



Universidade de Aveiro 2014 Departamento de Engenharia Civil

**Pedro Jorge Pereira
Amaral Gonçalves**

**Consumos de Água em Edifícios Universitários:
Caso do DECivil da UA**



**Universidade de
Aveiro 2014**

Departamento de Engenharia Civil

**Pedro Jorge Pereira
Amaral Gonçalves**

Consumos de Água em Edifícios Universitários: Caso do DECivil da UA

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizado sob a orientação científica do Prof. Doutor Armando Baptista da Silva Afonso, Professor Catedrático Convidado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro e coorientação da Prof. Doutora Inês Osório de Castro Meireles, Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

“O mais competente não discute, domina a sua ciência e cala-se.”

(Voltaire)

o júri

presidente

Prof. Doutora Ana Luísa Pinheiro Lomelino Velosa
Professora Associada da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Pedro Manuel Pinheiro Veloso Lopes Tavares
Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Prof. Doutora Inês Osório de Castro Meireles
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Em primeiro lugar queria agradecer Prof. Doutora Inês Meireles, por toda a confiança, paciência, ajuda e incentivo para atingir os objetivos desta dissertação. Ao Prof. Doutor Armando Silva Afonso pela informação e ajuda prestadas durante todas as etapas deste trabalho, bem como toda a disponibilidade demonstrada.

À Universidade de Aveiro, em especial ao Prof. Claudino Cardoso, pró-reitor da Universidade de Aveiro e responsável pelo acompanhamento do programa para o desenvolvimento físico da Universidade de Aveiro, por ter autorizado a utilização de informação relativa aos consumos de água no Departamento de Engenharia Civil e por ter disponibilizado todos os meios logísticos necessários, ao Prof. Paulo Cachim, diretor do Departamento de Engenharia Civil, por ter autorizado a realização de monitorizações ao consumo de água no departamento, e ao Eng.º Luís Galiza, dos Serviços de Gestão Técnica e Logística (SGTL), pela disponibilidade em mostrar o funcionamento do “data-logger”, bem como todos os esforços que fez para que os resultados deste estudo fossem o mais fidedignos possíveis.

Aos docentes do DECivil e de todos os departamentos que aí lecionaram, por todos os dados que me enviaram para prosseguir com o meu estudo.

À Eng^a. Elsa Neto, pela forma como me apoiou, dando-me sugestões, mostrando-se sempre disponível no decorrer dos trabalhos de Monitorização, bem como à Eng^a Maria Carlos, ao Sr. Vítor, ao Eng. Jorge Fonseca, D. Filomena e D. Cristina, pelo auxílio fundamental que me deram durante os ensaios dos dispositivos, mostrando-se sempre disponíveis para ajudar em tudo o que fosse necessário.

Aos meus pais, o meu irmão e os meus avós por todo o esforço, amizade e sobretudo compreensão manifestada durante o meu curso.

Aos amigos Sérgio Franco, Hélder Gafanhão, Andreia Oliveira e Teresa Lopes, por todo o incentivo, ajuda e amizade, assim como a toda a comunidade académica em geral, por ter participado neste estudo, algo invulgar, mas que pode vir a dar um contributo para o desenvolvimento da eficiência hídrica em edifícios universitários.

Ao meu tio Hélder, por toda a força que me deu durante o percurso universitário e a quem devo muito do que sei hoje, um muito obrigado.

palavras-chave

Consumos de água em edifícios universitários, Monitorização de consumos, Eficiência hídrica, Dispositivos sanitários eficientes

resumo

Segundo o Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água em Portugal (PNUEA, 2012), existe a possibilidade de ocorrerem situações de stress hídrico se não se melhorar o uso da água no sentido de uma conservação dos recursos hídricos. Assim, é necessário estudar os usos de água para se saber onde intervir por forma a preservar os recursos hídricos.

Parte da água é consumida em meio urbano pelo que, para aumentar a eficiência hídrica das cidades, é necessário conhecer primeiro as características de consumo nos edifícios. Como os consumos em edifícios são muito diferentes consoante o seu uso, estudos deste tipo devem ser realizados por tipo de edifício. Embora haja já alguns estudos centrados na caracterização do consumo de água de determinado tipo de edifícios, o número de estudos centrados em edifícios universitários é ainda muito reduzido e os seus resultados insipientes. Neste sentido, a presente dissertação pretende contribuir para uma melhor caracterização dos consumos de água em edifícios universitários. Para tal, foi utilizado como caso de estudo o edifício do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro (DECivil).

A partir dos registos de consumos de água no edifício obtidos por telecontagem no ano de 2013, fez-se um estudo das características desses consumos por época de exames, de aulas, de férias e interrupções letivas. Paralelamente fez-se monitorização dos consumos de água no edifício por questionários diretos aos utilizadores, permitindo caracterizar os consumos, por dispositivo sanitário.

Por fim, fez-se uma proposta de melhoria da eficiência hídrica do edifício que correspondia a substituir-se os dispositivos sanitários existentes por outros mais eficientes, contribuindo para a redução dos consumos de água nas instalações monitorizadas em cerca de 50%.

keywords

Water Consumption in university buildings, Consumption monitoring, Water Efficiency, Efficient water devices

abstract

According to the National Plan for the Efficient Use of Water in Portugal (PNUEA, 2012), there is the possibility of water shortages if the use of water is not improve in the direction of the conservation of water resources. Consequently, it is necessary to study the uses of water to know where to act in order to protect the water resources.

Some of the water is consumed in urban environment and thus, to increase water efficiency in cities, it is necessary to firstly know the characteristics of consumption in buildings. As the consumption in buildings is very different depending on its use, studies of this kind should be carried out by building type. Although exist some studies focused on the characterization of the water consumption by type of building, the number of studies focused on university buildings is still very low and the results are still incipient. In this sense, this thesis aims to contribute to a better characterization of water consumption in university buildings. To that end, the building of the Department of Civil Engineering of the University of Aveiro (DECivil) was considered as case study.

From the water consumption data obtained by telemetry in the year 2013, was made a study of the characteristics of these consumptions per period of exams, classes, holidays and classes interruptions. In addition, was performed monitoring of water consumption in the building by direct questionnaires to the users, allowing to characterize water consumption by water device.

Finally, it was made a proposal to improve the building water efficiency, which corresponded to replace the existing water devices by other more efficient. This measure would contribute to a reduction of approximately 50% of the consumption of water in the monitored sanitary facilities of the building.

ÍNDICE GERAL

1. Introdução.....	1
1.1. Considerações iniciais.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Enquadramento.....	2
1.4. Estrutura da dissertação.....	3
2. Consumos de água em edifícios.....	5
2.1. Tipologia dos edifícios e os seus utilizadores.....	5
2.2. Consumos de água em edifícios públicos de uso coletivo e métodos de cálculo.....	7
2.3. Aeroporto de São Paulo.....	11
2.4. Hospital de cuidados continuados.....	13
2.5. Consumos e tempos de utilização num aglomerado urbano.....	16
2.6. Consumos em Universidades.....	19
3. Caso de estudo.....	23
3.1. O edifício do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro (DECivil).....	23
3.1.1. Caraterização geral.....	23
3.1.2. Caracterização dos dispositivos de utilização.....	24
3.2. Estrutura do estudo.....	34
3.3. Estudo dos consumos de água obtidos por telecontagem.....	34
3.3.1. O sistema de telecontagem.....	34
3.3.2. Análise dos consumos de água.....	36
3.3.3. Consumos na época de exames do 1º semestre de 2012/2013.....	37
3.3.4. Consumos na época de aulas do 2º semestre 2012/2013.....	42
3.3.5. Consumos na época de férias do 2º semestre 2012/2013.....	46
3.3.6. Consumos na época de aulas do 1º semestre 2013/2014.....	51
3.4. Estudo dos consumos de água obtidos por monitorização.....	56
3.4.1. Procedimentos seguidos na monitorização.....	56

3.4.2. Estudo dos consumos	60
3.5. Propostas de melhoria de eficiência hídrica do edifício	67
4. Considerações finais e trabalhos futuros	71
Referências bibliográficas	75

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Calendarização das Monitorizações do ano 2014	59
Tabela 2 - Extrapolação dos consumos de IS1,IS2 e IS3	65
Tabela 3 - Percentagem do consumido total relativa às IS1, IS2 e IS3.....	65
Tabela 4 - Consumo nas instalações sanitárias (IS1,IS2 e IS3) do ano 2013	67
Tabela 5 - Consumos médios correspondentes a cada dispositivo no ano 2013.....	68
Tabela 6 - Estudo dos volumes/caudais médios dos dispositivos sanitários testados	68
Tabela 7 - Dispositivos eficientes certificados pela ANQIP (ANQIP,2013).....	69
Tabela 8 - Volumes médios com a aplicação de dispositivos mais eficientes	69

Índice de Figuras

Figura 1 - Usos dados à água no consumo doméstico (adaptado de Bio Intelligence, 2012).....	2
Figura 2 - Distribuição de áreas dos edifícios por tipologia (adaptado de Ikeda <i>et al.</i> , 2010)...	8
Figura 3 - Consumos médios por edifícios (adaptado de Ikeda <i>et al.</i> , 2010).....	8
Figura 4 - Consumos médios por edifícios (adaptado de Ikeda <i>et al.</i> , 2010).....	9
Figura 5 - Comparação da água consumida por área total do edifício (adaptado de Ikeda <i>et al.</i> , 2010).....	10
Figura 6 - Coeficientes de consumo (m^3/m^2 ano) (adaptado de Ikeda <i>et al.</i> , 2010).....	10
Figura 7 - Planta de uma instalação sanitária no aeroporto de S. Paulo (Ilha <i>et al.</i> , 2010).....	12
Figura 8 - Planta das instalações sanitárias (Takaaze <i>et al.</i> , 2007).	14
Figura 9 - Número de utentes e respetivo grau de mobilidade (adaptado de Takaaze <i>et al.</i> , 2007).	14
Figura 10 - Consumos médios diários e tempos de utilização (adaptado de Takaaze <i>et al.</i> , 2007).....	15
Figura 11 - Quantidades de água consumidas em cada utensílio (adaptado de Barreto, 2008).	16
Figura 12 - Índices de participação e consumos diários (adaptado de Barreto, 2008).....	17
Figura 13 - Caudais médios e respetiva frequência de utilização (adaptado de Barreto, 2008).	18
Figura 14 - Sistema organizacional de gestão/planeamento (ISO14001,2004)	20
Figura 15 - Localização do Departamento de Engenharia Civil (DECivil)	23
Figura 16- Medição dos volumes nos lavatórios.....	24
Figura 17- Cronómetro.....	25
Figura 18 - Início do enchimento	26
Figura 19 - Depósito cheio e respetiva marcação	26
Figura 20 - Marcação da cota mínima do autoclismo	27
Figura 21 - Método de medição do volume da cisterna da bacia de retrete	27
Figura 22 - Tamponamento do urinol	28
Figura 23 - Marcação do nível da água	29
Figura 24 - Colocação de água na bacia do urinol	29
Figura 25 - Medição do caudal de água debitado pelas torneiras de laboratório	30
Figura 26 - Medição do caudal de água debitado pelas torneiras das pias de cozinha (laboratório).....	31

Figura 27 - Medição do caudal de água debitado pelas torneiras "verhal"/"bugatti" (laboratório).....	31
Figura 28 - Chuveiro	32
Figura 29 - Fluxómetro	33
Figura 30 - Torneira do lavatório (Instalação sanitária - deficientes)	33
Figura 31 - Antena transmissora	35
Figura 32 - Esquema exemplificativo do sistema de telecontagem (Tecnilab,2014).....	35
Figura 33 - "Data-logger" recetor de dados.....	36
Figura 34 - Consumos referentes à época de exames do 1º semestre (2012/2013).....	40
Figura 35 - Consumos diários referente à época de exames do 1º semestre 2012/2013	41
Figura 36 - Consumos máximos, médios e mínimos (época de aulas 2º semestre 2012/2013).....	44
Figura 37 - Consumos máximos, médios e mínimos diários	46
Figura 38 - Variação dos consumos máximos, médios e mínimos	49
Figura 39 - Consumos máximos, médios e mínimos diários (época de férias 2º semestre 2012/2013)	50
Figura 40 - Consumos máximos, médios e mínimos diários (época de aulas do.....	53
Figura 41 - Consumos máximos, médios e mínimos diários (época de aulas do 1º semestre 2013/2014)	55
Figura 42 - Percentagem de consumo por época estudada.....	56
Figura 43 - Planta esquemática do piso 0 e da cave (piso -1)	57
Figura 44 - Planta esquemática do piso 1	58
Figura 45 - Planta esquemática do piso 2.....	58
Figura 46 - Consumos acumulados nos dias de monitorização presencial	61
Figura 47 - Consumos acumulados nos dias de monitorização presencial	61
Figura 48 - Consumos acumulados nos dias de monitorização não presencial	62
Figura 49 - Consumos acumulados nos dias de monitorização não presencial	62
Figura 50 - Consumos do dia 25.03.2014	63
Figura 51 - Consumos acumulados registados no dia 25.03.2014, adimensionalizados pelo respetivo consumo acumulado médio	64
Figura 52 - Consumos da telecontagem e das instalações sanitárias (IS1, IS2 e IS3)	65
Figura 53 - Distribuição dos consumos médios nas instalações sanitárias, por dispositivo	67

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações iniciais

De acordo EPA (2013) a eficiência hídrica define-se como “o uso inteligente dos recursos hídricos, com o auxílio de tecnologias de poupança de água”. Com a população mundial em constante crescimento e a aglomerar-se em grandes centros urbanos, é necessário estudar o padrão de consumo da mesma. Antes de 2010, 50,8% da população mundial concentrava-se em zonas urbanas e em 2030 prevê-se que ascenda a 60% da população mundial se concentre nos centros urbanos (Reis *et al.*,2012).

Neste contexto, foram feitos diversos estudos, em que os objetivos se centravam em perceber os usos dados à água no ciclo hídrico predial. Estabeleceram-se, assim, variáveis de estudo, de modo a caracterizar o tipo de edificado existente, as atividades para as quais foram concebidos e os dispositivos instalados (Balnave *et al.*,2012). Esses estudos permitiram chegar a padrões de consumo tendo em conta o país, a cidade, o clima socioeconómico, o custo da água e o agregado familiar (Pinheiro,2008). Esses estudos permitiram, em países desenvolvidos, chegar à conclusão que os consumos domésticos, por habitante e por dia se situam entre os 100 e os 180 l, sendo que na União Europeia o consumo médio 160 l (Matos,2011;Bio Intelligence Service,2012).

Por observação da Figura 1 é possível verificar que a maior parcela do consumo doméstico ocorre nas instalações sanitárias, pelo que quando se pretende definir uma política de eficiência hídrica, uma intervenção ao nível dos seus dispositivos será a que terá maiores repercussões em termos de poupança global.

Segundo Balnave *et al.* (2012), o conhecimento do número médio de utilizadores, bem como as suas habilitações literárias é fundamental em estudos referentes ao uso eficiente da água. De facto, verifica-se que, por exemplo na educação ambiental as habilitações literárias dos utilizadores são um fator importante. Por outro lado, uma correta utilização da água vai permitir que o utilizador reduza os custos de faturação associados ao seu consumo e ao mesmo tempo contribua para a preservação deste recurso (Balnave *et al.*, 2012).

A redução do consumo de água deverá corresponder não só à consideração de dispositivos de utilização de água mais eficientes, como também a mudanças de comportamento por parte dos utilizadores, o que se deve refletir na diminuição dos tempos de

utilização bem como nos volumes consumidos. Torna-se, assim, importante caracterizar os usos dados à água, para assim se poder intervir na conservação da mesma.

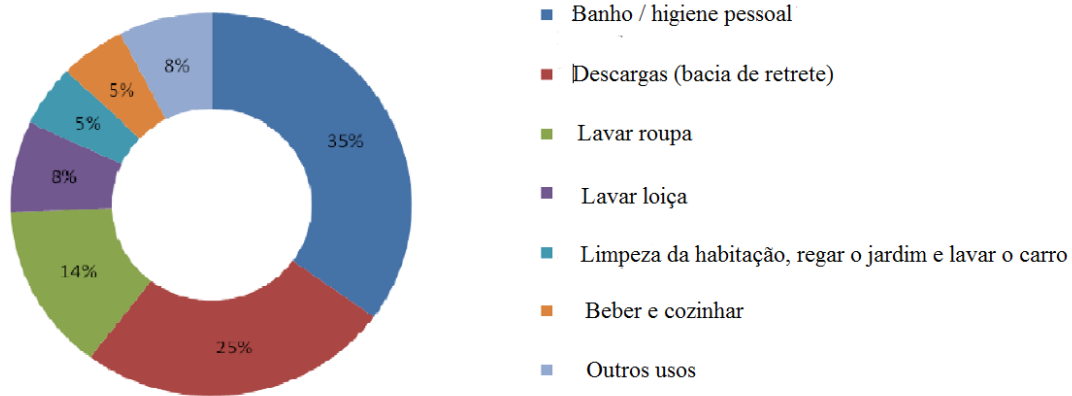


Figura 1- Usos dados à água no consumo doméstico (adaptado de Bio Intelligence, 2012)

1.2. Objetivos

Segundo o Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água em Portugal (PNUEA, 2012), existe a possibilidade de ocorrerem situações de stress hídrico se não se melhorar o uso da água no sentido de uma conservação dos recursos hídricos. Assim, é necessário estudar os usos de água para se saber onde intervir por forma a preservar os recursos hídricos.

A presente dissertação tem como principais objetivos caracterizar os consumos de água em edifícios universitários e apresentar soluções para a melhorar a sua eficiência hídrica. Para tal, foi utilizado como caso de estudo o edifício do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro (DECivil).

1.3. Enquadramento

Nos anos 70 surgiram os primeiros estudos sobre a caracterização dos consumos de água em edifícios. Um dos primeiros estudos foi feito em Inglaterra, nas cidades de Malvern e Mansfield. No entanto, verificou-se que um dos principais problemas destes estudos se prendia com a falta de precisão dos contadores de água (Thackray *et al.*, 1978).

Segundo Barreto (2008) a metodologia de estudo deve consistir em fazer leituras de contadores que se encontram à entrada dos edifícios e, simultaneamente, questionar os utilizadores acerca dos usos e dos dispositivos utilizados. Os principais problemas neste tipo de estudos advêm das diversas fontes de erro que possam vir a existir, resultantes das medições em cada dispositivo e do valor global registado no contador.

A necessidade de melhorar os resultados levou à utilização de aparelhos de medição (“data-logger”, por exemplo), acoplados ao contador geral, o que permite registar os volumes debitados e as horas a que se dão, sem se saber o consumo de todos os dispositivos no interior do edifício (Barreto, 2008). Uma outra forma de melhorar os resultados e definir os parâmetros de consumo é colocar em cada dispositivo contadores, designados como “transducers”, que permitem registar os consumos de cada dispositivo. Estes estão associados a um microcomputador que possibilita o cálculo dos tempos de consumo, bem como as variações existentes ao longo do dia e por dispositivo, com vista a definir o consumo padrão do consumidor, a partir dos caudais debitados por dispositivo (Barreto, 2008). Esta informação permite, assim, o cálculo dos tempos de utilização, bem como o volume consumido por cada utilizador.

Em oposição aos consumos domésticos, nos edifícios não habitacionais a definição do perfil de consumidor é mais difícil, devido à grande diversidade de pessoas que o utilizam, aos diferentes ciclos de utilização e ao serviço aí prestado. Neste sentido, os estudos deverão ser realizados por tipo de edifício. Embora haja já alguns estudos centrados na caracterização do consumo de água de determinado tipo de edifícios não habitacionais, o número de estudos centrados em edifícios universitários é ainda muito reduzido e os seus resultados insipientes sendo esta a principal motivação do presente estudo.

1.4. Estrutura da dissertação

A dissertação encontra-se dividida em 4 capítulos, iniciando-se com o capítulo 1 – *Introdução*– em que é feita uma breve abordagem à importância da eficiência hídrica, bem como fatores que influenciam os consumos de água. Para além disso apresentam-se os objetivos da presente dissertação, bem como se encontra organizada. Segue-se o capítulo 2 – *Consumos de água em edifícios*, no qual é feita uma revisão bibliográfica, com a apresentação de diversas tipologias de edifícios e as diversas variáveis em estudo de acordo com o serviço aí prestado.

No capítulo 3 –*Caso de estudo* faz-se o estudo dos consumos de água no edifício do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro e são apresentadas propostas da melhoria de eficiência hídrica do edifício.

O corpo da dissertação termina no capítulo 4 – *Considerações finais e trabalhos futuros* – onde são referidas as conclusões mais relevantes do estudo, bem como sugestões de trabalhos futuros a realizar no âmbito desta temática.

2. CONSUMOS DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS

2.1. Tipologia dos edifícios e os seus utilizadores

Um pouco por todo o mundo, os estudos na temática da eficiência hídrica são uma constante, sobretudo devido à escassez de água.

Na Holanda, cerca de 28% da água destinada ao abastecimento tem usos não residenciais e apenas 12% é utilizada nos edifícios públicos e hotéis, o que corresponde a cerca de 10000 m³/ano. A concentração das pessoas em grandes centros urbanos e a flexibilidade do horário laboral dos trabalhadores conduziram à modificação dos consumos quer nas habitações, quer nos locais de trabalho (Pieterse-Quirijns *et al.*, 2010).

A tipologia dos locais de trabalho, sobretudo nos escritórios, modificou-se ao longo dos anos. Hoje existe um maior aproveitamento das áreas úteis, com o objetivo de aumentar o número de trabalhadores, em que a proporcionalidade entre géneros não é igual. A maior ocupação do espaço modifica os consumos de água expectáveis e consequentemente os respetivos tempos de utilização. Segundo Pieterse-Quirijns *et al.* (2010), devem-se estudar os escritórios por tipos de dispositivos sanitários, neste caso as características escolhidas foram as capacidades/propriedades da cisterna da bacia de retrete (de 6 l ou com válvula de descarga) com o intuito de definir melhor o consumo de água com a variável “número de funcionários”. Isto permite definir um consumo padrão por funcionário com um maior rigor visto que as cisternas das bacias de retrete diferem entre si.

Por outro lado, na indústria hoteleira, existe uma grande diversidade de serviços. Hoje é comum a realização de seminários e conferências, para além da principal oferta que são as dormidas. Ainda assim, cerca de 80% do consumo de água é feito nos quartos, com uma ocupação média de 1 a 2 hóspedes, dependendo do tipo do hotel. A flutuação constante do número de hóspedes e a possibilidade de ocorrerem trocas de quarto durante a estadia dificulta a definição do perfil do consumidor (Alexandrowicz, 2010; Pieterse-Quirijns *et al.*, 2010).

Nestes casos, as variáveis que se podem estudar são o consumo por quarto ou o consumo pelo número de camas existentes no hotel. A utilização da variável “o número de quartos” não tem em conta os visitantes que o hóspede pode ter, enquanto a variável “o número de camas” permite considerar o número de hóspedes para o qual o hotel tem capacidade (Pieterse-Quirijns *et al.*, 2010). Neste tipo de edifícios, é difícil caracterizar o perfil do consumidor, visto que

normalmente há um grande número de pessoas, de diversos países, com hábitos de consumo díspares.

Pode-se ter em conta o exemplo de um hotel em Espanha, em época alta, com um número médio de 1000 hóspedes. O consumo de água diário de cada hóspede foi, em média, de 295 l (Alexandrowicz, 2010). Pela descrição feita por Alexandrowicz (2010), trata-se de um hotel de categoria média. Segundo Silva-Afonso (1997), o consumo médio neste tipo de unidades hoteleiras pode ir até 500 l/(hóspede.dia). Daqui se pode aferir que os consumos são inferiores aos referidos na bibliografia, o que é positivo.

O funcionamento deste tipo de unidades hoteleiras varia consoante os serviços que dispõe aos clientes e qualidade dos mesmos. Por isso existem diversas tipologias de hotéis, desde os de luxo, aos de categoria média, considerando os serviços que oferecem para além das dormidas, como por exemplo, conferências e o tipo de pessoas que frequentam estes serviços. Considera-se que os turistas se distribuem por todo o tipo de unidades hoteleiras, no entanto os homens de negócios e os conferencistas por unidades hoteleiras de luxo. Os dispositivos considerados centram-se na tipologia de banheira e no tipo de chuveiro. No caso de hotéis de luxo os caudais dos chuveiros são geralmente maiores do tipo “conforto” e as banheiras de maior dimensão que o normal. Isto não se verifica nos hotéis de categoria média, visto que se utilizam normalmente chuveiros com caudal mais reduzido (com tecnologia de poupança de água incorporada) e banheiras de dimensão normal do tipo “standard”. A variável muitas vezes utilizada é “o número de quartos”, embora tenha os seus inconvenientes, como anteriormente foi referido, devido a outros serviços prestados pelos hotéis e à existência de visitantes nos quartos.

Numa outra vertente completamente diferente das unidades hoteleiras surgem os hospitais de cuidados continuados/lares de 3ª idade, ligados aos cuidados continuados onde nos últimos anos ocorreram modificações no modelo de funcionamento, com o objetivo de incentivar a independência dos utentes (Pieterse-Quirijns *et al.*, 2010). Por outro lado optou-se pela redução da sua capacidade de acolhimento, uma vez que os seus utentes, embora idosos, desejem ter a sua privacidade e continuar fazer a sua vida normal sem qualquer tipo de ajuda, usufruindo das instalações e dos equipamentos para melhorar a sua qualidade de vida (Pieterse-Quirijns *et al.*, 2010). A tendência seria para o aumento dos consumos mas, segundo Nauges e Thomas (2000), (in Pinheiro 2008), os idosos são aqueles que têm mais cuidado nos consumos de água. Isto não implica que estes tenham na sua maioria o mesmo comportamento, visto que

o fator socioeconómico é essencial para se perceber esta temática. Este tipo de comportamento pode favorecer o aumento dos consumos de água, visto que as pessoas idosas normalmente necessitam mais tempo para cumprir certas tarefas, entre as quais o banho. É uma temática importante, mas que requer um estudo complexo, pois tudo depende do comportamento das pessoas e da sua forma física, complementado com os dispositivos que têm à disposição.

Para se perceber melhor como funcionam este tipo de unidades (hospitais de cuidados continuados/lares de 3ª idade) os quartos podem ser individuais, em grupos de 4 pessoas ou mistos. A nova vertente, como foi referido anteriormente, são utentes que querem ter a sua independência e por consequência não têm a assistência de cuidadores permanentes. Como as tipologias de estudo nesses casos são diversas, os autores não consideraram quais dispositivos. Quanto às variáveis, consideram importante utilizar “o número de camas”.

2.2. Consumos de água em edifícios públicos de uso coletivo e métodos de cálculo

Podem-se considerar 3 grandes variáveis no cálculo dos consumos de água:

- áreas;
- pessoas;
- dispositivos.

Considerando a variável “área”, é usual questionar os utilizadores sobre:

- características do edifício;
- usos dados ao edifício;
- dispositivos existentes.

Ikeda *et al.* (2010) fizeram um questionário aos utilizadores dos edifícios, com o objetivo de se obter informação acerca das áreas totais dos edifícios e do consumo de água.

A partir dos dados obtidos por questionário, foi feita a distribuição das áreas dos edifícios por tipologia, como se pode ver na Figura 2.

Para além disso, houve uma catalogação dos edifícios estudados, que englobaram o ano de construção de cada edifício, número de horas que se encontram abertos por semana e a existência ou não de aparelhos de refrigeração. Toda a informação foi tratada de modo a obter-se o cálculo do consumo por edifício, por área e por outras variáveis específicas de cada edifício.

Analisando a Figura 3 pode-se verificar que é no hospital e na Universidade que se verificam os maiores consumos médios de 42302,4 m³ e 40769,4 m³ respetivamente.

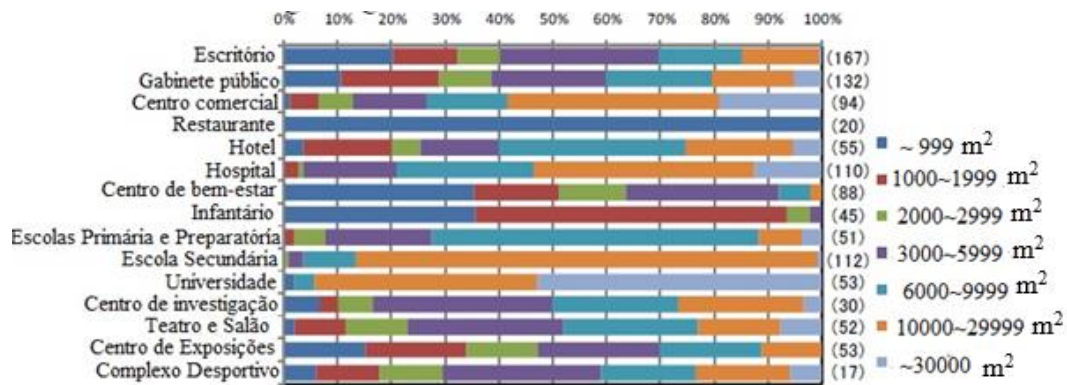


Figura 2 - Distribuição de áreas dos edifícios por tipologia (adaptado de Ikeda *et al.*, 2010)

Em termos totais, no hospital que o consumo médio é maior que nos restantes edifícios estudados, devido à grande quantidade de água necessária nos cuidados médicos e nas diversas atividades que lhe estão associadas (Ikeda *et al.*, 2010).

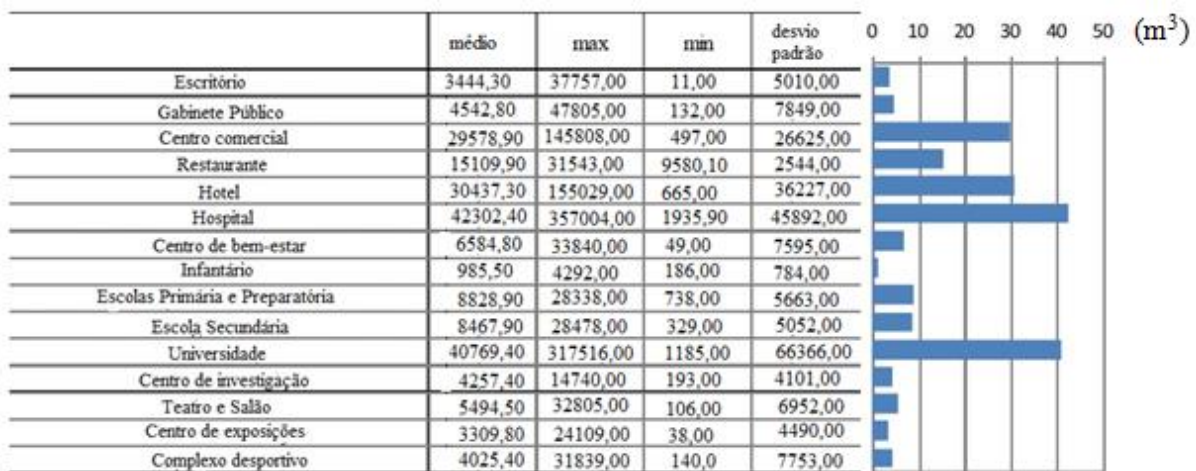


Figura 3 - Consumos médios por edifícios (adaptado de Ikeda *et al.*, 2010).

Na Universidade, os consumos são elevados, devido há grande quantidade de edifícios em larga escala. Seguidamente, posiciona-se o hotel em que a escala é inferior, sendo o seu consumo médio de cerca de 30437,3 m³ (Ikeda *et al.*, 2010). Para melhor se perceber a importância da escolha das variáveis, a título de exemplo, podem-se observar na Figura 4 os consumos do escritório e do hospital, em função de variáveis distintas. No caso do escritório a variável considerada foi “o número de funcionários” e no caso do hospital o “número de camas” (Figura 4). Estas são as variáveis de estudo mais vulgarmente usadas para este tipo de estudo, visto que quase não variam.

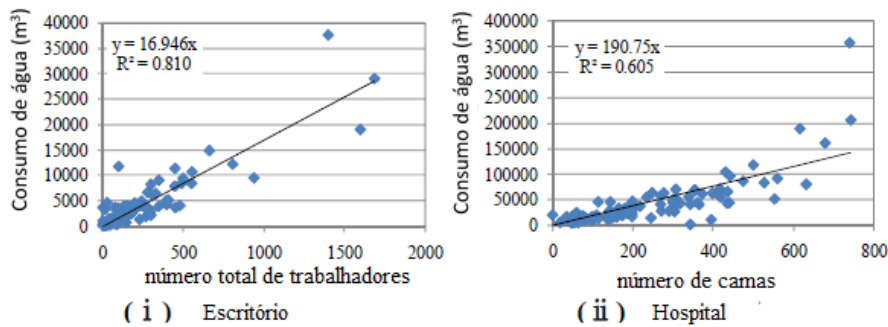


Figura 4 - Consumos médios por edifícios (adaptado de Ikeda *et al.*, 2010).

Comparando-se os resultados, por “número de pessoas/ número de camas”, percebe-se que as diferenças são notórias, sobretudo no caso do hospital, onde o volume foi calculado pelo “número de camas”, tendo no máximo um valor próximo dos 150000 m³ (Figura 4). Se este for calculado pela “área total do edifício” chega a atingir cerca de 200000 m³ (Figura 5). Esta diferença deve-se às grandes quantidades de água necessárias neste tipo de edifícios, sobretudo nas instalações sanitárias (Ikeda *et al.*, 2010).

O oposto verifica-se no escritório, onde a água não é um bem essencial para o trabalho ali desempenhado, pelo que os valores estão próximos dos calculados, tendo-se em conta o “número de trabalhadores” (Figura 4) e a “área” (Figura 5) (Ikeda *et al.*, 2010).

Como já foi referido anteriormente, a mudança da variável de cálculo, faz variar os volumes unitários.

Analisando os 2 gráficos verifica-se que o coeficiente de correlação de cada um é superior aos obtidos nos gráficos da Figura 4, concluindo-se que o consumo tem uma correlação superior com a área total do edifício de que o “número de trabalhadores” no caso do escritório, ou o “número de camas” no caso do hospital.

No que diz respeito a esta relação, verifica-se que os consumos por área total no hospital são bastante superiores aos do escritório. Analisando a Figura 5, verifica-se que o hospital tem uma grande área, como já foi referido, o serviço que presta exige a utilização de grande quantidade de água.

Na Figura 5 pode-se observar o volume consumido por área total do edifício.

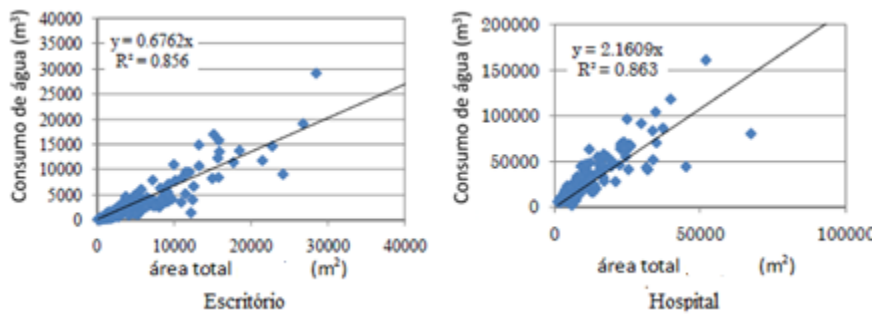


Figura 5 - Comparação da água consumida por área total do edifício (adaptado de Ikeda *et al.*, 2010)

No que se refere ao escritório, a quantidade de água por área é inferior, visto que na atividade principal aí desempenhada, a utilização de água é apenas residual.

Na Figura 6 pode-se observar os coeficientes dos volumes anuais consumidos (m^3) por área total (m^2) por consumo diário.

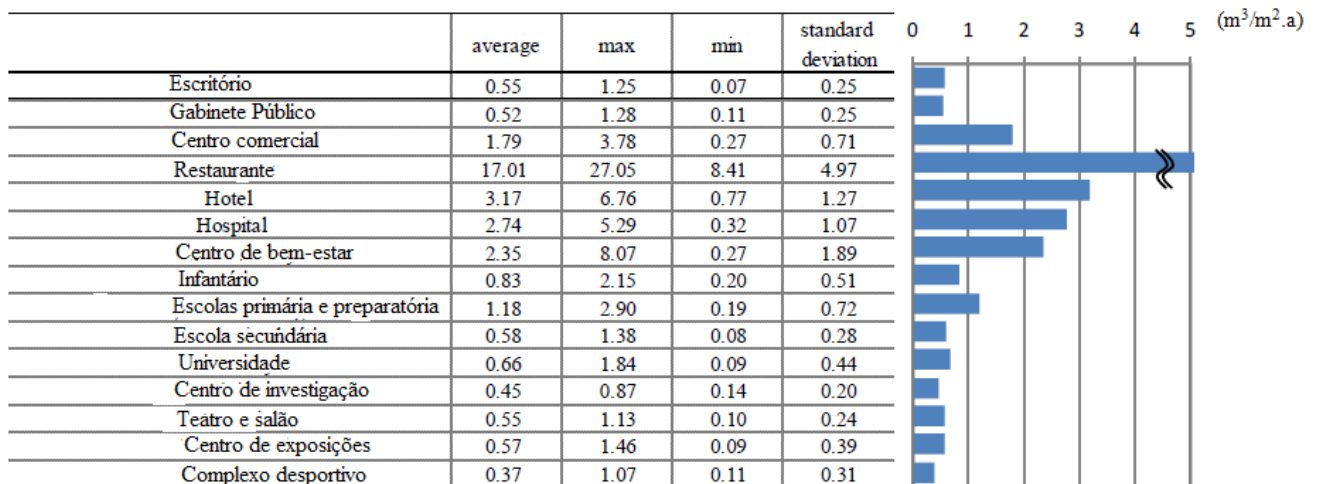


Figura 6 - Coeficientes de consumo (m^3/m^2 ano) (adaptado de Ikeda *et al.*, 2010)

Analisando a Figura 6, verifica-se que os volumes consumidos são mais elevados no restaurante, com cerca de $5 m^3/m^2$.ano. Estes resultados explicam-se pelo facto do restaurante ter uma área pequena comparada com os restantes edifícios estudados. Os consumos de água na globalidade nem sempre representam os consumos de cada utilizador. Por vezes, em cada edifício estão instalados aparelhos, (por exemplo, de refrigeração) nem sempre tidos em conta nas leituras por dispositivos, mas que necessitam de água para o seu funcionamento.

As variáveis consideradas revelam algumas diferenças nos consumos, visto que, na Figura 5 é comparado o volume consumido no edifício (m^3) e a sua área total (m^2) e na Figura 6 apresenta-se calculada a relação consumos (m^3) por área (m^2) o que permite retirar conclusões quanto às relações destas duas grandezas. Os grandes consumos de água, nem sempre implicam grandes consumos por área. Pode-se ter um consumo elevado e uma área pequena, o que vai refletir um consumo por área elevado, mas pode-se ter um consumo elevado associado a uma grande área, o que vai reduzir o consumo por área. A título de exemplo podem-se considerar os consumos unitários descritos na Figura 3 e os consumos por área na Figura 5, onde se podem analisar os consumos por área total. No caso do centro de bem-estar, o consumo de água por área total é bastante superior, pois este edifício tem uma distribuição do sistema de refrigeração por m^2 , o que favorece o aumento do consumo (Ikeda *et al.*, 2010).

No caso da análise dos volumes em relação à área total (Figura 5), foi usado uma relação linear múltipla, ou seja, com variáveis explicativas. Tiveram-se em conta as características de cada edifício, como por exemplo, número de horas de trabalho e a área total. No outro estudo (Figura 4), a título de exemplo, as variáveis utilizadas foram o “número de funcionários” e o “número de camas” respetivamente, o que fez diminuir o desvio padrão para valores entre os 0,4 e 0,8 (Ikeda *et al.*, 2010).

Pode-se concluir assim, que a análise do consumo por área total traduz resultados mais fidedignos visto que o seu valor de correlação tem valores superiores comparando com as variáveis “número de trabalhadores”, “número de camas”, visto que, é um valor que não varia e para além disso existem valores tabelados o que garante alguma confiança nos resultados.

2.3. Aeroporto de São Paulo

Nos aeroportos, estações de comboios e plataformas modais, torna-se necessário fazer este tipo de estudos, sobretudo devido aos custos com abastecimento de água e o seu tratamento.

No estudo agora abordado, toma-se como exemplo, o aeroporto de São Paulo, mais concretamente, uma zona de descanso, que contém a instalação sanitária estudada.

Este tipo de infraestruturas tem uma grande variação do número de passageiros, o que dificulta este estudo. No entanto, em média, por dia nesta área de descanso passaram cerca de 3468 passageiros em 2009 e 3615 em 2010, com coeficientes de variação com cerca de 16% e 13% respetivamente. Os dias de maior movimento foram às sextas, sábados e domingos (Ilha *et al.*, 2010).

Na Figura 7 é apresentada a planta da instalação sanitária.

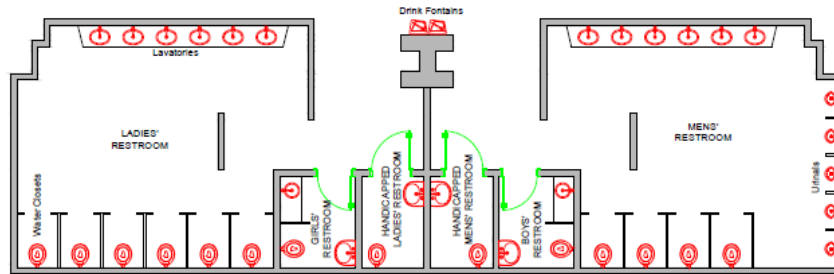


Figura 7 - Planta de uma instalação sanitária no aeroporto de S. Paulo (Ilha *et al.*, 2010)

Esta área de descanso encontra-se dividida em área masculina e feminina, constituída por lavatórios, sanitas e urinóis, no caso da área masculina. Ambas as partes têm sanitas especiais para crianças e para deficientes (Ilha *et al.*, 2010).

Notas:

- Os contadores de água, permitiam a medição remota, com “pulse transmitters”, sendo que a água consumida era contabilizada e transmitida em intervalos de 1 minuto, sendo os dados agregados por hora e por dia e recolhidos todas as semanas (Ilha *et al.*, 2010).
- Os estudos foram feitos durante 15 dias, com alguns ajustes para a monitorização de consumo de água (Ilha *et al.*, 2010).

Inicialmente com indicadores de consumo na ordem dos 8,4 a 18 l/(passageiro.dia), com uma média 11,9 l/(passageiro.dia), Após a implementação de tecnologias de poupança de água nos dispositivos, a média de consumo por passageiro situa-se nos 7 l/(passageiro.dia) (Ilha *et al.*, 2010). Cerca de 84% do consumo médio na área de repouso, ocorreu nas instalações sanitárias e 51% na instalação sanitária feminina, durante todas as fases da investigação (Ilha *et al.*, 2010).

Seria interessante, estudar os tempos de utilização por géneros, comparando os resultados antes e depois da aplicação de tecnologia de poupança de água. Num estudo feito num edifício público, Alexandrowicz e Lindemann (2012) chegaram à conclusão que as mulheres tinham menores consumos e menores tempos de utilização que os homens na utilização de instalações sanitárias, o que à partida é uma surpresa, visto existirem características físicas, como por exemplo, o cabelo maior que propicia a utilização de mais

água. Este facto explica-se, segundo os autores, pela utilização mais frequente por parte das utilizadoras do sexo feminino de autoclismos de dupla descarga, ao contrário dos utilizadores do sexo masculino. Este é um sistema que permite reduzir o volume de descarga das cisternas sanitárias para cerca de 4 l, por exemplo com a ajuda de um pressurizador que cria uma pressão negativa no depósito para se efetuar a descarga (Kitamura *et al.*, 2012). Daqui pode-se concluir que as tecnologias de poupança de água propiciam as reduções dos consumos e também dos tempos de utilização.

Com a aplicação de tecnologias de poupança de água, este consumo reduziu-se para uma média de 7 l/(passageiro.dia), o que corrobora o referido anteriormente.

2.4. Hospital de cuidados continuados

O hospital de cuidados continuados é um caso especial, onde os volumes de água gastos independentemente dos dispositivos sanitários existentes são em grande parte das vezes superiores aos normais, devido à especificidade de serviços aqui prestados.

Este estudo propõe-se a analisar a relação entre o consumo de água e o comportamento das pessoas (Takaaze *et al.*, 2007). Todo o processo foi acompanhado por observadores e foram feitas medições, durante os banhos, durante uma semana em cada temporada. Foram feitas medições em dois hospitais na zona este da cidade de Hiroshima, em duas instalações sanitárias de características distintas. Uma delas de carácter privativo e outra partilhada, como se pode ver na Figura 8.

Notas:

- Na instalação sanitária privada os dispositivos são um chuveiro e um lavatório com água quente e fria.
- Na instalação sanitária partilhada existem 4 chuveiros independentes, 4 chuveiros associados à banheira de hidromassagem, 2 lavatórios com água quente e fria e um lavatório apenas servido de água fria.

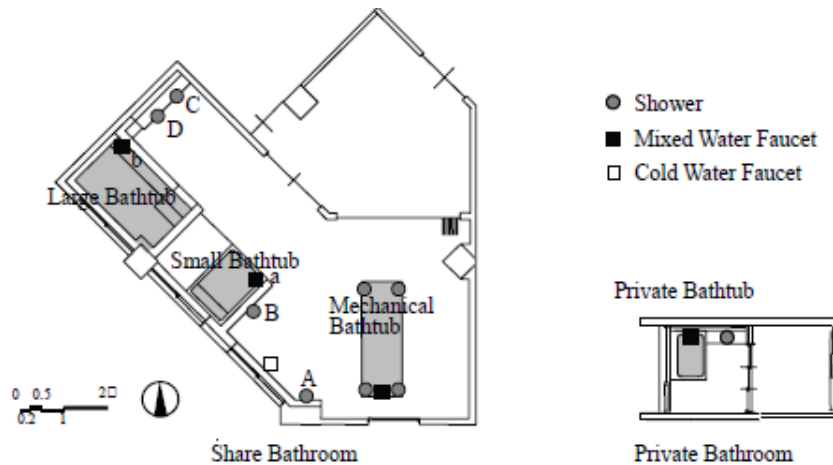


Figura 8 - Planta das instalações sanitárias (Takaaze *et al.*, 2007).

Para que as medições se procedessem corretamente colocaram-se sensores de caudal em cada ramal para medir um grupo de dispositivos.

A informação disponível diz que 80% dos utentes são mulheres, e que estes têm graus de mobilidade distintos, classificados de 1 a 5, ou seja, à medida que se aumenta na escala, o grau de mobilidade diminui. Interessa investigar a relação entre o grau de mobilidade de cada utente, o respetivo tempo de utilização e a influência que os cuidadores têm na sua definição. O autor catalogou todas as fases entre o utente entrar para o banho, até este sair. Para isso, optou por conhecer os seus utentes, isto é, a sua idade, os seus índices de mobilidade e compará-los com a água debitada.

Na Figura 9 é possível verificar que a maioria dos utentes da banheira de hidromassagem tem grau de mobilidade do nível 5 e que nas restantes banheiras são do nível 3, o que se vai refletir nos consumos.

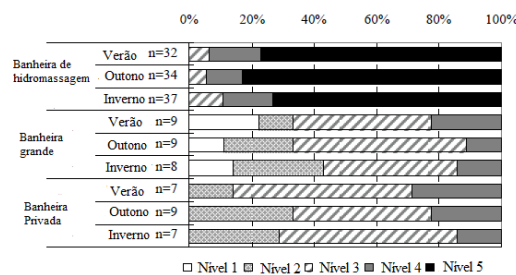


Figura 9 - Número de utentes e respetivo grau de mobilidade (adaptado de Takaaze *et al.*, 2007).

Após as leituras dos consumos chegou-se aos tempos médios de utilização por estação do ano (Figura 10).

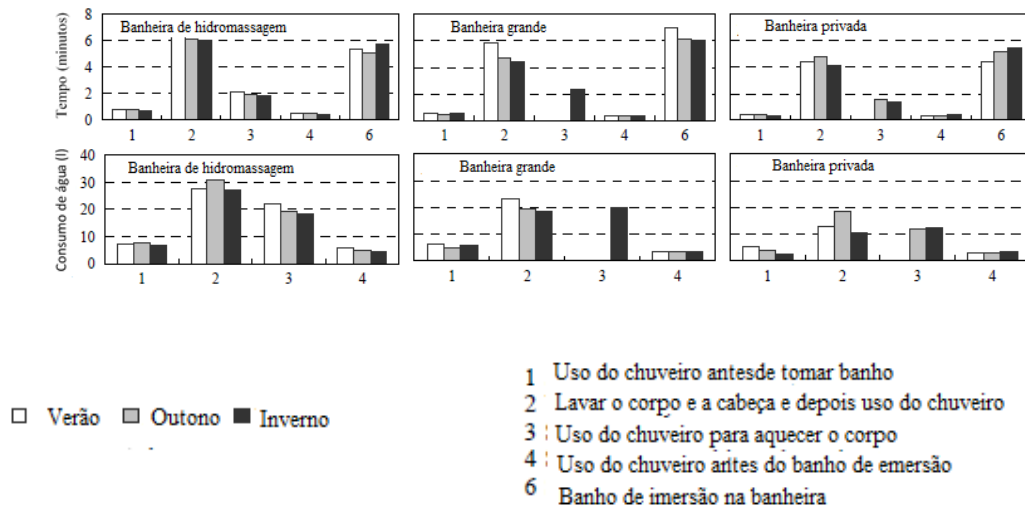


Figura 10 - Consumos médios diários e tempos de utilização (adaptado de Takaaze *et al.*, 2007).

Os consumos foram medidos, por dia e por pessoa, em que o comportamento no banho foi tido em conta, com especial atenção à contagem desde que o utente entrou até ao momento em que saiu. Os tempos de utilização média na banheira de hidromassagem foram cerca de 24 a 26 minutos, enquanto nas restantes banheiras foi cerca de 20 minutos. Isto deve-se ao facto dos utilizadores das banheiras de hidromassagem necessitarem de ajuda de cuidadores e não se despirem nos balneários como os restantes utentes. Como tal os consumos padrão das banheiras de hidromassagem são de 40 l e nos restantes menos de 20 l. Mesmo assim existem outros fatores que fazem variar os consumos, como por exemplo o número de mulheres neste hospital. Devido às diferenças físicas com os utentes do sexo masculino, estas possuem por exemplo maior cabelo, o que implica maior gasto de água. Observou-se ainda, que os utentes que tomavam banho sem ajuda, em média demoravam mais tempo que aqueles que tinham mais problemas de mobilidade porque, os cuidadores facilitavam as tarefas, reduzindo o tempo de banho (Takaaze *et al.*, 2007).

Analisando-se os gráficos de consumo e tempo de utilização verifica-se que do verão para o inverno, os tempos de utilização diminuem no geral (Takaaze *et al.*, 2007). Isto implica

que a água gasta em limpezas também diminua. No entanto, existem exceções, como é o caso das banheiras de hidromassagem, onde os utentes são colocados mais tempo que o normal. Esta prática tem como objetivo favorecer o conforto dos utentes, visto que a temperatura entre essas 2 estações diminui cerca de 8°C (Takaaze *et al.*, 2007).

2.5. Consumos e tempos de utilização num aglomerado urbano

Num estudo realizado na região este de São Paulo onde são gastos cerca de 15 a 20 m³ habitante foram instalados “data-loggers” em cada dispositivo, com o objetivo de registar os débitos, as horas a que se realizam os consumos, durante 7 dias, em cerca de 100 habitações. O “data-logger”, faz medições de 10 em 10 segundos, permitindo saber os ciclos de utilização de cada utensílio que é ligado a um computador “flow trace”, o que permite caraterizar os usos a que o utensílio é sujeito (Barreto, 2008; Barreto, 2008a).

Como se pode ver na Figura 11 é feita uma leitura dos consumos médios. Verifica-se que em alguns dispositivos não foram feitas leituras, devido talvez à sua pouca relevância nos consumos. Os “ data-loggers” ao permitirem saber os volumes consumidos por cada dispositivo, também permitem comparar com o valor registado por contador e saber a quantidade de água que tem outros usos, como vem referido na Figura 12.

Habituação	Chuveiro	Torneira da cozinha	Torneira da pia	Tanque de lavar roupa	Tanque	Máquina de lavar roupa	Lavatório	Tanque + Máquina de lavar roupa	Outros usos	Total
1	*	113	50	50	*	*	*	*	225	438
2	60	90	14	*	*	*	*	63	215	442
3	200	71	39	*	*	148	*	*	314	772
4	58	78	18	3	*	18	42	*	*	217
5	87	82	55		*	*	*	*	*	224
6	40	75	25	69	28	*	*	*	202	439
7	190	127	25	*	112	*	*	*	205	659
Média	106	91	32	41	70	83	42	63	232	760

* = Utensílios não avaliados

Figura 11 - Quantidades de água consumidas em cada utensílio (adaptado de Barreto, 2008).

Nesta pesquisa estudaram-se 3 indicadores: percentagem de utilização, o consumo diário total e consumo diário por habitante.

Analisando os resultados, conclui-se que o maior consumo de água foi feito no caso dos usos externos, com 30,6%. Este valor é compreensível devido à média de todos os utilizadores, nas tarefas diárias. O utensílio com mais participação foi o chuveiro, com 13,9%, enquanto o último foi o lavatório com 4,2%, como se pode observar na Figura 12.

O cálculo do consumo *per capita* permite saber quantos litros de água são consumidos por habitante num determinado dispositivo e o volume debitado num certo período de tempo. A melhor forma para se obter este tipo de informação, passa por questionar os moradores. Segundo Pinheiro (2008) as perguntas devem incidir no número de habitantes do fogo, profissão de cada elemento do agregado, nos dispositivos instalados no fogo, existência de empregada de limpeza e se a habitação é habitada com regularidade. Outra questão que se deve levantar, segundo o autor, é a existência ou não de empregada, em que se deve apurar o número de horas que esta trabalha e também o número de dias que esta se apresenta ao serviço.

Dos questionários efetuados em cada habitação, concluiu-se que o número médio de habitantes era de 3, questionando-se acerca do estatuto social dos seus habitantes (Barreto, 2008).

Dispositivos sanitários	Utilização (%)	Consumo diário total (l/dia)	Consumo de água "per capita" (l/hab.dia)
Chuveiro	13,9%	105,8	35,3
Torneira de cozinha	12,0%	90,9	30,3
Máquina de lavar roupa	10,9%	83,0	27,7
Tanque	9,2%	70,0	23,3
Tanque + máquina de lavar roupa	8,3%	63,0	21,0
Lavatório	5,5%	42,0	14,0
Tanque de lavar roupa	5,4%	40,7	13,6
Torneira de pia	4,2%	32,3	10,8
Outros usos	30,6%	232,2	77,4
Total	100,0%	759,8	253,3

Figura 12 - Índices de participação e consumos diários (adaptado de Barreto, 2008).

Dentro de uma habitação existem uma série de dispositivos com diferentes caudais e volumes despendidos. Os volumes resultam não só dos caudais, mas também da frequência de uso.

Na Figura 13 é possível comparar os caudais médios, com as solicitações existentes.

Dispositivos sanitários	Caudal médio		Desvio padrão	Frequência diária (usos/dia)
	(l/min)	(l/s)	(L/min)	
Chuveiro	4,1	0,07	1,7	6
Lavatório	3,8	0,06	0,5	8
Tanque + Máquina de lavar roupa	3,7	0,06	2,8	12
Tanque	3,3	0,06	2,9	7
Tanque de lavar roupa	2,3	0,04	2,0	10
Torneira da pia	1,4	0,02	1,0	25
Torneira de cozinha	1,2	0,02	0,9	80
Máquina de lavar roupa	1,2	0,02	2,1	10

Figura 13 - Caudais médios e respetiva frequência de utilização (adaptado de Barreto, 2008).

Os dispositivos mais solicitados são a torneira da cozinha e a torneira da pia, com 80 e 25 usos por dia respetivamente (Barreto, 2008).

Analisando ainda a Figura 13, verifica-se que alguns dispositivos têm um desvio padrão superior a 1, como por exemplo, o tanque e máquina de lavar roupa em conjunto e apenas o tanque. Isto explica-se porque os ciclos de utilização são diferentes de uns utilizadores para os outros, devido à grande dispersão de caudais (Barreto, 2008). Este estudo teve como base, não todas as habitações existentes naquela região, mas apenas algumas consideradas pelo autor, o que poderá ter modificado os resultados.

O objetivo desta investigação foi estudar os principais usos dados pelas pessoas à água e a frequência com que utilizavam os respetivos dispositivos. O autor do estudo considerou o consumo total igual a 100% do consumo. Seria vantajoso fazer um estudo onde todos os dispositivos fossem englobados, para que os resultados se apresentassem ainda mais próximos da realidade.

Segundo Garcia *et al.* (2013) é bastante importante saber a origem dos habitantes, visto que isso pode explicar os seus comportamentos face ao uso da água. O facto de serem da região ou vindos de fora da região tem influência nos usos. Dentro desta variável há a possibilidade de existirem cidadãos estrangeiros que podem ter comportamentos um pouco diferentes da população, sendo necessário averiguar com atenção esses casos. Normalmente pessoas oriundas de países com climas húmidos tendem a adaptar a flora do seu país à flora do local onde vivem,

o que propicia a maiores consumos de água. No entanto, segundo Garcia *et al.* (2013) deve-se ter em conta os fatores socioeconómicos dos habitantes associados à sua origem. Neste caso as pessoas provenientes de países em desenvolvimento têm cuidado com a utilização da água, tendo um comportamento mais austero. Pelo contrário as pessoas provenientes de países europeus, como Reino Unido, França ou Alemanha têm a tendência a ter maiores consumos de água em virtude do melhor clima socioeconómico dos países de origem. No entanto considera-se que com a integração desses novos moradores na comunidade vai favorecer a uma mudança de mentalidade quanto aos consumos de água a longo prazo (Garcia *et al.*, 2013).

2.6. Consumos em Universidades

As Universidades são locais em que estudam e trabalham muitas pessoas, por isso, segundo (Alshuwaikhat e Abubakar, 2013) contemplam uma complexa variabilidade de atividades o que leva a que sejam consideradas “pequenas cidades”. A sua dimensão e a população são dois fatores que provocam impactos diretos e indiretos no ambiente. Ainda segundo os autores tem havido um grande esforço com vista à redução dos desperdícios com programas de monitorização que visam detetar as falhas e resolvê-las. Para isso contribui a existência de equipas multidisciplinares cujo objetivo é apresentar as várias noções que existem sobre sustentabilidade. Para salvaguardar uma maior eficiência de recursos económicos e humanos surgiu a norma ISO14001. Com o aumento da complexidade e interligação existentes entre os diversos problemas ambientais foi necessária uma gestão integrada por parte das equipas multidisciplinares com o objetivo de decidir estratégias de atuação e investimentos adequados para a sua gestão, como é possível observar na Figura 14.

A aplicação desta norma visa estabelecer uma hierarquia de atividades a executar de forma a criar um sistema de gestão que responda às necessidades da instituição em que vai ser aplicada, com o objetivo de a monitorizar e de detetar potenciais desperdícios de recursos que possam ser salvaguardados. O plano deve ter em conta os recursos humanos e financeiros existentes por forma a organizá-los para poder intervir quando seja necessário.

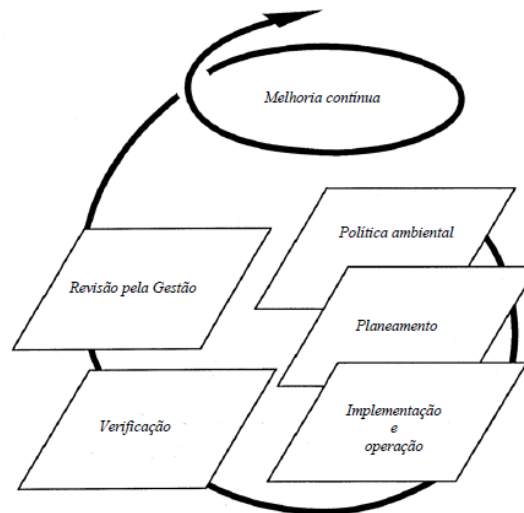


Figura 14 - Sistema organizacional de gestão/planeamento (ISO14001,2004)

Esta norma não especifica técnicas aplicar, apenas tenta definir uma estrutura que é tão complexa, quanto o nível de detalhe a considerar e a dimensão da organização.

Propõe alguma terminologia que permitirá definir funções na estrutura da organização. Há o pressuposto da melhoria contínua na estrutura o que pressupõe auditorias quer ao que está a ser feito internamente como externamente, ou seja, averiguação de como evolui o plano traçado e as metas a atingir. Por outro lado avaliar a estrutura internamente como forma de averiguar se esta consegue responder aos problemas que existem, sempre na perspectiva de a otimizar.

Foi com esse intuito que foram feitas monitorizações e medições na Universidade de Sonora no México, onde foi feito um estudo nesse âmbito. Segundo Velazquez *et al.* (2012), as monitorizações devem ser feitas nos edifícios de ensino e laboratórios com o objetivo de detetar desperdícios de água tanto devido ao comportamento humano, tanto devido a falha do dispositivo (como por exemplo uma torneira a pingar). Durante as visitas estes erros deveriam ser corrigidos se possível para evitar os gastos de água.

Por outro lado, fez-se um inquérito à comunidade académica para se perceber se esta tinha ideia dos esforços que estavam a ser feitos com o objetivo de tornar o campus mais eficiente. Os resultados mostraram que a comunidade tem consciência da importância do programa e da eficiência que lhe é associada. Considera-se que é a partir das Universidades que se devem implementar estes programas, de modo a estudar o comportamento das pessoas e da

aplicabilidade deste tipo de programas. É necessário assim avaliar as causas dos desperdícios, pois têm relação direta com os consumos que se traduzem em volumes debitados.

Para além disso podem existir anomalias nos dispositivos que por vezes não são facilmente resolúveis, o que propicia desperdícios de água que se refletem nos consumos quando estes são estudados. Deve-se ter em conta este fator pois faz aumentar os volumes potencialmente debitados, dando uma informação errada a quem estuda os consumos. Daí a importância de averiguar se os dispositivos estão em boas condições de funcionamento.

Segundo Velazquez *et al.* (2012) as boas condições de funcionamento reportam-se à não perda de água quando este não é ativado. No entanto é necessário ter em conta que há certos defeitos que não são perceptíveis como por exemplo o volume total debitado por parte dos dispositivos.

Em geral nas instituições de ensino superior estão relacionadas com as aulas e laboratórios. Nos edifícios de ensino os consumos de água restringem-se às instalações sanitárias e aos laboratórios quando existem. No meio escolar os consumos por aluno tendem a diminuir consoante a idade dos alunos vai aumentando. Pode-se dar o exemplo um estudo feito em Bolonha (Itália), em que segundo Farina *et al.* (2011) o consumo de água no pré-escolar é de cerca de 48 l/estudante.dia e no ensino primário o consumo é cerca de 18 l/estudante.dia. Segundo os autores esta diferença deve-se à diversidade de atividades presentes no dia-a-dia do pré-escolar em que a água tem diversas utilizações na cozinha e na lavandaria, para além de outros usos relacionados com as crianças. Isto provoca diversos ciclos de utilização, pois as crianças necessitam de muitos cuidados, enquanto na escola primária os consumos reportam-se às salas de convívio dos estudantes e a usos comuns como nas instalações sanitárias por exemplo e alguma parte é usada para rega de jardins. Conclui-se com este estudo que as atividades de um determinado edifício devem ser estudadas pormenorizadamente com o objetivo de interpretar da melhor forma possível os resultados e garantir soluções para reduzir esses consumos.

Nos edifícios universitários geralmente existem laboratórios que englobam uma série de atividades que podem decorrer ao mesmo tempo e por pessoas diferentes, o que provoca grande variabilidade de consumos ao longo do dia dependendo com a atividade que aí se vai desenrolar

3. CASO DE ESTUDO

3.1. O edifício do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro (DECivil)

3.1.1. Caracterização geral

O Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro (DECivil) (Figura 15) é constituído por 4 pisos.



Figura 15 - Localização do Departamento de Engenharia Civil (DECivil)

A cave (piso -1) é o local que serve de anexo ao laboratório existente no piso 0. É utilizado sobretudo como local de armazenamento dos materiais utilizados no laboratório. É dotado de uma banca de laboratório e de uma torneira convencional, para limpeza. Esta divisão tem uma área em planta de 247 m².

No piso 0 situam-se a secretaria e os serviços de gestão, bem como o laboratório. No laboratório, com 640 m², existem pias de cozinha que servem como suporte e lavagem dos materiais laboratoriais e equipados com torneiras do tipo “Bugatti” e “Verhal”. O laboratório tem ainda 3 instalações sanitárias, mas apenas 2 delas estão operacionais. Contém ainda uma sala de aulas com duas bancas de laboratório, salas técnicas de arrumo de material e de suporte técnico. Para além disso existem 2 câmaras de secagem de 65 e 95% de humidade. Na zona circundante que abrange a entrada do departamento DECivil existem 4 instalações sanitárias, estando operacionais apenas 3, sendo uma delas para pessoas com mobilidade reduzida (deficientes). O piso 1 é constituído por 4 salas de aula e um laboratório de informática com

uma área útil de 54 m², uma sala cedida à associação “Centro Habitat” e ainda 3 instalações sanitárias (masculina, feminina e de deficientes). O piso 2 é constituído por 19 gabinetes para os docentes, com uma área útil cada, de 12 m², duas salas de aula com 83 m² e uma com 80 m², uma sala de estudo, com 73 m², um laboratório de materiais de construção com 83 m² e um laboratório de geotecnia com 118 m², com 4 pias de laboratório. Existem ainda 3 salas com uma área útil de 83 m² dedicadas aos doutorandos e investigadores. Neste piso existem ainda cinco instalações sanitárias, sendo duas instalações sanitárias femininas, duas instalações masculinas e uma instalação sanitária para deficientes.

3.1.2. Caracterização dos dispositivos de utilização

No âmbito do presente trabalho foi realizado o levantamento dos dispositivos de utilização de água existentes no edifício, com o objetivo de se estudar os volumes de água e os caudais descarregados, bem como os respetivos tempos de utilização.

3.1.2.1. Lavatórios

Como todas as torneiras existentes nas instalações sanitárias estudadas (exceto as de deficientes) são temporizadas, utilizou-se o seguinte material para efetuar a medição dos caudais:

- copo graduado;
- cronómetro.

Colocou-se o copo graduado debaixo da torneira (Figura 16) e mediou-se o volume (ml) e o tempo (s) (Figura 17) que estava a debitar água.



Figura 16- Medição dos volumes nos lavatórios

Quando a torneira deixou de debitar água, terminou-se a contagem e obteve-se o tempo de descarga (Figura 16).

A partir da leitura do volume do copo graduado e do tempo, é possível saber o caudal, isto é, o volume debitado pela torneira por segundo. Este procedimento foi repetido 4 vezes para cada lavatório, de modo a minimizar os erros de medição.

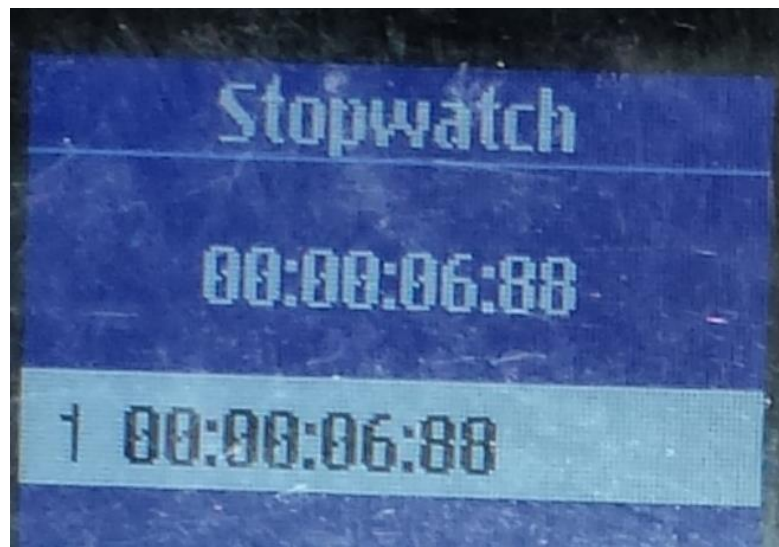


Figura 17- Cronómetro

3.1.2.2. Bacias de retrete

Este dispositivo é composto por um depósito (autoclismo) onde a água é armazenada e quando acionado descarrega a água para uma bacia. Dado ao seu funcionamento optou-se por medir os seguintes parâmetros:

- tempo de descarga do autoclismo: é o período de tempo que permite esvaziar o autoclismo, com a torneira de passagem de água desligada, para evitar a entrada de água no depósito;
- tempo de enchimento do autoclismo: é o período de tempo que este demora a atingir a cota máxima admissível;
- volume do autoclismo: capacidade de água que o depósito permite armazenar.

Tempo de enchimento

Começou-se por medir o tempo de enchimento com o auxílio do cronómetro, desde que se inicia o enchimento até o depósito estar cheio (Figura 18). Esperou-se que a água estabilizasse e marcou-se com uma caneta de acetato o seu nível, que corresponde à sua cota máxima com o objetivo de facilitar a posterior medição do volume (Figura 19).



Figura 18 - Início do enchimento



Figura 19 - Depósito cheio e respetiva marcação

Tempo de descarga

Efetuuou-se a descarga, mediu-se a sua duração com o cronómetro e esperou-se que a válvula de descarga fechasse, para finalizar o processo. Posteriormente, marcou-se com uma caneta de acetato a cota mínima, com a água estabilizada (Figura 20).

De referir que, durante este processo, a torneira que permite a entrada de água no depósito estava fechada.

Medição do volume

Para se medir o volume de água admissível pelo autoclismo optou-se por utilizar um copo graduado, onde se poderia medir mais facilmente o volume de água



Figura 20 - Marcação da cota mínima do autoclismo

Colocou-se a água no depósito até este atingir a cota máxima marcada com a caneta de acetato. Isto permite de uma forma expedita estimar a capacidade do depósito.



Figura 21 - Método de medição do volume da cisterna da bacia de retrete

3.1.2.3. Urinóis

Neste tipo de dispositivos as variáveis que se pretende obter são:

- tempo de descarga;
- volume de descarga.

O procedimento de medição destas variáveis já foi descrito anteriormente, para o caso da bacia de retrete. No entanto, devido à forma de funcionamento dos urinóis, a metodologia teve que ser adaptada.



Figura 22 - Tamponamento do urinol

Optou-se por tamponar a saída da bacia dos urinóis com isolamento XPS, envolvido com silicone, com o objetivo de o tornar estanque. Foi colocado no ralo da bacia dos urinóis à pressão de forma a ocupar toda a abertura para aumentar a sua estanquidade (Figura 22).

Após o tamponamento do ralo esperou-se cerca de 30 minutos para que o silicone secasse e estivesse em condições de tornar estanque toda aquela superfície. Ativou-se a descarga e, com o auxílio de um cronómetro, contou-se o tempo de descarga. Quando esta estava finalizada esperou-se que a água estabilizasse e marcou-se o seu nível, com o objetivo de ajudar a estimar o volume aproximado (Figura 23).

A água que se encontrava no urinol foi retirada com a ajuda de um recipiente. Quando, com o recipiente, não se conseguia retirar toda a água presente, recorreu-se a papel absorvente. O passo seguinte foi colocar água na bacia do urinol com o auxílio de um copo graduado, com o objetivo de medir o volume que este debitou anteriormente até atingir a marca feita com a água estabilizada (Figura 24). A finalidade desta ação é saber-se o volume de água medida no copo graduado, colocá-la até atingir a marca estabelecida anteriormente e assim, pela diferença de volumes (volume medido no copo graduado e volume que restou no copo graduado, depois de encher o urinol), saber-se o volume que foi colocado no urinol, de acordo com a metodologia descrita no ponto 3.1.2.2. Este processo foi repetido 4 vezes, de modo a encontra-se um valor médio para o caudal debitado por este dispositivo.



Figura 23 - Marcação do nível da água



Figura 24 - Colocação de água na bacia do urinol

3.1.2.4. Torneiras de laboratório

As torneiras de laboratório são não temporizadas. Visto que o caudal debitado depende daquilo que o utilizador necessita, pediu-se a dois funcionários do laboratório e a dois estudantes que simulassem a abertura da torneira (Figura 25).



Figura 25 - Medição do caudal de água debitado pelas torneiras de laboratório

Para medição do caudal médio de água debitado em cada utilização usou-se um copo graduado com capacidade de 1000 ml. A contagem do tempo de utilização era o intervalo entre o início do débito da torneira até este estar cheio. Este processo fez-se uma vez por cada utilizador e foi contabilizado o seu tempo de enchimento com o auxílio do cronómetro.

3.1.2.5. Torneiras de pias de cozinha

A metodologia utilizada para a medição do caudal é idêntica à metodologia utilizada para o caso das torneiras de laboratório. No entanto, devido ao caudal debitado ser elevado, optou-se por utilizar um balde com capacidade de 5 l e pediu-se aos mesmos utilizadores que simulassem a abertura da torneira.



Figura 26 - Medição do caudal de água debitado pelas torneiras das pias de cozinha
(laboratório)

Após se atingir a capacidade máxima do balde, parava-se o processo e anotava-se o respetivo tempo de enchimento, com o auxílio de um cronómetro.

3.1.2.6. Torneiras “bugatti”/ “verhal”

A metodologia utilizada para a medição do caudal é idêntica à anteriormente explicada, no entanto, devido ao caudal debitado ser elevado, optou-se por utilizar um balde com dimensões desconhecidas, mas capacidade superior a 5 l e uma mangueira para evitar o desperdício de água (Figura 27). Pediu-se aos mesmos utilizadores que simulassem a abertura da torneira para se ter uma ideia do caudal debitado.



Figura 27 - Medição do caudal de água debitado pelas torneiras "verhal"/"bugatti"
(laboratório)

Após se atingir a capacidade máxima do balde, parava-se o processo e anotava-se o respetivo tempo de enchimento, com o auxílio do cronómetro. Neste caso, no final de cada teste, a quantidade de água era medida por partes em copos graduados com dimensões conhecidas para se saber a leitura do volume.

3.1.2.7. Chuveiro

Por se saber quem era o único utilizador do chuveiro, neste caso, optou-se por se chamar o utilizador para se realizar o teste ao dispositivo. Neste caso, repetiu-se o teste quatro vezes com o mesmo utilizador com a abertura da torneira que este normalmente usa (Figura 28).



Figura 28 - Chuveiro

O recipiente utilizado foi um balde com capacidade de 5 l. O teste estava terminado quando o balde atingisse a sua capacidade máxima. Todo este processo era cronometrado de modo a saber-se o tempo de enchimento.

3.1.2.8. Fluxómetros

Este dispositivo encontra-se colocado nas instalações sanitárias para os deficientes (Figura 29). Como se trata de um dispositivo de difícil medição, dada a forma como trabalha, pensou-se em recorrer à compilação técnica fornecida pelos serviços. No entanto, como o dispositivo apresentado na compilação técnica não condizia com o realmente aplicado, optou-se por considerar o caudal de 1,50 l/s, tabelado para fluxómetros de bacias de retrete (Silva-Afonso, 2007).



Figura 29 - Fluxómetro

3.1.2.9. Torneiras de lavatório (instalações sanitárias – deficientes)

Como as torneiras de lavatório das instalações sanitárias dos deficientes também não são temporizadas, pediu-se a quatro estudantes que simulassem a lavagem das mãos. Cronometrou-se o tempo de lavagem das mãos de cada utilizador.



Figura 30 - Torneira do lavatório (Instalação sanitária - deficientes)

No final de cada teste, colocava-se um recipiente para armazenar a água e deixava-se a torneira, com a mesma abertura, de modo a determinar-se o volume de água descarregado durante a lavagem.

3.2. Estrutura do estudo

Com o intuito de caracterizar os consumos de água no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro (DECivil) estabeleceram-se uma série de metodologias que consistiram em conhecer todos os usos dados à água no interior do edifício, com o objetivo de os tornar mais eficientes. Devido à complexidade do estudo e às diversas atividades inerentes durante a preparação das monitorizações e no seu decorrer, decidiu-se estabelecer as seguintes atividades:

- medir os caudais dos dispositivos sanitários existentes no DECivil, de modo a saber-se o volume que debitam e o tempo de descarga, com o objetivo de obter caudais médios;
- com auxílio dos registos da telecontagem, estudar os consumos de água no DECivil referentes ao ano de 2013, correspondentes ao período de exames dos 1º e 2º semestres do ano letivo 2012/2013 e ao período de aulas do 2º semestre do mesmo ano letivo e ao 1º semestre do ano letivo 2013/2014;
- realizar monitorização às instalações sanitárias mais frequentadas (dos pisos 1 e 2) e colocar inquéritos em todos os pontos de água dos laboratórios (pisos 0 e 2), bem como nas instalações sanitárias do piso 0.

3.3. Estudo dos consumos de água obtidos por telecontagem

3.3.1. O sistema de telecontagem

A telecontagem é um sistema que permite obter a leitura do contador de forma eletrónica e assim diminuir o erro de leitura. A periodicidade desta leitura pode ser definida no sistema pelo seu gestor, nomeadamente na configuração do contador e da antena transmissora, o qual lhe envia “pulsos”. No presente caso, 10 “pulsos” equivalem a 1 m³ de água.



Figura 31 - Antena transmissora

Esta leitura é enviada para um “data-logger” por radiofrequência. Este aparelho permite receber os dados enviados pelas antenas transmissoras e procede à sua compilação, ou seja, faz o tratamento de dados. A receção dos dados pode ser feita de forma direta ou indireta. O que difere entre estas duas formas de enviar a informação é o facto de, na forma indireta, existir uma antena retransmissora. Esta permite assegurar que não há perda de informação, enquanto na forma direta a antena transmissora (Figura 31), que está junto do contador, envia a informação diretamente para o “data-logger”. A existência de uma antena retransmissora dá-se no caso de o “data-logger” estar longe da antena transmissora, ou devido à existência de barreiras, como por exemplo, as paredes do edifício, que dificultam a receção das ondas de radiofrequência por parte do “data-logger”. Este tipo de antenas retransmissoras apenas faz a replicação do sinal.

Na Figura 32 pode-se observar um esquema simplificado da forma de funcionamento do sistema de telecontagem.



Figura 32 - Esquema exemplificativo do sistema de telecontagem (Tecnilab,2014)

O facto de existirem antenas retransmissoras serve para garantir uma maior fiabilidade do sistema. De referir que não há a possibilidade de ocorrer uma sobreposição de dados, visto

que o “data-logger” identifica as antenas transmissoras por número (ID), o que permite seleccionar os dados de uma só, em caso de repetição. Caso receba informação de duas ou mais antenas, este terá sempre em conta os dados que lhe são enviados diretamente. Se ocorrer algum erro, este recorre aos dados da antena retransmissora se existir. No “data-logger” (Figura 33) procede-se assim ao processamento dos dados para além de outras informações relevantes, nomeadamente a percentagem de carga da bateria da antena transmissora, o ID como foi referido anteriormente e ainda um número interno.



Figura 33 - "Data-logger" recetor de dados

Após ocorrer o processamento, o “data-logger” envia a informação das contagens através de cabos de rede para o software disponibilizado pela empresa instaladora, onde é possível obter as medições no período horário indicado pelo utilizador.

Como se trata de um sistema que integra transmissão de dados por radiofrequência e por via de cabos de rede é necessário sincronizar todo esse sistema, verificando-se os dados enviados do contador para a antena, para que não haja grande discrepância horária entre eles. Este é um processo que se designa por calibração e permite assim aferir que os dados enviados são os mais próximos da realidade.

De referir que antes do início das leituras realizadas durante o período de monitorização se fez um ajuste entre o contador e a antena que está junto deste, para evitar potenciais erros de análise dos consumos, que se dão sobretudo por acumulação do desfasamento horário no envio de dados.

3.3.2. *Análise dos consumos de água*

3.3.2.1. Critérios de análise

O presente subcapítulo vai-se centrar nas análises diárias e horárias dos consumos realizados durante o ano de 2013.

De referir que, relativamente ao ano de 2013, houve algumas falhas na transmissão de dados, pelo que existem intervalos de tempo onde não foram registados os dados por anomalia do sistema.

Relativamente à separação do estudo por épocas (de exames, de aulas, etc.), decidiu-se não considerar os feriados municipal e nacionais em nenhum dos períodos considerados, por serem dias que não revelam um consumo de água representativo do considerado normal para o departamento. Para além disso, também não foram considerados os dias em que se verificou um consumo anormal, isto é, um consumo horário com volume igual ou superior a 1 m³ ou consumos considerados anormais face à hora a que foram registados.

3.3.2.2. Análise horária

A análise horária, como o próprio nome indica, tem como objetivo estudar todos os dias de cada período por dia da semana. Para cada hora o objetivo é obter os valores médios, máximos e mínimos de consumo. Aqueles valores que não foram registados não são considerados para efeitos de cálculo devido ao seu desconhecimento, sendo apenas assinalada na respetiva célula a sua inexistência.

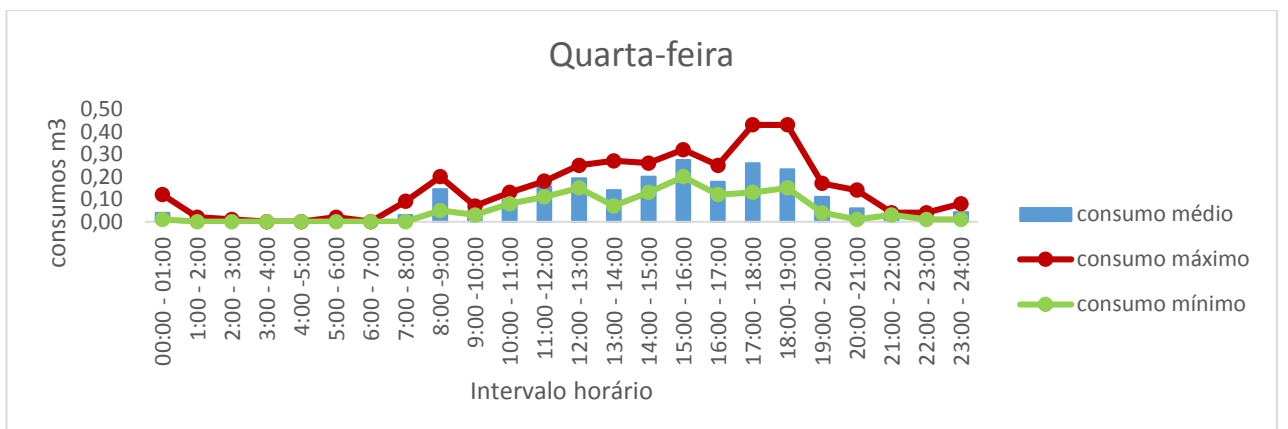
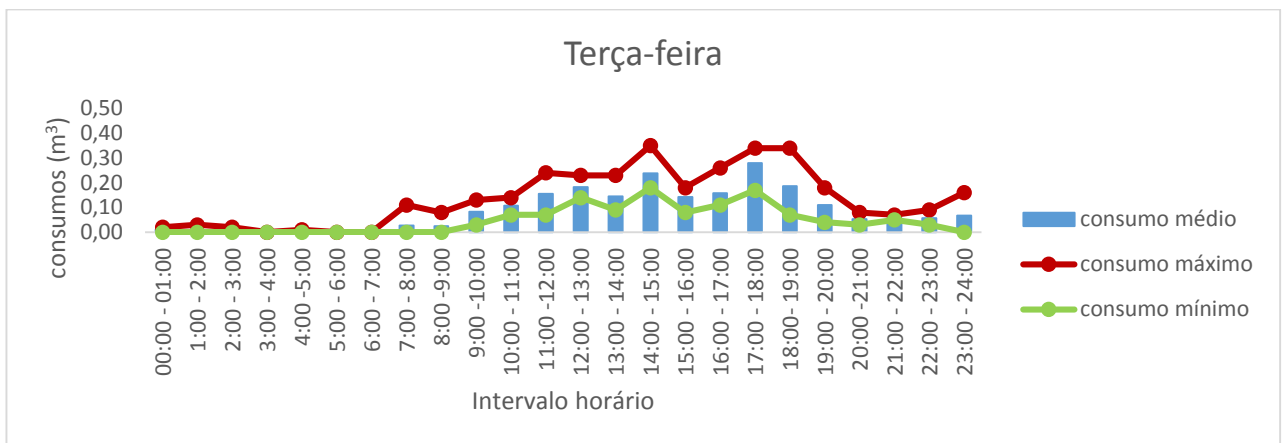
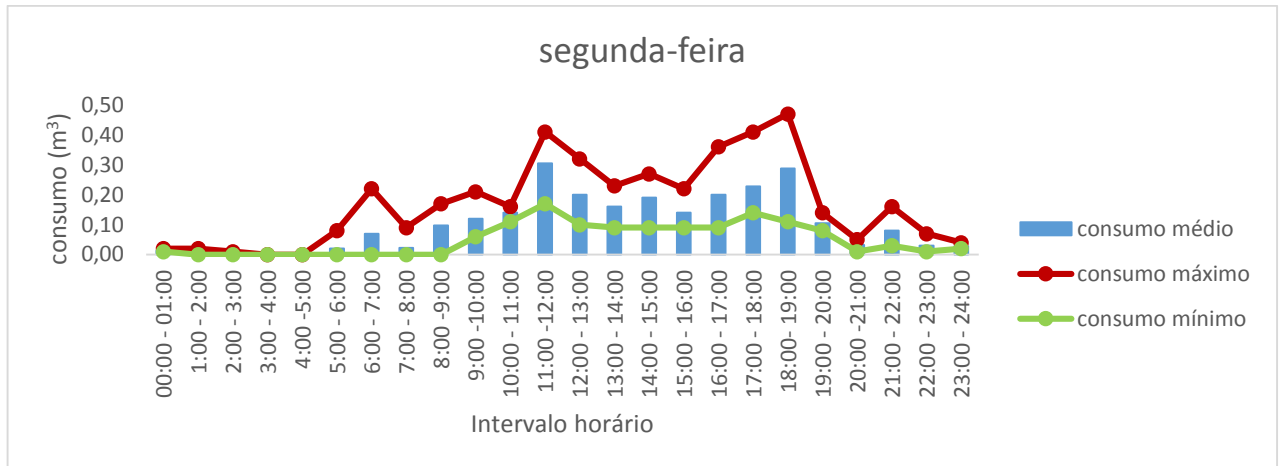
3.3.2.3. Análise diária

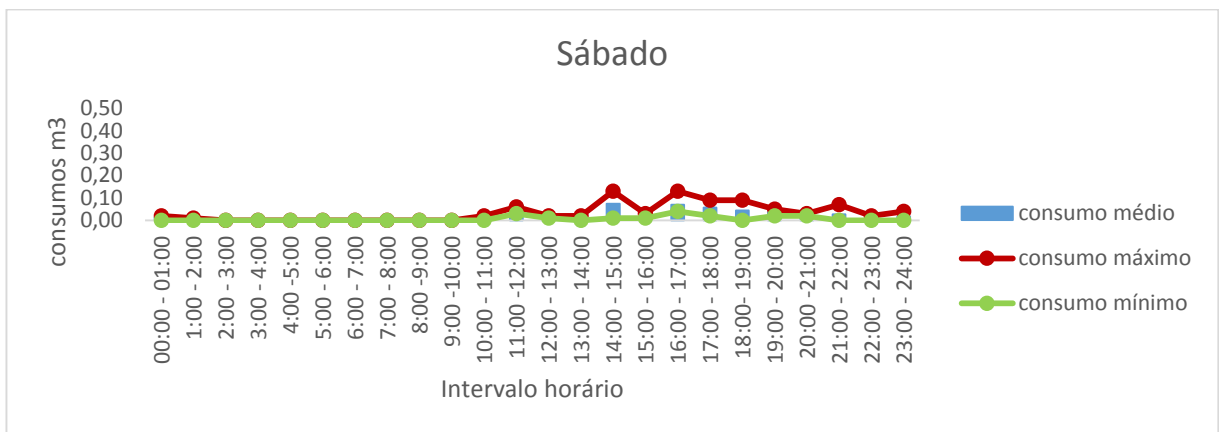
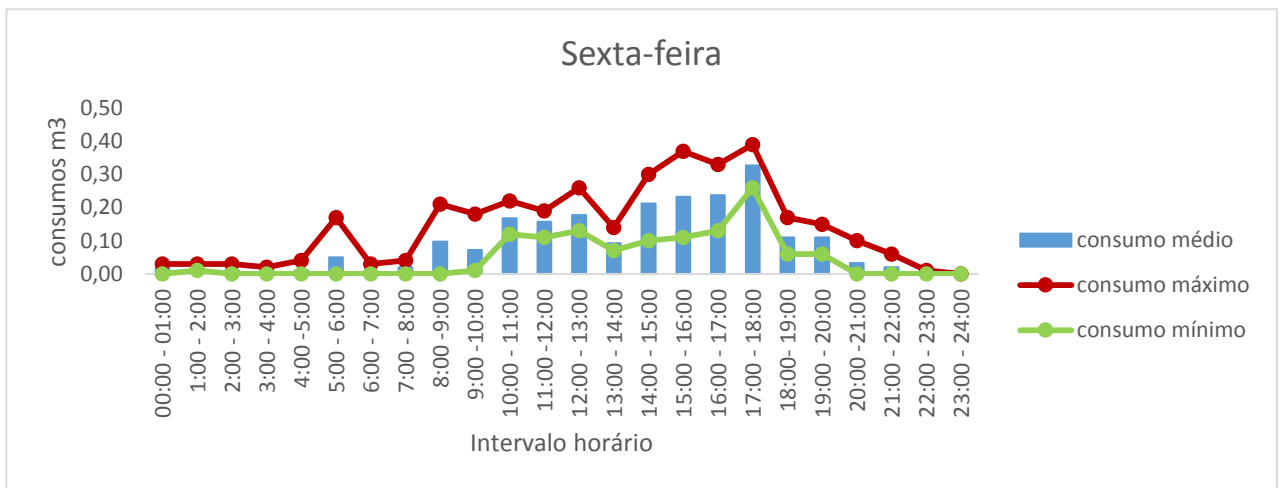
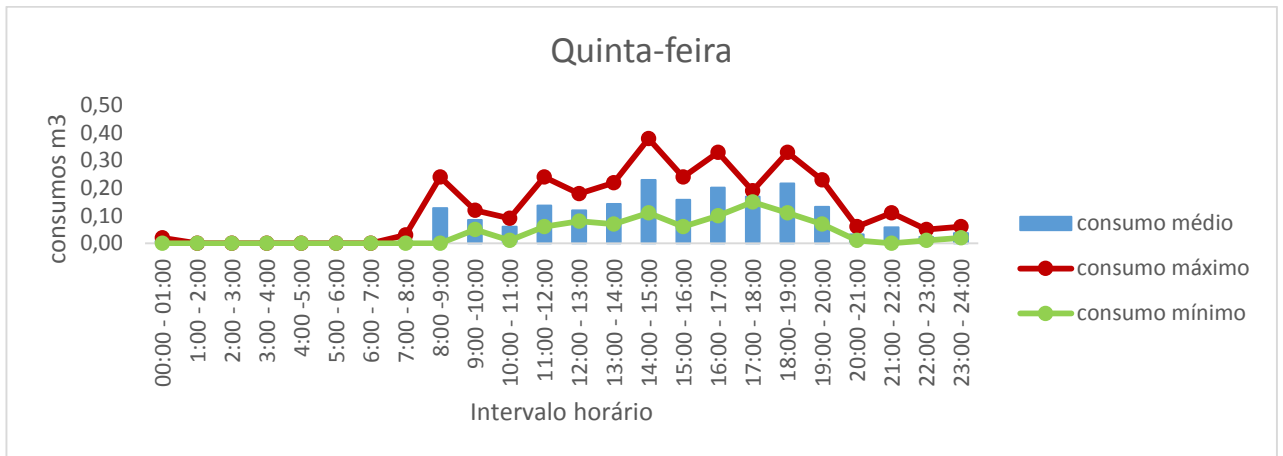
No caso da análise diária, a organização dos dias é feita da mesma forma da análise horária. Neste caso, são considerados todos os consumos para a análise diária, para calcular os valores médios, máximos e mínimos do dia. Quando existiam valores que não foram registados, esse dia poderia não ser considerado. No entanto, é possível saber o consumo do dia a partir da diferença entre as leituras das 00:00 e das 24:00 horas. Só desta forma é possível contornar essa falha do sistema. Caso não fosse possível obter o volume diário de consumo esse dia não era contabilizado.

3.3.3. Consumos na época de exames do 1º semestre de 2012/2013

A época de exames é peculiar, quer pela ocupação do edifício, quer pelos seus consumos. Normalmente o número de pessoas no edifício é bastante inferior, embora as

instalações estejam abertas à comunidade académica. Pela Figura 34 é possível analisar os consumos máximos, médios e mínimos correspondentes a cada dia da semana.





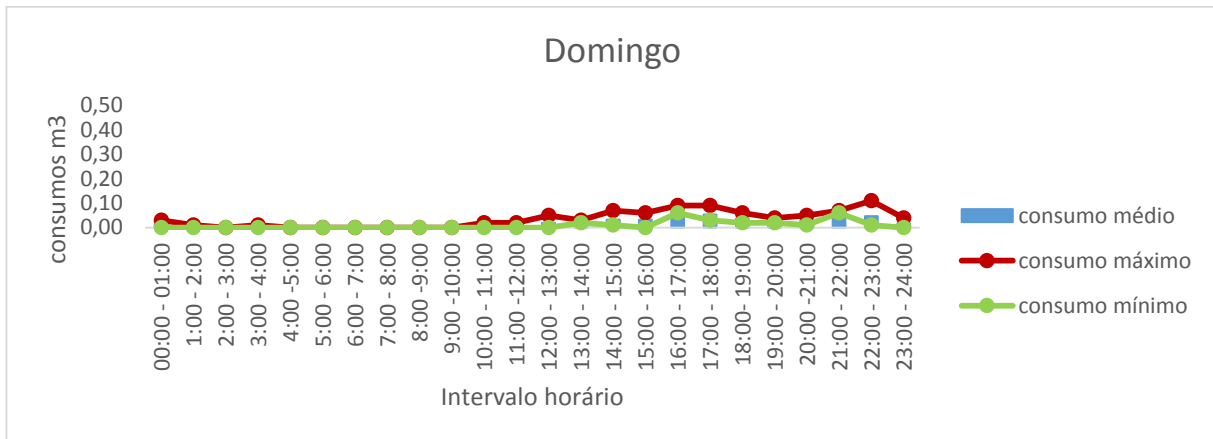


Figura 34 - Consumos referentes à época de exames do 1º semestre (2012/2013)

Verifica-se que nos fins-de-semana os consumos são bastante mais baixos, uma vez que o acesso ao edifício fica restrito a pessoas autorizadas, enquanto nos restantes dias (segunda a sexta-feira) o edifício está aberto a toda a comunidade académica, sendo que, entre as 20:00 e as 8:00 horas, este acesso fica restrito a pessoas autorizadas.

Pode-se, ainda, afirmar que os consumos são muito próximos de 0 m³ entre os períodos horários 00:00-1:00 e as 6:00-7:00. Este facto explica-se porque o edifício está fechado e o número de pessoas a existir é muito reduzido. No entanto, dentro do período das 20:00 às 8:00 horas verifica-se um consumo mais elevado entre os períodos 21:00-22:00 e 23:00-24:00 do que nas restantes horas em que o edifício se encontra encerrado, o que leva a crer que ocorre o uso das instalações sanitárias antes dos utilizadores se ausentarem do edifício, já que estes períodos horários correspondem à hora de saída normal dos utilizadores do edifício que aí permanecem depois do seu encerramento. A partir do período das 6:00-7:00 horas o consumo aumenta, sobretudo devido à atuação das equipas de limpeza. Nos períodos seguintes os consumos estudados aumentam genericamente, o que se compreende, visto que o edifício está aberto ao público. Este consumo atinge o seu valor máximo em todas as variáveis estudadas, entre os períodos 17:00-18:00 e 18:00-19:00 horas, o que também corresponde normalmente ao período de limpeza na segunda-feira. O período em que é feita a limpeza é bastante importante, no entanto, esse pode variar consoante as escalas de serviço mais para o início do dia ou para o final do dia consoante for organizado o trabalho. A partir das 20:00 horas os consumos reduzem-se, pois o edifício encerra.

Ao longo do dia existem algumas variações, destas podem-se dar dois exemplos. Nos períodos horários 11:00-12:00 e 14:00-15:00 regista-se um aumento dos consumos médios, que

pode ser explicado por ser usualmente o horário de pausa e regresso ao trabalho. Os consumos existentes estão intimamente ligados à rotina dos utilizadores, pois o facto de utilizarem uma instalação sanitária ou executarem ensaios no laboratório faz variar os consumos a estudar.

Relativamente, aos fins-de-semana verifica-se que os consumos se reduzem para valores mínimos. No sábado, os consumos máximos podem atingir valores entre os $0,10 \text{ m}^3$ e $0,12 \text{ m}^3$ onde se verifica uma enorme variação dos consumos, o que revela utilizações esporádicas de instalações sanitárias, visto que estes são bastante baixos e provavelmente não se tratam de consumos devido a ensaios laboratoriais.

Após a análise a Figura 35, verifica-se que os consumos médios de segunda-feira a sexta-feira variam entre 2 e $2,5 \text{ m}^3$, o que revela a quase uniformidade dos consumos, exceto à quinta-feira, em que o consumo médio diário se reduz para um valor entre 1,5 e 2 m^3 . Quanto à variação dos consumos máximos estes variam entre 2 e 3 m^3 acompanhando as variações já existentes nos consumos médios. O mesmo acontece com os consumos mínimos em que os valores variam entre 1 a $2,5 \text{ m}^3$. Isto explica o facto dos consumos médios poderem ser maiores ou menores. Onde a discrepância entre consumos máximos e mínimos é maior é na quinta-feira o que explica o seu consumo médio ser o menor desse intervalo de dias. Estes consumos revelam uma variabilidade das atividades que se dão no edifício, nos dias considerados. No entanto, não existe uma enorme discrepância entre estes valores, o que corrobora a uniformidade destas atividades.

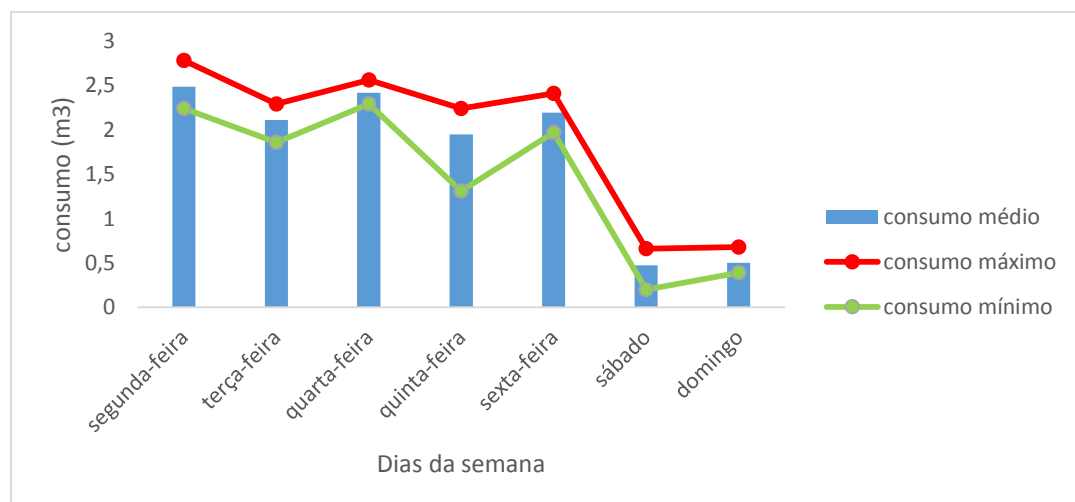


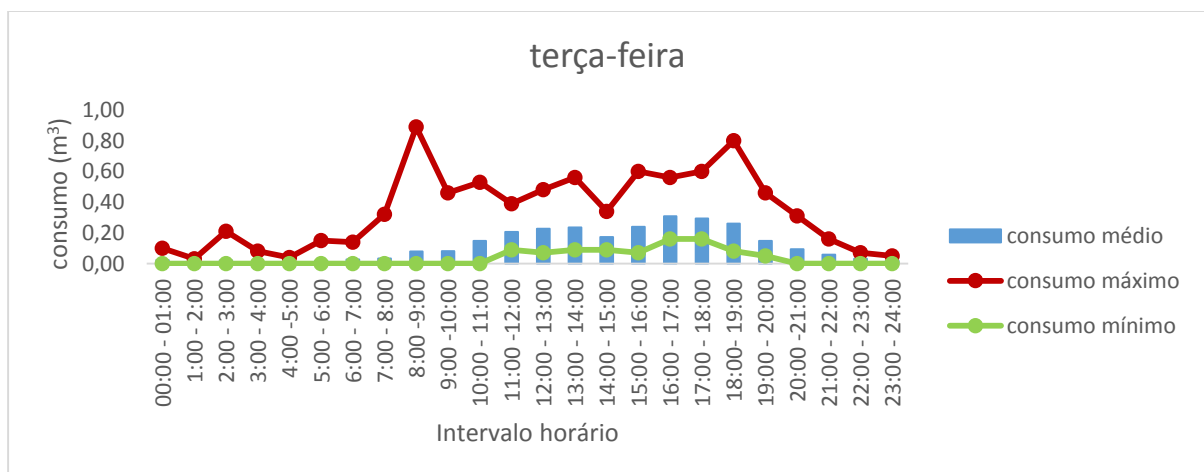
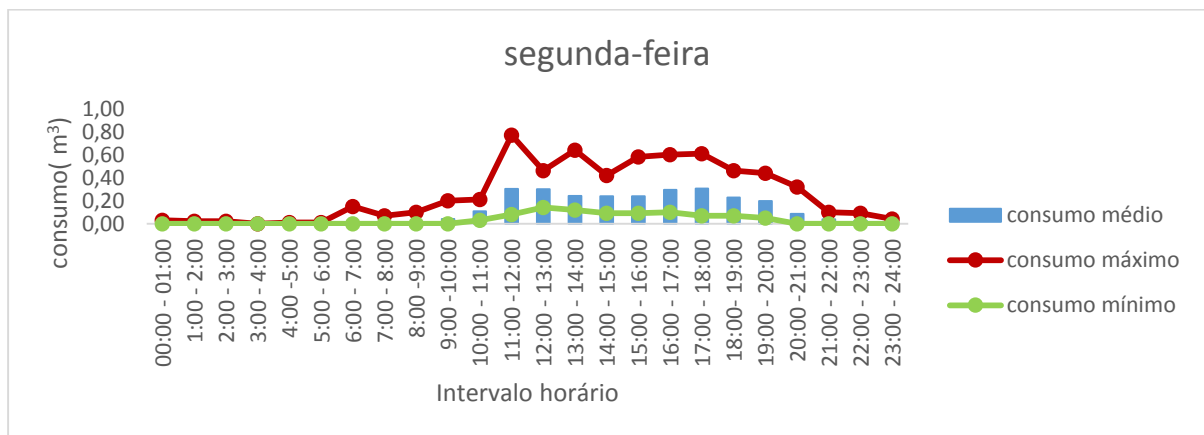
Figura 35 - Consumos diários referente à época de exames do 1º semestre 2012/2013

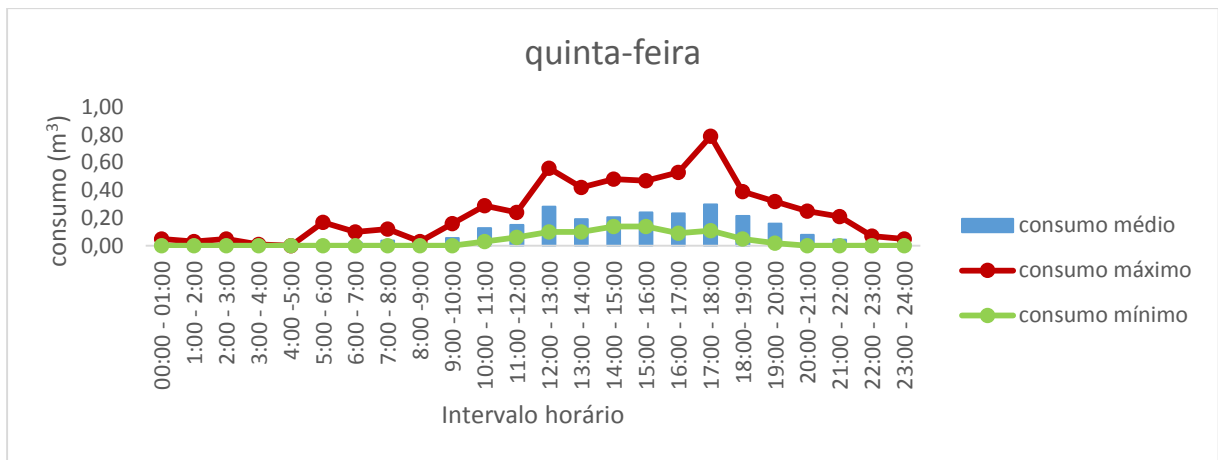
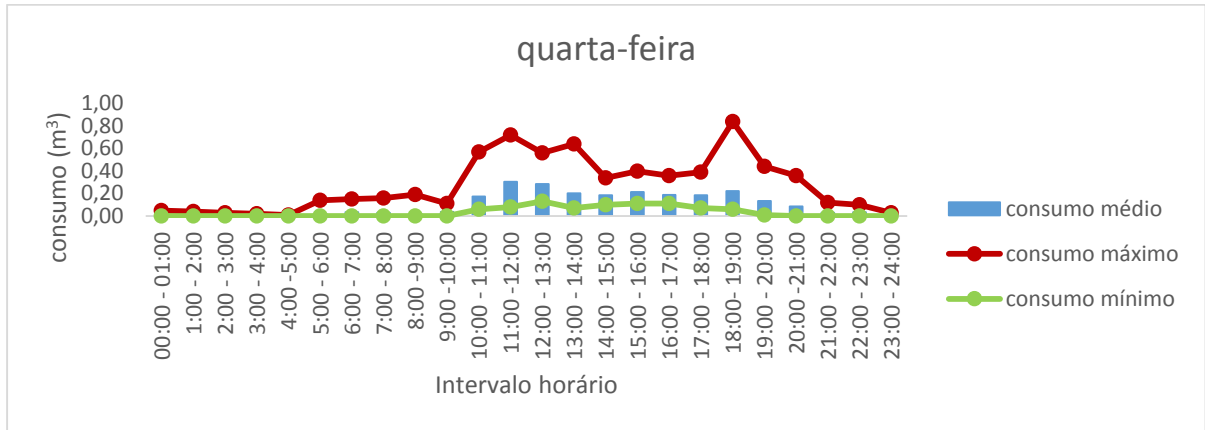
Como seria de prever, ao sábado e ao domingo os consumos médios diários reduzem-se para valores entre 0 e $0,5 \text{ m}^3$, o que revela que os consumos são residuais. Quanto aos consumos

máximos e mínimos estes acompanham os consumos médios no seu desenvolvimento. No entanto entre o sábado e domingo, o consumo mínimo tem um crescimento mais acentuado que o consumo máximo o que faz com o consumo médio diário atinja os $0,5 \text{ m}^3$. Estes consumos, como atrás foi referido, denotam bastante uniformidade, o que indicia que estes usos se devem cingir às instalações sanitárias.

3.3.4. Consumos na época de aulas do 2º semestre 2012/2013

No período de aulas o edifício é bastante solicitado pelos alunos, uma das funções para o qual foi concebido. Para além disso existem 3 laboratórios, onde os consumos de água não são constantes, visto que o uso da água é específico para algumas atividades, por exemplo, fabrico de argamassas e betão ou lavagens. Como tal torna-se necessário perceber o seu real impacto no consumo de água no edifício, bem como ver as diferenças existentes.





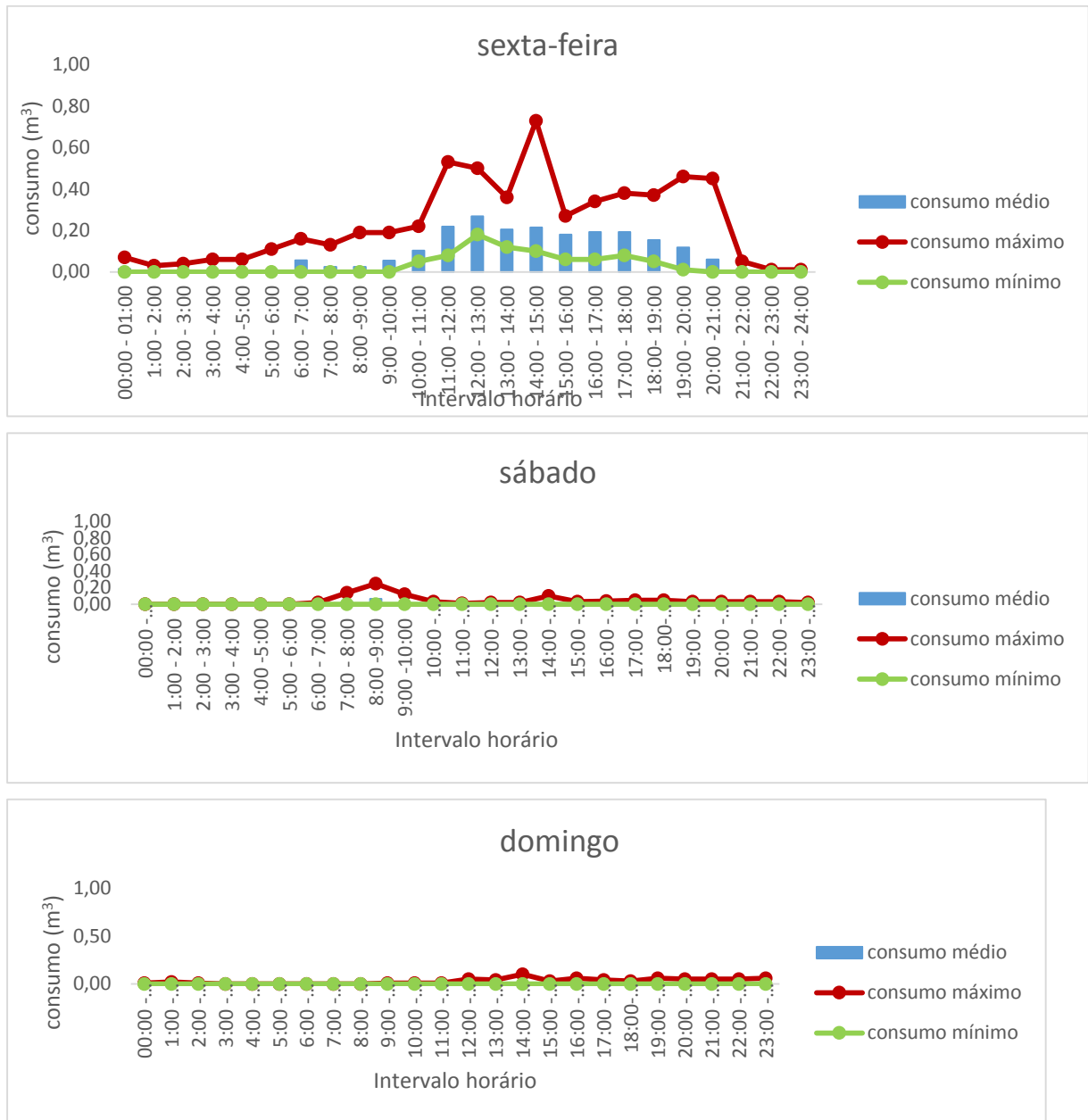


Figura 36 - Consumos máximos, médios e mínimos (época de aulas 2º semestre 2012/2013)

Analisando-se os consumos da Figura 36, verifica-se uma maior dispersão dos consumos máximos e mínimos, o que se reflete nos consumos médios. À partida indica uma grande variabilidade de consumos e por outro lado, verifica-se o aumento do consumo para valores máximos, em que, em alguns casos ultrapassou os $0,80 \text{ m}^3$. Com o início das aulas o número de utilizadores aumenta e ocorrem mais ensaios no laboratório, o que pode acentuar as diferenças nos diversos tipos de consumos estudados. Para além disso, o número de dias

estudados aumentou, visto que este período compreende os dias entre 13 de fevereiro e 7 junho, ou seja, justifica que haja para o mesmo dia da semana uma grande variabilidade de consumos. Analisando-se os consumos médios, verifica-se que estes variam entre 0 e 0,02 m³ entre os períodos horários 00:00-1:00 e 4:00-5:00 o que revela que ocorrem consumos residuais. A partir do último período descrito o consumo médio aumenta com a abertura do edifício até ao período 11:00-12:00 de segunda-feira a quinta-feira, para valores que podem variar entre 0,14 e 0,29 m³. À terça-feira o consumo é similar com a quinta e sexta-feira. Nos restantes dias (terça, quinta e sexta-feira) o consumo médio aumenta até ao período 12:00-13:00 para 0,27 m³, 0,28 m³ e 0,26 m³ respetivamente, o que indica uma certa proximidade dos consumos médios.

Nos períodos seguintes verifica-se um decréscimo do consumo médio, devido ao período de almoço por um lado, e por outro é o período de entrada ao trabalho. Ou seja, os consumos devem-se dar antes ou depois deste período. Por exemplo à segunda e terça-feira os consumos médios atingem um máximo no período 16:00-17:00, o qual corresponde ao período de saída das aulas, o que em alguns casos se pode prolongar até ao período 17:00- 18:00, como é o caso de segunda-feira onde este atinge o consumo médio de 0,30 m³. Nos períodos seguintes verifica-se a redução dos consumos médios, visto que as aulas costumam terminar durante esse período. Contudo, nos restantes períodos os consumos reduzem-se para níveis residuais, em que por exemplo, sexta-feira atinge o consumo mínimo de 0 m³ nos períodos 22:00-23:00 e 23:00-24:00, o que é compreensível visto tratar-se de véspera de fim-de-semana. No entanto existe uma exceção, à segunda-feira onde se verifica um aumento ligeiro do consumo de 0,03 m³ para 0,04 m³, entre os períodos 22:00-23:00 e 23:00-24:00 devido à presença de utilizadores no edifício.

No fim-de-semana os consumos têm uma redução significativa, visto que, os valores médios de consumo encontram-se entre os 0 e 0,07 m³. No entanto existem alguns consumos máximos que devem ser salientados, nomeadamente, nos períodos horários 8:00-9:00 e 14:00-15:00 onde os consumos atingem os 0,25 m³ e os 0,10 m³, respetivamente, enquanto no domingo existe mais oscilações nos consumos máximos, sendo o consumo máximo do dia correspondente ao período 14:00-15:00 onde o consumo máximo atinge os 0,10 m³. Isto indica que se trata de consumos residuais, possivelmente relacionado com o uso de instalações sanitárias.

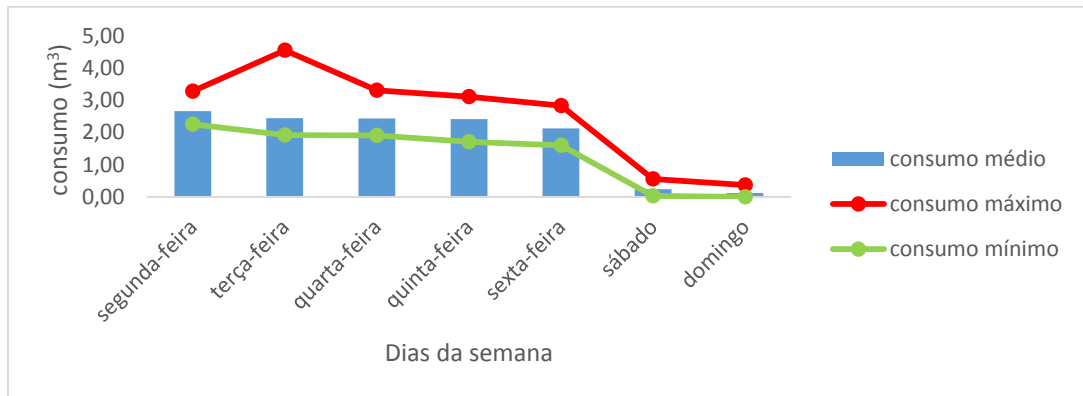
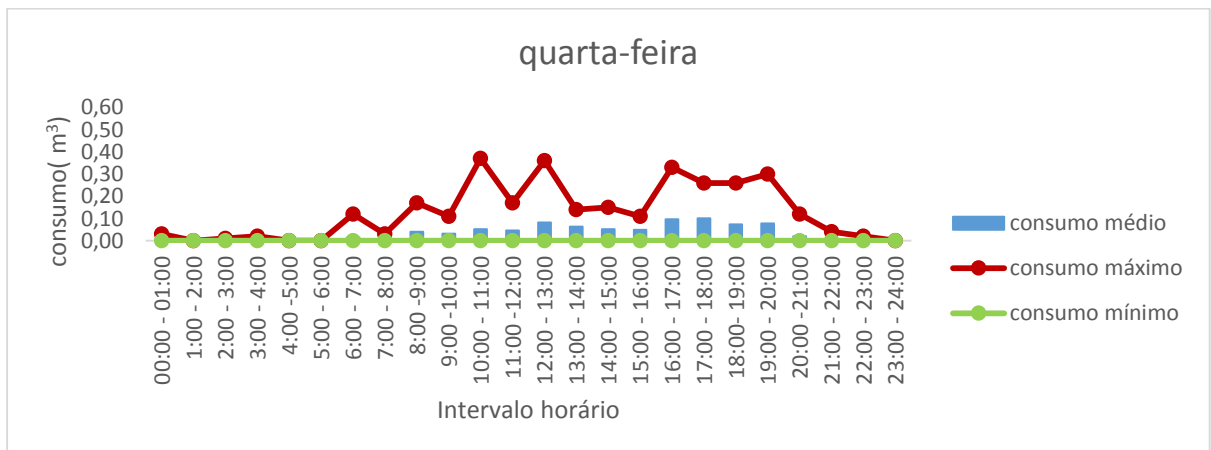
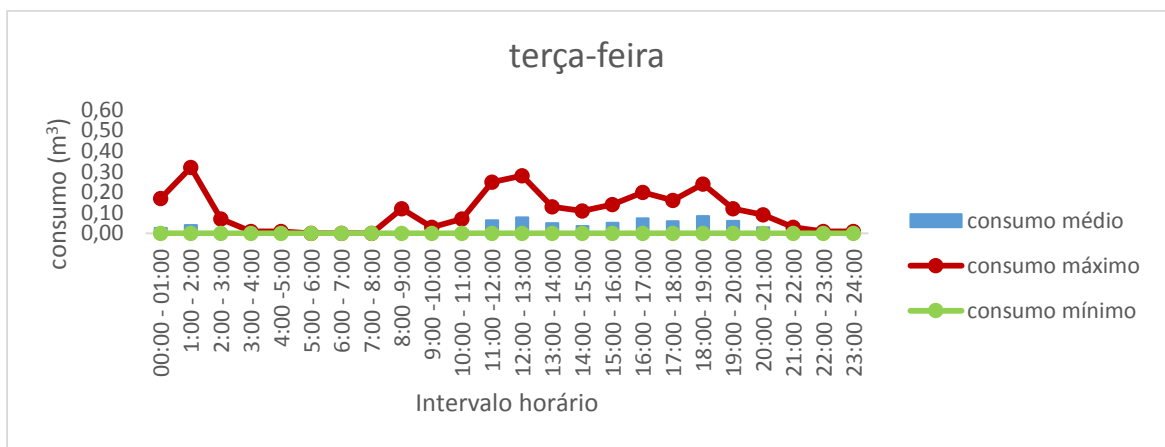
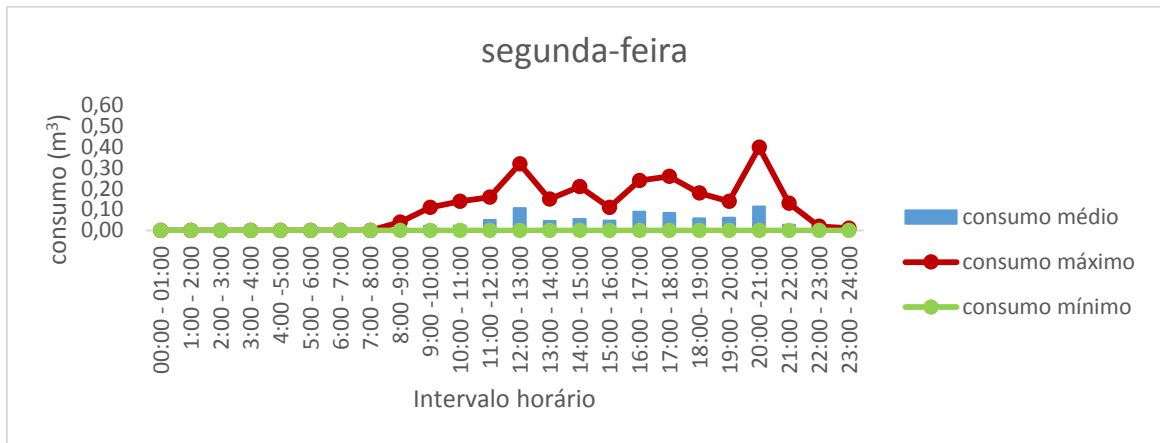


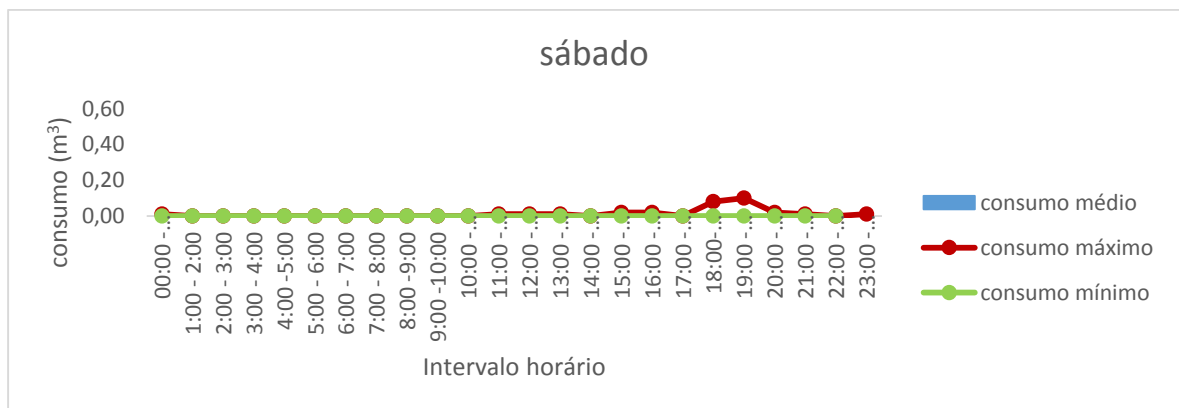
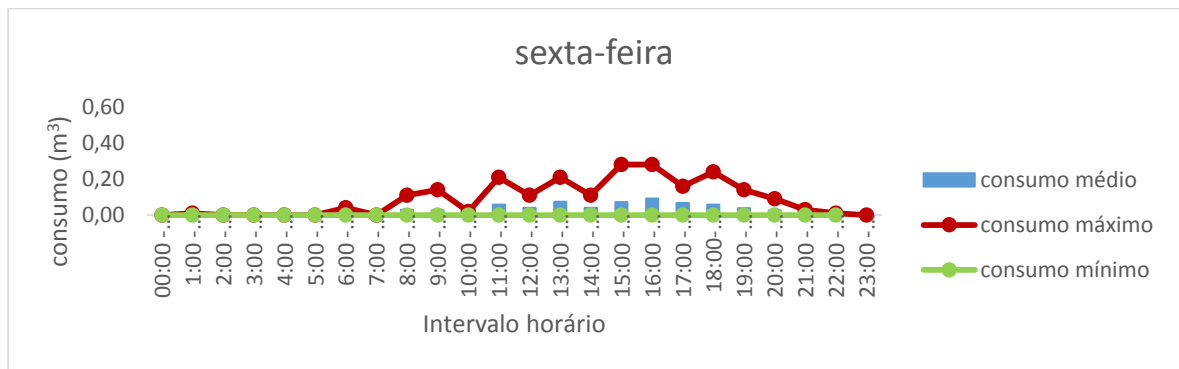
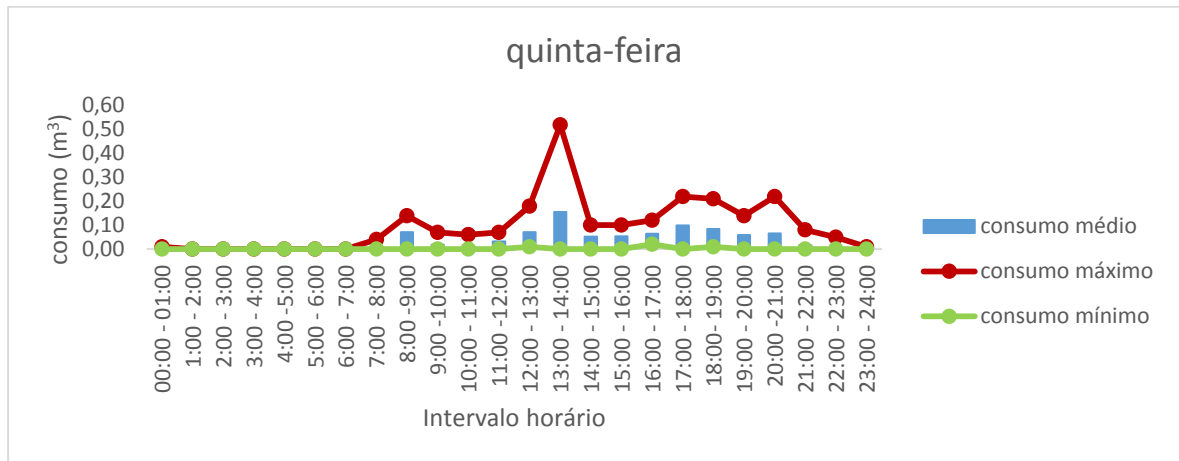
Figura 37 - Consumos máximos, médios e mínimos diários
(época de aulas 2º semestre 2012/2013)

Comparando-se os consumos máximos, médios e mínimos, da Figura 37 verifica-se que os consumos máximos têm alguma discrepância relativamente ao consumo médio, face aos consumos mínimos. Verifica-se, ainda, que os consumos médios são bastante próximos uns dos outros nos dias uteis. Como foi atrás referido, o número de dias da amostra é grande, o que faz com que haja um grande número de valores a analisar e uma certa dispersão dos valores máximos e mínimos e uniformidade dos valores médios.

Analisando-se os consumos médios verifica-se que estes variam entre os 2,90 m³ e 2,13 m³, entre segunda-feira e sexta-feira. A redução dos consumos à sexta-feira compreende-se, visto que é o dia em que menos alunos têm aulas e é véspera de fim-de-semana, pelo que o número de utilizadores é mais reduzido do que nos restantes dias da semana. Aos fins-de-semana os consumos médios têm uma redução acentuada para 0,24 m³ no sábado e 0,12 m³ no domingo o que indica que os consumos são residuais devido ao reduzido número de utilizadores.

3.3.5. Consumos na época de férias do 2º semestre 2012/2013





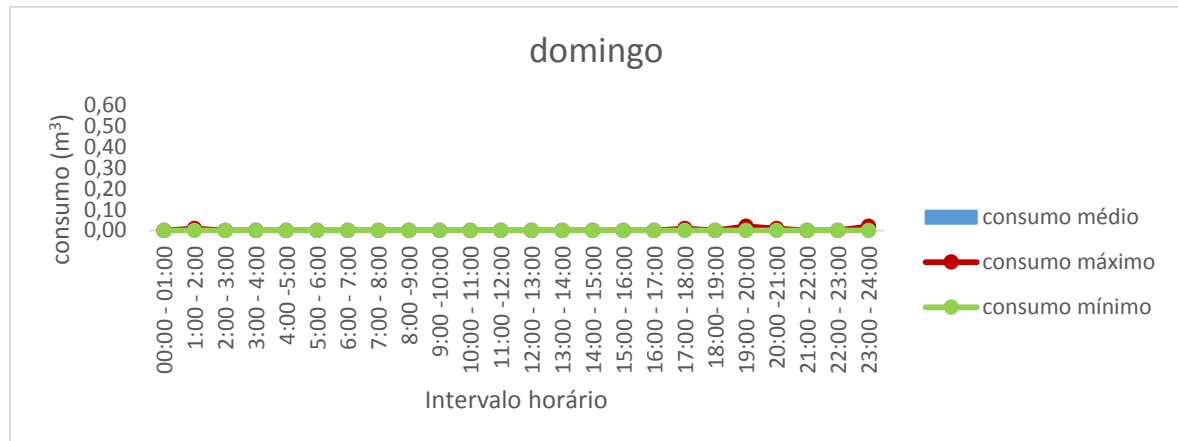


Figura 38 - Variação dos consumos máximos, médios e mínimos
(época de férias do 2º semestre 2012/2013)

Como no período de férias não ocorrem quaisquer tipos de aulas neste edifício os consumos são muito reduzidos. O consumo cinge-se aos funcionários, docentes e demais investigadores que se encontram no edifício em trabalho. Para corroborar essa ideia pode-se observar que os consumos médios são bastante baixos atingindo no máximo $0,16 \text{ m}^3$ no período horário 13:00-14:00 na quinta-feira (Figura 38). Como os consumos são bastante baixos verifica-se uma grande variação, sobretudo nos consumos máximos em que são constantes as oscilações. Pelas horas a que se dão, pode-se concluir que são horas de entrada e saída de utilizadores no edifício, em que os utilizadores aproveitam para utilizar as instalações sanitárias. Por exemplo à segunda-feira e terça-feira verifica-se que é no período 12:00-13:00 em que existe um máximo de consumo. Por outro lado, observa-se que é no período 13:00-14:00 de quinta-feira que se verifica um consumo bastante elevado. Pressupõe-se assim, que tenha havido alguma atividade no laboratório associada aos consumos já existentes, visto que, $0,52 \text{ m}^3$ no período de uma hora é bastante elevado comparativamente com os restantes dias da semana. Os consumos médios começam-se a revelar mais expressivos a partir do período 8:00-9:00, que corresponde ao intervalo horário de entrada ao serviço dos funcionários. O facto de estes serem bastante baixos, entre 0 m^3 e $0,07 \text{ m}^3$, pode levar a concluir que se devem à utilização de instalações sanitárias. Ao longo do dia os consumos aumentam genericamente, havendo grandes oscilações. Em grande parte dos dias estudados, verifica-se uma redução do consumo médio a partir do período 17:00-18:00, pois coincide com o final do horário de trabalho dos funcionários. Existem exceções, nomeadamente o período 20:00-21:00 de

segunda-feira em que se dá o aumento do consumo para $0,12 \text{ m}^3$, que duplica face ao consumo médio do período anterior, que é $0,06 \text{ m}^3$.

Ao fim-de-semana os consumos ainda decrescem mais, o que era de prever, sendo muitas vezes os consumos máximos nulos (0 m^3), havendo esporádicas oscilações em que os consumos atingem no máximo $0,10 \text{ m}^3$, o que indica que os consumos serão mínimos.

Observando-se os consumos máximos, médios e mínimos (Figura 39) verifica-se que estes são muito díspares e que o consumo médio é bastante baixo face aos períodos anteriormente estudados.

Verifica-se um aumento dos consumos máximos de $1,51$ para $1,87 \text{ m}^3$, de segunda a quarta-feira, reduzindo-se nos dias seguintes e atingindo o valor mínimo no domingo, com $0,03 \text{ m}^3$. Isto revela que ocorreram dias em que o consumo foi bastante elevado e outros dias em que este foi mais reduzido. Para se ter uma noção, pode-se considerar uma quarta-feira em que o consumo máximo registado em todos os dias foi de $1,87 \text{ m}^3$ e o mais baixo foi de $0,03 \text{ m}^3$, como é possível averiguar da Figura 39.

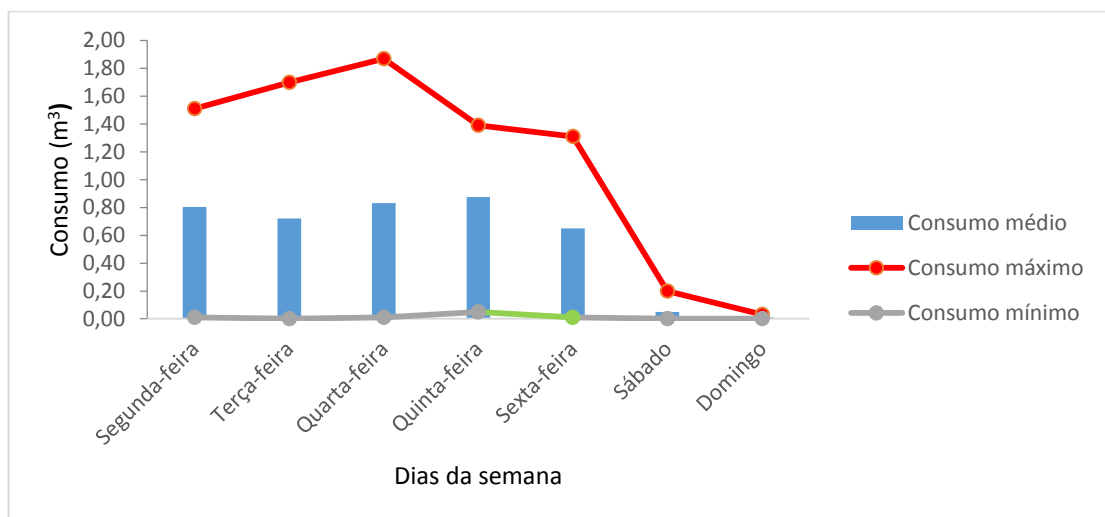
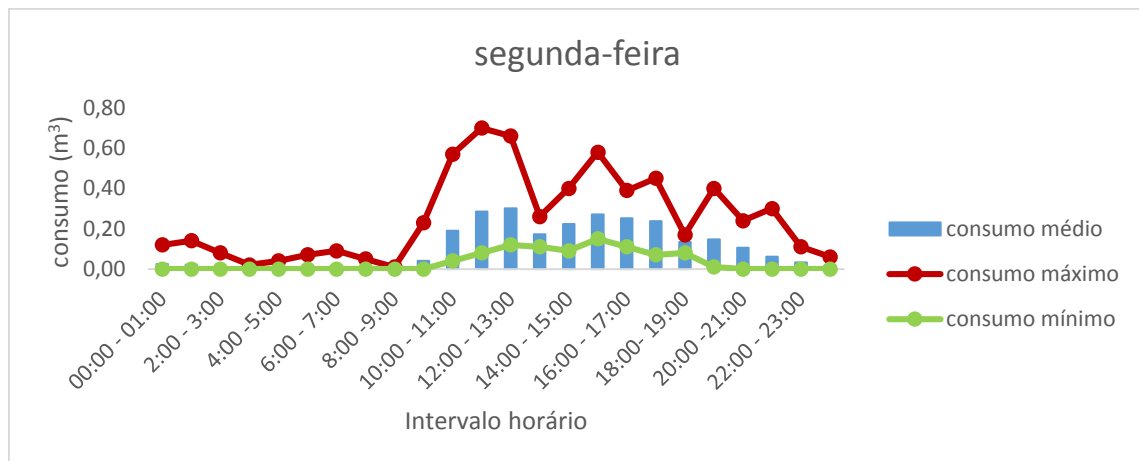


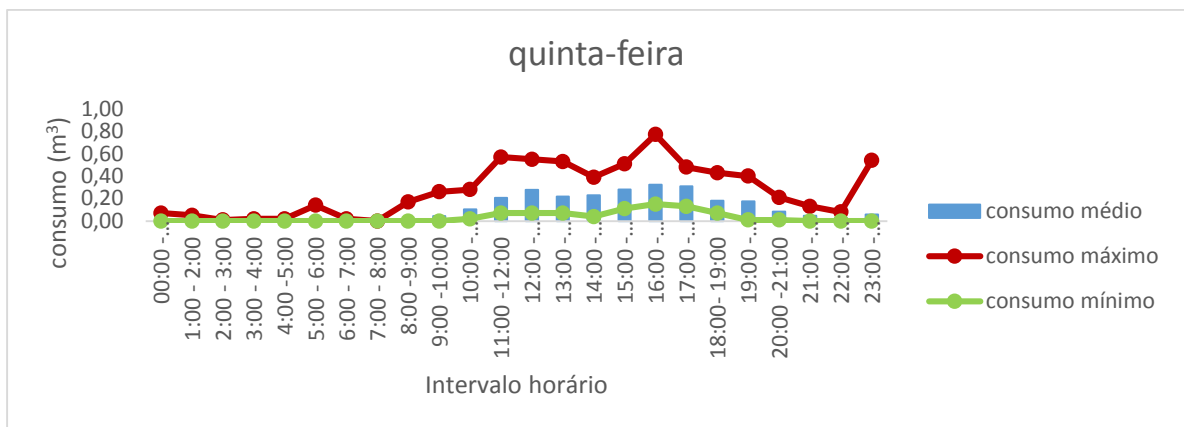
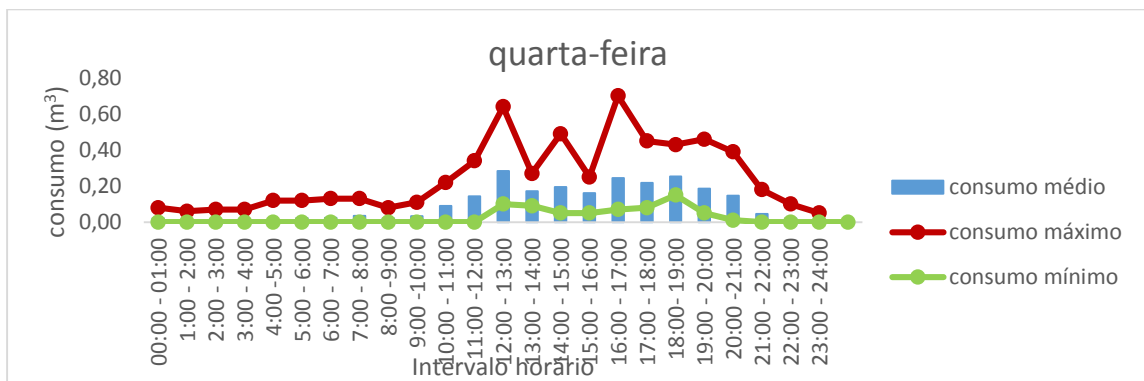
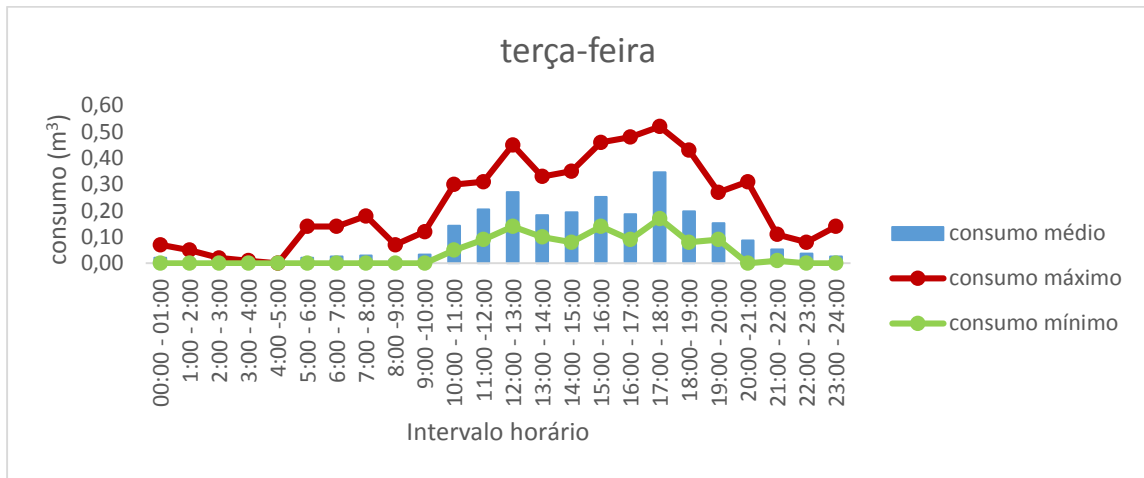
Figura 39 - Consumos máximos, médios e mínimos diários (época de férias 2º semestre 2012/2013)

. O que pode explicar estas disparidades pode ser o facto de existirem alguns dias de férias em que o edifício esteve encerrado, ou seja, só as pessoas autorizadas teriam acesso ao mesmo, como por exemplo nos primeiros 15 dias do mês de Agosto.

Analisando-se os consumos médios, estes variam entre $0,88 \text{ m}^3$ na quinta-feira e $0,65 \text{ m}^3$ na sexta-feira. No entanto, pode-se afirmar que os consumos médios mais baixos ocorreram na terça-feira com $0,72 \text{ m}^3$ e na sexta-feira com $0,65 \text{ m}^3$, enquanto nos restantes dias (segunda, quarta e quinta-feira) os valores médios variaram entre os $0,81 \text{ m}^3$ e $0,88 \text{ m}^3$. Ao fim de semana, os consumos foram bastante inferiores como seria de esperar, visto que os consumos médios variaram entre $0,05 \text{ m}^3$ e $0,01 \text{ m}^3$, o que revela a pouca utilização de água existente nesses dias.

3.3.6. Consumos na época de aulas do 1º semestre 2013/2014





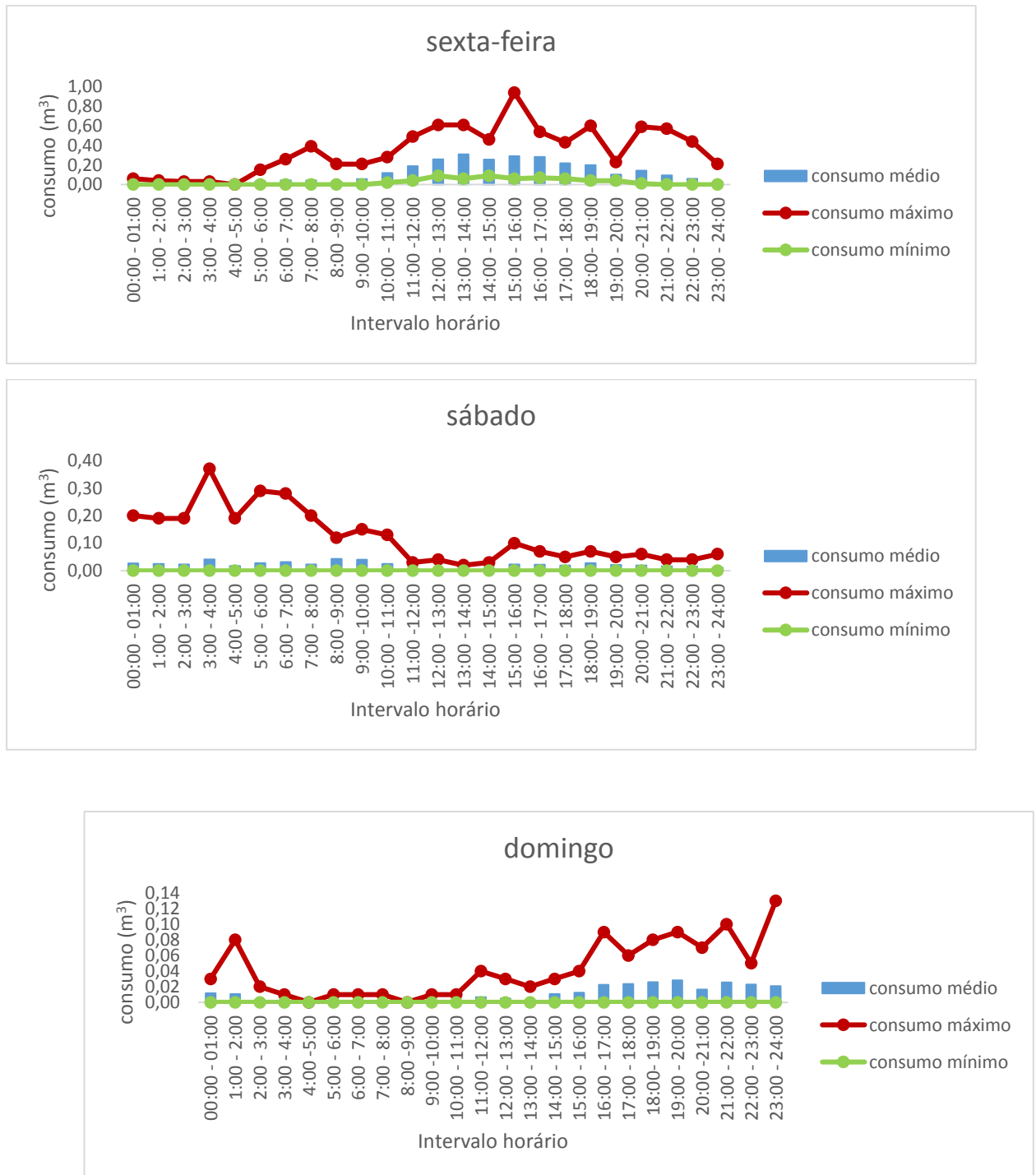


Figura 40 - Consumos máximos, médios e mínimos diários (época de aulas do 1º semestre 2013/2014)

Analisando-se os consumos verifica-se que os consumos máximos variam, sobretudo às primeiras horas dos dias estudados, nomeadamente entre os períodos horários 00:00-1:00 e 1:00-2:00. Isto revela que existem consumos de água no edifício, que se devem muito

provavelmente ao uso das instalações sanitárias. Como já foi anteriormente referido, estes consumos devem-se à presença de utilizadores no edifício, e devido ao padrão dos consumos apresentados, na globalidade dos dias se verifica uma redução, conclui-se que os utilizadores aproveitam o momento da saída para utilizarem as instalações sanitárias. Por outro lado verifica-se um aumento dos consumos máximos a partir do período 4:00-5:00, o que se pode explicar pela presença no edifício das equipas de limpeza que costumam atuar nesse horário, visto que se verifica um aumento dos consumos. Nos períodos seguintes o consumo máximo sofre oscilações, reduzindo-se no período 8:00-9:00, que é normalmente quando se iniciam as primeiras aulas da manhã. Neste período o consumo máximo varia entre 0,01 e 0,21 m³, que corresponde a segunda e quarta-feira respetivamente. Com isto, pode-se concluir que o consumo nestes períodos é bastante importante, para se perceber os principais usos de água no edifício, nomeadamente na limpeza, face à hora que os consumos são efetuados parece ser a principal justificação.

Nos dias analisados verifica-se que os consumos máximos diários se verificam entre os períodos 16:00-17:00 na quarta e na quinta-feira com consumos de 0,70 e 0,77 m³, no período 11:00-12:00 na segunda-feira com um consumo de 0,70 m³. Na terça-feira o consumo foi de 0,52 m³ no período 8:00-9:00 e na sexta-feira o consumo foi de 0,94 m³ no período 15:00-16:00. Analisando os consumos pode-se afirmar que na segunda, quarta e quinta-feira o consumo máximo dá-se num intervalo horário em que os utilizadores do edifício aproveitam para fazer uma pausa, visto que é o horário de entrada e saída de aulas. Por outro lado, na terça-feira o consumo máximo diário corresponde ao horário de entrada dos utilizadores no trabalho, nomeadamente o início das aulas. Na sexta-feira verifica-se um consumo de 0,94 m³ que coincide com uma altura de pausa e entrada e saída de aulas. Mas comparando-se com os outros dias estudados trata-se de um consumo elevado, pois, à sexta-feira estes tendem a ser mais baixos por ser véspera de fim de semana. Este consumo pode-se explicar pela existência de ensaios laboratoriais.

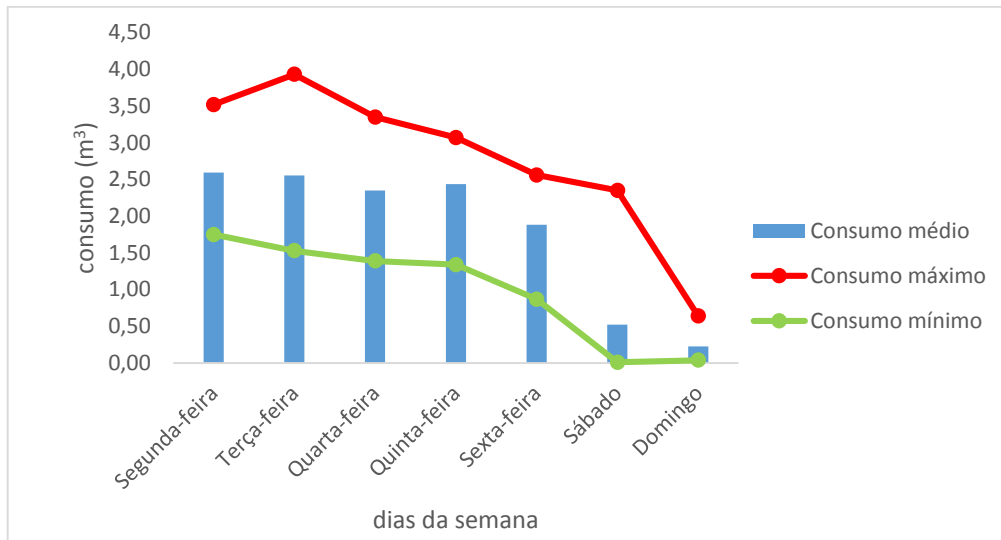


Figura 41 - Consumos máximos, médios e mínimos diários (época de aulas do 1º semestre 2013/2014)

Analisando os consumos máximos, médios e mínimos (Figura 41), verifica-se um comportamento semelhante dos consumos. Nos consumos médios verifica-se que o consumo maior é a segunda-feira com um consumo de $2,60 \text{ m}^3$ e vai decrescendo até quarta-feira para um consumo de $2,35 \text{ m}^3$. À quarta-feira é um dia em que normalmente não há aulas à tarde, pelo que o consumo se reduz face aos dias anteriores. Na quinta-feira os consumos médios aumentam para $2,44 \text{ m}^3$, voltando-se a reduzir para $1,88 \text{ m}^3$ na sexta-feira. Nos dias seguintes, ainda se verifica uma maior diminuição dos consumos para $0,52 \text{ m}^3$ e $0,23 \text{ m}^3$. Quanto aos consumos máximos verifica-se um comportamento de decréscimo desde segunda-feira até domingo, à exceção da terça-feira onde se verifica o aumento do consumo de $3,52 \text{ m}^3$ para $3,93 \text{ m}^3$. Quanto aos consumos mínimos estes acompanham o decréscimo do consumo durante todos os dias da semana estudados, onde se reduz desde segunda a quinta-feira de $1,75 \text{ m}^3$ para $1,34 \text{ m}^3$. Na sexta-feira o consumo médio atinge os $0,87 \text{ m}^3$ e reduz-se para $0,01 \text{ m}^3$ no sábado e tem um ligeiro aumento para $0,04 \text{ m}^3$ no domingo.

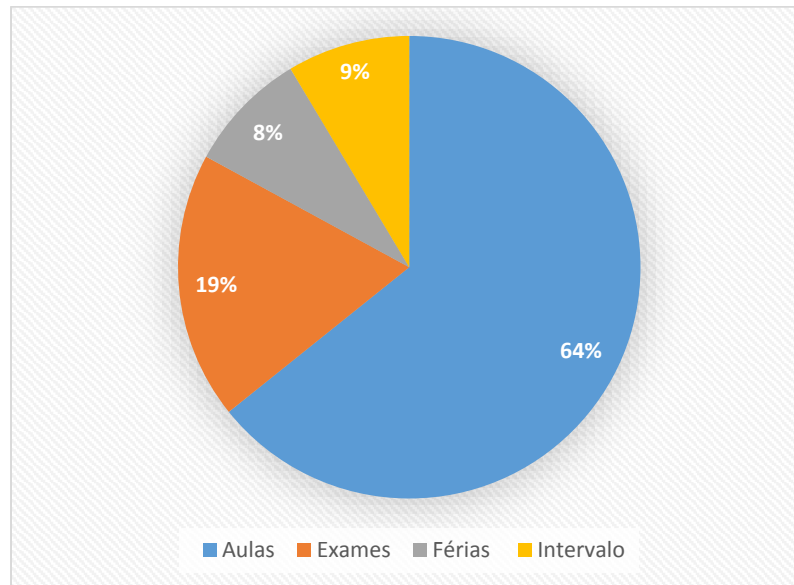


Figura 42 - Percentagem de consumo por época estudada

Analisando-se os consumos de água por dia da semana, verificou-se que em alguns dias tinham maiores consumos do que nos outros estudados. Quando se avaliam estes consumos, consideram-se todos os dias de acordo com o calendário escolar da Universidade de Aveiro. É importante saber, no âmbito geral, qual a época em que ocorrem maiores consumos, para assim examinar com maior detalhe o seu impacto no consumo. Pela análise da Figura 42 verifica-se que é na época de aulas que ocorrem os maiores consumos correspondentes ao total consumido no 2º semestre do ano 2012/2013 e no 1º semestre do ano 2013/2014. Este consumo expressa-se como 64% do consumo total do ano. A época de exames (1º semestre do ano 2012/2013 e 2º semestre do ano 2013/2014) tem um consumo que corresponde a 19%. Os consumos relativos a épocas de intervalo e férias são 8% e 9% respetivamente.

3.4. Estudo dos consumos de água obtidos por monitorização

3.4.1. Procedimentos seguidos na monitorização

A forma mais adequada para estudar os consumos de água dos utilizadores do DECivil consiste em questionar diretamente os utilizadores sobre os usos dados à água. Embora no presente estudo se tenha inquirido os utilizadores sobre a totalidade dos consumos de água no edifício (instalações sanitárias e laboratórios), o objetivo principal é saber o número de descargas efetuadas em bacias de retrete, nos lavatórios e nos urinóis (caso existam), com o objetivo de se estabelecer consumos por dispositivo.

Para tal, em cada dia de monitorização colocaram-se questionários no laboratório localizado no piso 0 (Figura 43), para preenchimento relativo aos consumos nas suas instalações sanitárias e nas diversas pias aí existentes, bem como na cave onde apenas existe uma pia de laboratório. Colocaram-se, também, questionários nas instalações sanitárias do corredor junto ao gabinete do diretor do departamento e no átrio junto à máquina de café (instalações sanitárias femininas e dos deficientes respetivamente, pois as instalações sanitárias masculinas encontram-se encerradas).

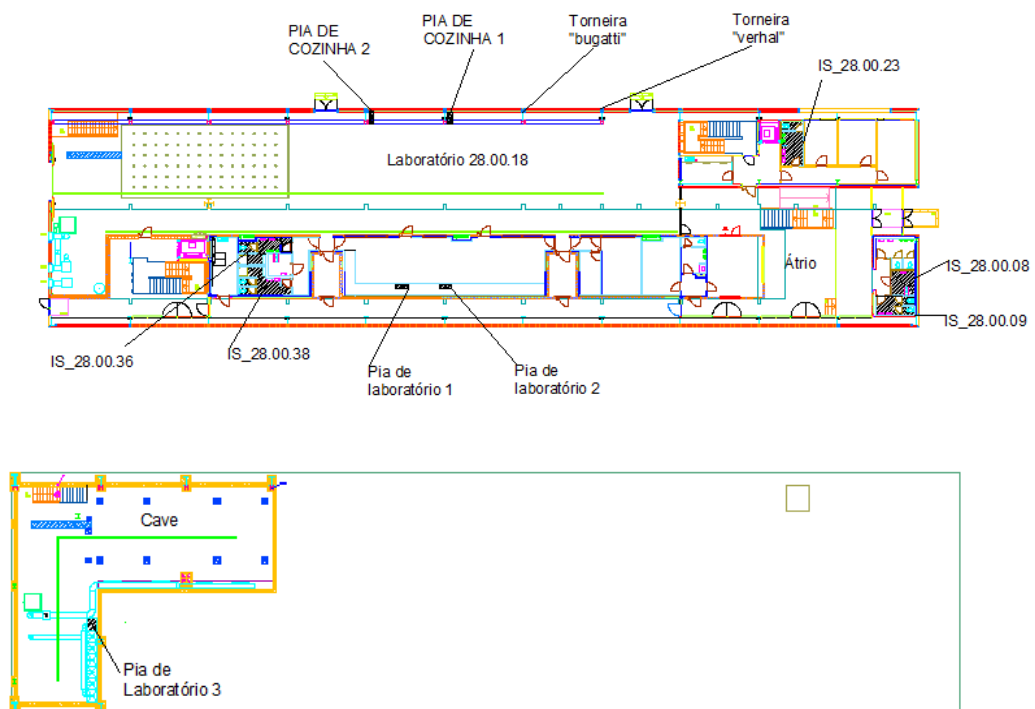


Figura 43 - Planta esquemática do piso 0 e da cave (piso -1)

No piso 2 (Figura 45) colocaram-se questionários junto às pias nos laboratórios 28.02.06 e 28.02.13, de geotecnia e materiais, como foi realizado no laboratório do piso 0. Posteriormente, foram colocados questionários nas instalações sanitárias dos pisos 1 e 2. Tal como se pode observar na Figura 44, no piso 1 existem três instalações sanitárias (feminina, masculina e de deficientes), todas agrupadas no lado nordeste do edifício

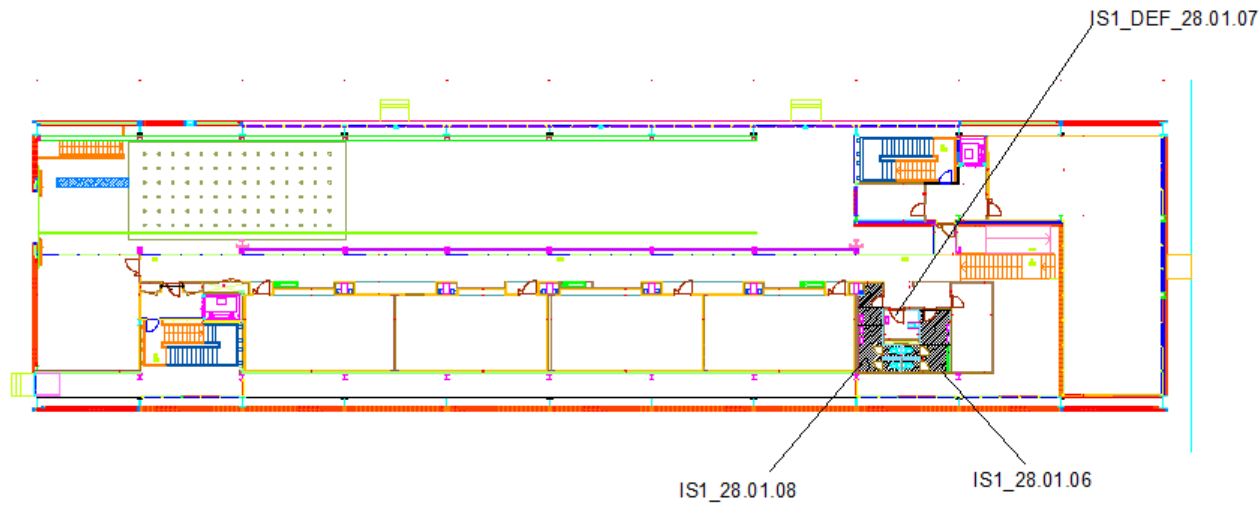


Figura 44 - Planta esquemática do piso 1

No piso 2 (Figura 45), também existem três instalações sanitárias (feminina, masculina e de deficientes) agrupadas no lado nordeste do edifício e duas (feminina e masculina) agrupadas no lado sudoeste do edifício, bem como os laboratórios 28.02.13 e 28.02.06.

Daqui em diante, as instalações sanitárias do piso 1 serão denominadas IS1, as segundas IS2 e as terceiras IS3, não se contabilizando os consumos nas instalações sanitárias de deficientes, para efeitos de análise, por os seus consumos serem inexpressivos. Alternadamente, numa dessas instalações sanitárias (IS1,IS2,IS3), a monitorização foi feita de forma presencial ou direta e nas restantes duas de forma não presencial ou indireta, isto é, quando a IS1 estava a ser monitorizada de forma presencial, as IS2 e IS3 estavam a ser monitorizadas de forma não presencial.

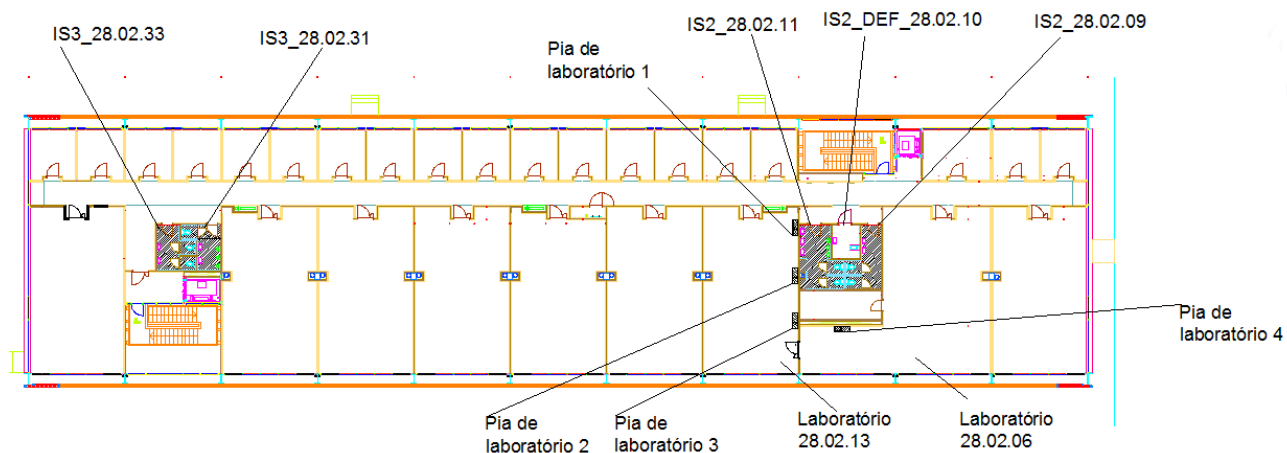


Figura 45 - Planta esquemática do piso 2

. Todas as instalações sanitárias foram monitorizadas 3 vezes de forma presencial e 6 vezes de forma não presencial (Tabela 1).

Tabela 1 - Calendarização das Monitorizações do ano 2014

Datas das Monitorizações (2014)		Tipo de Monitorização		
Terça-feira	Sexta-feira	IS1	IS2	IS3
18 de Fevereiro	21 de Fevereiro	Direta	Indireta	Indireta
25 de Fevereiro	28 de Fevereiro	Indireta	Direta	Indireta
11 de Março	14 de Março	Indireta	Indireta	Direta
18 de Março	21 de Março	Direta	Indireta	Indireta
25 de Março	28 de Março	Indireta	Direta	Indireta
1 de Abril	4 de Abril	Indireta	Indireta	Direta
8 de Abril	11 de Abril	Direta	Indireta	Indireta
6 de Maio	9 de Maio	Indireta	Direta	Indireta
20 de Maio	23 de Maio	Indireta	Indireta	Direta

Iniciava-se o período de monitorização às 8:30 da manhã e de hora a hora verificava-se se estava tudo a decorrer dentro da normalidade nas instalações sanitárias do grupo IS1, IS2 e IS3 não monitorizadas presencialmente, isto é, se os utilizadores estavam a preencher convenientemente os inquéritos e se era necessário colocar mais questionários. Em acréscimo, fazia-se a marcação horária dos consumos, pois nestes questionários não havia local para o preenchimento da hora por parte dos utilizadores. De facto, pretendeu-se evitar a falta de participação por parte de vários utilizadores devido à falta de um relógio ou da morosidade e complexidade do procedimento.

Paralelamente, em horas definidas (de manhã e de tarde) fazia-se a contagem das pessoas existentes no DECivil de acordo com os seguintes critérios:

- gabinetes (1 docente = 1 porta aberta/semiaberta);
- investigadores (fazer uma contagem nas respetivas salas);
- secretaria (fazer a contagem dos funcionários);
- salas de aula (informação a fornecer pelos docentes);
- restantes serviços (1 funcionário=1 porta aberta/semiaberta).

A monitorização terminava às 18:30 e, a partir dessa hora, o auditor retirava os questionários por ordem de colocação, tanto nos laboratórios, como nas instalações sanitárias onde os inquéritos foram feitos pela forma não presencial.

3.4.2. Estudo dos consumos

O objetivo deste estudo foi numa primeira análise caracterizar os dispositivos sanitários através dos seus volumes e tempos de descarga (caso geral) para utilizar os consumos médios reais de volumes e caudais, com intuito de caracterizar melhor os dispositivos sanitários e, por consequência, chegar a um valor médio dos volumes debitados.

Pelos diversos estudos já realizados nesta temática verifica-se que os consumos existentes num determinado edifício dependem sobretudo do comportamento das pessoas que o utilizam. Para se determinar as características de consumo dos utilizadores do edifício durante o período de aulas, realizou-se a monitorização entre os 18 de fevereiro e 23 de maio de 2014, que correspondem ao 2º semestre do ano letivo de 2013/2014. É de realçar que as monitorizações se realizavam à terça e sexta-feira com o objetivo de se caracterizar um dia útil com maior consumo (terça-feira) e um dia útil com menor consumo (sexta-feira). Estes dias foram selecionados com base nos resultados obtidos no estudo dos consumos obtidos por telecontagem. Procurou-se que os dias selecionados para monitorização correspondessem a dias de normal funcionamento. Para tal, uma das regras que se estabeleceu foi que nas semanas de monitorização não deveria haver feriados nacionais ou municipais, pois poderia haver utilizadores que não frequentassem o edifício como normalmente o faziam, modificando assim os padrões de consumo.

Com o presente estudo pretendeu-se ainda determinar as diferenças entre os consumos registados por monitorização presencial e os consumos registados por monitorização não presencial. De facto, é de esperar que, para situação similar, sejam registados consumos superiores nas instalações sanitárias monitorizadas presencialmente do que nas monitorizadas não presencialmente, visto que a presença de uma pessoa a fazer os inquéritos obriga a que haja um maior número de utilizadores que responde aos inquéritos.

Para se aferir se esta previsão correspondia à realidade, fez-se uma comparação entre os consumos dos dias de monitorização presencial e dos dias de monitorização não presencial numa instalação sanitária masculina, 28.02.11, para todos os dias de monitorização. Verificou-se que, efetivamente, os dias em que foi registado um maior consumo correspondem aos dias onde a monitorização foi presencial (Figura 46 e Figura 47).

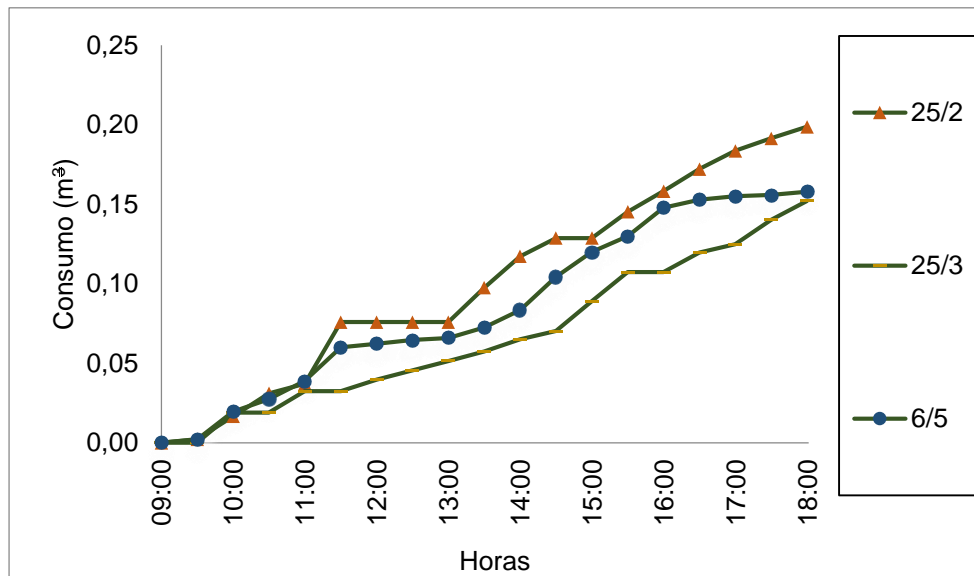


Figura 46 - Consumos acumulados nos dias de monitorização presencial (terça-feira).

Como se pode verificar na Figura 46 os consumos acumulados obtidos presencialmente variam entre 0 e 0,20 m³, à terça-feira, enquanto para igual dia da semana os consumos acumulados obtidos não presencialmente atingem um máximo 0,10 m³ (Figura 48). Na sexta-feira verifica-se o mesmo comportamento em que nos dias em que monitorização é presencial os consumos podem atingir valores entre 0,10 e 0,12 m³ (), enquanto nos dias em que a monitorização foi não presencial os consumos poderiam atingir no máximo valores entre 0,08 e 0,09 m³ (Figura 49).

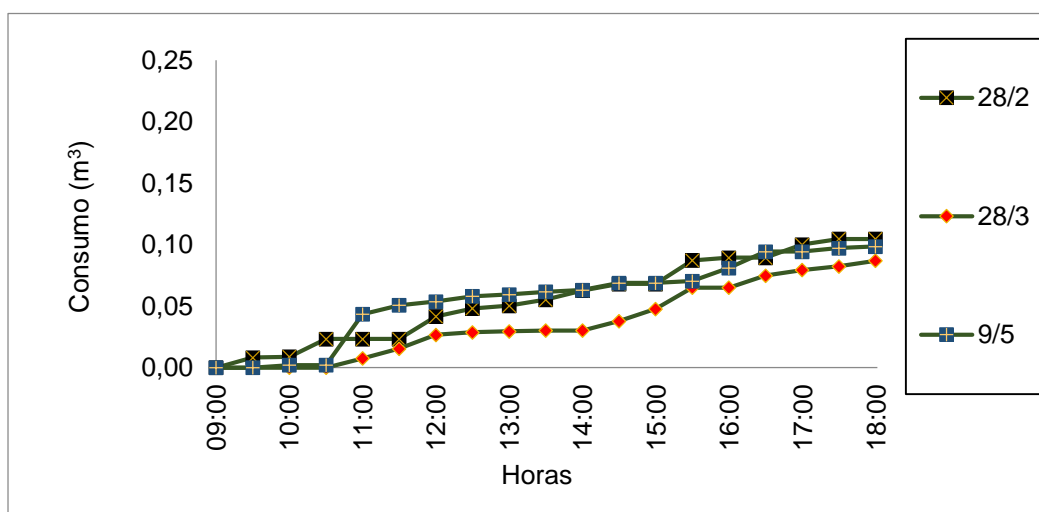


Figura 47 - Consumos acumulados nos dias de monitorização presencial

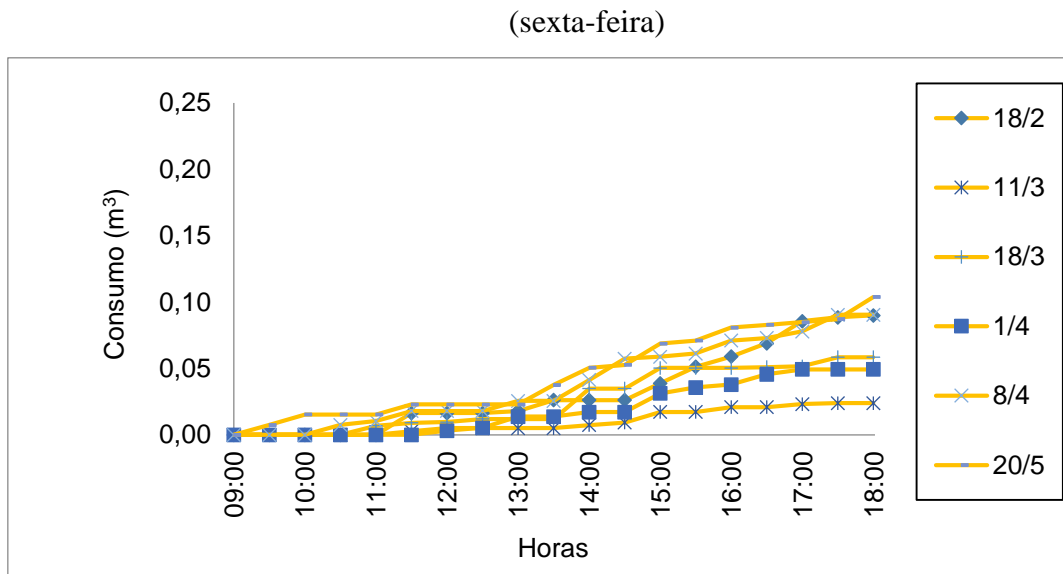


Figura 48 - Consumos acumulados nos dias de monitorização não presencial
(terça-feira)

Como previsto, a terça-feira tem maiores consumos do que a sexta-feira. O mesmo também se verifica nos dias em que a monitorização não é presencial, onde genericamente os consumos são mais baixos.

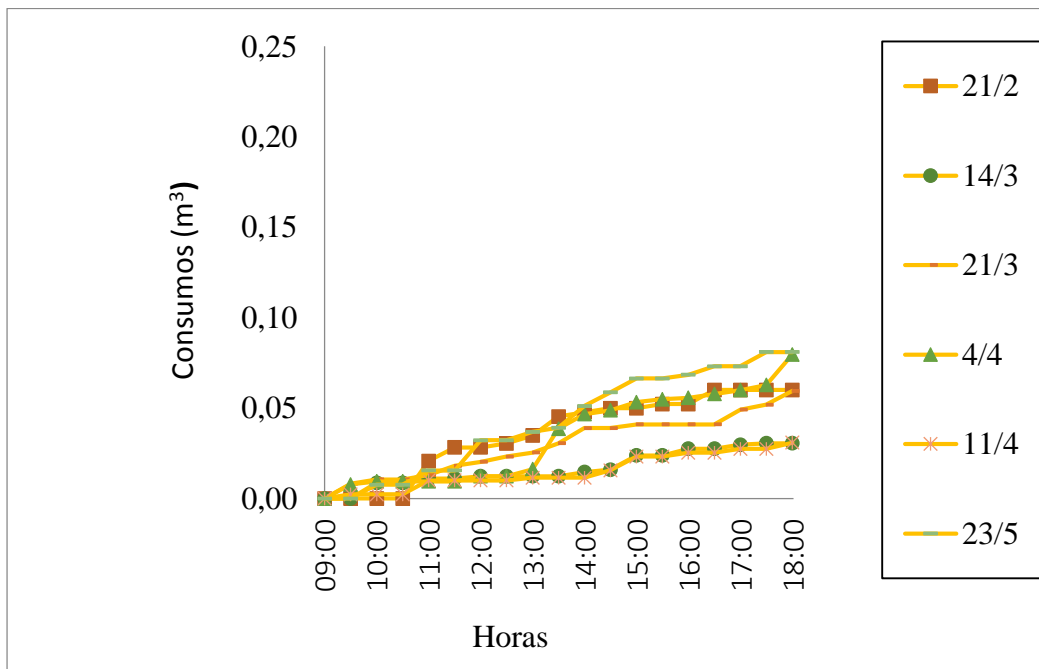


Figura 49 - Consumos acumulados nos dias de monitorização não presencial
(sexta-feira)

A partir destes resultados é assim possível chegar à conclusão que nas instalações sanitárias em que a monitorização foi presencial os consumos foram superiores, o que indica que nem todos os utilizadores colaboraram no preenchimento dos inquéritos. Por outro lado verifica-se, como já foi referido anteriormente, que os consumos são superiores na terça-feira, em relação à sexta-feira, o que indica uma maior presença de utilizadores.

Para se comparar os valores monitorizados e os valores medidos por telecontagem, apresenta-se, a título de exemplo, os registos obtidos no dia 25 de março de 2014 (Figura 50), onde se comprova que os consumos registados por telecontagem são significativamente superiores aos obtidos por monitorização.

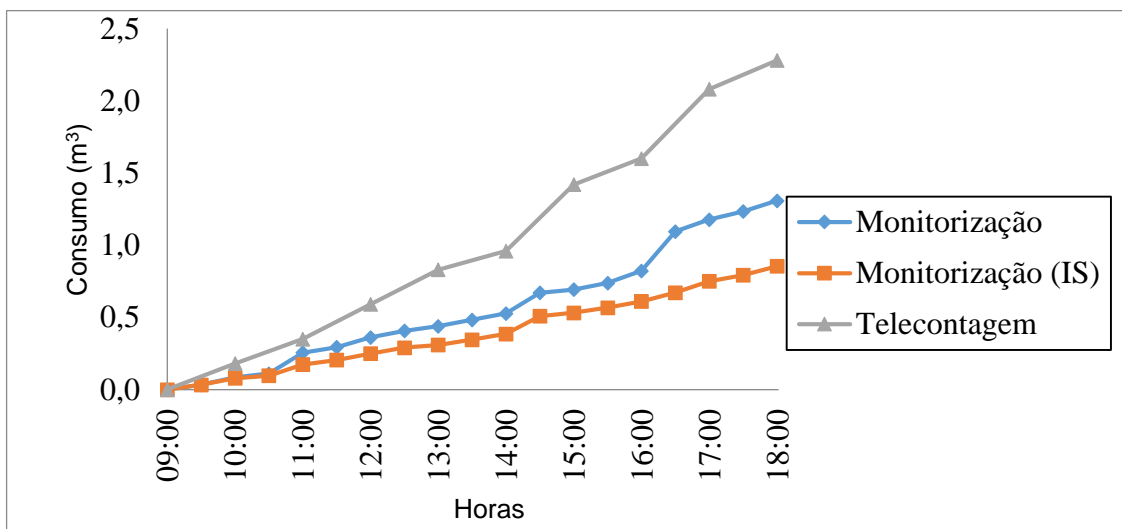


Figura 50 - Consumos do dia 25.03.2014

Por outro lado, observa-se que os consumos acumulados respeitantes às instalações sanitárias IS1, IS2 e IS3 são próximos do valor total monitorizado. Perante este facto, pode-se dizer que estas instalações sanitárias representam uma boa parte do consumo do edifício.

Embora, durante a monitorização, não tenha sido possível registar todos os consumos ocorridos, considerou-se necessário verificar se a amostra recolhida era representativa do consumo total do edifício. Para isso fez-se uma comparação dos consumos acumulados registados por telecontagem e por monitorização, adimensionalizados respetivamente pela média dos consumos acumulados pela telecontagem e monitorização. Isto permite obter valores adimensionais capazes de descrever o consumo acumulado durante um dia de monitorização.

Como se pode observar pela Figura 51 os perfis dos consumos adimensionalizados registados por telecontagem e por monitorização são semelhantes, quer considerando a totalidade dos consumos, quer considerando unicamente os consumos registados nas instalações IS1, IS2 e IS3. É possível, assim, afirmar que os consumos registados por monitorização nas instalações sanitárias IS1, IS2 e IS3 são representativos do consumo de água no DECivil.

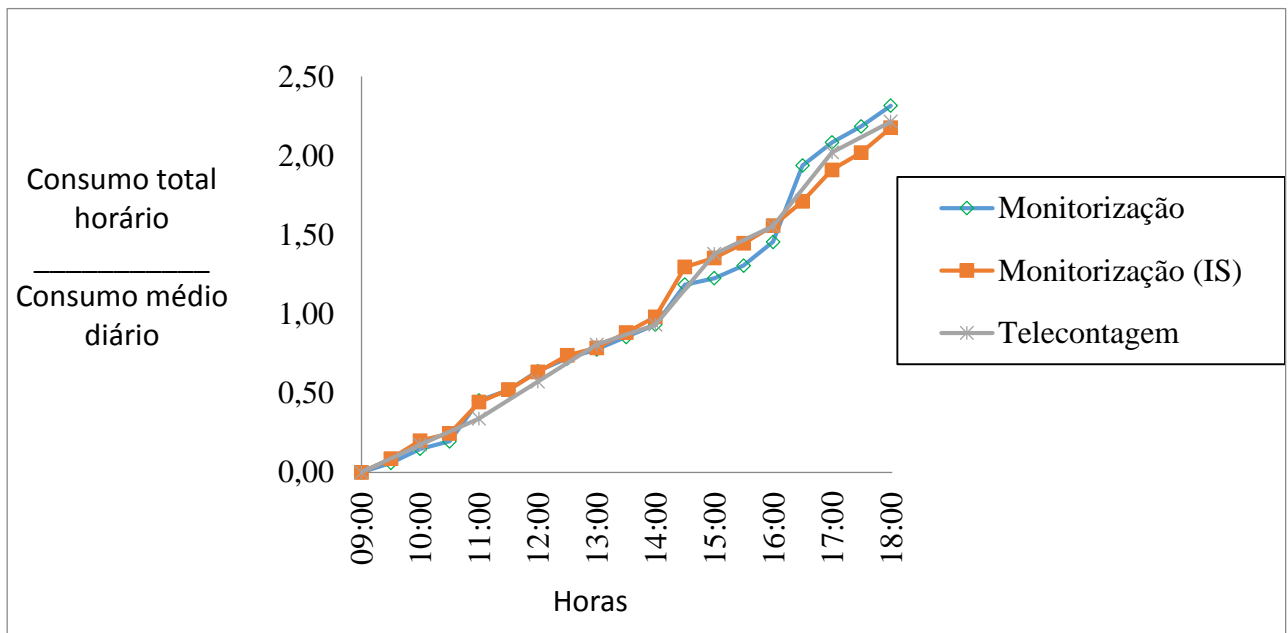


Figura 51 - Consumos acumulados registados no dia 25.03.2014, adimensionalizados pelo respetivo consumo acumulado médio

Por outro lado comparou-se a variação do total acumulado da telecontagem por hora com o total acumulado da monitorização por hora (Figura 52). Pode-se observar que ambas as variáveis têm o mesmo comportamento, o que indica, como atrás foi referido, que a amostra é representativa do consumo do edifício (IS1, IS2 e IS3), e por outro lado, o consumo total das instalações sanitárias não se afasta muito do consumo medido por telecontagem o revela a sua importância nos estudos do consumo de água no DECivil.

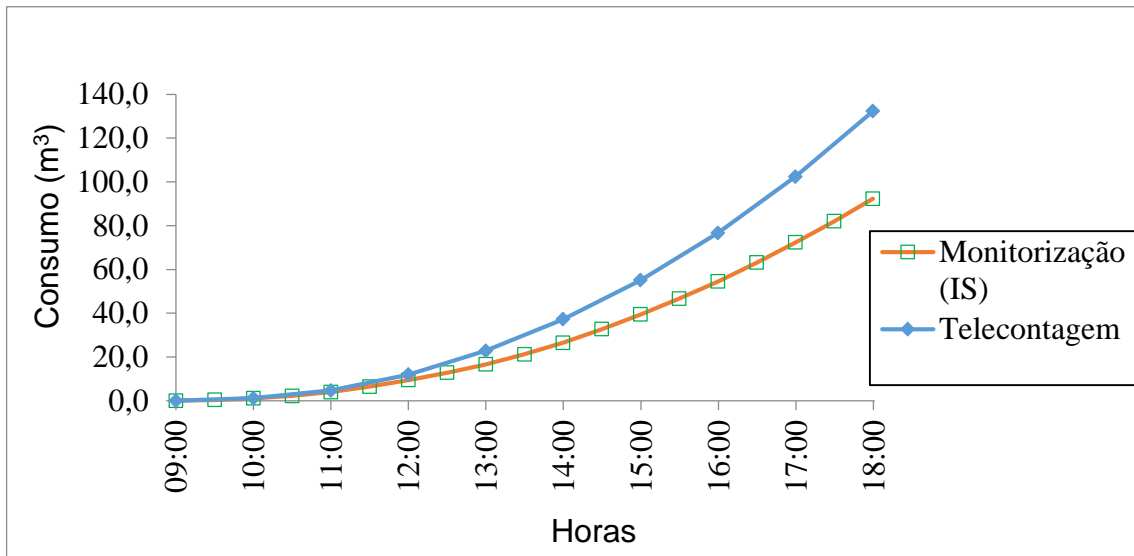


Figura 52 - Consumos da telecontagem e das instalações sanitárias (IS1, IS2 e IS3)

Partindo-se desse pressuposto, numa primeira análise assume-se o valor monitorizado como correspondendo a 100% do consumo e compara-se o valor monitorizado de IS1, IS2 e IS3, para se saber a que percentagem do consumo total corresponde (Tabela 2).

Tabela 2 - Extrapolação dos consumos de IS1,IS2 e IS3

Consumos (mE3)			
Dados	Telecontagem	Monitorização	
		total	IS1+IS2+IS3
Consumo registado (mE3)	2,28	1,31	0,85
Percentagem dos consumos	-	100,00%	65,29%
Consumo efetivo (mE3)	2,28	-	1,49

Este cálculo foi feito para cada dia monitorizado, o que permitiu chegar a uma percentagem média de consumo nestas instalações sanitárias face ao total consumido no edifício (Tabela 3). Conclui-se que cerca de 70,07% do consumo médio do edifício provém das IS1, IS2 e IS3 (Tabela 3).

Tabela 3 - Percentagem do consumido total relativa às IS1, IS2 e IS3

Percentagem consumida pelas Instalações Sanitárias (IS1,IS2 e IS3) nos dias monitorizados

Dias	IS1+IS2+IS3
18-fev	68,86%
21-fev	62,12%
25-fev	71,92%
28-fev	59,75%
11-mar	56,68%
14-mar	79,13%
18-mar	80,41%
21-mar	73,32%
25-mar	65,29%
28-mar	73,43%
01-abr	63,07%
04-abr	72,72%
08-abr	75,20%
11-abr	75,18%
06-mai	72,36%
09-mai	80,75%
20-mai	80,45%
23-mai	50,63%
Média	70,07%

Usando-se os resultados do estudo dos consumos médios por dispositivo sanitário pode-se observar que é nas bacias de retrete que se concentram os maiores consumos médios (72,51% do total), seguindo-se os lavatórios, com 16,67%, e os urinóis, com 10,82% (Figura 53).

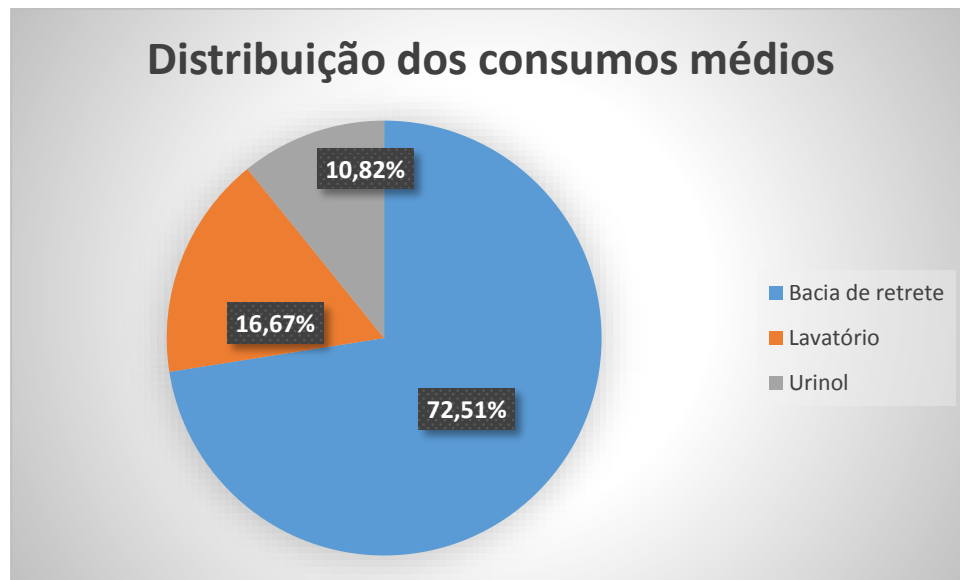


Figura 53 - Distribuição dos consumos médios nas instalações sanitárias, por dispositivo

3.5. Propostas de melhoria de eficiência hídrica do edifício

Tendo em conta os resultados obtidos da monitorização foi possível saber qual a quantidade de água consumida em média nas instalações sanitárias IS1, IS2 e IS3 durante o 2º semestre de 2013/2014. Usando-se as percentagens de consumo de água anteriormente apresentadas (Figura 53) é possível saber, em média, qual a quantidade de água que cada tipo de dispositivo sanitário usou no ano de 2013.

Na Tabela 4 é possível observar que 70,07% do total consumido no ano de 2013 corresponde aproximadamente a 424,22 m³.

Tabela 4 - Consumo nas instalações sanitárias (IS1,IS2 e IS3) do ano 2013

Consumos 2013	
Total (m ³)	605,41
Consumos (IS)	70,07 %
Consumos (IS) (m ³)	424,22

Pode-se obter, assim, a partir do total consumido pelas instalações sanitárias IS1, IS2 e IS3, a quantidade de água consumida em cada tipo de dispositivo (Tabela 5).

Tabela 5 - Consumos médios correspondentes a cada dispositivo no ano 2013

Consumos 2013 (m ³)	
Bacia de retrete (BR)	307,62
Lavatório (LV)	70,39
Urinol (U)	45,89
Total	424,22

Sabendo os caudais/volumes em cada dispositivo (que foram determinados por medição no local, tal como referido anteriormente), pode-se obter um valor médio para cada tipo de dispositivo instalado (Tabela 5). Note-se que, como referido anteriormente, os dispositivos instalados nas IS1, IS2 e IS3 não são reguláveis pelo utilizador.

Tabela 6 - Estudo dos volumes/caudais médios dos dispositivos sanitários testados

Dispositivos	Unidades	volumes/ caudais médios
Bacia de Retrete	l	7,32
Lavatório	l/min	7,07
Urinol	l	1,53

Com o auxílio do catálogo da ANQIP (entidade certificadora da eficiência hídrica de dispositivos) encontraram-se dispositivos sanitários no mercado que são mais eficientes do ponto de vista hídrico, isto é, apresentam classificação de A++ e A+ (as classes de maior eficiência hídrica) (Tabela 7). A escala compreende a classificação de A a E, do dispositivo mais eficiente para o menos eficiente, existindo ainda as categorias A+ e A++ para dispositivos excepcionalmente eficientes e que podem ter condições específicas de instalação, em particular em residências. No presente caso, considerou-se que poderiam ser diretamente substituídos os dispositivos instalados por dispositivos das categorias A+ e A++.

Como se pode confirmar, os volumes/caudais médios dos dispositivos instalados no DECivil (Tabela 6) são claramente superiores aos valores correspondentes dos dispositivos mais eficientes existentes no mercado (Tabela 7).

Tabela 7 - Dispositivos eficientes certificados pela ANQIP (ANQIP,2013)

Dispositivos	Unidades	volumes/caudais médios	Categoria
Bacia de Retrete	1	4,00	A++
Lavatório	l/min	2,00	A+
Urinol	1	1,00	A++

Como se pode confirmar, os volumes/caudais médios dos dispositivos instalados no DECivil (Tabela 6) são claramente superiores aos valores correspondentes dos dispositivos mais eficientes existentes no mercado (Tabela 7). Por isso, efetuou-se um estudo sobre o impacto da instalação destes dispositivos mais eficientes no DECivil a partir dos volumes/caudais médios (Tabela 8).

No total o consumo das instalações sanitárias estudadas (IS1,IS2 e IS3) poder-se-ia reduzir em cerca de 49 % (de 424,22 para 218,26 m³), face aos valores registados com os dispositivos atualmente instalados. Note-se que é possível atuar ainda sobre a duração de funcionamento no caso dos dispositivos temporizados, mas como os valores atuais já são relativamente baixos, tal intervenção poderia não conduzir na prática a uma redução de consumos, mas sim a um aumento, pois sabe-se que quando a duração de funcionamento destes dispositivos é excessivamente reduzida há a tendência para os acionar repetidamente, aumentando na prática o consumo.

Tabela 8 - Volumes médios com a aplicação de dispositivos mais eficientes

Dispositivos	consumos (dispositivos eficientes) (m ³)	poupança (m ³)
Bacia de Retrete	168,21	139,41
Lavatório	20,00	50,71
Urinol	30,05	15,84
Total	218,26	205,96

Considera-se assim que a intervenção pode ser bastante vantajosa do ponto de vista do aumento da eficiência hídrica do edifício, mas é necessário ter alguns cuidados, nomeadamente na montagem dos dispositivos a substituir, pois os caudais só serão possíveis caso os dispositivos estejam bem montados e que lhe seja feita uma correta manutenção e imediata reparação em caso de deteção de anomalia.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Nesta dissertação pretendeu-se fazer um estudo dos consumos de água no edifício do Departamento de Engenharia Civil (DECivil) da Universidade de Aveiro, um edifício universitário com usos heterogéneos, já que é dotado de salas de aula, laboratórios, gabinetes de docentes e salas de investigadores, que permitem práticas como a lecionação e a investigação teórica e experimental.

A inventariação dos dispositivos de utilização de água existentes no DECivil permitiu verificar que os consumos de água ocorrem nas instalações sanitárias e nos laboratórios. A realização de ensaios a cada dispositivo, permitiu caracterizá-los individualmente relativamente ao volume de água, tempo de descarga e caudal debitado, em média, quando em utilização. De referir que, embora estes valores estejam tabelados, há que considerar que muitas vezes são obtidos em laboratório, em condições ótimas de funcionamento, e para dispositivos que foram instalados com os devidos cuidados, o que pode não ter acontecido nos dispositivos analisados neste estudo. Em acréscimo, devido à sua normal utilização, os dispositivos vão perdendo algumas das suas propriedades, pelo que a longo prazo os volumes descarregados podem aumentar, para um mesmo tempo de descarga, o que se traduziria num aumento do caudal debitado. As diferenças entre os resultados obtidos nos ensaios e os apresentados em catálogos justificam a realização desta primeira etapa do estudo.

Subsequentemente fez-se uma análise aos consumos de água realizados durante o ano de 2013 e obtidos por telecontagem, com o intuito de caracterizar os consumos por época do ano (período de aulas, período de exames, período de férias ou interrupção letiva), por dia da semana e por período do dia. Desse estudo concluiu-se que o consumo total na época de aulas corresponde a cerca de 64% do consumo global anual. Embora fosse previsível que o número de utilizadores fosse superior neste período, não se pode estabelecer conclusões relativas a consumos médios diários, já que o período de aulas é aquele a que corresponde um maior número de dias do ano, contribuindo, assim, para um maior consumo total nesse período. No entanto, neste período é visível uma grande diferença entre consumos máximos e médios (o que não acontece nos outros períodos analisados). Isto indica que há determinadas alturas do dia onde os consumos são bastante elevados, nomeadamente à entrada e saída das aulas, período no qual os utilizadores aproveitam para ir às instalações sanitárias. Verificou-se ainda que,

apesar da variabilidade de consumos ao longo dos dias da semana, nos dias úteis a sexta-feira é o dia com menores consumos médios diários e que os dias do fim-de-semana têm consumos muito mais reduzidos do que nos dias da semana, devido à existência de um número reduzido de utilizadores no edifício.

Posteriormente, fez-se monitorização do edifício. Escolheu-se o período de aulas do 2º semestre de 2013/2014, por o período de aulas corresponder à época com mais dias do ano, pelo que mais representativa do consumo anual do departamento. A monitorização foi realizada com o intuito de se estudar a variabilidade dos consumos ao longo do dia e para dias com características de consumo diferentes e para se conhecer a sua distribuição por tipo de dispositivo de utilização de água. Para tal, realizou-se a monitorização entre as 8:30h e as 18:30h (embora só tenham sido analisados os resultados entre as 9h e as 18h) e selecionaram-se as terças e sextas-feiras. O período do dia de monitorização foi escolhido por forma a abranger o horário normal de utilização do edifício por parte da maioria dos seus utilizadores. Os dias de monitorização foram escolhidos com base nos resultados da análise aos consumos obtidos por telecontagem, onde se verificou que os consumos de sexta-feira eram significativamente inferiores aos dos outros dias úteis.

Durante o período de monitorização foi possível caracterizar os consumos do edifício, pois monitorizaram-se todos os pontos de água existentes. No entanto, este estudo debruçou-se mais sobre as instalações sanitárias abertas ao público em geral, por se prever que corresponderiam às instalações com maior consumo de água no edifício e onde, futuramente, se poderia intervir, para tornar o edifício mais eficiente, do ponto de vista hídrico. Da análise dos consumos de água na instalação sanitária 28.02.11, verificou-se que as monitorizações presenciais correspondiam a consumos superiores, comparativamente com as monitorizações não presenciais. Por seu lado, da análise dos consumos de água no edifício para todos os dias de monitorização, verificou-se que o volume de água consumido nas instalações sanitárias de maior uso público (IS1, IS2 e IS3) correspondia a cerca de 70% do consumo total de água no edifício, em média. Por fim, da análise dos consumos adimensionalizados do dia 25 de março (correspondente a cerca de meio do período de monitorização) concluiu-se que a amostra de consumos obtida por monitorização é representativa dos consumos totais no edifício.

Centrando o estudo nos consumos relativos às IS1, IS2 e IS3, conseguiu-se caracterizar a distribuição dos consumos de água nas instalações sanitárias do edifício, por tipo de dispositivo.

Por fim, realizou-se uma análise de melhoria da eficiência hídrica do edifício, concluindo-se que os consumos de água nas instalações sanitárias estudadas se reduziriam em cerca de 50% se os dispositivos de utilização de água das IS1, IS2 e IS3 fossem substituídos pelos dispositivos mais eficientes existentes no mercado. De referir que este valor só seria realisticamente atingido se os dispositivos forem corretamente aplicados e tivessem manutenção frequente por parte de pessoal especializado.

Sugere-se, para trabalhos futuros, um estudo mais aprofundado dos consumos por pessoa, sabendo-se por dia o número de pessoas que frequentaram o edifício, entre alunos, docentes, doutorandos, investigadores e funcionários, calcular um consumo médio por ocupante e comparar com bibliografia existente. Por outro lado, poder-se-ia orçamentar a substituição dos dispositivos existentes, por dispositivos mais eficientes e calcular o número de anos que eram necessários para haver retorno desse investimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexandrowicz, U. (2010). "Water saving methods for hotels" W062 36th Internacional Symposium, Sidney (Austrália) 8 a 10 de Novembro;

Alshuwaikhat, H.; Abubakar, I. (2008). "An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices", *Journal of Cleaner Production*, 16, 1777-1785;

ANQIP (2013) – Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais - Catálogo de Produtos Certificados (Autoclismo/chuveiros Economizadores/ Torneiras e Fluxómetros) consultado a 27/06/2014 e disponível em: http://www.anqip.com/images/Catalogo_2013.pdf;

Balnavé, J; Adeyeye, K. (2012). "Water Efficiency: a community study" proceedings CIB W062 38th Internacional Symposium, Edinburgo (Escócia) 27 a 30 de Agosto

Barreto, D. (2008). "Residential water profile and internal end uses" proceedings CIB W062 34th International Symposium, Hong Kong (China) 8 a 10 de Novembro;

Barreto, D. (2008a). "Perfil do consumo residencial e usos finais da água" Programa de mestrado em habitação, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo;

Bio Intelligence Service. (2012). "Water performance of buildings", Final Report prepared for European Commission, DG Environment;

EPA (2013), consultado a 27/11/2013 e disponível em: http://www.epa.gov/watersense/our_water/why_water_efficiency.html;

Farina, M.; Maglionico, M.; Pollastri, M.; Stojkov, I. (2011). "Water consumptions in public schools", *Procedia Engineering*, 21, 929-938;

García, X. ; Ribas, A.; Llàusas, A.; Saurí, D. (2013). “Socio-demographic profiles in suburban developments: Implications for water-related attitudes and behaviors along the Mediterranean coast”, *Applied Geography*, 41, 46 – 54;

Ikeda, D.;Murakawa, S. ; Nishina, D. (2010). “Study on Water Consumption of Commercial Buildings in Chugoku and Shikoku Regions in Japan” proceedings CIB W062 36th International Symposium, Sidney (Austrália) 8 a 10 de Novembro;

Ilha, M.;Oliveira,L. ;Sousa-Junior,S; Gonçalves,O.; Campos, M. (2010). “Impact of installation of water saving technologies at the International Airport of São Paulo in Brazil” proceedings CIB W062 36th International Symposium, Sidney (Austrália) 8 a 10 de Novembro

Kitamura, S.;Otsuka, M.;Hirai, k. (2012). “A Study on drainage transportability of dual flush 4-liter flush” proceedings CIB W062 38th Internacional Symposium, Edinburgo (Escócia) 27 a 30 de Agosto;

Lindemann, M.; Alexandrowicz, U. (2012). “Water Efficiency: A community study” proceedings CIB W062 38th Internacional Symposium, Edinburgo (Escócia) 27 a 30 de Agosto;

Matos, C; Bentes, I (2011). “Water supply and drain age in buildings considering greywater”proceedings CIB W062 37th Internacional Symposium, Aveiro (Portugal) 25 a 28 de Setembro;

NP-EN-ISO-14001: 2004 Sistemas de Gestão ambiental: Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização, IPQ – Instituto Português da Qualidade. Ref. EN ISO 14001:2004;

Pieterse-Quirijns, E.; Van-Der-Schee,W. (2010). “ Development of design rules for peak demand values and hot water use in non- residential buildings” proceedings CIB W062 36th International Symposium, Sidney (Austrália) 8 a 10 de Novembro;

Pinheiro, L. (2008). “Análise sócio-demográfica para a caracterização dos consumos domésticos em sistemas de distribuição de água Dissertação elaborada no Laboratório Nacional de Engenharia Civil para a obtenção do grau de Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos pela Universidade Técnica de Lisboa no âmbito do protocolo entre o IST e o LNEC;

PNUEA (2012)., Governo de Portugal, Programa Nacional para o Uso Eficiente de Água, consultado a 27/11/2013 e disponível em: http://eficienciahidrica.files.wordpress.com/2012/06/implementacao-pnuea_2012-2020_junho.pdf;

Reis, R.; Ilha M.; Fujihara, F.; Oliveira,P. (2012). “Assessment of Low Impact Development (LID) practices simulation applied to two types of buildings in Campinas – SP” proceedings CIB W062 38th Internacional Symposium, Edinburgo (Escócia) 27 a 30 de Agosto;

Takaaze, A.; Murakawa, S.;Nishina, D.; Itai, T. (2007).“A study on bathing behavior and hot water usage in nursing homes for the aged” proceedings CIB W062 33th International Symposium, Brno (Rep. Checa) 19 a 21 de Setembro;

Thackray, J.; Cocker, V.;Archibald, G. (1978).“The Malvern and Mansfield studies of domestic water usage”. Proceedings of the institution of civil engineers: part 1-design and construction. v. 64, p. 37-61. London: Institution of Civil Engineers;

Silva-Afonso, A. (2007). “ Apontamentos sobre instalações hidráulicas prediais”, Tomo I;

Silva-Afonso, A. (1997). “O novo regulamento português de águas e esgotos”, Coimbra: Casa do Castelo – Editora. ISBN 972-97233-03,Vol I;

Tecnilab (2014). consultado a 27/06/2014 e disponível em: (<http://www.tecnilab.pt/content/default.asp?idcat=SistemasTelecontagem&idCatM=SOLUCOES&idContent=12CB1000-3579-4F04-AD21-6803DC856616>);

Velazquez, L.; Munguia, N.; Ojeda, M. (2013). "Optimizing water use in the University of Sonora, Mexico", *Journal of Cleaner Production*, 46, 83-88.