a 10%, consoante a cobertura.

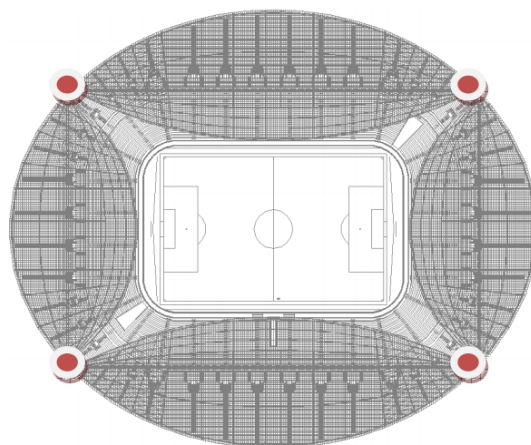


Figura 69 - Localização dos tubos de queda junto aos pilares principais do estádio

Com vista ao aproveitamento de água pluvial, existe uma tubagem que permite o transporte de água até aos reservatórios, “Geberit DN 200”, como se pode observar pela Figura 70. No caso de o reservatório estarem cheios de água, a válvula de paragem da adução entra automaticamente em funcionamento, de modo a encaminhar a água excedente para a rede pública.



Figura 70 - Tubagem de transporte de água pluvial

A drenagem de água pluvial da zona técnica e dos restantes pisos inferiores é feita por meio de ralos que encaminham diretamente a água para a rede pública.

A drenagem do pavimento das caves e de estacionamento é feita por meio de ralos em ferro fundido que efetuam a drenagem da água para caixas e coletores da cave 3 ligados a separadores de hidrocarbonetos “Techneau” permitem que a água afluente a poços de bombagem quando a quantidade de óleo presente é inferior a 5 miligramas por litro. Para este poço de bombagem é também encaminhada a drenagem superficial do campo, dos geodrenos do campo do relvado, do piso 1 e da cave 3.

Na cave 3 existem 3 reservatórios para armazenamento de águas pluviais, destinados a armazenarem $\frac{1}{3}$ da área total que necessita de drenagem, com capacidade para bombear 104 litros por segundo até 15 metros de coluna de água, equipados com bombas submersíveis de encaixe rápido, com capacidade para bombear 52 litros por segundo até 15 metros de coluna de água. Normalmente, apenas uma bomba assegura diariamente a drenagem do campo e as restantes são normalmente utilizadas em condições extremas de precipitação. Para garantir o funcionamento destas bombas, em caso de falha de energia no Estádio da Luz, o funcionamento desta é assegurado pelo sistema de geração de emergência.

A rede de drenagem de água pluvial é encaminhada para a rede pública através de tubagem de compressão em aço inox “AISI 304 DN 300” para caixas de betão armado construídas ao nível do piso 0.

O Estádio da Luz não possui sistema de aproveitamento de água pluvial, apesar de ter sido previsto em projeto, acabou por não ser instalado, existindo apenas os coletores horizontais – caleiras, instalados na cobertura do estádio. A água pluvial é recolhida por estas caleiras e reencaminha para a rede pública de drenagem de águas pluviais.

De forma sucinta, o sistema de aproveitamento de água pluvial, caso existisse, no Estádio da Luz consistia na captação da água pluvial que incidisse sobre a cobertura era encaminhada para ao reservatório por via de condutores horizontais e verticais. Antes do armazenamento da água pluvial no reservatório, esta seria submetida à filtração para a remoção dos detritos que pudessem existir. As primeiras águas pluviais captadas pela cobertura seriam desviadas pelos dispositivos de *first-flush*, recomendado por razões de qualidade.

5. Resultados

5.1. Levantamento de dados

Foram realizados levantamentos de dados referentes à pluviosidade da zona em que se insere o caso de estudo, consumos de água potável na rega do relvado e das áreas de captação, sendo todos eles apresentados nos tópicos seguintes.

5.1.1. Registos pluviométricos

Os registos pluviométricos utilizados para o desenvolvimento do caso de estudo foram fornecidos pelo SNIRH - Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, que pertence ao INAG - Instituto da Água, coletados pela estação meteorológica automática denominada por Estação de S. Julião do Tojal, localizada no concelho de Loures, designada segundo o código 20C/01C, como se pode observar pela Figura 71. O uso dos dados desta estação meteorológica deve-se ao fato de ser esta a que se encontra mais próxima do caso de estudo.



Figura 71 - Estação meteorológica automática com telemetria de São Julião do Tojal - 20C/01C [65]

Os dados históricos utilizados são referentes a precipitações mensais dos anos hidrológicos de outubro de 2001 a setembro de 2011, como tal, admitiu-se que os dados fornecidos são de caráter verídico, conforme apresentados em Anexo III –

Registos pluviométricos (2001 – 2012) e sendo estes os valores utilizados para o desenvolvimento do caso de estudo.

Através das series de dados é possível constatar que a precipitação é mais abundante nos meses de outubro a março, com valores na ordem dos 128 a 83 mm, sendo este portanto o período mais húmido, e menor nos meses de abril a setembro, correspondendo à época mais seca, verificando-se nos meses de julho e agosto uma reduzida precipitação a variar entre 2,2 e 6,9 mm, como se pode observar no Gráfico 4.

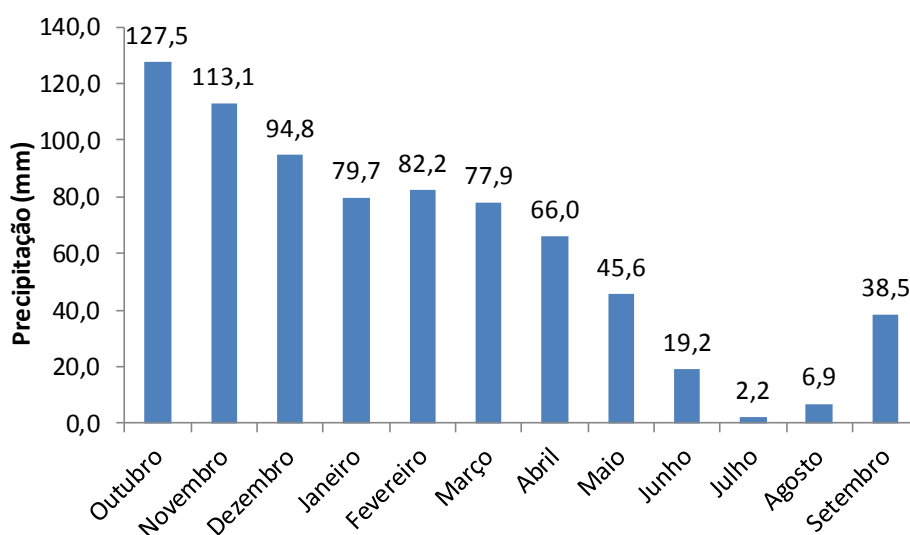


Gráfico 4 - Média da precipitação mensal de outubro de 2001 a setembro de 2012 [65]

Relativamente à precipitação máxima e mínima mensal confirma-se o que já foi anteriormente referido relativamente aos períodos de inverno e verão. No mês de dezembro foi registado uma precipitação mínima de 14,7 mm e máxima de precipitação corresponde ao mês de novembro com 447,2 mm como é possível constatar no Gráfico 5 e Gráfico 6 referente à precipitação mínima e máxima respetivamente. Nos meses de verão (junho, julho e agosto) não foram registados quaisquer valores de precipitação mínima e a máxima desta estação corresponde a 82,4 mm.

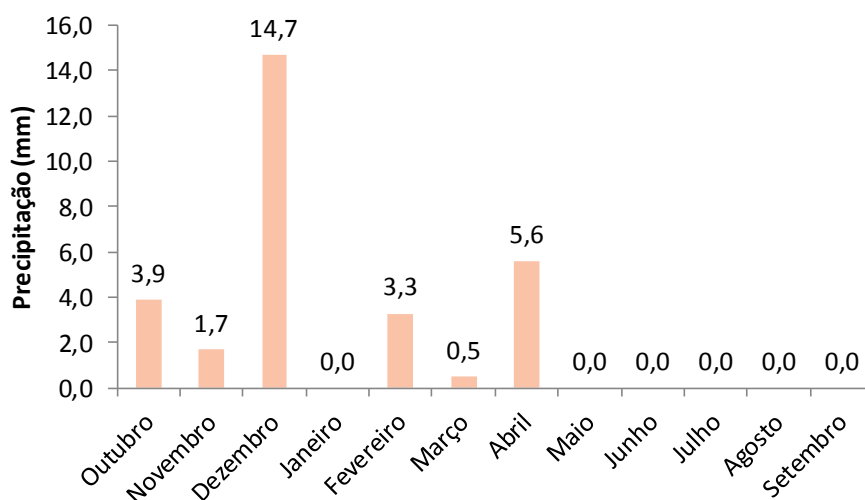


Gráfico 5 – Precipitação média mínima mensal [65]

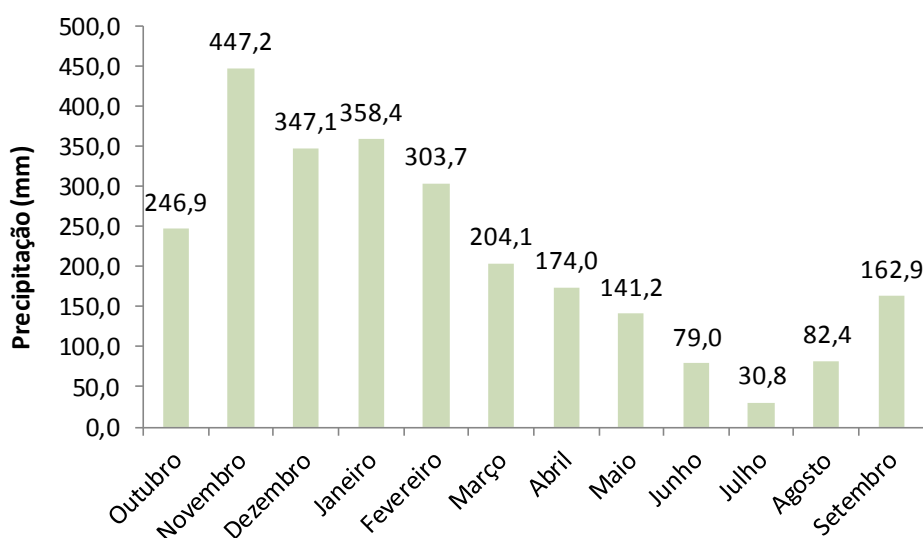


Gráfico 6 - Precipitação média máxima mensal [65]

Foi referido anteriormente, na secção 2.1 Problemática da escassez de água, referente à pesquisa bibliográfica, que o ano de 2005 foi considerado um ano de seca devido à diminuição considerável de precipitação. Através do Gráfico 7, confirma-se que a diferença entre a precipitação mensal e a precipitação média mensal é significativa. Nos meses de Novembro e Dezembro foram os que verificaram precipitações com alguma expressão.

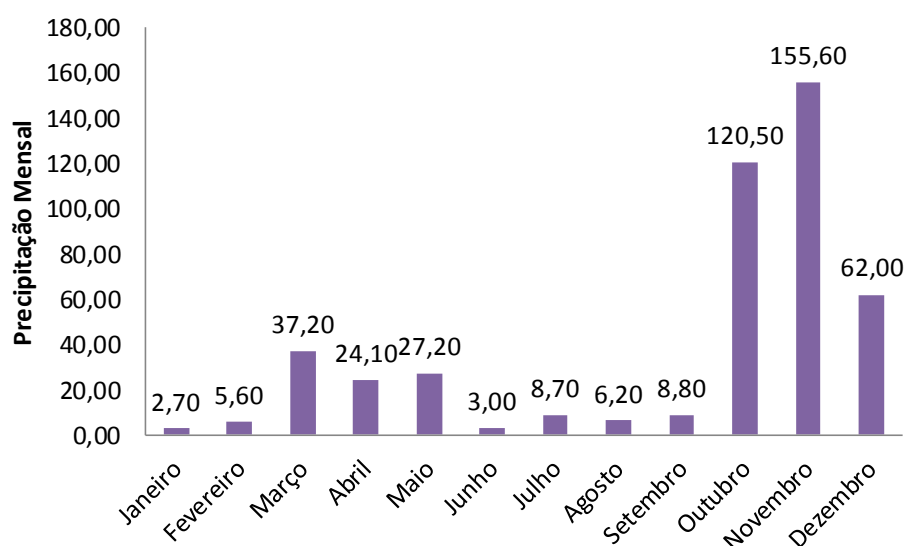


Gráfico 7 - Precipitação mensal registada no ano de 2005 [65]

5.1.2. Qualidade da água pluvial

A ANQIP – Associação Nacional de Qualidade nas Instalações Prediais procedeu à realização de análises à água pluvial na região de Coimbra entre o período de Julho a Setembro de 2010, de modo a determinar os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos com a finalidade de verificar a necessidade de tratamento da água pluvial para projeto-piloto localizado nessa zona destinada a rega e lavagens. As amostras de água pluvial foram recolhidas em dois pontos distintos, nomeadamente na zona de armazenamento, ou seja no reservatório e nos aspersores ao fim de 1, 7, 8, 9, 14, 20 e 44 dias. Os resultados das análises à água pluvial são apresentados no

Anexo IV – Análises da água pluvial.

A análise da água pluvial tem como finalidade determinar os seguintes parâmetros: pH, cloretos, dureza da água, cor e estado de turvação e coliformes legais e fecais.

Pela tabelas seguintes referente ao resumo das análises efetuadas à água pluvial não tratada alojada no reservatório e nos aspersores, é possível concluir que, os resultados obtidos, quando comparados com o Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto de 1998, verificam os parâmetros de qualidade impostos por lei a que a água deve de obedecer, ou seja, significa que os valores obtidos através da análise da água pluvial cumprem os requisitos mínimos de qualidade, em função do tipo de utilização em estudo – rega do relvado do Estádio da Luz.

Tabela 5 – Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 1 dia de duração, recolhida do reservatório

Identificação da Amostra						
Amostra	Colheita	Data da colheita	Data de início da análise	Data de fim da análise	Duração da análise	
Não tratada	Reservatório	28-07-2010	28-07-2010	29-07-2010	1 dia	
	Parâmetros	Unidades	Resultado	VMR	VMA	Verificação
	Coliformes totais	(U.F.C./100 mL)	0	500	1000 0	OK
	Coliformes fecais	(U.F.C./100 mL)	0	100	2000	OK
	Temperatura	°C	24,4	22	25	OK
	Turvação	NTU	1,98	< 4		OK
	pH	E.Sorensen	8,64		06-09	OK
	Condutividade	µS/cm	140			

Tabela 6 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 1 dia de duração, recolhida nos aspersores

Identificação da Amostra						
Amostra	Colheita	Data da colheita	Data de início da análise	Data de fim da análise	Duração da análise	
Não tratada	Aspersores	28-07-2010	28-07-2010	29-07-2010	1 dia	
	Parâmetros	Unidades	Resultado	VMR	VMA	Verificação
	Coliformes totais	(U.F.C./100 mL)	0	500	1000 0	OK
	Coliformes fecais	(U.F.C./100 mL)	0	100	2000	OK
	Temperatura	°C	24,4	22	25	OK
	Turvação	NTU	1,98	< 4		OK
	pH	E.Sorensen	8,64		06-09	OK
	Condutividade	µS/cm	140			

Tabela 7 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 7 dias de duração, recolhida do reservatório

Amostra	Colheita	<u>Identificação da Amostra</u>				Duração da análise
		Data da colheita	Data de início da análise	Data de fim da análise		
Não tratada	Reservatório	04-08-2010	04-08-2010	11-08-2010		7 dias
	Parâmetros	Unidades	Resultado	VMR	VMA	Verificação
	Coliformes totais	(U.F.C./100 mL)	0	500	1000 0	OK
	Coliformes fecais	(U.F.C./100 mL)	0	100	2000	OK
	Temperatura	°C	23,7	22	25	OK
	Turvação	NTU	12,47	< 4		OK
	pH	E.Sorensen	7,85		06-09	OK
	Condutividade	µS/cm	139			
	Cor	mg PtCo/L	5	sem alteração anormal		OK
	Sólidos	mg/L	87			

Tabela 8 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 7 dias de duração, recolhida nos aspersores

Amostra	Colheita	<u>Identificação da Amostra</u>				Duração da análise
		Data da colheita	Data de início da análise	Data de fim da análise		
Não tratada	Aspersores	04-08-2010	04-08-2010	11-08-2010		7 dias
	Parâmetros	Unidades	Resultado	VMR	VMA	Verificação
	Coliformes totais	(U.F.C./100 mL)	0	500	1000 0	OK
	Coliformes fecais	(U.F.C./100 mL)	0	100	2000	OK
	Temperatura	°C	23,7	22	25	OK
	Turvação	NTU	3,72	< 4		OK
	pH	E.Sorensen	7,8		06-09	OK
	Condutividade	µS/cm	146			
	Cor	mg PtCo/L	< 5	sem alteração anormal		OK
	Sólidos totais	mg/L	100			

Tabela 9 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 8 dias de duração, recolhida do reservatório

Amostra	Colheita	<u>Identificação da Amostra</u>				Duração da análise
		Data da colheita	Data de início da análise	Data de fim da análise		
Não tratada	Reservatório	14-07-2010	14-07-2010	22-07-2010		8 dias
	Parâmetros	Unidades	Resultado	VMR	VMA	Verificação
	Coliformes totais	(U.F.C./100 mL)	1	500	1000 0	OK
	Coliformes fecais	(U.F.C./100 mL)	0	100	2000	OK
	Temperatura	°C	23,8	22	25	OK
	Turvação	NTU	0,74	< 4		OK
	pH	E.Sorensen	8,16		06-09	OK
	Condutividade	µS/cm	140			
	Cor	mg PtCo/L	< 5	sem alteração anormal		OK
	Oxigénio dissolvido	%	75,9	80-120	-	OK
	Sólidos suspensos totais	mg/L	< 3	25		OK
	Sólidos totais	mg/L	114,5			

Tabela 10 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 8 dias de duração, recolhida nos aspersores

Amostra	Colheita	<u>Identificação da Amostra</u>				Duração da análise
		Data da colheita	Data de início da análise	Data de fim da análise		
Não tratada	Aspersores	14-07-2010	14-07-2010	22-07-2010		8 dias
	Parâmetros	Unidades	Resultado	VMR	VMA	Verificação
	Coliformes totais	(U.F.C./100 mL)	0	500	1000 0	OK
	Coliformes fecais	(U.F.C./100 mL)	0	100	2000	OK
	Temperatura	°C	22,2	22	25	OK
	Turvação	NTU	0,55	< 4		OK
	pH	E.Sorensen	8,55		06-09	OK
	Condutividade	µS/cm	139			
	Cor	mg PtCo/L	< 5	sem alteração anormal		OK
	Oxigénio dissolvido	%	78,2	80-120	-	OK
	Sólidos suspensos totais	mg/L	< 3	25		OK
	Sólidos totais	mg/L	69			

Tabela 11 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 9 dias de duração, recolhida do reservatório

Amostra	Colheita	<u>Identificação da Amostra</u>				Duração da análise
		Data da colheita	Data de início da análise	Data de fim da análise		
Não tratada	Reservatório	20-07-2010	20-07-2010	30-09-2010		9 dias
	Parâmetros	Unidades	Resultado	VMR	VMA	Verificação
	Coliformes totais	(U.F.C./100 mL)	10	500	1000 0	OK
	Coliformes fecais	(U.F.C./100 mL)	0	100	2000	OK
	Temperatura	°C	25,7	22	25	OK
	Turvação	NTU	1,22	< 4		OK
	pH	E.Sorensen	8,03		06-09	OK
	Condutividade	µS/cm	163			
	Cor	mg PtCo/L	< 5	sem alteração anormal		OK
	Oxigénio dissolvido	%	77,7	80-120	-	OK
	Sólidos suspensos totais	mg/L	< 3	25		OK
	Sólidos totais	mg/L	114,5			

Tabela 12 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 14 dias de duração, recolhida do reservatório

Amostra	Colheita	<u>Identificação da Amostra</u>				Duração da análise
		Data da colheita	Data de início da análise	Data de fim da análise		
Não tratada	Reservatório	20-07-2010	20-07-2010	04-08-2010		14 dias
	Parâmetros	Unidades	Resultado	VMR	VMA	Verificação
	Coliformes totais	(U.F.C./100 mL)	0	500	1000 0	OK
	Coliformes fecais	(U.F.C./100 mL)	0	100	2000	OK
	Temperatura	°C	22,8	22	25	OK
	Turvação	NTU	1,95	< 4		OK
	pH	E.Sorensen	8,73		06-09	OK
	Condutividade	µS/cm	139			
	Cor	mg PtCo/L	< 5	sem alteração anormal		OK
	Oxigénio dissolvido	%	59	80-120	-	OK
	Sólidos suspensos totais	mg/L	< 10	25		OK
	Sólidos totais	mg/L	90			

Tabela 13 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 14 dias de duração, recolhida nos aspersores

<u>Identificação da Amostra</u>						
Amostra	Colheita	Data da colheita	Data de início da análise	Data de fim da análise	Duração da análise	
Não tratada	Aspersores	20-07-2010	20-07-2010	04-08-2010	14 dias	
	Parâmetros	Unidades	Resultado	VMR	VMA	Verificação
	Coliformes totais	(U.F.C./100 mL)	0	500	1000 0	OK
	Coliformes fecais	(U.F.C./100 mL)	0	100	2000	OK
	Temperatura	°C	23,4	22	25	OK
	Turvação	NTU	1,65	< 4		OK
	pH	E.Sorensen	8,66		06-09	OK
	Condutividade	µS/cm	139			
	Cor	mg PtCo/L	< 5	sem alteração anormal		OK
	Oxigénio dissolvido	%	75,2	80-120	-	OK
	Sólidos suspensos totais	mg/L	< 10	25		OK
	Sólidos totais	mg/L	87			

Tabela 14 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 20 dias de duração, recolhida do reservatório

Identificação da Amostra						
Amostra	Colheita	Data da colheita	Data de início da análise	Data de fim da análise	Duração da análise	
Não tratada	Reservatório	08-09-2010	08-09-2010	28-09-2010	20 dias	
	Parâmetros	Unidades	Resultado	VMR	VMA	Verificação
	Coliformes totais	(U.F.C./100 mL)	0	500	1000 0	OK
	Coliformes fecais	(U.F.C./100 mL)	0	100	2000	OK
	Temperatura	°C	23,1	22	25	OK
	Turvação	NTU	4	< 4		OK
	pH	E.Sorensen	7,92		06- 09	OK
	Condutividade	µS/cm	153			
	Cor	mg PtCo/L	< 5	sem alteração anormal		OK
	Oxigénio dissolvido	%	84,9	80-120	-	OK
	carência química de oxigénio	mg O2/L	< 10			
	Carência bioquímica de oxigénio	mg O2/L	< 3	3		OK
	Dureza total	mg CaCO3/L	34,5			
	Azoto amoniacal	mg NH4/L	< 0,050			
	Nitrato	mg NO3/L	1,8	< 50		OK
	Cloreto	mg Cl-/L	< 4	< 250		OK
	Nitrito	mg NO2/L	< 0,02	< 0,5		OK
	Sulfato	mg SO4/L	6,7	< 250		OK
	Sólidos suspensos totais	mg/L	< 3	25		OK
	Sólidos totais	mg/L	94			
	Zinco	µg Zn/L	< 10			
	Ferro	µg Fe/L	< 10	< 0,2		OK
	Cádmio	µg Cd/L	< 1			
	Chumbo	µg Pb/L	< 5			

Tabela 15 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 44 dias de duração, recolhida do reservatório

Amostra	Colheita	Identificação da Amostra			Duração da análise	
		Data da colheita	Data de início da análise	Data de fim da análise		
Não tratada	Reservatório	06-07-2010	06-07-2010	19-08-2010	44 dias	
Parâmetros		Unidades	Resultado	VMR	VMA	Verificação
Coliformes totais		(U.F.C./100 mL)	1	500	1000 0	OK
Coliformes fecais		(U.F.C./100 mL)	0	100	2000	OK
Temperatura		°C	23,5	22	25	OK
Turvação		NTU	2,77	< 4		OK
pH		E.Sorensen	7,57		06- 09	OK
Condutividade		µS/cm	130			
Cor		mg PtCo/L	< 5	sem alteração anormal		OK
Oxigénio dissolvido		%	75,1	80-120	-	OK
Carência química de oxigénio		mg O ₂ /L	< 10			
Carência bioquímica de oxigénio		mg O ₂ /L	< 3	3		OK
Dureza total		mg CaCO ₃ /L	35			
Azoto amoniacal		mg NH ₄ /L	< 0,050			
Nitrato		mg NO ₃ /L	1,8	< 50		OK
Cloreto		mg Cl ⁻ /L	9,7	< 250		OK
Nitrito		mg NO ₂ /L	< 0,02	< 0,5		OK
Sulfato		mg SO ₄ /L	8,7	< 250		OK
Sólidos suspensos totais		mg/L	< 3	25		OK
Sólidos totais		mg/L	74			
Zinco		µg Zn/L	1,6 x 10 ²			
Ferro		µg Fe/L	4,6 x 10 ²	< 0,2		OK
Cádmio		µg Cd/L	< 1			
Chumbo		µg Pb/L	< 5			

Tabela 16 - Análise de amostra de água pluvial não tratada, com 44 dias de duração, recolhida nos aspersores

Amostra	Colheita	Identificação da Amostra				Duração da análise
		Data da colheita	Data de início da análise	Data de fim da análise		
Não tratada	Aspersores	06-07-2010	06-07-2010	19-08-2010		44 dias
	Parâmetros	Unidades	Resultado	VMR	VMA	Verificação
	Coliformes totais	(U.F.C./100 mL)	0	500	10000	OK
	Coliformes fecais	(U.F.C./100 mL)	0	100	2000	OK
	Temperatura	°C	22,8	22	25	OK
	Turvação	NTU	1,2	< 4		OK
	pH	E.Sorensen	7,81		06-09	OK
	Condutividade	µS/cm	135			
	Cor	mg PtCo/L	< 5	sem alteração anormal		OK
	Oxigénio dissolvido	%	99,2	80-120	-	OK
	Carência química de oxigénio	mg O2/L	< 10			
	Carência bioquímica de oxigénio	mg O2/L	< 3	3		OK
	Dureza total	mg CaCO3/L	37			
	Azoto amoniacal	mg NH4/L	< 0,050			
	Nitrato	mg NO3/L	1,8	< 50		OK
	Cloreto	mg Cl-/L	< 4	< 250		OK
	Nitrito	mg NO2/L	< 0,02	< 0,5		OK
	Sulfato	mg SO4/L	6,2	< 250		OK
	Sólidos suspensos totais	mg/L	< 3	25		OK
	Sólidos totais	mg/L	75			
	Zinco	µg Zn/L	< 10			
	Ferro	µg Fe/L	27	< 0,2		OK
	Cádmio	µg Cd/L	< 1			
	Chumbo	µg Pb/L	< 5			

Relativamente aos resultados obtidos nas análises verifica-se que apesar do pH da água pluvial, quer na amostra do reservatório, quer na amostra dos aspersores, variar entre 7,57 e 8,73, é considerado normal, devido ao valor máximo admissível (VMA) variar entre 6 a 9. Os cloretos também ficam abaixo do valor máximo recomendado (VMR) de 250 mg/l Cl, sendo este o valor máximo recomendado para o consumo humano. Devido ao fato da dureza da água pluvial ser inferior a 500 mg CaCO₃/L permite que esta seja utilizada juntamente com sabões. Por outro lado, em algumas análises os coliformes legais e fecais não são nulos confirmando a presença de alguns microrganismos, devido à contaminação da água pluvial. O valor recomendado para coliformes totais e fecais corresponde a zero.

Em suma, as análises efetuadas à água pluvial confirma a adequabilidade desta ao uso não potável (usos que requerem água com qualidade inferior à da água potável), beneficiando este recurso do fato de não entrar em contacto com o solo em nenhuma etapa do seu processo de aproveitamento de água pluvial nem estar sujeita à contaminação devido ao lançamento de poluentes de origem antropogénica, ou seja, consiste em poluição provocada pelo homem, como por exemplo a emissão de gases para a atmosfera.

5.1.3. Dados de consumo de água potável

A análise realizada ao consumo de água potável despendida na rega do relvado do Estádio da Luz é proveniente dos consumos registados durante determinado período, sendo os dados obtidos referentes a um período anual. O volume de água potável despendida anualmente na rega do relvado, corresponde ao somatório do volume de água potável utilizada na rega do relvado para os 12 meses do ano, como se pode observar na Tabela 17, foram calculados pela Equação 13, para $K_c = 0,80$; $K_p = 0,70$ para a área do relvado = $105 \times 60 \text{ m}^2$.

Tabela 17 – Volume de água potável utilizada na rega do relvado

Meses	Consumo de água (l)	Consumo de água (m³)
Janeiro	185925,6	185,9
Fevereiro	237081,6	237,1
Março	393724,8	393,7
Abril	550368,0	550,4
Maio	689018,4	689,0
Junho	896817,6	896,8
Julho	931392,0	931,4
Agosto	853070,4	853,1
Setembro	624456,0	624,5
Outubro	404661,6	404,7
Novembro	222264,0	222,3
Dezembro	196862,4	196,9
Σ	6185642,4	6185,6

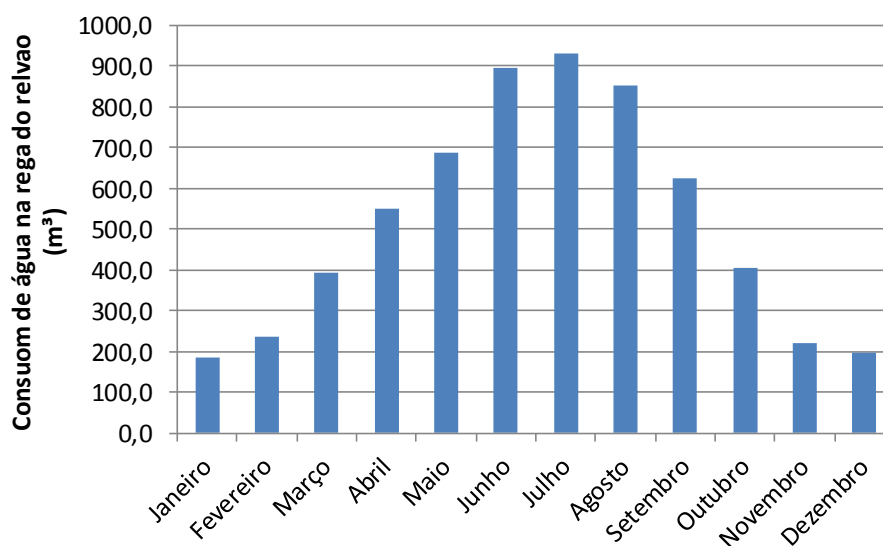


Gráfico 8 - Necessidade de rega do relvado do Estádio da Luz

Através da Tabela 17 pode-se constatar que o consumo de água proveniente da rede pública para regar o relvado do Estádio da Luz ronda os 6.185,60 m³ num ano, o que representa cerca de 16,95 m³ por dia, em média.

Também em relação à rega do relvado, observa-se no Gráfico 8 que o consumo médio de água se mantém estável entre novembro a fevereiro, na ordem dos 200 m³ por mês, correspondendo estes meses aos meses mais chuvosos. Nos restantes meses o consumo de água aumenta gradualmente, e nos meses mais secos, junho a agosto, verifica-se os maiores valores de consumo de água potável utilizada na rega do relvado. Nos meses de setembro verifica-se um decréscimo de consumo.

5.1.4. Área de captação

O cálculo destas áreas foi determinado em função da planta de cobertura do Estádio da Luz, em m². A área determinada corresponde à totalidade da cobertura do estádio.

A área de cobertura do Estádio da Luz, exibido na Figura 72, para captação de água pluvial corresponde a 26.303,13 m².

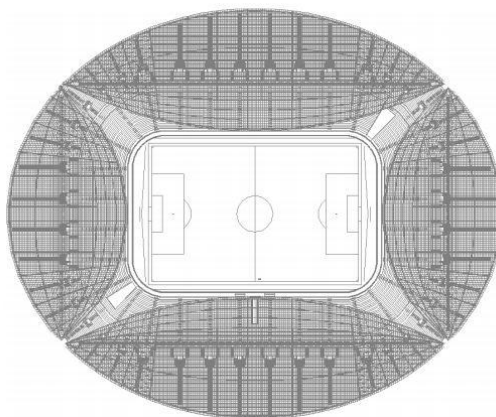


Figura 72 - Planta de cobertura do Estádio da Luz

5.1.5. Volume de água pluvial

A determinação do volume de água pluvial incidente sobre a cobertura do Estádio da Luz considerando a precipitação média acumulada anual, a área de captação, o coeficiente de *Runoff* e a eficiência hidráulica da filtragem do sistema, calculado através da Equação 2 referida na seção 3.2 Dimensionamento do reservatório.

Considerando para coberturas impermeáveis (membrana Lexan® Thermoclear) $C = 0,8$ e $\eta_f = 0,9$, ambos valores recomendados pela ETA 0701 da ANQIP, área total da

superfície de captação e as precipitações media acumulada, mínima e máxima acumulada obtém-se o volume de água pluvial possível recolher anualmente, como se pode observar pela Tabela 18.

Tabela 18 - Volume de água pluvial possível aproveitar em litros e em m³

P (mm)		C	Área de captação (m²)	η_f	Va (l)	Va (m³)
Méd. acu. anual	713	0,8	26303,13	0,9	13502974,8	13503,0
Min. acu. anual	29,7				562466,1	562,5
Máx.. acu. anual	2577,7				48817136,3	48817,1

Juntos aos pilares principais do Estádio da Luz existem 4 tubos de queda que permitem dividir o escoamento pela cobertura em 4 partes iguais, cada um com área igual a 6.575,78 m², como assinalado na Figura 73, como tal, é possível calcular o volume que é encaminhado para cada tubo de queda, de acordo com a Tabela 19.

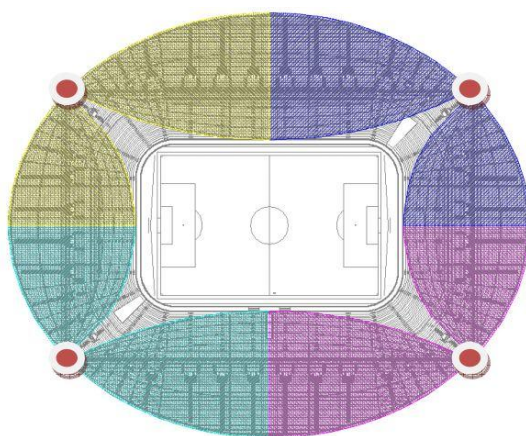


Figura 73 - Planta da cobertura do Estádio da Luz com a delimitação das áreas e dos tubos de queda

Tabela 19 - Volume total de água pluvial que aflui para cada tubo de queda

P (mm)		C	Área de captação (m²)	η_f	Va (l)	Va (m³)
Méd. acu. anual	713	0,8	6575,78	0,9	3375743,7	3375,7
Min. acu. anual	29,7				140616,5	140,6
Máx. acu. anual	2577,7				12204284,1	12204,3

Em média, anualmente $\frac{1}{4}$ da cobertura do Estádio da Luz permite recolher 3.375,7 m³ de água pluvial, em que, cada tubo de queda fica responsável pela recolha de 843,93 m³. No mínimo e no máximo, em média, é possível aproveitar 140,6 m³ e 12.204,3 m³, respetivamente.

5.1.6. Desvio das primeiras águas

O volume de água pluvial a ser desviada pode ser determinada em função do tempo de precipitação, correspondente aos primeiros 10 minutos, ou em função da área de cobertura e de altura de precipitação, podendo variar entre 0,5 e 8,5 mm, geralmente a altura de precipitação corresponde a 2 mm.

O volume a desviar pelos dispositivos de *first-flush* é calculado pela Equação 1 enunciada na seção 3.1.3 Dispositivos de primeira lavagem - *first-flush*.

Pela Tabela 20 é possível verificar que a quantidade de água a desviar do sistema corresponde a 52,61 m³.

Tabela 20 - Volume de água pluvial a desviar do sistema

Superfície de captação (m ²)	Altura de precipitação (mm)	V _d (l)	V _d (m ³)
26303,13	2,00	52606,26	52,61

5.1.7. Reservatório

Em função das dimensões das células do reservatório é possível determinar quantidade de água que o reservatório pode armazenar, ou seja, a capacidade do reservatório. Como tal, o reservatório tem capacidade para armazenar, no total, 323.540,0 litros de água pluvial de acordo com a Tabela 21 e Figura 74.

Tabela 21 - Volume do reservatório em m³ e em litros

	Volume (m³)	Volume (l)
Célula Menor	158,27	158270,00
Célula Maior	165,27	165270,00
Σ	323,54	323540,00

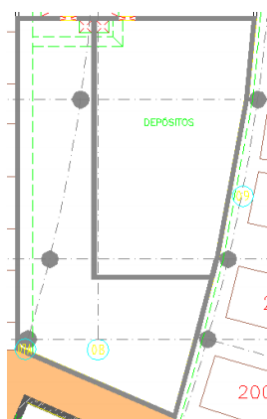


Figura 74 - Reservatório de duas células

O reservatório em estudo consiste num reservatório de grandes dimensões, pelo que, o método utilizado para verificar o volume do reservatório e da percentagem de consumo que poderá ser atendido foi o Método da Simulação, porque permite determinar a eficiência do sistema, através da análise dos períodos em que o reservatório tem a quantidade de água suficiente para relação à quantidade de água necessária.

Neste processo é analisado o *overflow* (excesso), ou seja, a quantidade de água pluvial que excede a capacidade do reservatório e que é descarregado para a rede de drenagem predial ou para outro destino final, como por exemplo a infiltração e a quantidade de água que é necessário repor pelo sistema de abastecimento existente de modo a determinar qual a melhor hipótese para o Estádio da Luz.

O cálculo do volume do reservatório, da quantidade de água pluvial possível recolher pela cobertura, do *overflow* e da quantidade de água que é necessária repor no reservatório, proveniente da rede pública de abastecimento, para satisfazer as necessidade de rega do relvado, foram obtidas em função Equação 8, Equação 9 e Equação 10 enunciadas na secção 3.2 Dimensionamento do reservatório.

Para o estudo da melhor opção de captação e armazenamento de água pluvial serão consideradas varias opções, variando a área de captação e a utilização de uma ou das duas células do reservatório. A escolha da melhor opção é feita por análise comparativa entre a quantidade de *overflow* e o volume de água necessário a adicionar no reservatório pelo sistema de abastecimento. As opções de estudo consistem:

- Área total da superfície de captação e as duas células do reservatório;
- Área total da superfície de captação e apenas uma célula do reservatório;
- $\frac{1}{2}$ Do total da área da superfície de captação e as duas células do reservatório;
- $\frac{1}{2}$ Do total da área da superfície de captação e apenas uma célula do reservatório;
- $\frac{1}{4}$ Do total da área da superfície de captação e as duas células do reservatório;
- $\frac{1}{4}$ Do total da área da superfície de captação e apenas uma célula do reservatório.

Quando analisamos a segunda opção, pela Tabela 22, em que foi considerado a área total da superfície de captação e o volume total do reservatório, verificamos que o *overflow* totaliza num ano 7.194,17 m³ de água que necessita de ser desviada para a rede de drenagem predial e que, nos meses de junho a setembro, representando estes meses o período de verão, em que a precipitação é mais baixa, quando comparada com os restantes meses, verificou-se a necessidade de repor 2.302,01 m³ de água no reservatório proveniente da rede de abastecimento pública.

Tabela 22 - Volume de água pluvial possível armazenar em reservatório em função da área total da superfície de captação e do volume total do reservatório

Mês	Precipitação Média Mensal (mm)	Consumo Mensal (m ³)	Área de Captação (m ²)	C	ηf	Volume de Precipitação Mensal (m ³)	Volume do reservatório (m ³)	Volume do reservatório no instante t-1 (m ³)	Volume do reservatório no instante t (m ³)	Overflow (m ³)	Volume de água a repor (m ³)	0 ≤ Vol. do reserv. no instante t ≤ Vol. do reserv.
Janeiro	103	185,93	26303,13	0,8	0,9	1950,64	323,55	0	0,00	1441,17	0,00	Verifica
Fevereiro	93	237,08	26303,13			1761,26	323,55	0	0,00	1200,63	0,00	Verifica
Março	77	393,72	26303,13			1458,25	323,55	0	0,00	740,97	0,00	Verifica
Abril	56	550,37	26303,13			1060,54	323,55	0	0,00	186,63	0,00	Verifica
Maió	45	689,02	26303,13			852,22	323,55	163	163,20	2,86	0,00	Verifica
Junho	16	896,82	26303,13			303,01	323,55	0	-593,81	0,00	593,81	Verifica
Julho	3	931,39	26303,13			56,81	323,55	0	-874,58	0,00	874,58	Verifica
Agosto	5	853,07	26303,13			94,69	323,55	0	-758,38	0,00	758,38	Verifica
Setembro	29	624,46	26303,13			549,21	323,55	0	-75,25	0,00	75,25	Verifica
Outubro	75	404,66	26303,13			1420,37	323,55	0	0,00	692,16	0,00	Verifica
Novembro	106	222,26	26303,13			2007,45	323,55	0	0,00	1461,64	0,00	Verifica
Dezembro	105	196,86	26303,13			1988,52	323,55	0	0,00	1468,11	0,00	Verifica
Σ	713	6185,64	-	-	-	13502,97	-	-	-	7194,17	2302,01	

Através da Tabela 23, em que foi considerado a área total da superfície de captação e o volume da menor célula que compõe o reservatório, verificamos que o *overflow* corresponde a 8.658,70 m³ de água que necessita de ser desviada para a rede de drenagem predial e que, nos meses de abril a setembro verificou-se a necessidade de repor 2.302,01 m³ de água no reservatório proveniente da rede de abastecimento pública.

Tabela 23 - Volume de água pluvial possível armazenar em reservatório em função da área total da superfície de captação e do volume da célula menor do reservatório

Mês	Precipitação Média Mensal (mm)	Consumo Mensal (m³)	Área de Captação (m²)	C	nf	Volume de Precipitação Mensal (m³)	Volume do reservatório (m³)	Volume do reservatório no instante t-1 (m³)	Volume do reservatório no instante t (m³)	Overflow (m³)	Volume de água a repor (m³)	0 ≤ Vol. do reserv. no instante t ≤ Vol. do reserv.
Janeiro	103	185,93	26303,13	0,8	0,9	1950,64	158,27	0	0,00	1606,44	0,00	Verifica
Fevereiro	93	237,08	26303,13			1761,26	158,27	0	0,00	1365,91	0,00	Verifica
Março	77	393,72	26303,13			1458,25	158,27	0	0,00	906,25	0,00	Verifica
Abril	56	550,37	26303,13			1060,54	158,27	0	0,00	351,90	0,00	Verifica
Mai	45	689,02	26303,13			852,22	158,27	0	0,00	4,93	0,00	Verifica
Junho	16	896,82	26303,13			303,01	158,27	0	-593,81	0,00	593,81	Verifica
Julho	3	931,39	26303,13			56,81	158,27	0	-874,58	0,00	874,58	Verifica
Agosto	5	853,07	26303,13			94,69	158,27	0	-758,38	0,00	758,38	Verifica
Setembro	29	624,46	26303,13			549,21	158,27	0	-75,25	0,00	75,25	Verifica
Outubro	75	404,66	26303,13			1420,37	158,27	306	305,52	1162,96	0,00	Verifica
Novembro	106	222,26	26303,13			2007,45	158,27	0	0,00	1626,92	0,00	Verifica
Dezembro	105	196,86	26303,13			1988,52	158,27	0	0,00	1633,38	0,00	Verifica
Σ	713	6185,64	-	-	-	13502,97	-	-	-	8658,70	2302,01	

Através da Tabela 24, que considera apenas metade da área da superfície de captação e o volume total do reservatório, verifica-se que haverá a necessidade de drenar para a rede pública 2.195,71 m³ e que nos meses de Abril a Setembro é necessário repor no reservatório 3.086,88 m³ provenientes da rede pública de abastecimento.

Tabela 24 - Volume de água pluvial possível armazenar em reservatório considerando metade da área da superfície de captação e do volume total do reservatório

Mês	Precipitação Média Mensal (mm)	Consumo Mensal (m ³)	Área de Captação (m ²)	C	nf	Volume de Precipitação Mensal (m ³)	Volume do reservatório (m ³)	Volume do reservatório no instante t-1 (m ³)	Volume do reservatório no instante t (m ³)	Overflow (m ³)	Volume de água a repor (m ³)	0 ≤ Vol. do reserv. no instante t ≤ Vol. do reserv.
Janeiro	103	185,93	13151,58	0,8	0,9	975,32	323,55	0	0,00	465,85	0,00	Verifica
Fevereiro	93	237,08	13151,58			880,63	323,55	0	0,00	320,00	0,00	Verifica
Março	77	393,72	13151,58			729,12	323,55	179	178,76	190,60	0,00	Verifica
Abril	56	550,37	13151,58			530,27	323,55	0	-20,10	0,00	20,10	Verifica
Maio	45	689,02	13151,58			426,11	323,55	0	-262,91	0,00	262,91	Verifica
Junho	16	896,82	13151,58			151,51	323,55	0	-745,31	0,00	745,31	Verifica
Julho	3	931,39	13151,58			28,41	323,55	0	-902,98	0,00	902,98	Verifica
Agosto	5	853,07	13151,58			47,35	323,55	0	-805,72	0,00	805,72	Verifica
Setembro	29	624,46	13151,58			274,60	323,55	0	-349,85	0,00	349,85	Verifica
Outubro	75	404,66	13151,58			710,19	323,55	306	305,52	287,50	0,00	Verifica
Novembro	106	222,26	13151,58			1003,73	323,55	0	0,00	457,91	0,00	Verifica
Dezembro	105	196,86	13151,58			994,26	323,55	0	0,00	473,85	0,00	Verifica
Σ	713	6185,64	-	-	-	6751,50	-	-	-	2195,71	3086,88	

Através da análise da Tabela 25, que considera metade da área da superfície de captação e o volume da menor célula que compõe o reservatório, verifica-se que haverá um *overflow* de 3.187,39 m³ e que será necessário repor 3.086,88 m³ de águas proveniente da rede pública de abastecimento.

Tabela 25 - Volume de água pluvial possível armazenar em reservatório considerando metade da área da superfície de captação e do volume da célula menor do reservatório

Mês	Precipitação Média Mensal (mm)	Consumo Mensal (m³)	Área de Captação (m²)	C	nf	Volume de Precipitação Mensal (m³)	Volume do reservatório (m³)	Volume do reservatório no instante t-1 (m³)	Volume do reservatório no instante t (m³)	Overflow (m³)	Volume de água a repor (m³)	0 ≤ Vol. do reserv. no instante t ≤ Vol. do reserv.
Janeiro	103	185,93	13151,58	0,8	0,9	975,32	158,27	0	0,00	631,13	0,00	Verifica
Fevereiro	93	237,08	13151,58			880,63	158,27	0	0,00	485,28	0,00	Verifica
Março	77	393,72	13151,58			729,12	158,27	179	178,76	355,88	0,00	Verifica
Abril	56	550,37	13151,58			530,27	158,27	0	-20,10	0,00	20,10	Verifica
Maio	45	689,02	13151,58			426,11	158,27	0	-262,91	0,00	262,91	Verifica
Junho	16	896,82	13151,58			151,51	158,27	0	-745,31	0,00	745,31	Verifica
Julho	3	931,39	13151,58			28,41	158,27	0	-902,98	0,00	902,98	Verifica
Agosto	5	853,07	13151,58			47,35	158,27	0	-805,72	0,00	805,72	Verifica
Setembro	29	624,46	13151,58			274,60	158,27	0	-349,85	0,00	349,85	Verifica
Outubro	75	404,66	13151,58			710,19	158,27	306	305,52	452,78	0,00	Verifica
Novembro	106	222,26	13151,58			1003,73	158,27	0	0,00	623,19	0,00	Verifica
Dezembro	105	196,86	13151,58			994,26	158,27	0	0,00	639,13	0,00	Verifica
Σ	427	6185,64	-	-	-	6751,50	-	-	-	3187,39	3086,88	

Neste caso, em que foi considerado apenas um quarto da área da superfície de captação e o volume total do reservatório verificou-se que haverá um *overflow* de 875,47 m³ e a será necessário 3.894,73 m³ de água da rede pública de abastecimento, como se pode constatar através da Tabela 26.

Tabela 26 - Volume de água pluvial possível armazenar em reservatório considerando um quarto da área da superfície de captação e do volume total do reservatório

Mês	Precipitação Média Mensal (mm)	Consumo Mensal (m ³)	Área de Captação (m ²)	C	nf	Volume de Precipitação Mensal (m ³)	Volume do reservatório (m ³)	Volume do reservatório no instante t-1 (m ³)	Volume do reservatório no instante t (m ³)	Overflow (m ³)	Volume de água a repor (m ³)	0 ≤ Vol. do reserv. no instante t ≤ Vol. do reserv.
Janeiro	103	185,93	6575,79	0,8	0,9	487,66	323,55	302	301,73	279,92	0,00	Verifica
Fevereiro	93	237,08	6575,79			440,31	323,55	203	203,23	82,92	0,00	Verifica
Março	77	393,72	6575,79			364,56	323,55	0	-29,16	0,00	29,16	Verifica
Abril	56	550,37	6575,79			265,14	323,55	0	-285,23	0,00	285,23	Verifica
Maio	45	689,02	6575,79			213,06	323,55	0	-475,96	0,00	475,96	Verifica
Junho	16	896,82	6575,79			75,75	323,55	0	-821,06	0,00	821,06	Verifica
Julho	3	931,39	6575,79			14,20	323,55	0	-917,19	0,00	917,19	Verifica
Agosto	5	853,07	6575,79			23,67	323,55	0	-829,40	0,00	829,40	Verifica
Setembro	29	624,46	6575,79			137,30	323,55	0	-487,15	0,00	487,15	Verifica
Outubro	75	404,66	6575,79			355,09	323,55	0	-49,57	0,00	49,57	Verifica
Novembro	106	222,26	6575,79			501,86	323,55	280	279,60	235,65	0,00	Verifica
Dezembro	105	196,86	6575,79			497,13	323,55	300	300,27	276,98	0,00	Verifica
Σ	427	6185,64	-	-	-	3375,75	-	-	-	875,47	3894,73	

Através da análise da Tabela 27, que considera um quarto da área da superfície de captação e o volume da menor célula que compõe o reservatório, verifica-se que haverá um *overflow* de 1.536,59 m³ e que será necessário repor 3.086,88 m³ de águas proveniente da rede pública de abastecimento.

Tabela 27 - Volume de água pluvial possível armazenar em reservatório considerando um quarto da área da superfície de captação e o volume da célula menor do reservatório

Mês	Precipitação Média Mensal (mm)	Consumo Mensal (m³)	Área de Captação (m²)	C	nf	Volume de Precipitação Mensal (m³)	Volume do reservatório (m³)	Volume do reservatório no instante t-1 (m³)	Volume do reservatório no instante t (m³)	Overflow (m³)	Volume de água a repor (m³)	0 ≤ Vol. do reserv. no instante t ≤ Vol. do reserv.
Janeiro	103	185,93	6575,79	0,8	0,9	487,66	158,27	302	301,73	445,20	0,00	Verifica
Fevereiro	93	237,08	6575,79			440,31	158,27	203	203,23	248,20	0,00	Verifica
Março	77	393,72	6575,79			364,56	158,27	0	-29,16	0,00	29,16	Verifica
Abril	56	550,37	6575,79			265,14	158,27	0	-285,23	0,00	285,23	Verifica
Maio	45	689,02	6575,79			213,06	158,27	0	-475,96	0,00	475,96	Verifica
Junho	16	896,82	6575,79			75,75	158,27	0	-821,06	0,00	821,06	Verifica
Julho	3	931,39	6575,79			14,20	158,27	0	-917,19	0,00	917,19	Verifica
Agosto	5	853,07	6575,79			23,67	158,27	0	-829,40	0,00	829,40	Verifica
Setembro	29	624,46	6575,79			137,30	158,27	0	-487,15	0,00	487,15	Verifica
Outubro	75	404,66	6575,79			355,09	158,27	0	-49,57	0,00	49,57	Verifica
Novembro	106	222,26	6575,79			501,86	158,27	280	279,60	400,93	0,00	Verifica
Dezembro	105	196,86	6575,79			497,13	158,27	300	300,27	442,26	0,00	Verifica
Σ	0	6185,64	-	-	-	3375,75	-	-	-	1536,59	3894,73	

Analisando os dados referentes às diferentes hipóteses consideradas, verifica-se que, para a mesma área de captação fazendo variar o volume do reservatório, a quantidade de água a drenar para a rede pública – *overflow*, é menor quando considerado o volume total do reservatório, por outro lado, a quantidade de água a repor no reservatório proveniente da rede pública de abastecimento aumenta para quando é considerado parcelas de área da superfície de captação menores, como se pode observar pela Tabela 28.

Tabela 28 - Resumo de *overflow* e volume de água a repor proveniente da rede pública de abastecimento das hipóteses de estudo consideradas

	Área de Captação (m²)	Volume do reservatório (m³)	<i>Overflow</i> (m³)	Volume de água a repor (m³)
Área total da superfície de captação e o volume total do reservatório	26303,13	323,55	7194,17	2302,01
Área total da superfície de captação e o volume menor célula		158,27	8658,70	2302,01
Metade da área total da superfície de captação e o volume total do reservatório	13151,58	323,55	2195,71	3086,88
Metade da área total da superfície de captação e o volume menor célula		158,27	3187,39	3086,88
Um quarto da área total da superfície de captação e o volume total do reservatório	6575,79	323,55	875,47	3894,73
Um quarto da área total da superfície de captação e o volume menor célula		158,27	1536,59	3894,73

Para avaliar a melhor hipótese de estudo considerada é necessário recorrer ao cálculo probabilístico, para estimar o nível de confiança. Recomenda-se que os valores de confiança estejam entre 90% a 99%, no entanto, caso não se verifique estes valores de confiança deve-se optar pela situação que obtenha maior percentagem.

Para calcular o nível de confiança, para cada hipótese considerada, é necessário determinar o valor da falha associada a cada hipótese, sendo calculado através da seguinte expressão:

$$P_r = \frac{N_r}{N}$$

Equação 14 – Valor da falha

Em que:

- P_r corresponde à falha do sistema, ou seja, corresponde à probabilidade do sistema não satisfazer as necessidades de rega;
- N_r corresponde ao número de meses em que o reservatório não atendeu às necessidades de consumo para a rega do relvado;
- N corresponde ao número de meses considerados no estudo.

O nível de confiança, em percentagem, é estimado através da seguinte expressão:

$$N_{confiança} = (1 - P_r) \times 100$$

Equação 15 – Nível de confiança

Através da Tabela 29 é possível verificar que o nível de confiança obtido, em função das expressões anteriores, não ultrapassa os 67%, correspondendo esta percentagem às primeiras duas hipóteses consideradas.

Tabela 29 - Nível de confiança das hipóteses de estudo consideradas

Hipótese	N	Nr	Pr	N conf	Overflow (m³)	Volume de água a repor (m³)
Área total da superfície de captação e o volume total do reservatório	12	4	0,33	67%	7194,17	2302,01
Área total da superfície de captação e o volume menor célula		4	0,33	67%	8658,70	2302,01
Metade da área total da superfície de captação e o volume total do reservatório		6	0,50	50%	2195,71	3086,88
Metade da área total da superfície de captação e o volume menor célula		6	0,50	50%	3187,39	3086,88
Um quarto da área total da superfície de captação e o volume total do reservatório		8	0,67	33%	875,47	3894,73
Um quarto da área total da superfície de captação e o volume menor célula		8	0,67	33%	1536,59	3894,73

Feita a análise aos valores obtidos, opta-se por excluir as últimas duas hipóteses devido à percentagem de falha do sistema ser elevada, ou seja, inferior a 50% e devido

à quantidade de água que é necessária repor no reservatório, representar mais da metade da quantidade de água que anualmente é necessária para regar o relvado.

Analisando o nível de confiança das restantes hipóteses, é preferível optar por uma das primeiras duas hipóteses, devido ao nível de confiança de funcionamento ser superior a 50%, ou seja, a hipótese de falha do sistema é menor, apesar do volume de água a drenar para a rede pública das primeiras duas hipóteses ser maior em relação às restantes hipóteses, no entanto, a quantidade de água necessária da rede pública de abastecimento corresponde ao menor volume, quando comparamos com as restantes hipóteses.

Entre as duas primeiras hipóteses, a que representa mais benefícios é a primeira, referente utilização de toda a área da superfície de captação e do volume total do reservatório por possuir o *overflow* mais baixo.

5.2. Análise de viabilidade económica

A análise de viabilidade económica tem como objetivo determinar o período de retorno do investimento para a implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais. Esta análise pode ser obtida pelo Valor Atual Líquido – VAL que consiste em analisar o investimento através da determinação do valor presente de pagamentos futuros, ou seja, o VAL é um critério financeiro destinado a avaliar investimentos pela comparação entre os *cash flows* gerados (balanço entre entrada e saída de capital, ou seja, poupança gerada em substituir a água potável por água pluvial) e o capital investido, sendo calculado pela seguinte expressão:

$$VAL = \sum_{p=1}^n \frac{CF_p}{(1+j)^p} - I$$

Equação 16 – Valor Atual Líquido

Em que:

- CF_p representa o *cash flow* de exploração do período p , em Euros;
- I representa o valor do investimento inicial, em Euros;
- j representa a taxa de atualização (custo do capital), em percentagem;
- p duração do projeto, em anos.

O período de retorno do investimento obtém-se quando $VAL \geq 0$.

O processamento de faturação da água assenta no cálculo dos consumos de água efetuados em Lisboa, é da responsabilidade da EPAL – Empresa Portuguesa de Águas Livres, S.A. A faturação emitida ao utilizador consta [66]:

- A conta da água
 - Valor a pagar referente ao consumo de água potável, varia de acordo com os escalões e o tipo de consumo;
 - Quota de serviço, valor mensal variável em função do calibre do contador instalado e do tipo de consumo, tendo como propósito suportar os custos inerentes à disponibilidade de acesso ao fornecimento direto da água. Destina-se a compensar a EPAL pelos custos relativos à construção, manutenção e ampliação das infraestruturas necessárias à prestação do serviço de abastecimento.
- Contas a terceiros
 - Adicional da Camara Municipal de Lisboa 0,1082 €s por metro cubico de água faturada, valor destinado à compensação do valor de consumos municipais considerados de interesse colético (lavagem de ruas, rega de jardins, chafarizes, entre outros);
 - Saneamento da Camara Municipal de Lisboa, valor que engloba um montante fixo mensal e outro variável em função do número de m³ de água faturada, destinado à Câmara Municipal de Lisboa pela prestação do serviço de recolha, depósito e tratamento de lixos (resíduos sólidos) e do serviço de drenagem de águas sujas e pluviais de procedência domestica ou industrial.

De acordo com o tarifário da EPAL – Empresa Portuguesa de Águas Livres, S.A. a água para rega do relvado do Estádio da Luz é considerada como não-domésticos referente a Instituições Privadas de Interesse Publico. O tarifário praticado pela EPAL encontra-se no Anexo V – Tarifário da água praticado pela EPAL.

A Tabela 30 - Custo associado à quantidade de água necessária para a rega do relvado apresenta de forma resumida, os custos associados à rega do relvado do Estádio da Luz em função das necessidades de consumo, contabilizando apenas o custo associado do consumo de água potável emitido pela EPAL.

Tabela 30 - Custo associado à quantidade de água necessária para a rega do relvado

Meses	Consumo Mensal (m³)	Água pluvial (m³)	Água potável a repor (m³)	Valor a pagar	Valor a pagar com SAAP
				x 1,1079 €/m³	
Janeiro	185,93	1950,64	0,00	205,99 €	-
Fevereiro	237,08	1761,26	0,00	262,66 €	-
Março	393,72	1458,25	0,00	436,21 €	-
Abril	550,37	1060,54	0,00	609,75 €	-
Maio	689,02	852,22	0,00	763,36 €	-
Junho	896,82	303,01	593,81	993,58 €	657,88 €
Julho	931,39	56,81	874,58	1.031,89 €	968,94 €
Agosto	853,07	94,69	758,38	945,12 €	840,21 €
Setembro	624,46	549,21	75,25	691,83 €	83,37 €
Outubro	404,66	1420,37	0,00	448,32 €	-
Novembro	222,26	2007,45	0,00	246,25 €	-
Dezembro	196,86	1988,52	0,00	218,10 €	-
Σ	6185,64	13502,97	2302,01	6.853,07 €	2.550,40 €

Poupança: 4.302,68 €
63%

Tabela 30 é possível verificar que anualmente, sem aproveitamento da água pluvial, são despendidos 6.853,07 €, apenas para a rega do relvado, e que, recorrendo à técnica do aproveitamento de água pluvial, o custo associado diminui para 2.550,40 €. A diferença entre os custos associados à rega do relvado do Estádio da Luz representa uma poupança de 63%, em que é possível poupar 4.302,68 € anualmente, sendo benéfico aderir ao sistema de aproveitamento de água pluvial.

A Tabela 31 é alusiva à estimativa do investimento associada sistema de aproveitamento de água pluvial, tendo sido apenas contabilizados apenas os equipamentos de custo mais elevado.

Tabela 31 - Componentes do SAAP para o Estádio da Luz

Art.º	Designação	Quantidade	Un.	Preço total
1.	Filtro para água pluvial 3P Volumefilter VF6	6	3.462,22 €	20.773,32 €
2.	Acessórios			
2.1	Sifão	1	190,55 €	190,55 €
2.2	Sucção flutuante	1	135,30 €	135,30 €
2.3	Amortecedor	1	136,82 €	136,82 €
3.	Sistema de bombagem			7.525,51 €
				28.761,50 €

O custo dos acessórios e sistema de bombagem foram fornecidos pelo Gerador de Preços e o custo associado ao filtro foi fornecido pelo 3P Technik. [54] [67]

Para o cálculo do Valor Atual Líquido - VAL foram consideradas os seguintes valores:

- $CF_p = 4\,302,68$ €, referente à economia gerada pelo SAAP)
- $j = 12,5$ %, correspondente ao custo de capitais próprios)
- $I = 28\,761,50$ € calculado na Tabela 31 - Componentes do SAAP para o Estádio da Luz
- Período p correspondente a 25 anos

O período de retorno do investimento ocorre no momento em que o VAL começa a ser positivo, e a variável n corresponde ao momento em que é recuperado o investimento na totalidade. De acordo com o Gráfico 9, o momento em que o VAL transita de valores negativos para os positivos, corresponde ao momento em que o sistema de aproveitamento de água pluvial começa a gerar lucro, ou seja, o período de retorno do investimento corresponde a 11 anos. Após 25 anos, o sistema de aproveitamento de água pluvial pode gerar 8.151,20 € anuais de poupança, como se pode observar pela Tabela 32 e pelo Gráfico 9.

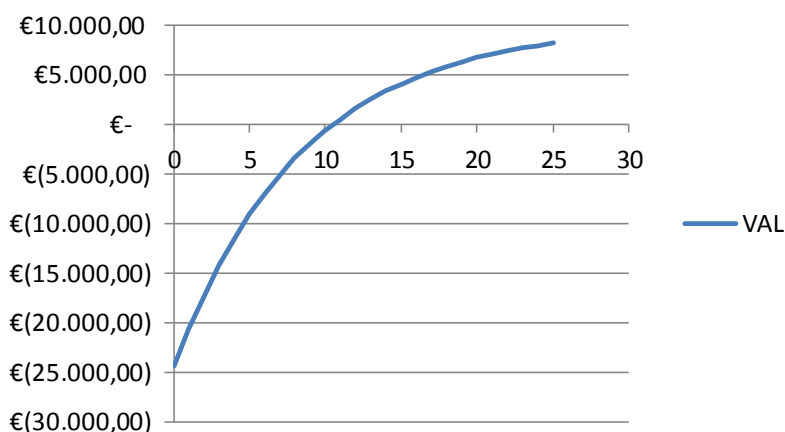


Gráfico 9 - VAL para o investimento do SAAP

Tabela 32- VAL para o investimento do SAAP

n	CF	Fator atualização $\frac{1}{(1+t)^p}$	CF atualizado	CF acumulado	VAL
0	4302,68	1,00	4.302,68 €	4.302,68 €	- 24.458,82 €
1	4302,68	0,89	3.824,60 €	8.127,28 €	- 20.634,22 €
2	4302,68	0,79	3.399,65 €	11.526,93 €	- 17.234,57 €
3	4302,68	0,70	3.021,91 €	14.548,84 €	- 14.212,66 €
4	4302,68	0,62	2.686,14 €	17.234,98 €	- 11.526,52 €
5	4302,68	0,55	2.387,68 €	19.622,66 €	- 9.138,84 €
6	4302,68	0,49	2.122,38 €	21.745,04 €	- 7.016,46 €
7	4302,68	0,44	1.886,56 €	23.631,60 €	- 5.129,90 €
8	4302,68	0,39	1.676,94 €	25.308,55 €	- 3.452,95 €
9	4302,68	0,35	1.490,62 €	26.799,16 €	- 1.962,34 €
10	4302,68	0,31	1.324,99 €	28.124,16 €	- 637,34 €
11	4302,68	0,27	1.177,77 €	29.301,93 €	540,43 €
12	4302,68	0,24	1.046,91 €	30.348,84 €	1.587,34 €
13	4302,68	0,22	930,58 €	31.279,42 €	2.517,92 €
14	4302,68	0,19	827,19 €	32.106,61 €	3.345,11 €
15	4302,68	0,17	735,28 €	32.841,88 €	4.080,38 €
16	4302,68	0,15	653,58 €	33.495,46 €	4.733,96 €
17	4302,68	0,14	580,96 €	34.076,42 €	5.314,92 €
18	4302,68	0,12	516,41 €	34.592,83 €	5.831,33 €
19	4302,68	0,11	459,03 €	35.051,86 €	6.290,36 €
20	4302,68	0,09	408,03 €	35.459,89 €	6.698,39 €
21	4302,68	0,08	362,69 €	35.822,58 €	7.061,08 €
22	4302,68	0,07	322,39 €	36.144,97 €	7.383,47 €
23	4302,68	0,07	286,57 €	36.431,54 €	7.670,04 €
24	4302,68	0,06	254,73 €	36.686,27 €	7.924,77 €
25	4302,68	0,05	226,43 €	36.912,70 €	8.151,20 €

6. Conclusão e trabalhos futuros

6.1. Conclusão

Numa altura em que cada se dá mais importância ao problema da escassez de água e em que se procura alternativas para obtenção de água proveniente de outras fontes, temos todos a responsabilidade por contribuir mais ativamente no desenvolvimento sustentável da nossa sociedade. Deixou de ser suficiente imputar a culpa aos políticos, passa a ser responsabilidade do cidadão exigir e contribuir para melhorar a sua qualidade de vida.

Dados históricos demonstram que o aproveitamento de água pluvial é uma prática antiga utilizada por todo o mundo. Contudo, esta é uma área, atualmente, em desenvolvimento em Portugal, apesar do potencial significativo. Neste sentido, para além da criação de legislação específica enquadadora para garantir a qualidade dos produtos e soluções comerciais e evitar o mau funcionamento do próprio sistema, considera-se de igual modo importante, o desenvolvimento de medidas de consciencialização para o problema da escassez de água potável e, nesta sequência, se apresente o aproveitamento de água pluvial como uma solução válida para contribuir para a mitigação desse problema. A limitação do consumo de água potável em fins menos nobres também deveria ser regulamentada. Os incentivos fiscais ou outros incentivos deveriam ser igualmente abordados tal como já acontece com a energia. A tarifa da água aos seus diferentes níveis também será uma questão a desenvolver para incentivar estes sistemas.

Em síntese, da legislação internacional apresentada verifica-se a existência de algumas normas para os sistemas de aproveitamento de águas pluviais ao nível predial como na Alemanha e Brasil. Na Bélgica, em que o emprego destes sistemas é um costume, possuem igualmente normas técnicas, recomendações urbanísticas, incentivos e subsídios para a sua implementação. O uso dos SAAP para fins não potáveis é permitido na França, desde que a saúde pública esteja salvaguardada.

Relativamente à qualidade da água pluvial as análises efetuadas, mostram que esta tem qualidade suficiente para substituir a água potável utilizada para a rega do relvado do caso de estudo, sem que seja necessário recorrer a qualquer tipo de tratamento de acordo com o estudo realizado pela ANIP.

Através do estudo desenvolvido foi estimado o potencial de economia de água potável recorrendo ao aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis no Estádio da Luz. É importante referir, que os dados que originaram estes resultados deverão ser

confirmados e monitorizados em campo, para estudos posteriores e/ou projetos para execução do sistema de aproveitamento de água pluvial para rega em estruturas desportivas. Com base nos resultados obtidos, verificou-se que há a possibilidade de reduzir o custo associado ao consumo de água potável em 63%, por ano, representando assim, uma medida, que para além de sustentável e recomendada pela FIFA, uma opção benéfica, com retorno do investimento em 11 anos.

Em Portugal não existe nenhum estádio que efetue o aproveitamento de água pluvial, apesar das potencialidades do sistema. Através da análise do caso de estudo foi possível verificar que na maioria dos meses do ano, a água pluvial recolhida pela cobertura e armazenado em reservatório é suficiente para satisfazer as necessidades do relvado.

A falta de legislação que obrigue à prática destas técnicas põe em causa o desenvolvimento do sistema em Portugal. Considera-se que devia de ser obrigatório o uso da água pluvial em fins não potáveis, principalmente em para edifícios em que o consumo de água potável esteja acima da média, que é o caso dos estádios de futebol.

Através do sistema de aproveitamento de água pluvial é possível diminuir o custo associado ao consumo de água potável, para além, de estar a ser garantido o futuro da sustentabilidade hídrica e contribuindo para a conservação da água.

6.2. Trabalhos Futuros

No âmbito de sustentabilidade no uso de água para rega em estruturas desportivas, os trabalhos futuros passam pela necessidade de melhorar a gestão dos recursos hídricos sem prejudicar o funcionamento do estádio. A gestão adequada da rega com o controlo da frequência e intensidade da rega, de modo a permitir a aplicação uniforme e adequada da quantidade de água.

O conhecimento da fisiologia das espécies vegetais, nomeadamente da relva, poderá ser benéfico, tendo em vista a adoção de espécies que necessitam de menos quantidade de água para manterem o seu aspeto saudável sem que a sua funcionalidade, no decorrer dos jogos, seja afetada, a otimização do sistema de rega, através da deteção de eventuais perdas e fugas que possam existir.

Elaboração de estudos mais precisos através do estudo da quantidade de água pluvial que é possível aproveitar pela cobertura do Estádio da Luz por dia e comparar com a necessidade de rega do relvado para esses mesmo dias, representa uma mais-valia para apurar o benefício na implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais.

7. Bibliografia

7.1. Referências bibliográficas

- [1] GIACCHINI, Margolaine; FILHO, Alceu G. A. Utilização da água de chuva nas edificações industriais. 2º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais. 2008.
- [2] UNIÁGUA. Universidade da água. Água no Planeta, 2006. Disponível em <http://www.uniagua.org.br>. Data de consulta: 25 de Junho de 2012.
- [3] Diretiva 2000/60/EC. 2000. Diretiva Quadro da Água. Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de outubro de 2000. Jornal Oficial das Comunidades Europeias.
- [4] TOMAZ, Plínio. Aproveitamento de Água de Chuva. 2ª Edição. São Paulo: Navegar Editora, 2003.
- [5] LAURIA, Alejandro. Sustentabilidade na Construção. Edição em Português. VERLAG DA SHOFER, outubro de 2007, ISBN 9789728906955.
- [6] TUNDISI, José Galizia. Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez. São Carlos: RiMa, IIE, 2003.
- [7] UNWATER. Water Resources. Disponível em <http://www.unwater.org> . Data da consulta: 19 de setembro de 2012.
- [8] United Nations. Water scarcity. Disponível em <http://www.un.org> . Data da consulta: 19 de setembro de 2012.
- [9] RIJSBERMAN, Frank R., 2004c - Water Scarcity: Fact or Fiction? New Directions for a Diverse Planet, Fourth International Crop Science Congress, 26 de setembro a 1 de outubro, Brisbane, Austrália. Disponível em www.cropsociety.org.au. Data da consulta: 14 de junho de 2012.
- [10] Relatório do Desenvolvimento Humano 2006. A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água. Disponível em <http://hdr.undp.org>. Data da consulta: 20 setembro de 2012.
- [11] Reunião Informal dos Ministros do Ambiente da União Europeia. Escassez de Água e Seca. Intervenção da Presidência Portuguesa no Início dos Trabalhos. Lisboa, 2007.
- [12] Seca atinge Portugal - Origem: Wikinotícias, a fonte de notícias livre - 17 de Março de 2005. Disponível na <http://pt.wikinews.org/> . Data da consulta: 13 de maio de 2012.

- [13] Instituto de Meteorologia, IP Portugal. Observatório de Secas, índice de PSDI, situação atual. Disponível em <http://www.meteo.pt>. Data da consulta: 10 de setembro de 2012.
- [14] Plano Nacional da Água de 2010. Instituto da Água. Disponível na <http://www.pna2010.inag.pt>. Data da consulta: 10 de setembro de 2012.
- [15] OLIVEIRA, Fedra. Aproveitamento de água pluvial em usos urbanos em Portugal Continental – Simulador para avaliação da viabilidade. Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, 2008. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente.
- [16] BERTOLO, E., SIMÕES, V. (2008). Manual sobre Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial. Curso Aproveitamento de Água da Chuva em Edifícios para Fins Não Potáveis. ANQIP – Associação Nacional para a Qualidade das Instalações Prediais, 2008.
- [17] ANTUNES, A.M; GOMES, A.A.; MENÉRES, A.; FREITAS, A.P.; ARAÚJO, A.; MARITNS, A.P.; DIAS, C.C.; CASTRO, C.; TÁVORA, F.; TORRES, F.; AMARAL, F.K.; DIAS, F.S.; GEORGE, F.; MALATO, J.J.; LOBO, J.H.; PEREIRA, N.T.; FILGUEIRAS, O.L.; PIMENTEL, R. (1988). Arquitetura Popular em Portugal. Volume 3. Zona 5-Alentejo, Zona 6-Algarve. 3ª Edição. Associação de Arquitetos Portugueses. Cota: APP 001 OASRS 2532
- [18] TOSTÕES, A.; et al. Arquitetura Popular dos Açores. Ordem dos Arquitetos, 2000. ISBN 972-97668-1-9.
- [19] ALMEIDA, M.C.; VIEIRA, P.; RIBEIRO, R. Uso eficiente da água no sector urbano. Série Guias Técnicos 8. Instituto Regulador de Águas Residuais. Instituto da Água e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2006. ISBN 972-99354-9-1.
- [20] PERDOMO, C.C.; OLIVEIRA, P.A.V.; Kunz, A. Seminário sobre Planeamento, Construção e Operação de Cisternas para Armazenamento da Água da Chuva. UnC Concórdia, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Regional de Concórdia, Embrapa Suínos e Aves, 2005.
- [21] PHILLIPS, A.A. City of Tucson - Water Harvesting Guidance Manual. City of Tucson, Department of Transportation, Stormwater Management Section, 2005.
- [22] GDRC. An Introduction to Rainwater Harvesting. The Global Development Research Center. Disponível na www.gdrc.org. Data da consulta: 18 de agosto de 2012.
- [23] SIMIONI, W. I.; GHISI, E.; GÓMEZ L. A. Potencial de Economia de Água Tratada Através do Aproveitamento de Águas Pluviais em Postos de Combustíveis: Estudos de Caso. CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC

04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, Anais, 2004

[24] BAPTISTA, J.M.; et al. Programa Nacional para o Uso eficiente da água (Versão preliminar). Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território - Instituto da Água, 2001.

[25] GNADLINGER, J., Rainwater harvesting for household and agricultural use in rural areas. 2 nd World Water Forum, Haia, Países Baixos, 2000.

[26] SPERLING, Marcos Von. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto. 3ª Edição – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

[27] BROWN, Chris; GERSTON, Jan; COLLEY, Stephen. Texas Water Development Board. Third Edition. The Texas Manual on Rainwater Harvesting, 2005. Disponível em <http://www.twdb.state.tx.us> . Data da consulta: 16 de agosto de 2012.

[28] Especificação Técnica ETA 0701. Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais em Edifícios (SAAP). ANQIP - Associação Nacional para a Qualidade das Instalações Prediais, 2009.

[29] GROUP RAINDROPS. Aproveitamento da água da chuva. Makoto Murase (Org.). Tradução: Massato Kobiyama; Cláudio Tsuyoshi Ushiwata; Manoela dos Anjos Afonso. Tradução de: Yatte Miyo Amamizu Riyo. Curitiba: Organic Trading, 2002.

[30] HERRMANN, T.; SCHMIDA, U. Rainwater utilization in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects. Urban water, 1999.

[31] SANTOS, C. M. Aproveitamento de águas pluviais: documentação legal em vigor. Indústria e Ambiente – Revista de Informação Técnica e Científica, nº 59. Publindústria, Produção de Comunicação, Lda., Porto, Novembro/Dezembro 2009.

[32] COSENTINO, G. Aproveitamento de águas pluviais na terra do samba. Indústria e Ambiente – Revista de Informação Técnica e Científica, nº 59. Publindústria, Produção de Comunicação, Lda., Porto, novembro/dezembro 2009.

[33] ALMEIDA, M.C.; VIEIRA, P.; RIBEIRO, R.; FERNANDO, R.M.; ALVES, I.M.; TEIXEIRA, J.L.; CAMEIRA, M.R.C. Apoio à implementação do programa nacional para o uso eficiente da água. Requisitos de regulamentação e normalização. Relatório Técnico n.º 9.0. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa. Relatório 227/05-NES. 2005.

[34] O Nosso Futuro Comum. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2ª Edição. Edição da FVG, 1991.

- [35] SCHMIDT, Luísa. País (in) Sustentável – Ambiente e Qualidade de Vida em Portugal. Esfera do Caos Editores Lda., 2007. ISBN 978-989-8025-33-3.
- [36] MENDES, Lúcia. Análise de custos no ciclo de vida de medidas sustentáveis. Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, 2011. Tese de Mestrado em Engenharia Civil.
- [37] Olympianstadion. Stadium & Visitor Center. Disponível em www.olympiadion-berlin.de . Data da consulta: 21 de novembro de 2012.
- [38] Mercedes-Benz Arena (Gottlieb Daimler Stadion). Panorama. Disponível em <http://www.gottlieb-daimler-stadion.de/> . Data da Consulta: 21 de novembro de 2012.
- [39] The Stadium Guide. FNB Stadium (Soccer City). Disponível em <http://www.stadiumguide.com> . Data da consulta: 21 de novembro de 2012.
- [40] Moses Mabhida Stadium. Gallery. Disponibilidade em <http://www.mmstadium.com>. Data da consulta: 21 de novembro de 2012.
- [41] Wikipédia. Cape Town Stadium. Disponível em <http://en.wikipedia.org>. Data da consulta: 21 de novembro de 2012.
- [42] Austadiums. AAMI Park. Disponível em <http://www.austadiums.com>. Data da consulta: 21 de novembro de 2012.
- [43] Beijing National Stadium. Architectural Influence. Disponível em <http://beijingbirdsnest.wordpress.com>. Data da consulta: 21 de novembro de 2012.
- [44] London 2012: inspire a generation. Photos: Velodrome Park. Disponível em <http://www.london2012.com>. Data da consulta: 21 de novembro de 2012.
- [45] Wikipédia. Red Star Stadium. Disponível em <http://en.wikipedia.org>. Data da consulta: 21 de novembro de 2012.
- [46] GUEDES, Alyne Ferreira; VELOSO, Ana Carolina de Oliveira; MORENO, Ana Cecília; MATTOS, Marianna Costa; SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves. Copa 2014, O Estádio do Mineirão e diretrizes de sustentabilidade na primeira copa verde do mundo. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura, 2011.
- [47] Veja.com. Ambiente - Gramados ainda mais verdes. 25 de novembro de 2009. Disponível em <http://veja.abril.com.br>. Data da consulta: 12 de novembro de 2012
- [48] Eficiência Hídrica em Edifícios e Espaços Públicos. Aproveitamento de águas pluviais. Disponível em <http://eficienciahidrica.wordpress.com>. Data da consulta: 12 de junho de 2012.

- [49] MAY, Simone. Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2004. Dissertação de Mestrado.
- [50] QUINTELA, A.C.; HIPÓLITO, J.N. (1996). Hidrologia e Recursos Hídricos. Engenharia do Ambiente. Instituto Superior Técnico.
- [51] Skywater. Sistemas de aprovechamiento de água pluvial. Catalogo 2010. Disponível em <http://www.skywatercompany.com> . Data de consulta: 12 de junho de 2012.
- [52] ANNCCHINI, K. P. Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória. Vitória, 2005.
- [53] Redlands do Brasil, Ltda. Catalogo dos produtos. Disponível em <http://17380.br.all.biz> . Data da consulta: 12 de junho de 2012.
- [54] 3P Technick UK. Components. Disponível em <http://www.3ptechnik.co.uk>. Data da consulta: 12 de junho de 2012.
- [55] Fórum da Casa. Disponível em <http://forumdacasa.com>. Data da consulta: 25 de outubro de 2012.
- [56] Instituto Nacional de Estatística. Censos 2011 – Resultados provisórios. Disponível em <http://www.ine.pt>. Data da consulta: 25 de outubro de 2012.
- [57] Junta de Freguesia de São Domingos. Disponível em <http://www.jf-sdomingosbenfica.pt>. Data da consulta: 25 de outubro de 2012.
- [58] Google Maps. Estádio da Luz. Disponível em <https://maps.google.pt/>. Data da consulta: 7 de outubro de 2012.
- [59] Vox Unius. Estádio da Luz. Disponível em <http://gloriososlbenfica.wordpress.com>. Data da consulta: 7 outubro 2012.
- [60] Sport Lisboa e Benfica. Estádio da Luz. Disponível em <http://www.slbenfica.pt>. Data da consulta: 7 de outubro de 2012.
- [61] Ampelite. Brochures: Lexan Thermoclear Brochure Part 2. Disponível em www.ampelite.com.au. Data da consulta: 2 de novembro de 2012.
- [62] FazFacil: Reforma & Construção. Hidráulica: Bombas. Disponível em www.fazfacil.com.br. Data da consulta 5 de novembro de 2012.
- [63] Instituto de Meteorologia, IP Portugal. Clima de Portugal Continental. Disponível em <http://www.meteo.pt>. Data da consulta: 8 de outubro de 2012.

[64] Marktest, Sales Index 2007. Caracterização do concelho de Lisboa. Lisboa, Maio de 2007.

[65] Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos. Estação meteorológica de São João do Tojal. Disponível em <http://snirh.pt/>. Data da consulta: 18 de outubro de 2012.

[66] EPAL – Grupo de Águas de Portugal. Processo de faturação. Disponível em www.epal.pt. Data da consulta: 3 de outubro de 2012.

[67] Gerador de Preços. Portugal. CYPE Ingenieros, S.A. Disponível em <http://www.geradordeprecos.info/>. Data da consulta: 16 de outubro de 2012.

[68] Amorim, S. V. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. São Carlos, 2008, Brasil.

7.2. Bibliografia permanente

AMARAL, F.K.; et al. Arquitetura Popular em Portugal. In Zona 5-Alentejo, Zona 6-Algarve. 3ª Edição. Associação de Arquitetos Portugueses, 1988. ISBN 972-97668-7-8. Vol.3.

BERTOLO, Elisabete de Jesus Peres. Aproveitamento de água da chuva em edificações. Universidade do Porto (FEUP). Porto, junho de 2006. Dissertação de mestrado em Engenharia do Ambiente.

COSTA, Ana Cristina Martins. Águas pluviais em meio urbano e contribuição de Lisboa para o seu uso sustentável. Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Lisboa, 2010. Dissertação de Mestrado em Engenharia Sanitária.

DINIS, Ria Sofia de Carvalho. Contributos para a reabilitação sustentável de edifícios de habitação. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2010. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil e Construção.

Fédération Internationale de Football Association. Football Stadiums: Technical recommendations and requirements. 4th Edition. 2007. Disponível em www.fifa.com.

FERNANDES, Fábio Luís da Cunha Ribas. Especificações para a reabilitação sustentável de edifícios. Universidade de Aveiro, 2010. Dissertação de mestrado em Engenharia

FERNANDES, Maria Elisabete Pinto. Reutilização das águas pluviais. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Julho de 2010. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil.

FRANCESCHINI, Andréa Teixeira de Lima. Sistema residencial de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em Votorantim: Avaliação de parâmetros de qualidade e eficiência. Universidade de Sorocaba, Sorocaba, São Paulo, 2009.

HAGEMANN, Sabrina Elicker. Avaliação da qualidade de água da chuva e da viabilidade da sua captação e uso. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil, 2009. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil.

JQUES, Reginaldo Campolino. Qualidade da água da chuva no Município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, Brasil, março de 2005. Dissertação de mestrado em Engenharia Ambiental.

MARINOSKI, Ana Kelly. Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituições de ensino: estudo de caso em Florianópolis (SC). Florianópolis, julho de 2007.

MELO, Fátima Maria Oliveira Jesus. Análise de sustentabilidade de técnica de sistemas de recolha de águas pluviais em grandes estruturas. Instituto Politécnico de Setúbal. Barreiro, 2012. Dissertação de mestrado em Construção.

MENDES, Lúcia. Análise de custos no ciclo de vida de medidas sustentáveis. Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, 2011. Tese de Mestrado em Engenharia Civil.

NEVES, M. V. Perspetivas para um uso mais eficiente da água em habitações. Porto, 2003.

SACADURA, Francisco Oliveira Martins Oom. Análise de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edifícios. Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Lisboa, 2011. Dissertação de mestrado em Engenharia civil – ramo da construção.

SIMÕES, V. Aproveitamento da Água das Chuvas para Fins não Potáveis. Apresentação no Ponto de Encontro da Lisboa E-Nova, 2009. Disponível na <http://lisboaenova.org/>

SOUSA, Eduardo Ribeiro de; MATOS, José Saldanha. Projeto de sistema de drenagem de águas pluviais. Instituto Superior Técnico.

TUCCI, Dr. Carlos E. M. Água no meio urbano. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dezembro de 1997.

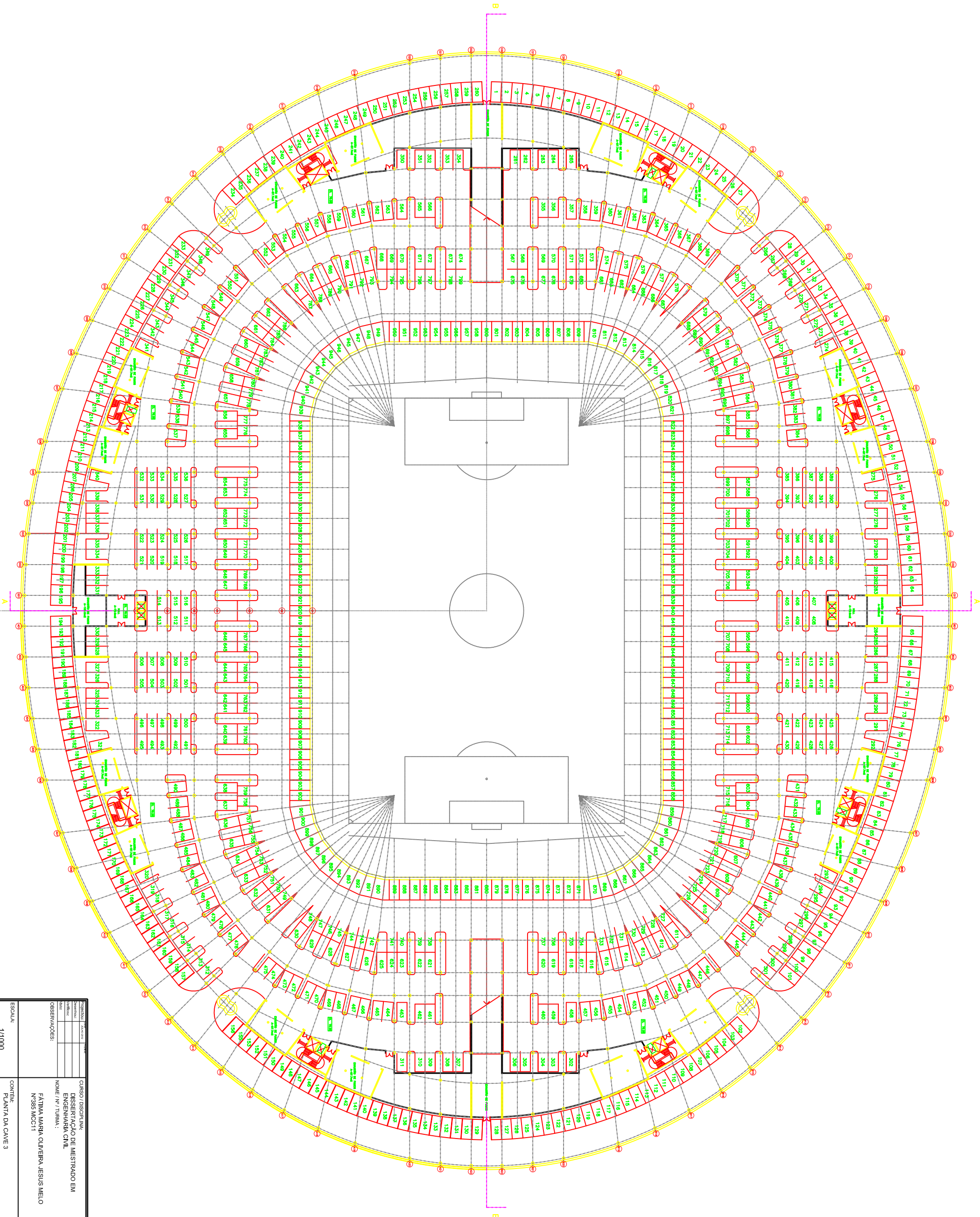
Anexo I – Declaração Universal dos Direitos da Água

Os Direitos da Água:

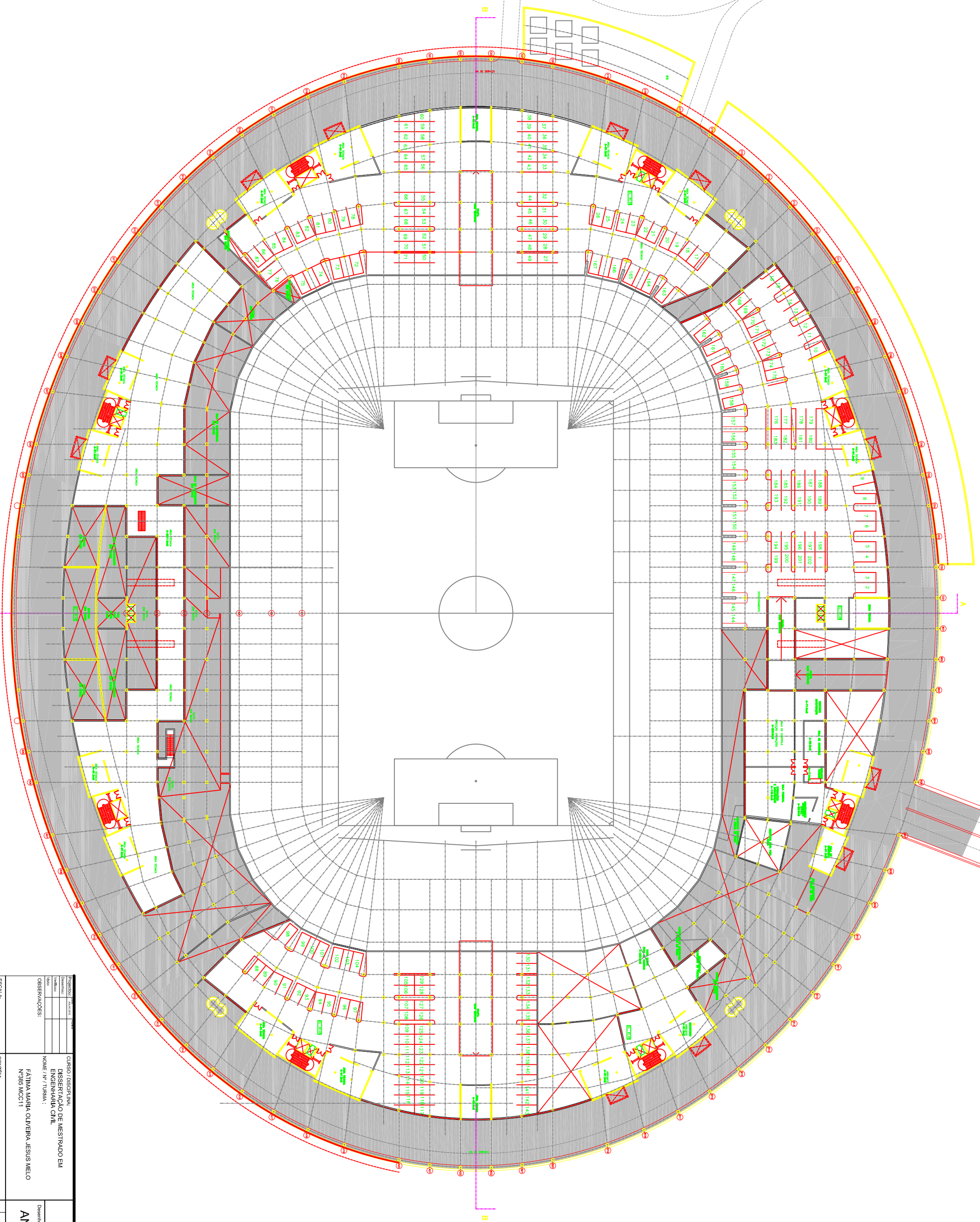
A ONU redigiu um documento intitulado Declaração Universal dos Direitos da Água. Logo abaixo, você vai ler os seus principais tópicos:

- A água não é uma doação gratuita da natureza; ela tem um valor econômico: é rara e dispendiosa e pode escassear em qualquer região do mundo.
- A utilização da água implica respeito à lei. Sua proteção constitui uma obrigação jurídica para todo homem ou grupo social que a utiliza.
- O equilíbrio e o futuro de nosso planeta dependem da preservação da água e de seus ciclos. Estes devem permanecer intactos e funcionando normalmente para garantir a continuidade da vida sobre a Terra. Este equilíbrio depende da preservação dos mares e oceanos, por onde os ciclos começam.
- Os recursos naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados. Assim sendo, a água deve ser manipulada com racionalidade e precaução.
- A água não é somente herança de nossos predecessores; ela é, sobretudo, um empréstimo a nossos sucessores. Sua proteção constitui uma necessidade vital, assim como a obrigação moral do homem para com as gerações presentes e futuras.
- A água faz parte do patrimônio do planeta. Cada continente, cada povo, cada nação, cada região, cada cidade, cada cidadão é plenamente responsável pela água da Terra.
- A água não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada. De maneira geral, sua utilização deve ser feita com consciência para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração da qualidade das reservas atualmente disponíveis.
- A água é a seiva de nosso planeta. Ela é condição essencial de vida de todo vegetal, animal ou ser humano. Dela dependem a atmosfera, o clima, a vegetação e a agricultura.
- O planeamento da gestão da água deve levar em conta a solidariedade e o consenso em razão de sua distribuição desigual sobre a Terra.
- A gestão da água impõe um equilíbrio entre a sua proteção e as necessidades econômica, sanitária e social.

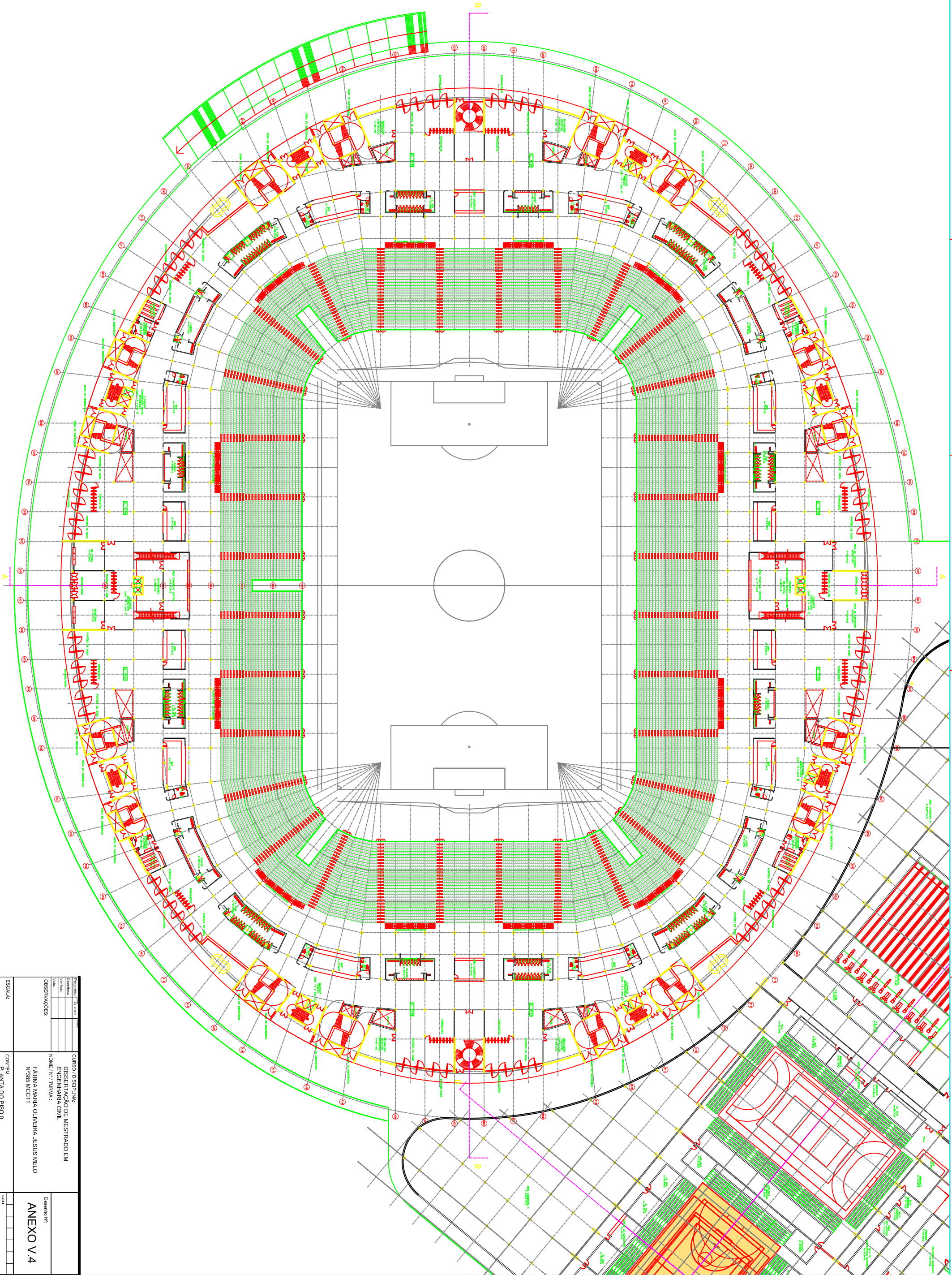
Anexo II – Plantas de arquitetura do Estádio da Luz



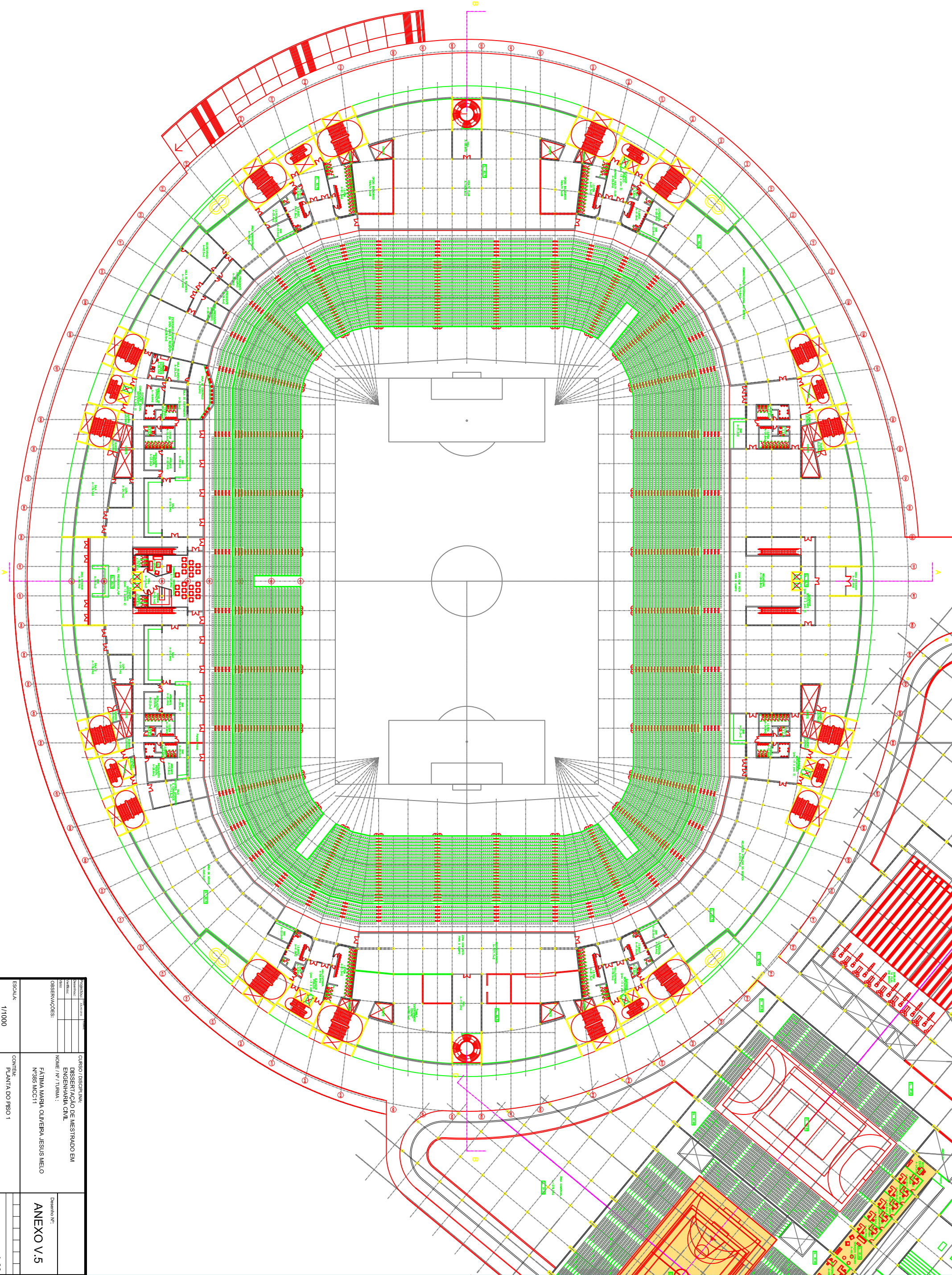
Observações:	Disciplina	CURSO / DISCIPLINA:			Desenho Nº:
	Assunto	DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM			
	Matéria	ENGENHARIA CIVIL			
	Outra	NOME / Nº / TURMA:			
OBSERVAÇÕES:	FATIMA MARIA OLIVEIRA JESUS MELO Nº385 MOC11				ANEXO V.1
ESCALA:	1/1000	CONTEÚT:	PLANTA DA CAVE 3		



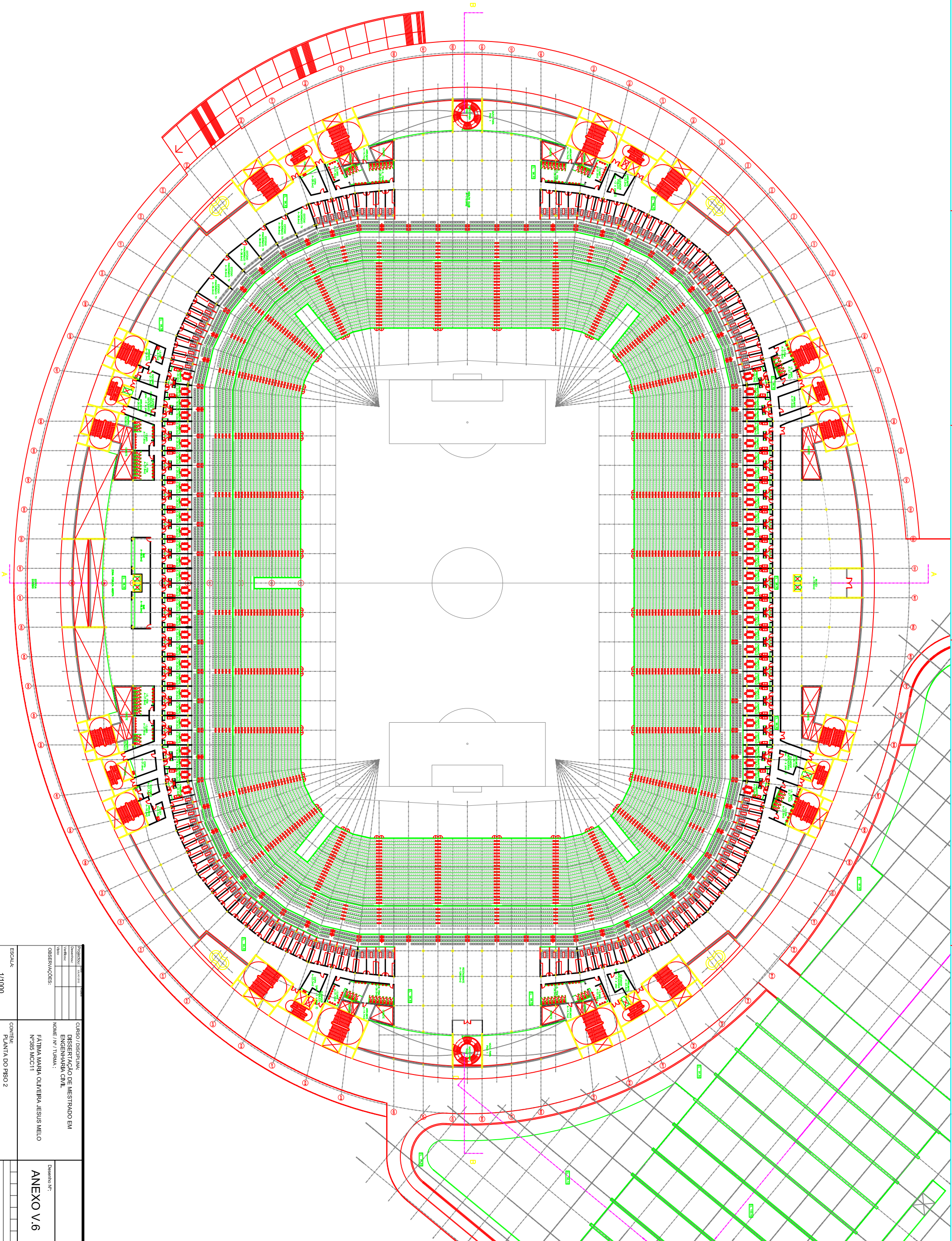
Observações:	Projeto: 1000	CURSO / DISCIPLINA: DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL NOME / N° / TURMA : FÁTIMA MARIA OLIVEIRA JESUS MELO Nº385 MOC11	Desenho Nº : ANEXO V.3	
	Desenho:			
	Verificação:			
	Assinatura:			
	Assinatura:			
ESCALA:	CONTEÚM:			
1/1000	PLANTA DA CAVE 1			



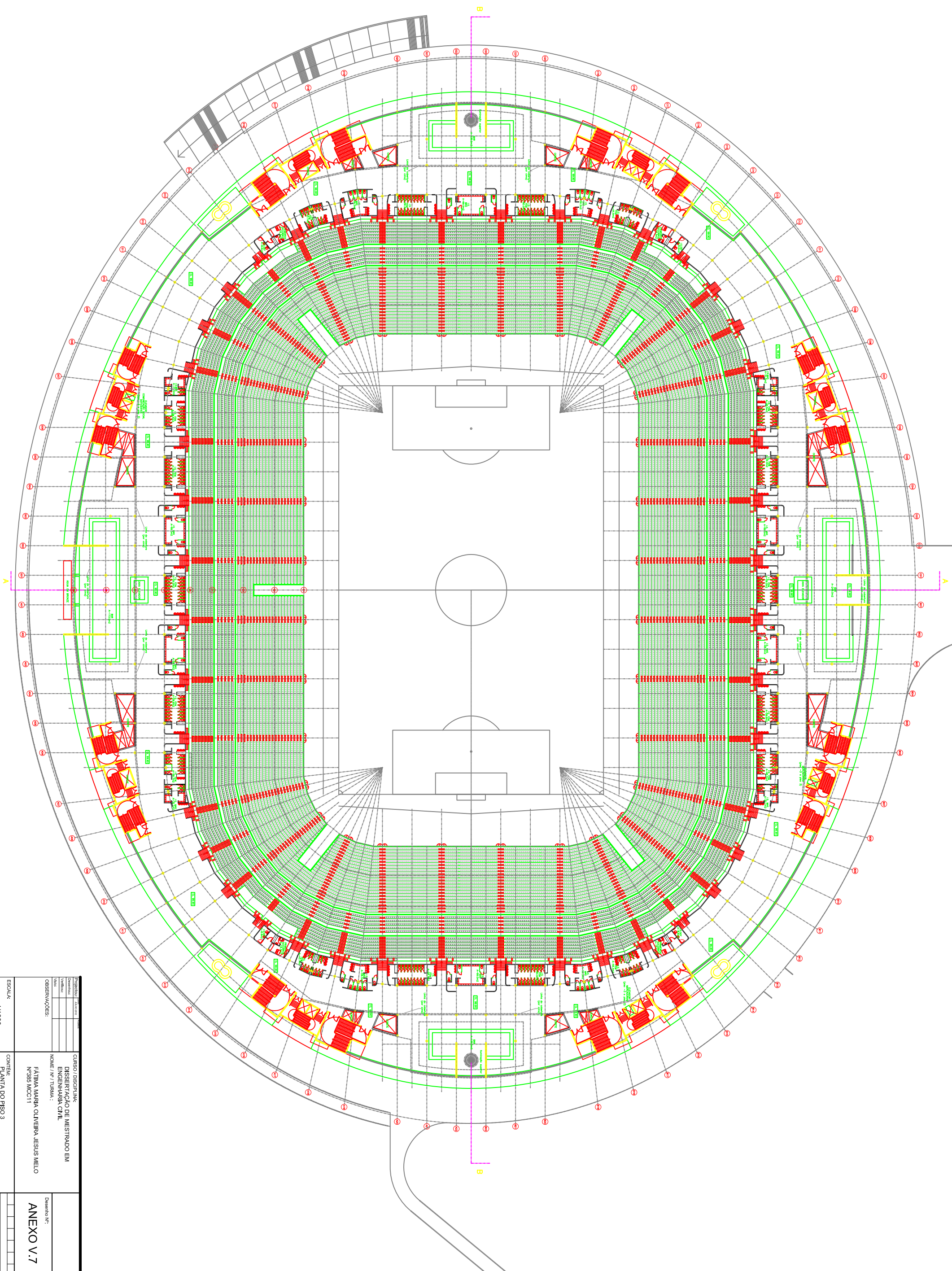
PROJETO: 1/1000	CURSO / DISCIPLINA:		Desenho Nº:
	DESENVOLVIMENTO DE MESTRADO EM		
	ENGENHARIA CIVIL		
OBSERVAÇÕES:	NOME / Nº / TURMA:		ANEXO V.4
	FÁTIMA MARIA OLIVEIRA JESUS MELO		
	Nº385 MOC11		
ESCALA: 1/1000	CONTENHA:		Tabela 1
	PLANTA DO PISO 0		
			A.32



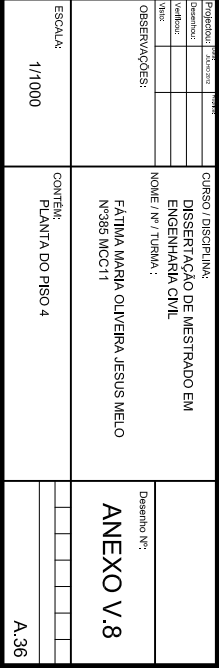
ESCALA: 1/1000	CURSO / DISCIPLINA: DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL		Desenho Nº: ANEXO V.5
	PROFESSOR	ALUNO	
	ASSISTENTE	ASSISTENTE	
	DATA	DATA	
OBSERVAÇÕES: NOME / Nº / TURMA: FÁTIMA MARIA OLIVEIRA JESUS MELO Nº385 MOC11		CONTEN. PLANTA DO PISO 1	A.33

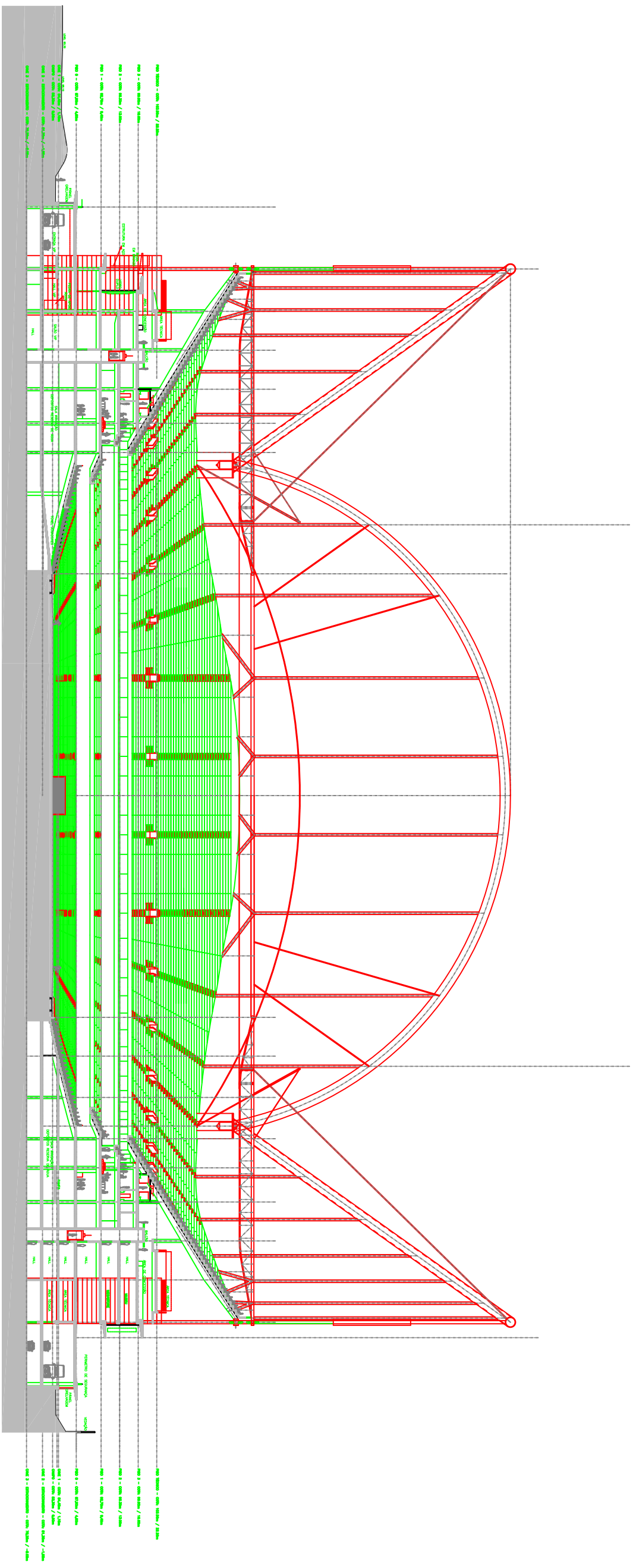


Projeto: 1/1000	CURSO / DISCIPLINA: DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL	Desenho N.º:
Desenho:		
Verifica:		
Valor:		
OBSERVAÇÕES:	NOME / N.º TURMA: FÁTIMA MARIA OLIVEIRA JESUS MELO N.º385 MOC11	ANEXO V.6
ESCALA:	CONT.EXT.:	
1/1000	PLANTA DO PISO 2	
	A.34	



Disciplina: <u> </u> Disciplinador: <u> </u> Verificação: <u> </u> Visto: <u> </u>	CURSO: ADMINISTRAÇÃO DISSETAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL	Desenho Nº: <u> </u>
OBSERVAÇÕES:	NOME / Nº / TURMA: FÁTIMA MARIA OLIVEIRA JESUS MELO Nº385 MCC11	ANEXO V.7
ESCALA: 1/1000	CONTEÚTO: PLANTA DO PISO 3	A.35



[illegible]

Anexo III – Registos pluviométricos (2001 – 2012)

Boletim de Precipitação: 20C/1C Estação Meteorológica S. Julião do Tojal

		out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set
2001/2002	P. Mensal	136,10	6,50	23,80	104,50	13,20	104,70	29,70	9,60	0,20	0,10	0,00	128,20
	P. Média Mensal	75,00	106,00	105,00	103,00	93,00	77,00	56,00	45,00	16,00	3,00	5,00	29,00
	P. Acumulada Mensal	136,10	142,60	166,40	270,90	284,10	388,80	418,50	428,10	428,30	428,40	428,40	556,60
	P. Média Mensal Acumulada	75,00	181,00	285,00	388,00	481,00	559,00	615,00	660,00	676,00	679,00	684,00	713,00
	P. Mensal Mínima	3,90	1,70	14,70	0,00	3,30	0,50	5,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	P. Mensal - Percentil 25	29,20	45,00	44,70	54,80	32,50	30,90	24,20	10,80	2,50	0,00	0,00	4,60
	P. Mensal - Percentil 75	108,80	136,60	151,50	140,30	139,00	114,00	74,80	64,90	22,60	3,60	6,20	46,00
	P. Mensal Máxima	246,90	447,20	347,10	358,40	303,70	204,10	174,00	141,20	79,00	30,80	82,40	162,90
	Período de Retorno (anos)	6,00	1,00	1,00	3,00	1,00	4,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	34,00

		Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro
2002/2003	P. Mensal	88,30	134,80	113,90	91,80	86,40	75,00	76,30	3,50	5,60	1,70	13,50	7,50
	P. Média Mensal	75,00	106,00	105,00	103,00	93,00	77,00	56,00	45,00	16,00	3,00	5,00	29,00
	P. Acumulada Mensal	88,30	223,10	337,00	428,80	515,20	590,20	666,50	670,00	675,60	677,30	690,80	698,30
	P. Média Mensal Acumulada	75,00	181,00	285,00	388,00	481,00	559,00	615,00	660,00	676,00	679,00	684,00	713,00
	P. Mensal Mínima	3,90	1,70	14,70	0,00	3,30	0,50	5,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	P. Mensal - Percentil 25	29,20	45,00	44,70	54,80	32,50	30,90	24,20	10,80	2,50	0,00	0,00	4,60
	P. Mensal - Percentil 75	108,80	136,60	151,50	140,30	139,00	114,00	74,80	64,90	22,60	3,60	6,20	46,00
	P. Mensal Máxima	246,90	447,20	347,10	358,40	303,70	204,10	174,00	141,20	79,00	30,80	82,40	162,90
	Período de Retorno (anos)	3,00	4,00	3,00	2,00	2,00	2,00	4,00	1,00	2,00	3,00	8,00	1,00

		Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
2003/2004	P. Mensal	167,60	145,40	90,50	77,70	39,30	28,90	40,70	14,20	1,50	0,80	18,00	12,00
	P. Média Mensal	75,00	106,00	105,00	103,00	93,00	77,00	56,00	45,00	16,00	3,00	5,00	29,00
	P. Acumulada Mensal	167,60	313,00	403,50	481,20	520,50	549,40	590,10	604,30	605,80	606,60	624,60	636,60
	P. Média Mensal Acumulada	75,00	181,00	285,00	388,00	481,00	559,00	615,00	660,00	676,00	679,00	684,00	713,00
	P. Mensal Mínima	3,90	1,70	14,70	0,00	3,30	0,50	5,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	P. Mensal - Percentil 25	29,20	45,00	44,70	54,80	32,50	30,90	24,20	10,80	2,50	0,00	0,00	4,60
	P. Mensal - Percentil 75	108,80	136,60	151,50	140,30	139,00	114,00	74,80	64,90	22,60	3,60	6,20	46,00
	P. Mensal Máxima	246,90	447,20	347,10	358,40	303,70	204,10	174,00	141,20	79,00	30,80	82,40	162,90
	Período de Retorno (anos)	9,00	5,00	2,00	2,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	3,00	17,00	2,00

		Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
2004/2005	P. Mensal	127,80	25,00	30,40	2,70	5,60	37,20	24,10	27,20	3,00	8,70	6,20	8,80
	P. Média Mensal	75,00	106,00	105,00	103,00	93,00	77,00	56,00	45,00	16,00	3,00	5,00	29,00
	P. Acumulada Mensal	127,80	152,80	183,20	185,90	191,50	228,70	252,80	280,00	283,00	291,70	297,90	306,70
	P. Média Mensal Acumulada	75,00	181,00	285,00	388,00	481,00	559,00	615,00	660,00	676,00	679,00	684,00	713,00
	P. Mensal Mínima	3,90	1,70	14,70	0,00	3,30	0,50	5,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	P. Mensal - Percentil 25	29,20	45,00	44,70	54,80	32,50	30,90	24,20	10,80	2,50	0,00	0,00	4,60
	P. Mensal - Percentil 75	108,80	136,60	151,50	140,30	139,00	114,00	74,80	64,90	22,60	3,60	6,20	46,00
	P. Mensal Máxima	246,90	447,20	347,10	358,40	303,70	204,10	174,00	141,20	79,00	30,80	82,40	162,90
	Período de Retorno (anos)	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	8,00	4,00	1,00

		Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
2005/2006	P. Mensal	120,50	155,60	62,00	68,30	102,60	266,90	52,40	2,00	41,90	3,00	13,50	55,90
	P. Média Mensal	75,00	106,00	105,00	103,00	93,00	77,00	56,00	45,00	16,00	3,00	5,00	29,00
	P. Acumulada Mensal	120,50	276,10	338,10	406,40	509,00	775,90	828,30	830,30	872,20	875,20	888,70	944,60
	P. Média Mensal Acumulada	75,00	181,00	285,00	388,00	481,00	559,00	615,00	660,00	676,00	679,00	684,00	713,00
	P. Mensal Mínima	3,90	1,70	14,70	0,00	3,30	0,50	5,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	P. Mensal - Percentil 25	29,20	45,00	44,70	54,80	32,50	30,90	24,20	10,80	2,50	0,00	0,00	4,60
	P. Mensal - Percentil 75	108,80	136,60	151,50	140,30	139,00	114,00	74,80	64,90	22,60	3,60	6,20	46,00
	P. Mensal Máxima	246,90	447,20	347,10	358,40	303,70	204,10	174,00	141,20	79,00	30,80	82,40	162,90
	Período de Retorno (anos)	5,00	5,00	2,00	2,00	3,00	<1	2,00	1,00	12,00	3,00	8,00	6,00

		Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
2006/2007	P. Mensal	240,40	230,10	56,60	35,70	77,20	12,30	35,20	36,30	43,90	5,10	2,70	68,10
	P. Média Mensal	75,00	106,00	105,00	103,00	93,00	77,00	56,00	45,00	16,00	3,00	5,00	29,00
	P. Acumulada Mensal	240,40	470,50	527,10	562,80	640,00	652,30	687,50	723,80	767,70	772,80	775,50	843,60
	P. Média Mensal Acumulada	75,00	181,00	285,00	388,00	481,00	559,00	615,00	660,00	676,00	679,00	684,00	713,00
	P. Mensal Mínima	3,90	1,70	14,70	0,00	3,30	0,50	5,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	P. Mensal - Percentil 25	29,20	45,00	44,70	54,80	32,50	30,90	24,20	10,80	2,50	0,00	0,00	4,60
	P. Mensal - Percentil 75	108,80	136,60	151,50	140,30	139,00	114,00	74,80	64,90	22,60	3,60	6,20	46,00
	P. Mensal Máxima	246,90	447,20	347,10	358,40	303,70	204,10	174,00	141,20	79,00	30,80	82,40	162,90
	Período de Retorno (anos)	56,00	10,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	2,00	14,00	5,00	3,00	8,00

		Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
2007/2008	P. Mensal	7,70	60,20	44,30	79,20	202,80	51,00	93,30	102,80	1,00	1,00	1,70	25,70
	P. Média Mensal	75,00	106,00	105,00	103,00	93,00	77,00	56,00	45,00	16,00	3,00	5,00	29,00
	P. Acumulada Mensal	7,70	67,90	112,20	191,40	394,20	445,20	538,50	641,30	642,30	643,30	645,00	670,70
	P. Média Mensal Acumulada	75,00	181,00	285,00	388,00	481,00	559,00	615,00	660,00	676,00	679,00	684,00	713,00
	P. Mensal Mínima	3,90	1,70	14,70	0,00	3,30	0,50	5,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	P. Mensal - Percentil 25	29,20	45,00	44,70	54,80	32,50	30,90	24,20	10,80	2,50	0,00	0,00	4,60
	P. Mensal - Percentil 75	108,80	136,60	151,50	140,30	139,00	114,00	74,80	64,90	22,60	3,60	6,20	46,00
	P. Mensal Máxima	246,90	447,20	347,10	358,40	303,70	204,10	174,00	141,20	79,00	30,80	82,40	162,90
	Período de Retorno (anos)	1,00	2,00	1,00	2,00	13,00	2,00	8,00	10,00	1,00	3,00	3,00	2,00

		Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
2008/2009	P. Mensal	40,40	34,20	98,40	139,90	82,30	14,90	48,90	48,10	53,30	1,00	0,50	12,00
	P. Média Mensal	75,00	106,00	105,00	103,00	93,00	77,00	56,00	45,00	16,00	3,00	5,00	29,00
	P. Acumulada Mensal	40,40	74,60	173,00	312,90	395,20	410,10	459,00	507,10	560,40	561,40	561,90	573,90
	P. Média Mensal Acumulada	75,00	181,00	285,00	388,00	481,00	559,00	615,00	660,00	676,00	679,00	684,00	713,00
	P. Mensal Mínima	3,90	1,70	14,70	0,00	3,30	0,50	5,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	P. Mensal - Percentil 25	29,20	45,00	44,70	54,80	32,50	30,90	24,20	10,80	2,50	0,00	0,00	4,60
	P. Mensal - Percentil 75	108,80	136,60	151,50	140,30	139,00	114,00	74,80	64,90	22,60	3,60	6,20	46,00
	P. Mensal Máxima	246,90	447,20	347,10	358,40	303,70	204,10	174,00	141,20	79,00	30,80	82,40	162,90
	Período de Retorno (anos)	2,00	1,00	2,00	4,00	2,00	1,00	2,00	3,00	30,00	3,00	2,00	2,00

		Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
2009/2010	P. Mensal	94,30	89,70	228,60	153,90	165,40	149,90	161,40	83,60	50,60	0,90	0,50	16,40
	P. Média Mensal	75,00	106,00	105,00	103,00	93,00	77,00	56,00	45,00	16,00	3,00	5,00	29,00
	P. Acumulada Mensal	94,30	184,00	412,60	566,50	731,90	881,80	1 043,2	1 126,8	1 177,4	1 178,3	1 178,8	1 195,2
	P. Média Mensal Acumulada	75,00	181,00	285,00	388,00	481,00	559,00	615,00	660,00	676,00	679,00	684,00	713,00
	P. Mensal Mínima	3,90	1,70	14,70	0,00	3,30	0,50	5,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	P. Mensal - Percentil 25	29,20	45,00	44,70	54,80	32,50	30,90	24,20	10,80	2,50	0,00	0,00	4,60
	P. Mensal - Percentil 75	108,80	136,60	151,50	140,30	139,00	114,00	74,80	64,90	22,60	3,60	6,20	46,00
	P. Mensal Máxima	246,90	447,20	347,10	358,40	303,70	204,10	174,00	141,20	79,00	30,80	82,40	162,90
	Período de Retorno (anos)	4,00	2,00	7,00	4,00	8,00	7,00	24,00	6,00	25,00	3,00	2,00	2,00

		Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
2010/2011	P. Mensal	251,70	114,70	251,10	100,50	123,60	86,90	103,80	65,90	3,90	0,90	7,00	47,00
	P. Média Mensal	75,00	106,00	105,00	103,00	93,00	77,00	56,00	45,00	16,00	3,00	5,00	29,00
	P. Acumulada Mensal	251,70	366,40	617,50	718,00	841,60	928,50	1 032,3	1 098,2	1 102,1	1 103	1 110	1 157
	P. Média Mensal Acumulada	75,00	181,00	285,00	388,00	481,00	559,00	615,00	660,00	676,00	679,00	684,00	713,00
	P. Mensal Mínima	3,90	1,70	14,70	0,00	3,30	0,50	5,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	P. Mensal - Percentil 25	29,20	45,00	44,70	54,80	32,50	30,90	24,20	10,80	2,50	0,00	0,00	4,60
	P. Mensal - Percentil 75	108,80	136,60	151,50	140,30	139,00	114,00	74,80	64,90	22,60	3,60	6,20	46,00
	P. Mensal Máxima	246,90	447,20	347,10	358,40	303,70	204,10	174,00	141,20	79,00	30,80	82,40	162,90
	Período de Retorno (anos)	<1	3,00	9,00	3,00	3,00	3,00	9,00	4,00	2,00	3,00	5,00	4,00

		Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
2011/2012	P. Mensal	127,60	247,60	43,10	22,60	5,80	29,40	60,10	108,40	5,80	1,40	12,60	41,80
	P. Média Mensal	75,00	106,00	105,00	103,00	93,00	77,00	56,00	45,00	16,00	3,00	5,00	29,00
	P. Acumulada Mensal	127,60	375,30	418,40	440,90	446,70	476,10	536,20	644,60	650,40	651,80	664,40	706,20
	P. Média Mensal Acumulada	75,00	181,00	285,00	388,00	481,00	559,00	615,00	660,00	676,00	679,00	684,00	713,00
	P. Mensal Mínima	3,90	1,70	14,70	0,00	3,30	0,50	5,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	P. Mensal - Percentil 25	29,20	45,00	44,70	54,80	32,50	30,90	24,20	10,80	2,50	0,00	0,00	4,60
	P. Mensal - Percentil 75	108,80	136,60	151,50	140,30	139,00	114,00	74,80	64,90	22,60	3,60	6,20	46,00
	P. Mensal Máxima	246,90	447,20	347,10	358,40	303,70	204,10	174,00	141,20	79,00	30,80	82,40	162,90
	Período de Retorno (anos)	6,00	15,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	11,00	2,00	3,00	7,00	3,00

	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set
P. Mensal de 2001/2002 a 2011/2012	127,5	113,1	94,8	79,7	82,2	77,9	66,0	45,6	19,2	2,2	6,9	38,5
P. Mensal Mínima	3,9	1,7	14,7	0,0	3,3	0,5	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P. Mensal Máxima	246,9	447,2	347,1	358,4	303,7	204,1	174,0	141,2	79,0	30,8	82,4	162,9

Anexo IV – Analises da água pluvial

ÁGUAS PLUVIAIS

Página 1 de 1
Amostra: 8510/10
Versão: 1

Requisitante: Ordem dos Engenheiros

Morada: R. Antero de Quental, Nº 107
3000-032 Coimbra

Responsável pela Colheita: António Grilo

Local de Colheita: Depósito

Natureza da Amostra: Água não Tratada

Data da Colheita: 21/09/2010

Data de Início da Análise: 21/09/2010

Data da Recepção: 21/09/2010

Data de Fim da Análise: 30/09/2010

PARÂMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAIO/NORMA	RESULTADO
Coliformes Totais	(U.F.C./100 mL)	PTM-2* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	10
Coliformes Fecais	(U.F.C./100 mL)	PTM-3* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Temperatura ^{n Ac}	°C	SMEWW 2550 B	25,7
Turvação ^{n Ac}	NTU	SMEWW 2130 B	1,22
pH ^{n Ac}	E. Sorensen	SMEWW 450 – H ⁺ B	8,03
Condutividade ^{n Ac}	µS/cm	SMEWW 2510 A	163
Cor ^{± Ac}	mg PtCo/L	PT-MET-69 (14.12.2007)	<5
Oxigénio dissolvido ^{± n Ac}	%	PT-MET-18 (26.02.2009)	77,7
Sólidos Suspensos Totais ^{± Ac}	mg/L	SMEWW 2540-D	<3
Sólidos Totais ^{± n Ac}	mg/L	SMEWW 2540 B	114,5

A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

O parâmetro assinalado com "n Ac" não está incluído no âmbito da acreditação do laboratório.

O parâmetro assinalado com "± n Ac" foi subcontratado a um laboratório não acreditado.

O parâmetro assinalado com "± Ac" foi subcontratado a um laboratório acreditado.

Os pareceres ou opiniões expressos neste documento não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Pareceres/Opiniões:

PTM – XX – Procedimento Técnico de Microbiologia; *, os métodos assim assinalados são métodos internos baseados nos documentos indicados; SMEWW – Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water; EPA – Environmental Protection Agency (USA); EN – Norma Europeia; NP – Norma Portuguesa; ISO – International Organization for Standardization; U.F.C. – Unidades formadoras de colónias; ND1 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias atípicas; ND2 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias típicas que não permitiram obter colónias isoladas para confirmação deste parâmetro; NA – Não aplicável; NE – Número estimado.

(a), Valor Paramétrico segundo Decreto-Lei 306/2007; (1), Não é desejável que o número de colónias a 22 °C e a 37 °C seja superior a 100 e 20, respectivamente; U.N.T. – Unidades nefelométricas de turvação; <LO, Parâmetro não detectado ou, se presente, em concentração inferior ao Limite de Quantificação, para o caso de Cloro Residual Livre e Total é de 0,05 mg Cl₂/L, de Oxidabilidade é 0,25 mg O₂/L, de Turvação é 0,02 UNT, de Alcalinidade é 5 mg CaCO₃/L e de Dureza Total é de 50 mg CaCO₃/L.

Os resultados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados. Nos casos aplicáveis, a presente versão substitui integralmente a versão anterior. O Boletim de Ensaios não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do Laboratório.

Data de emissão: 29 de Outubro de 2010



Antonio Jose Azinhaga Teles Grilo
Responsável Técnico Geral

ÁGUAS PLUVIAIS

Boletim definitivo

Página 1 de 2

Amostra: 8126/10

Versão: 1

Requisitante: Ordem dos Engenheiros

Morada: R. Antero de Quental, Nº 107

3000-032 Coimbra

Responsável pela Colheita: António Grilo

Local de Colheita: Depósito

Natureza da Amostra: Água não Tratada

Data da Colheita: 08/09/2010

Data de Início da Análise: 08/09/2010

Data da Recepção: 08/09/2010

Data de Fim da Análise: 28/09/2010



PARÂMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAIO/NORMA	RESULTADO
Coliformes Totais	(U.F.C./100 mL)	PTM-2* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Coliformes Fecais	(U.F.C./100 mL)	PTM-3* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Temperatura ^{n Ac}	°C	SMEWW 2550 B	23,1
Turvação ^{± Ac}	NTU	PT-MET-25* (29.01.2008) (SMEWW 2130 B)	4
pH ^{n Ac}	E. Sorensen	SMEWW 450 – H* B	7,92
Condutividade ^{n Ac}	µS/cm	SMEWW 2510 A	153
Cor ^{± Ac}	mg PtCo/L	PT-MET-69 (14.12.2007)	<5
Oxigénio dissolvido ^{± n Ac}	%	PT-MET-18 (26.02.2009)	84,9
Carência Química de Oxigénio ^{± Ac}	mg O ₂ /L	PT-MET-32* (21.02.2008) (SMEWW 5220 B)	<10
Carência Bioquímica de Oxigénio ^{± Ac}	mg O ₂ /L	PT-MET-65 (06.03.2008)	<3
Dureza Total ^{± Ac}	mg CaCO ₃ /L	PT-MET-11* (13.06.2007) (SMEWW 2340C e NP 424:1966)	34,5
Azoto Amoniacal ^{± Ac}	mg NH ₄ /L	PT-MET-03 (14.05.2007)	<0,050

A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

Continua na página seguinte

O parâmetro assinalado com "n Ac" não está incluído no âmbito da acreditação do laboratório.

O parâmetro assinalado com "± n Ac" foi subcontratado a um laboratório não acreditado.

O parâmetro assinalado com "± Ac" foi subcontratado a um laboratório acreditado.

PTM – XX – Procedimento Técnico de Microbiologia; *, os métodos assim assinalados são métodos internos baseados nos documentos indicados; SMEWW – Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water; EPA – Environmental Protection Agency (USA); EN – Norma Europeia; NP – Norma Portuguesa; ISO – International Organization for Standardization; U.F.C. – Unidades formadoras de colónias; ND1 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias atípicas; ND2 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias típicas que não permitiram obter colónias isoladas para confirmação deste parâmetro; NA – Não aplicável; NE – Número estimado.

(a). Valor Paramétrico segundo Decreto-Lei 306/2007; (1). Não é desejável que o número de colónias a 22 °C e a 37 °C seja superior a 100 e 20, respectivamente; U.N.T. – Unidades nefelométricas de turvação; <LQ, Parâmetro não detectado ou, se presente, em concentração inferior ao Limite de Quantificação, para o caso de Cloro Residual Livre e Total é de 0,05 mg Cl₂/L, de Oxidabilidade é 0,25 mg O₂/L, de Turvação é 0,02 UNT, de Alcalinidade é 5 mg CaCO₃/L e de Dureza Total é de 50 mg CaCO₃/L.

Os resultados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados. Nos casos aplicáveis, a presente versão substitui integralmente a versão anterior. O Boletim de Ensaios não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do Laboratório.

ÁGUAS PLUVIAIS

Boletim definitivo

Página 2 de 2

Amostra: 8126/10

Versão: 1

Responsável pela Colheita: António Grilo

Local de Colheita: Depósito

Natureza da Amostra: Água não Tratada

Data da Colheita: 08/09/2010

Data de Início da Análise: 08/09/2010

Data da Recepção: 08/09/2010

Data de Fim da Análise: 28/09/2010



PARÂMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAIO/NORMA	RESULTADO
Nitrato $\pm Ac$	mg NO ₃ /L	PT-MET-72 (08.09.2008)	1,8
Cloreto $\pm Ac$	mg Cl-/L	PT-MET-72 (08.09.2008)	<4
Nitrato $\pm Ac$	mg NO ₂ /L	PT-MET-72 (08.09.2008)	<0,020
Sulfato $\pm Ac$	mg SO ₄ /L	PT-MET-72 (08.09.2008)	6,7
Sólidos Suspensos Totais $\pm Ac$	mg/L	SMEWW 2540-D	<3
Sólidos Totais $\pm n Ac$	mg/L	SMEWW 2540 B	94
Zinco $\pm Ac$	µg Zn/L	PT-MET-26* (25.07.2008) (SMEWW 3120 B)	<10
Ferro $\pm Ac$	µg Fe/L	PT-MET-26* (25.07.2008) (SMEWW 3120 B)	<10
Cádmio $\pm Ac$	µg Cd/L	PT-MET-26* (25.07.2008) (SMEWW 3120 B)	<1,0
Chumbo $\pm Ac$	µg Pb/L	PT-MET-26* (25.07.2008) (SMEWW 3120 B)	<5

A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

O parâmetro assinalado com "n Ac" não está incluído no âmbito da acreditação do laboratório.

O parâmetro assinalado com "± n Ac" foi subcontratado a um laboratório não acreditado.

O parâmetro assinalado com "± Ac" foi subcontratado a um laboratório acreditado.

Os pareceres ou opiniões expressos neste documento não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Pareceres/Opiniões:

PTM – XX – Procedimento Técnico de Microbiologia; *, os métodos assim assinalados são métodos internos baseados nos documentos indicados; SMEWW – Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water; EPA – Environmental Protection Agency (USA); EN – Norma Europeia; NP – Norma Portuguesa; ISO – International Organization for Standardization; U.F.C. – Unidades formadoras de colónias; ND1 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias atípicas; ND2 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias típicas que não permitiram obter colónias isoladas para confirmação deste parâmetro; NA – Não aplicável; NE – Número estimado.

(a). Valor Paramétrico segundo Decreto-Lei 306/2007; (1). Não é desejável que o número de colónias a 22 °C e a 37 °C seja superior a 100 e 20, respectivamente; U.N.T. – Unidades nefelométricas de turvação; <LQ, Parâmetro não detectado ou, se presente, em concentração inferior ao Limite de Quantificação, para o caso de Cloro Residual Livre e Total é de 0,05 mg Cl₂/L, de Oxidabilidade é 0,25 mg O₂/L, de Turvação é 0,02 UNT, de Alcalinidade é 5 mg CaCO₃/L e de Dureza Total é de 50 mg CaCO₃/L.

Os resultados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados. Nos casos aplicáveis, a presente versão substitui integralmente a versão anterior. O Boletim de Ensaios não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do Laboratório.

Data de emissão: 29 de Outubro de 2010



António Jose Azinhaga Teles Grilo
Responsável Técnico Geral

ÁGUAS PLUVIAIS

Boletim definitivo

Página 1 de 1

Amostra: 6980/10

Versão: 1

Requisitante: Ordem dos Engenheiros

Morada: R. Antero de Quental, Nº 107

3000-032 Coimbra

Responsável pela Colheita: Marco Taborda

Local de Colheita: Aspersores

Natureza da Amostra: Água não Tratada

Data da Colheita: 04/08/2010

Data de Início da Análise: 04/08/2010

Data da Recepção: 04/08/2010

Data de Fim da Análise: 11/08/2010



PARÂMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAIO/NORMA	RESULTADO
Coliformes Totais	(U.F.C./100 mL)	PTM-2* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Coliformes Fecais	(U.F.C./100 mL)	PTM-3* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Temperatura ^{n Ac}	°C	SMEWW 2550 B	23,7
Turvação ^{n Ac}	NTU	SMEWW 2130 B	3,72
pH ^{n Ac}	E. Sorensen	SMEWW 450 - H ⁺ B	7,80
Condutividade ^{n Ac}	µS/cm	SMEWW 2510 A	146
Cor ^{± Ac}	mg PtCo/L	PT-MET-69 (14.12.2007)	<5
Sólidos Totais ^{± n Ac}	mg/L	SMEWW 2540 B	100

A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

O parâmetro assinalado com "n Ac" não está incluído no âmbito da acreditação do laboratório.

O parâmetro assinalado com "± n Ac" foi subcontratado a um laboratório não acreditado.

O parâmetro assinalado com "± Ac" foi subcontratado a um laboratório acreditado.

PTM – XX – Procedimento Técnico de Microbiologia; *, os métodos assim assinalados são métodos internos baseados nos documentos indicados: SMEWW – Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water; EPA – Environmental Protection Agency (USA); EN – Norma Europeia; NP – Norma Portuguesa; ISO – International Organization for Standardization; U.F.C. – Unidades formadoras de colónias; ND1 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias atípicas; ND2 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias típicas que não permitiram obter colónias isoladas para confirmação deste parâmetro; NA – Não aplicável; NE – Número estimado.

(a), Valor Paramétrico segundo Decreto-Lei 306/2007; (1), Não é desejável que o número de colónias a 22 °C e a 37 °C seja superior a 100 e 20, respectivamente; U.N.T. – Unidades nefelométricas de turvação; <LQ, Parâmetro não detectado ou, se presente, em concentração inferior ao Limite de Quantificação, para o caso de Cloro Residual Livre e Total é de 0,05 mg Cl₂/L, de Oxidabilidade é 0,25 mg O₂/L, de Turvação é 0,02 UNT, de Alcalinidade é 5 mg CaCO₃/L e de Dureza Total é de 50 mg CaCO₃/L.

Os resultados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados. Nos casos aplicáveis, a presente versão substitui integralmente a versão anterior. O Boletim de Ensaios não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do Laboratório.

Data de emissão: 29 de Outubro de 2010



Antonio Jose Azinhaga Teles Grilo
Responsável Técnico Geral

Requisitante: Ordem dos Engenheiros

Morada: R. Antero de Quental, N° 107

3000-032 Coimbra

Responsável pela Colheita: Marco Taborda

Local de Colheita: Depósito

Natureza da Amostra: Água não Tratada

Data da Colheita: 04/08/2010

Data de Início da Análise: 04/08/2010

Data da Recepção: 04/08/2010

Data de Fim da Análise: 11/08/2010



PARÂMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAIO/NORMA	RESULTADO
Coliformes Totais	(U.F.C./100 mL)	PTM-2* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Coliformes Fecais	(U.F.C./100 mL)	PIM-3* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Temperatura ^{n Ac}	°C	SMEWW 2550 B	23,7
Turvação ^{n Ac}	NTU	SMEWW 2130 B	12,47
pH ^{n Ac}	E. Sorensen	SMEWW 450 - H* B	7,85
Condutividade ^{n Ac}	µS/cm	SMEWW 2510 A	139
Cor ^{± Ac}	mg PtCo/L	PT-MET-69 (14.12.2007)	5
Sólidos Totais ^{± n Ac}	mg/L	SMEWW 2540 B	87

A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

O parâmetro assinalado com "n Ac" não está incluído no âmbito da acreditação do laboratório.

O parâmetro assinalado com "± n Ac" foi subcontratado a um laboratório não acreditado.

O parâmetro assinalado com "± Ac" foi subcontratado a um laboratório acreditado.

PTM - XX - Procedimento Técnico de Microbiologia; *, os métodos assim assinalados são métodos internos baseados nos documentos indicados; SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water; EPA - Environmental Protection Agency (USA); EN - Norma Europeia; NP - Norma Portuguesa; ISO - International Organization for Standardization; U.F.C. - Unidades formadoras de colónias; ND1 - Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias atípicas; ND2 - Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias típicas que não permitiram obter colónias isoladas para confirmação deste parâmetro; NA - Não aplicável; NE - Número estimado.

(a), Valor Paramétrico segundo Decreto-Lei 306/2007; (1), Não é desejável que o número de colónias a 22 °C e a 37 °C seja superior a 100 e 20, respectivamente; U.N.T. - Unidades nefelométricas de turvação; <LQ, Parâmetro não detectado ou, se presente, em concentração inferior ao Limite de Quantificação, para o caso de Cloro Residual Livre e Total é de 0,05 mg Cl₂/L, de Oxidabilidade é 0,25 mg O₂/L, de Turvação é 0,02 UNT, de Alcalinidade é 5 mg CaCO₃/L e de Dureza Total é de 50 mg CaCO₃/L.

Os resultados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados. Nos casos aplicáveis, a presente versão substitui integralmente a versão anterior. O Boletim de Ensaios não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do Laboratório.

Data de emissão: 29 de Outubro de 2010



Antonio Jose Azinhaga Teles Grilo
Responsável Técnico Geral

ÁGUAS PLUVIAIS

Página 1 de 1

Amostra: 6736/10

Versão: 1

Requisitante: Ordem dos Engenheiros

Morada: R. Antero de Quental, Nº 107

3000-032 Coimbra

Responsável pela Colheita: Marco Taborda

Local de Colheita: Aspersores

Natureza da Amostra: Água não Tratada

Data da Colheita: 28/07/2010

Data de Início da Análise: 28/07/2010

Data da Recepção: 28/07/2010

Data de Fim da Análise: 29/07/2010



PARÂMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAIO/NORMA	RESULTADO
Coliformes Totais	(U.F.C./100 mL)	PTM-2* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Coliformes Fecais	(U.F.C./100 mL)	PTM-3* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Temperatura ^{n Ac}	°C	SMEWW 2550 B	24,4
Turvação ^{n Ac}	NTU	SMEWW 2130 B	1,98
pH ^{n Ac}	E. Sorensen	SMEWW 450 - H ⁺ B	8,64
Condutividade ^{n Ac}	µS/cm	SMEWW 2510 A	140

A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

O parâmetro assinalado com "n Ac" não está incluído no âmbito da acreditação do laboratório.

O parâmetro assinalado com "† n Ac" foi subcontratado a um laboratório não acreditado.

O parâmetro assinalado com "‡ Ac" foi subcontratado a um laboratório acreditado.

Os pareceres ou opiniões expressos neste documento não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Pareceres/Opiniões:

PTM – XX – Procedimento Técnico de Microbiologia; *, os métodos assim assinalados são métodos internos baseados nos documentos indicados; SMEWW – Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water; EPA – Environmental Protection Agency (USA); EN – Norma Europeia; NP – Norma Portuguesa; ISO – International Organization for Standardization; U.F.C. – Unidades formadoras de colónias; ND1 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias atípicas; ND2 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias típicas que não permitiram obter colónias isoladas para confirmação deste parâmetro; NA – Não aplicável; NE – Número estimado.

(a), Valor Paramétrico segundo Decreto-Lei 306/2007; (1), Não é desejável que o número de colónias a 22 °C e a 37 °C seja superior a 100 e 20, respectivamente; U.N.T. – Unidades nefelométricas de turvação; <LQ, Parâmetro não detectado ou, se presente, em concentração inferior ao Limite de Quantificação, para o caso de Cloro Residual Livre e Total é de 0,05 mg Cl₂/L, de Oxidabilidade é 0,25 mg O₂/L, de Turvação é 0,02 UNT, de Alcalinidade é 5 mg CaCO₃/L e de Dureza Total é de 50 mg CaCO₃/L.

Os resultados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados. Nos casos aplicáveis, a presente versão substitui integralmente a versão anterior. O Boletim de Ensaios não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do Laboratório.

Data de emissão: 29 de Outubro de 2010



Antonio Jose Azinhaga Teles Grilo
Responsável Técnico Geral



ÁGUAS PLUVIAIS

Página 1 de 1

Amostra: 6735/10

Versão: 1

Requisitante: Ordem dos Engenheiros

Morada: R. Antero de Quental, N° 107

3000-032 Coimbra

Responsável pela Colheita: Marco Taborda

Local de Colheita: Depósito

Natureza da Amostra: Água não Tratada

Data da Colheita: 28/07/2010

Data de Início da Análise: 28/07/2010

Data da Recepção: 28/07/2010

Data de Fim da Análise: 29/07/2010



PARÂMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAIO/NORMA	RESULTADO
Coliformes Totais	(U.F.C./100 mL)	PTM-2* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Coliformes Fecais	(U.F.C./100 mL)	PTM-3* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Temperatura ^{n Ac}	°C	SMEVWV 2550 B	24,4
Turvação ^{n Ac}	NTU	SMEVWV 2130 B	1,98
pH ^{n Ac}	E. Sorensen	SMEVWV 450 - H* B	8,64
Condutividade ^{n Ac}	µS/cm	SMEVWV 2510 A	140

A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

O parâmetro assinalado com "n Ac" não está incluído no âmbito da acreditação do laboratório.

O parâmetro assinalado com "± n Ac" foi subcontratado a um laboratório não acreditado.

O parâmetro assinalado com "± Ac" foi subcontratado a um laboratório acreditado.

Os pareceres ou opiniões expressos neste documento não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Pareceres/Opiniões:

PTM – XX – Procedimento Técnico de Microbiologia; *, os métodos assim assinalados são métodos internos baseados nos documentos indicados; SMEVWV – Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water; EPA – Environmental Protection Agency (USA); EN – Norma Europeia; NP – Norma Portuguesa; ISO – International Organization for Standardization; U.F.C. – Unidades formadoras de colónias; ND1 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias atípicas; ND2 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias típicas que não permitiram obter colónias isoladas para confirmação deste parâmetro; NA – Não aplicável; NE – Número estimado.

(a), Valor Paramétrico segundo Decreto-Lei 306/2007; (1), Não é desejável que o número de colónias a 22 °C e a 37 °C seja superior a 100 e 20, respectivamente; U.N.T. – Unidades nefelométricas de turvação; <LQ, Parâmetro não detectado ou, se presente, em concentração inferior ao Limite de Quantificação, para o caso de Cloro Residual Livre e Total é de 0,05 mg Cl₂/L, de Oxidabilidade é 0,25 mg O₂/L, de Turvação é 0,02 UNT, de Alcalinidade é 5 mg CaCO₃/L e de Dureza Total é de 50 mg CaCO₃/L.

Os resultados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados. Nos casos aplicáveis, a presente versão substitui integralmente a versão anterior. O Boletim de Ensaios não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do Laboratório.

Data de emissão: 29 de Outubro de 2010

Antonio Jose Azinhaga Teles Grilo
Responsável Técnico Geral



ÁGUAS PLUVIAIS

Boletim definitivo

Página 1 de 1

Amostra: 6399/10

Versão: 2

Requisitante: Ordem dos Engenheiros

Morada: R. Antero de Quental, N° 107

3000-032 Coimbra

Responsável pela Colheita: António Grilo

Local de Colheita: Aspersores

Natureza da Amostra: Água não Tratada

Data da Colheita: 20/07/2010

Data de Início da Análise: 20/07/2010

Data da Recepção: 20/07/2010

Data de Fim da Análise: 04/08/2010



PARÂMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAIO/NORMA	RESULTADO
Coliformes Totais	(U.F.C./100 mL)	PTM-2* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Coliformes Fecais	(U.F.C./100 mL)	PTM-3* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Temperatura ^{n Ac}	°C	SMEWW 2550 B	23,4
Turvação ^{n Ac}	NTU	SMEWW 2130 B	1,65
pH ^{n Ac}	E. Sorensen	SMEWW 450 – H ⁺ B	8,66
Condutividade ^{n Ac}	µS/cm	SMEWW 2510 A	139
Cor ^{± Ac}	mg PtCo/L	PT-MET-69 (14.12.2007)	<5
Oxigénio dissolvido ^{± n Ac}	%	PT-MET-18 (26.02.2009)	75,2
Sólidos Suspensos Totais ^{± Ac}	mg/L	SMEWW 2540-D	<10
Sólidos Totais ^{± n Ac}	mg/L	SMEWW 2540 B	87

A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

O parâmetro assinalado com "n Ac" não está incluído no âmbito da acreditação do laboratório.

O parâmetro assinalado com "± n Ac" foi subcontratado a um laboratório não acreditado.

O parâmetro assinalado com "± Ac" foi subcontratado a um laboratório acreditado.

Os pareceres ou opiniões expressos neste documento não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Pareceres/Opiniões:

PTM – XX – Procedimento Técnico de Microbiologia; *, os métodos assim assinalados são métodos internos baseados nos documentos indicados; SMEWW – Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water; EPA – Environmental Protection Agency (USA); EN – Norma Europeia; NP – Norma Portuguesa; ISO – International Organization for Standardization; U.F.C. – Unidades formadoras de colónias; ND1 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias atípicas; ND2 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias típicas que não permitiram obter colónias isoladas para confirmação deste parâmetro; NA – Não aplicável; NE – Número estimado.

(a), Valor Paramétrico segundo Decreto-Lei 306/2007; (1), Não é desejável que o número de colónias a 22 °C e a 37 °C seja superior a 100 e 20, respectivamente; U.N.T. – Unidades nefelométricas de turvação; <LQ, Parâmetro não detectado ou, se presente, em concentração inferior ao Limite de Quantificação, para o caso de Cloro Residual Livre e Total é de 0,05 mg Cl₂/L, de Oxidabilidade é 0,25 mg O₂/L, de Turvação é 0,02 UNT, de Alcalinidade é 5 mg CaCO₃/L e de Dureza Total é de 50 mg CaCO₃/L.

Os resultados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados. Nos casos aplicáveis, a presente versão substitui integralmente a versão anterior. O Boletim de Ensaios não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do Laboratório.

Data de emissão: 29 de Outubro de 2010

António Jose Azinhaga Teles Grilo
Responsável Técnico Geral



ÁGUAS PLUVIAIS

Página 1 de 1
Amostra: 6398/10
Versão: 2

Requisitante: Ordem dos Engenheiros

Morada: R. Antero de Quental, Nº 107
3000-032 Coimbra

Responsável pela Colheita: António Grilo

Local de Colheita: Depósito

Natureza da Amostra: Água não Tratada

Data da Colheita: 20/07/2010

Data de Início da Análise: 20/07/2010

Data da Recepção: 20/07/2010

Data de Fim da Análise: 04/08/2010



PARÂMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAIO/NORMA	RESULTADO
Coliformes Totais	(U.F.C./100 mL)	PTM-2* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Coliformes Fecais	(U.F.C./100 mL)	PTM-3* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Temperatura ^{n Ac}	°C	SMEWW 2550 B	22,8
Turvação ^{n Ac}	NTU	SMEWW 2130 B	1,95
pH ^{n Ac}	E. Sorensen	SMEWW 450 - H ⁺ B	8,73
Condutividade ^{n Ac}	µS/cm	SMEWW 2510 A	139
Cor ^{± Ac}	mg PtCo/L	PT-MET-69 (14.12.2007)	<5
Oxigénio dissolvido ^{± n Ac}	%	PT-MET-18 (26.02.2009)	59,0
Sólidos Suspensos Totais ^{± Ac}	mg/L	SMEWW 2540-D	<10
Sólidos Totais ^{± n Ac}	mg/L	SMEWW 2540 B	90

A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

O parâmetro assinalado com "n Ac" não está incluído no âmbito da acreditação do laboratório.

O parâmetro assinalado com "± n Ac" foi subcontratado a um laboratório não acreditado.

O parâmetro assinalado com "± Ac" foi subcontratado a um laboratório acreditado.

Os pareceres ou opiniões expressos neste documento não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Pareceres/Opiniões:

PTM – XX – Procedimento Técnico de Microbiologia; *, os métodos assim assinalados são métodos internos baseados nos documentos indicados; SMEWW – Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water; EPA – Environmental Protection Agency (USA); EN – Norma Europeia; NP – Norma Portuguesa; ISO – International Organization for Standardization; U.F.C. – Unidades formadoras de colónias; ND1 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias atípicas; ND2 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias típicas que não permitiram obter colónias isoladas para confirmação deste parâmetro; NA – Não aplicável; NE – Número estimado.

(a). Valor Paramétrico segundo Decreto-Lei 306/2007; (1). Não é desejável que o número de colónias a 22 °C e a 37 °C seja superior a 100 e 20, respectivamente; U.N.T. – Unidades nefelométricas de turvação; <L.Q. Parâmetro não detectado ou, se presente, em concentração inferior ao Limite de Quantificação, para o caso de Cloro Residual Livre e Total é de 0,05 mg Cl₂/L, de Oxidabilidade é 0,25 mg O₂/L, de Turvação é 0,02 UNT, de Alcalinidade é 5 mg CaCO₃/L e de Dureza Total é de 50 mg CaCO₃/L.

Os resultados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados. Nos casos aplicáveis, a presente versão substitui integralmente a versão anterior. O Boletim de Ensaios não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do Laboratório.

Data de emissão: 29 de Outubro de 2010

António José Azinhaga Teles Grilo
Responsável Técnico Geral



ÁGUAS PLUVIAIS

Boletim definitivo

Página 1 de 1

Amostra: 6242/10

Versão: 1

Requisitante: Ordem dos Engenheiros

Morada: R. Antero de Quental, N° 107

3000-032 Coimbra

Responsável pela Colheita: António Grilo

Local de Colheita: Aspersores

Natureza da Amostra: Água não Tratada

Data da Colheita: 14/07/2010

Data de Início da Análise: 14/07/2010

Data da Recepção: 14/07/2010

Data de Fim da Análise: 22/07/2010



PARÂMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAIO/NORMA	RESULTADO
Coliformes Totais	(U.F.C./100 mL)	PTM-2* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Coliformes Fecais	(U.F.C./100 mL)	PTM-3* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Temperatura ^{n Ac}	°C	SMEWW 2550 B	22,2
Turvação ^{n Ac}	NTU	SMEWW 2130 B	0,55
pH ^{n Ac}	E. Sorensen	SMEWW 450 – H ⁺ B	8,55
Condutividade ^{n Ac}	µS/cm	SMEWW 2510 A	139
Cor ^{± Ac}	mg PtCo/L	PT-MET-69 (14.12.2007)	<5
Oxigénio dissolvido ^{± n Ac}	%	PT-MET-18 (26.02.2009)	78,2
Sólidos Suspensos Totais ^{± Ac}	mg/L	SMEWW 2540-D	<3
Sólidos Totais ^{± n Ac}	mg/L	SMEWW 2540 B	69

A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

O parâmetro assinalado com "n Ac" não está incluído no âmbito da acreditação do laboratório.

O parâmetro assinalado com "± n Ac" foi subcontratado a um laboratório não acreditado.

O parâmetro assinalado com "± Ac" foi subcontratado a um laboratório acreditado.

Continua na página seguinte

Os pareceres ou opiniões expressos neste documento não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Pareceres/Opiniões:

PTM – XX – Procedimento Técnico de Microbiologia; *, os métodos assim assinalados são métodos internos baseados nos documentos indicados; SMEWW – Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water; EPA – Environmental Protection Agency (USA); EN – Norma Europeia; NP – Norma Portuguesa; ISO – International Organization for Standardization; U.F.C. – Unidades formadoras de colónias; ND1 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias atípicas; ND2 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias típicas que não permitiram obter colónias isoladas para confirmação deste parâmetro; NA – Não aplicável; NE – Número estimado.

(a), Valor Paramétrico segundo Decreto-Lei 306/2007; (1), Não é desejável que o número de colónias a 22 °C e a 37 °C seja superior a 100 e 20, respectivamente; U.N.T. – Unidades nefelométricas de turvação; <LQ, Parâmetro não detectado ou, se presente, em concentração inferior ao Limite de Quantificação, para o caso de Cloro Residual Livre e Total é de 0,05 mg Cl₂/L, de Oxidabilidade é 0,25 mg O₂/L, de Turvação é 0,02 UNT, de Alcalinidade é 5 mg CaCO₃/L e de Dureza Total é de 50 mg CaCO₃/L.

Os resultados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados. Nos casos aplicáveis, a presente versão substitui integralmente a versão anterior. O Boletim de Ensaios não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do Laboratório.

Data de emissão: 20 de Setembro de 2010

Antonio Jose Azinhaga Teles Grilo
Responsável Técnico Geral



ÁGUAS PLUVIAIS

Boletim definitivo

Página 1 de 1
Amostra: 6241/10
Versão: 1

Requisitante: Ordem dos Engenheiros

Morada: R. Antero de Quental, Nº 107
3000-032 Coimbra

Responsável pela Colheita: António Grilo

Local de Colheita: Depósito

Natureza da Amostra: Água não Tratada

Data da Colheita: 14/07/2010

Data de Início da Análise: 14/07/2010

Data da Recepção: 14/07/2010

Data de Fim da Análise: 22/07/2010



PARÂMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAIO/NORMA	RESULTADO
Coliformes Totais	(U.F.C./100 mL)	PTM-2* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	1
Coliformes Fecais	(U.F.C./100 mL)	PTM-3* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Temperatura ^{n Ac}	°C	SMEWW 2550 B	23,8
Turvação ^{n Ac}	NTU	SMEWW 2130 B	0,74
pH ^{n Ac}	E. Sorensen	SMEWW 450 - H ⁺ B	8,16
Condutividade ^{n Ac}	µS/cm	SMEWW 2510 A	140
Cor ^{± Ac}	mg PtCo/L	PT-MET-69 (14.12.2007)	<5
Oxigénio dissolvido ^{± n Ac}	%	PT-MET-18 (26.02.2009)	75,9
Sólidos Suspensos Totais ^{± Ac}	mg/L	SMEWW 2540-D	<3
Sólidos Totais ^{± n Ac}	mg/L	SMEWW 2540 B	68

A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

Continua na página seguinte

O parâmetro assinalado com "n Ac" não está incluído no âmbito da acreditação do laboratório.

O parâmetro assinalado com "± n Ac" foi subcontratado a um laboratório não acreditado.

O parâmetro assinalado com "± Ac" foi subcontratado a um laboratório acreditado.

Os pareceres ou opiniões expressos neste documento não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Pareceres/Opiniões:

PTM – XX – Procedimento Técnico de Microbiologia; *, os métodos assim assinalados são métodos internos baseados nos documentos indicados; SMEWW – Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water; EPA – Environmental Protection Agency (USA); EN – Norma Europeia; NP – Norma Portuguesa; ISO – International Organization for Standardization; U.F.C. – Unidades formadoras de colónias; ND1 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias atípicas; ND2 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias típicas que não permitiram obter colónias isoladas para confirmação deste parâmetro; NA – Não aplicável; NE – Número estimado.

(a), Valor Paramétrico segundo Decreto-Lei 306/2007; (1), Não é desejável que o número de colónias a 22 °C e a 37 °C seja superior a 100 e 20, respectivamente; U.N.T. – Unidades nefelométricas de turvação; <L.Q. Parâmetro não detectado ou, se presente, em concentração inferior ao Limite de Quantificação, para o caso de Cloro Residual Livre e Total é de 0,05 mg Cl₂/L, de Oxidabilidade é 0,25 mg O₂/L, de Turvação é 0,02 UNT, de Alcalinidade é 5 mg CaCO₃/L e de Dureza Total é de 50 mg CaCO₃/L.

Os resultados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados. Nos casos aplicáveis, a presente versão substitui integralmente a versão anterior. O Boletim de Ensaios não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do Laboratório.

Data de emissão: 20 de Setembro de 2010

António José Azinhaga Teles Grilo
Responsável Técnico Geral

ÁGUAS PLUVIAIS

Boletim definitivo

Página 1 de 2

Amostra: 5912/10

Versão: 1

Requisitante: Ordem dos Engenheiros

Morada: R. Antero de Quental, Nº 107

3000-032 Coimbra

Responsável pela Colheita: António Grilo

Local de Colheita: Aspersores

Natureza da Amostra: Água não Tratada

Data da Colheita: 06/07/2010

Data de Início da Análise: 06/07/2010

Data da Recepção: 06/07/2010

Data de Fim da Análise: 19/08/2010



PARÂMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAIO/NORMA	RESULTADO
Coliformes Totais	(U.F.C./100 mL)	PTM-2* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Coliformes Fecais	(U.F.C./100 mL)	PTM-3* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Temperatura ^{n Ac}	°C	SMEWW 2550 B	22,8
Turvação ^{n Ac}	NTU	SMEWW 2130 B	1,20
pH ^{n Ac}	E. Sorensen	SMEWW 450 – H ⁺ B	7,81
Condutividade ^{n Ac}	µS/cm	SMEWW 2510 A	135
Cor ^{± Ac}	mg PtCo/L	PT-MET-69 (14.12.2007)	<5
Oxigénio dissolvido ^{± n Ac}	%	PT-MET-18 (26.02.2009)	99,2
Carência Química de Oxigénio ^{± Ac}	mg O ₂ /L	PT-MET-32* (21.02.2008) (SMEWW 5220 B)	<10
Carência Bioquímica de Oxigénio ^{± Ac}	mg O ₂ /L	PT-MET-65 (06.03.2008)	<3
Dureza Total ^{± Ac}	mg CaCO ₃ /L	PT-MET-11* (13.06.2007) (SMEWW 2340C e NP 424:1986)	37,0
Azoto Amoniacal ^{± Ac}	mg NH ₄ /L	PT-MET-03 (14.05.2007)	<0,050

A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

Continua na página seguinte

O parâmetro assinalado com "n Ac" não está incluído no âmbito da acreditação do laboratório.

O parâmetro assinalado com "± n Ac" foi subcontratado a um laboratório não acreditado.

O parâmetro assinalado com "± Ac" foi subcontratado a um laboratório acreditado.

PTM – XX – Procedimento Técnico de Microbiologia; *, os métodos assim assinalados são métodos internos baseados nos documentos indicados; SMEWW – Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water; EPA – Environmental Protection Agency (USA); EN – Norma Europeia; NP – Norma Portuguesa; ISO – International Organization for Standardization; U.F.C. – Unidades formadoras de colónias; ND1 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias atípicas; ND2 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias típicas que não permitiram obter colónias isoladas para confirmação deste parâmetro; NA – Não aplicável; NE – Número estimado.

(a). Valor Paramétrico segundo Decreto-Lei 306/2007; (1). Não é desejável que o número de colónias a 22 °C e a 37 °C seja superior a 100 e 20, respectivamente; U.N.T. – Unidades nefelométricas de turvação; <LQ, Parâmetro não detectado ou, se presente, em concentração inferior ao Limite de Quantificação, para o caso de Cloro Residual Livre e Total é de 0,05 mg Cl₂/L, de Oxidabilidade é 0,25 mg O₂/L, de Turvação é 0,02 UNT, de Alcalinidade é 5 mg CaCO₃/L e de Dureza Total é de 50 mg CaCO₃/L.

Os resultados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados. Nos casos aplicáveis, a presente versão substitui integralmente a versão anterior. O Boletim de Ensaios não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do Laboratório.



ÁGUAS PLUVIAIS

Boletim definitivo

Página 2 de 2

Amostra: 5912/10

Versão: 1



Responsável pela Colheita: António Grilo

Local de Colheita: Aspersores

Natureza da Amostra: Água não Tratada

Data da Colheita: 06/07/2010

Data de Início da Análise: 06/07/2010

Data da Recepção: 06/07/2010

Data de Fim da Análise: 19/08/2010

PARÂMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAIO/NORMA	RESULTADO
Nitrato $\pm$ Ac	mg NO ₃ /L	PT-MET-72 (08.09.2008)	1,2
Cloreto $\pm$ Ac	mg Cl-/L	PT-MET-72 (08.09.2008)	<4,0
Nitrato $\pm$ Ac	mg NO ₂ /L	PT-MET-72 (08.09.2008)	<0,020
Sulfato $\pm$ Ac	mg SO ₄ /L	PT-MET-72 (08.09.2008)	6,2
Sólidos Suspensos Totais $\pm$ Ac	mg/L	SMEWW 2540-D	<3
Sólidos Totais $\pm$ n Ac	mg/L	SMEWW 2540 B	75
Zinco $\pm$ Ac	µg Zn/L	PT-MET-26* (25.07.2008) (SMEWW 3120 B)	<10
Ferro $\pm$ Ac	µg Fe/L	PT-MET-26* (25.07.2008) (SMEWW 3120 B)	27
Cádmio $\pm$ Ac	µg Cd/L	PT-MET-26* (25.07.2008) (SMEWW 3120 B)	<1,0
Chumbo $\pm$ Ac	µg Pb/L	PT-MET-26* (25.07.2008) (SMEWW 3120 B)	<5

A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

O parâmetro assinalado com "n Ac" não está incluído no âmbito da acreditação do laboratório.

O parâmetro assinalado com " $\pm$ n Ac" foi subcontratado a um laboratório não acreditado.

O parâmetro assinalado com " $\pm$ Ac" foi subcontratado a um laboratório acreditado.

Os pareceres ou opiniões expressos neste documento não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Pareceres/Opiniões:

PTM – XX – Procedimento Técnico de Microbiologia; *, os métodos assim assinalados são métodos internos baseados nos documentos indicados; SMEWW – Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water; EPA – Environmental Protection Agency (USA); EN – Norma Europeia; NP – Norma Portuguesa; ISO – International Organization for Standardization; U.F.C. – Unidades formadoras de colónias; ND1 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias atípicas; ND2 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias típicas que não permitiram obter colónias isoladas para confirmação deste parâmetro; NA – Não aplicável; NE – Número estimado.

(a), Valor Paramétrico segundo Decreto-Lei 306/2007; (1), Não é desejável que o número de colónias a 22 °C e a 37 °C seja superior a 100 e 20, respectivamente; U.N.T. – Unidades nefelométricas de turvação; <LQ, Parâmetro não detectado ou, se presente, em concentração inferior ao Limite de Quantificação, para o caso de Cloro Residual Livre e Total é de 0,05 mg Cl₂/L, de Oxidabilidade é 0,25 mg O₂/L, de Turvação é 0,02 UNT, de Alcalinidade é 5 mg CaCO₃/L e de Dureza Total é de 50 mg CaCO₃/L.

Os resultados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados. Nos casos aplicáveis, a presente versão substitui integralmente a versão anterior. O Boletim de Ensaios não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do Laboratório.

Data de emissão: 20 de Setembro de 2010

Antonio Jose Azinhaga Teles Grilo
Responsável Técnico Geral

Requisitante: Ordem dos Engenheiros

Morada: R. Antero de Quental, N° 107

3000-032 Coimbra

Responsável pela Colheita: António Grilo

Local de Colheita: Depósito

Natureza da Amostra: Água não Tratada

Data da Colheita: 06/07/2010

Data de Início da Análise: 06/07/2010

Data da Recepção: 06/07/2010

Data de Fim da Análise: 19/08/2010



PARÂMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAIO/NORMA	RESULTADO
Coliformes Totais	(U.F.C./100 mL)	PTM-2* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	1
Coliformes Fecais	(U.F.C./100 mL)	PTM-3* (2006-02-01) (ISO 9308-1: 2000)	0
Temperatura ^{n Ac}	°C	SMEWW 2550 B	23,5
Turvação ^{n Ac}	NTU	SMEWW 2130 B	2,77
pH ^{n Ac}	E. Sorensen	SMEWW 450 - H ⁺ B	7,57
Condutividade ^{n Ac}	µS/cm	SMEWW 2510 A	130
Cor ^{± Ac}	mg PtCo/L	PT-MET-69 (14.12.2007)	<5
Oxigénio dissolvido ^{± n Ac}	%	PT-MET-18 (26.02.2009)	75,1
Carência Química de Oxigénio ^{± Ac}	mg O ₂ /L	PT-MET-32* (21.02.2008) (SMEWW 5220 B)	<10
Carência Bioquímica de Oxigénio ^{± Ac}	mg O ₂ /L	PT-MET-65 (06.03.2008)	<3
Dureza Total ^{± Ac}	mg CaCO ₃ /L	PT-MET-11* (13.06.2007) (SMEWW 2340C e NP 424:1966)	35,0
Azoto Amóniacal ^{± Ac}	mg NH ₄ /L	PT-MET-03 (14.05.2007)	<0,050

A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

Continua na página seguinte

O parâmetro assinalado com "n Ac" não está incluído no âmbito da acreditação do laboratório.

O parâmetro assinalado com "± n Ac" foi subcontratado a um laboratório não acreditado.

O parâmetro assinalado com "± Ac" foi subcontratado a um laboratório acreditado.

PTM – XX – Procedimento Técnico de Microbiologia; *, os métodos assim assinalados são métodos internos baseados nos documentos indicados; SMEWW – Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water; EPA – Environmental Protection Agency (USA); EN – Norma Europeia; NP – Norma Portuguesa; ISO – International Organization for Standardization; U.F.C. – Unidades formadoras de colónias; ND1 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias atípicas; ND2 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias típicas que não permitiram obter colónias isoladas para confirmação deste parâmetro; NA – Não aplicável; NE – Número estimado.

(a), Valor Paramétrico segundo Decreto-Lei 306/2007; (1), Não é desejável que o número de colónias a 22 °C e a 37 °C seja superior a 100 e 20, respectivamente; U.N.T. – Unidades nefelométricas de turvação; <LQ, Parâmetro não detectado ou, se presente, em concentração inferior ao Limite de Quantificação, para o caso de Cloro Residual Livre e Total é de 0,05 mg Cl₂/L, de Oxidabilidade é 0,25 mg O₂/L, de Turvação é 0,02 UNT, de Alcalinidade é 5 mg CaCO₃/L e de Dureza Total é de 50 mg CaCO₃/L.

Os resultados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados. Nos casos aplicáveis, a presente versão substitui integralmente a versão anterior. O Boletim de Ensaios não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do Laboratório.



ÁGUAS PLUVIAIS

Boletim definitivo

Página 2 de 2

Amostra: 5911/10

Versão: 1

Responsável pela Colheita: António Grilo

Local de Colheita: Depósito

Natureza da Amostra: Água não Tratada

Data da Colheita: 06/07/2010

Data de Início da Análise: 06/07/2010

Data da Recepção: 06/07/2010

Data de Fim da Análise: 19/08/2010



PARÂMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAIO/NORMA	RESULTADO
Nitrato $\pm Ac$	mg NO ₃ /L	PT-MET-72 (08.09.2008)	2,2
Cloreto $\pm Ac$	mg Cl/L	PT-MET-72 (08.09.2008)	9,7
Nitrito $\pm Ac$	mg NO ₂ /L	PT-MET-72 (08.09.2008)	<0,020
Sulfato $\pm Ac$	mg SO ₄ /L	PT-MET-72 (08.09.2008)	8,7
Sólidos Suspensos Totais $\pm Ac$	mg/L	SMEWW 2540-D	<3
Sólidos Totais $\pm n Ac$	mg/L	SMEWW 2540 B	74
Zinco $\pm Ac$	μg Zn/L	PT-MET-26* (25.07.2008) (SMEWW 3120 B)	$1,6 \times 10^2$
Ferro $\pm Ac$	μg Fe/L	PT-MET-26* (25.07.2008) (SMEWW 3120 B)	$4,6 \times 10^2$
Cádmio $\pm Ac$	μg Cd/L	PT-MET-26* (25.07.2008) (SMEWW 3120 B)	<1,0
Chumbo $\pm Ac$	μg Pb/L	PT-MET-26* (25.07.2008) (SMEWW 3120 B)	<5

A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

O parâmetro assinalado com "n Ac" não está incluído no âmbito da acreditação do laboratório.

O parâmetro assinalado com " $\pm n Ac$ " foi subcontratado a um laboratório não acreditado.

O parâmetro assinalado com " $\pm Ac$ " foi subcontratado a um laboratório acreditado.

Os pareceres ou opiniões expressos neste documento não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Pareceres/Opiniões:

PTM – XX – Procedimento Técnico de Microbiologia; *, os métodos assim assinalados são métodos internos baseados nos documentos indicados; SMEWW – Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water; EPA – Environmental Protection Agency (USA); EN – Norma Europeia; NP – Norma Portuguesa; ISO – International Organization for Standardization; U.F.C. – Unidades formadoras de colónias; ND1 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias atípicas; ND2 – Não determinado devido à presença de um elevado número de colónias típicas que não permitiram obter colónias isoladas para confirmação deste parâmetro; NA – Não aplicável; NE – Número estimado.

(a), Valor Paramétrico segundo Decreto-Lei 306/2007; (1), Não é desejável que o número de colónias a 22 °C e a 37 °C seja superior a 100 e 20, respectivamente; U.N.T. – Unidades nefelométricas de turvação; <LQ, Parâmetro não detectado ou, se presente, em concentração inferior ao Limite de Quantificação, para o caso de Cloro Residual Livre e Total é de 0,05 mg Cl₂/L, de Oxidabilidade é 0,25 mg O₂/L, de Turvação é 0,02 UNT, de Alcalinidade é 5 mg CaCO₃/L e de Dureza Total é de 50 mg CaCO₃/L.

Os resultados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados. Nos casos aplicáveis, a presente versão substitui integralmente a versão anterior. O Boletim de Ensaios não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do Laboratório.

Data de emissão: 20 de Setembro de 2010

António José Azinhaga Teles Grilo
Responsável Técnico Geral

Anexo V – Tarifário da água praticado pela EPAL

Tarifário de Venda de Água 2012

Aprovado pela Direção-Geral das Atividades Económicas

Água

Consumo	Preço m ³ EUR
Domésticos	
1º escalão (até 5 m ³ /30 dias)	0,1929
2º escalão (de 6 a 20 m ³ /30 dias)	0,6338
3º escalão (de 21 a 25 m ³ /30 dias)	1,4650
4º escalão (mais de 25 m ³ /30 dias)	1,8380
Tarifa Familiar da Água	
1º escalão - Consumos menores ou iguais a 5 m ³ /30 dias	0,1929
2º escalão - Consumos obtidos pela diferença entre o resultado da aplicação da fórmula ("n" x 3,6 m ³ /30 dias + 2 em que "n" é igual ao nº de pessoas do agregado familiar), e os consumos iguais a 5 m ³ /30 dias faturados no primeiro escalão da Tarifa Familiar da Água	0,5559
3º escalão - Consumos que excedem o resultado da aplicação da fórmula ("n" x 3,6 m ³ /30 dias + 2 em que "n" é igual ao nº de pessoas do agregado familiar)	1,4650
Domésticos transitoriamente não sujeitos a escalões	1,1079
Não Domésticos	
Consumo comercial, industrial, agrícola, Estado e outras pessoas coletivas de direito público e profissões liberais	1,4650
Instituições Privadas de Interesse Público	1,1079

Quota de Serviço

valores mensais / EUR

Calibre dos Contadores	Clientes Domésticos	Clientes não Domésticos
15 mm	4,10	10,10
20 mm	9,31	16,83
25 mm	15,77	25,24
30 mm	23,69	35,34
40 mm	40,61	60,58
50 mm	62,04	92,55
65 mm	102,65	153,14
80 mm	153,41	228,86
100 mm	236,89	353,39
150 mm	524,53	782,50
200 mm	924,98	1 379,90
250 mm	1 438,24	2 145,58
300 mm	2 064,29	3 079,53
Adicional C.M. Lisboa		0,1082 Eur/m³

Em vigor a partir de 1 de junho de 2012

Em 2012, o aumento global dos preços sobre os Clientes Diretos é de 2,42% sobre os preços de 2010, uma vez que a EPAL não aumentou os mesmos em 2011.

No sentido de o aproximar à recomendação da Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos (ERSAR), o novo tarifário da EPAL passou a incluir o 4º escalão para consumos domésticos acima de 25 m³/mês, incentivando o uso eficiente da água.

Este 4º escalão não se aplica aos consumos das grandes famílias que podem beneficiar da Tarifa Familiar da Água.

Exemplos de variações no consumo doméstico

Consumo Mensal Água e quota de serviço Contador de 15 mm	Tarifário 2010/11 (EUR)	Tarifário 2012 (EUR)	Diferença Mensal (EUR)
3m³	4,58	4,68	0,10
5m³	4,94	5,06	0,12
10m³	7,94	8,23	0,30
25m³	21,00	21,90	0,90
30m³	28,07	31,09	3,02

e-conta da água, a sua fatura por e-mail

Linha Verde | 800 201 600 • Site EPAL | www.epal.pt

Ao aderir está a contribuir para um melhor ambiente.



Beba água da EPAL ... é de confiança!