

# DEFINIÇÃO DE APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS BASEADAS EM DADOS DE TELEMEDIÇÃO PARA PROMOVER A EFICIÊNCIA NO CONSUMO DE ÁGUA-ENERGIA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

Paula VIEIRA (1), Dália LOUREIRO (2), Rita RIBEIRO (3), José BARATEIRO (4), Margarida REBELO (5), Sérgio T. COELHO (6)

## Resumo

Os sistemas urbanos de abastecimento de água têm beneficiado de uma forte evolução tecnológica nas últimas décadas, traduzindo-se na melhoria global dos serviços prestados. As tecnologias de telemedicação têm contribuído para esta melhoria, através da leitura remota, comunicação e registo contínuos de parâmetros como o consumo de água e a pressão. Embora muitas entidades gestoras utilizem já estas tecnologias, o foco principal tem sido a monitorização da rede e dos grandes consumidores para controlo de perdas de água nos sistemas. Além disso, a maioria das tecnologias de telemedicação são muitas vezes utilizadas de forma isolada sem integração entre elas e com outros sistemas de informação. Portanto, há necessidade de uma abordagem mais completa, que contemple aplicações não tradicionais e que beneficie da análise cruzada entre dados obtidos, com elevada frequência, por telemedicação de medidores de caudal instalados para monitorização das redes e de contadores instalados nos consumidores.

Neste artigo apresenta-se o trabalho desenvolvido no âmbito do projeto europeu iWIDGET no sentido de identificar, validar e testar um conjunto de aplicações inovadoras baseadas em dados de telemedicação adquiridos em tempo real e que permitem melhorar a eficiência no consumo de água e de energia associado em sistemas de abastecimento.

**Palavras-chave:** casos de uso, eficiência água-energia, operação de sistemas de abastecimento, tecnologias de informação, telemedicação.

---

<sup>1</sup> Eng.<sup>a</sup> Química, PhD, Investigadora Auxiliar do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, pvieira@Inec.pt

<sup>2</sup> Eng.<sup>a</sup> Civil, PhD, Bolseira *Post-doc* do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, dloureiro@Inec.pt

<sup>3</sup> Eng.<sup>a</sup> Zootécnica, PhD, Investigadora Auxiliar do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, rribeiro@Inec.pt

<sup>4</sup> Eng.<sup>o</sup> Informático, PhD, Bolseiro *Post-doc* do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, jbarateiro@Inec.pt

<sup>5</sup> Psicóloga Social, PhD, Investigadora Auxiliar do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, mrebelo@Inec.pt

<sup>6</sup> Eng.<sup>o</sup> Civil, PhD, Investigador Principal do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, stcoelho@Inec.pt

## 1. INTRODUÇÃO

Para um uso eficiente dos recursos hídricos e energéticos é fundamental o desenvolvimento e utilização de tecnologias que permitam a monitorização e a gestão integrada destes recursos, quer ao nível do consumidor final, quer das infraestruturas urbanas.

As tecnologias de telemedição atualmente instaladas nas redes de distribuição de água e nos consumidores podem gerar, em tempo real, um grande volume de dados de alta resolução. A gestão destes dados coloca novos desafios às entidades gestoras dos sistemas de abastecimento, mas também proporciona oportunidades para a melhoria do negócio, para um melhor planeamento e operação das redes e para um aumento global da eficiência na utilização da água e energia. Embora muitas entidades gestoras utilizem sistemas de telemedição, o foco principal tem sido a monitorização da rede e dos grandes consumidores para controlo de perdas de água nos sistemas. Além disso, a maioria das tecnologias de telemedição são muitas vezes utilizadas de forma isolada sem integração entre elas e com outros sistemas de informação da entidade. Portanto, há necessidade de uma abordagem mais integrada e completa, que contemple aplicações não tradicionais e que beneficie da análise cruzada entre os dados de consumo de água obtidos por telemedição a partir de medidores de caudal das redes e a partir de contadores instalados nos consumidores.

O projeto iWIDGET, cofinanciado pelo 7º Quadro Comunitário de Apoio da UE, tem como objetivo principal contribuir para o avanço do conhecimento no domínio da telemedição, desenvolvendo metodologias e ferramentas inovadoras, robustas, práticas e rentáveis para apoiar na melhoria da eficiência no uso de água e energia associado em sistemas de abastecimento.

Neste artigo apresenta-se o trabalho desenvolvido no âmbito deste projeto no sentido de identificar, validar e testar um conjunto de aplicações inovadoras baseadas em dados de telemedição obtidos em tempo real e que permitem melhorar a eficiência no consumo de água e de energia associado em sistemas de abastecimento.

## 2. METODOLOGIA

A área de conhecimento de sistemas de informação foca-se nos métodos e técnicas de análise e definição de sistemas. Segundo as boas práticas de sistemas de informação (TOGAF, 2011) (Op,t Land, 2009) é fundamental separar as preocupações entre a análise do sistema (definição do âmbito do sistema e requisitos sobre a funcionalidade e qualidade do mesmo), do seu desenho (especificação técnica que restringe o desenvolvimento das aplicações de suporte ao sistema) e do seu desenvolvimento (implementação das soluções tecnológicas).

Para a identificação e caracterização das aplicações de telemedição, foi seguida uma abordagem baseada em casos de uso de UML (*Unified Modeling Language*) (OMG, 2011). Esta abordagem sistemática tem sido usada com sucesso no domínio dos sistemas de informação, em particular na análise do sistema, para especificar os usos possíveis de um sistema e capturar os seus requisitos, usando formalismos compreensíveis por todas as partes interessadas no sistema. Os casos de uso são também fundamentais para determinar o contexto e funcionalidades da solução tecnológica implementada, assim como para suportar o próprio desenho dessa solução.

O presente trabalho baseia-se em boas práticas de sistemas de informação para definir a funcionalidade do sistema iWIDGET, seguindo o método apresentado na Figura 1 (Loureiro *et al.*, 2013), que incluiu três etapas: (i) identificação e caracterização de casos de uso de alto nível, (ii) definição e caracterização dos correspondentes casos de uso a nível detalhado e (iii) validação dos casos de uso pelas partes interessadas no sistema.

No passo 1, foi compilada uma lista inicial de casos de uso de alto nível. Estes casos de uso de alto nível descrevem os principais processos do sistema, são orientados para o negócio e têm em consideração os objetivos do projeto iWIDGET, os objetivos e as áreas de negócio das partes interessadas e a disponibilidade de dados nos sistemas de abastecimento. Usando um modelo comum, foi feita uma caracterização de todos os casos de uso. Por fim, foi feita a harmonização dos casos de uso de alto nível de modo a existir um equilíbrio entre eles em termos de detalhe e de modo a eliminar casos de uso que se sobrepõem ou que possuem objetivos contraditórios.

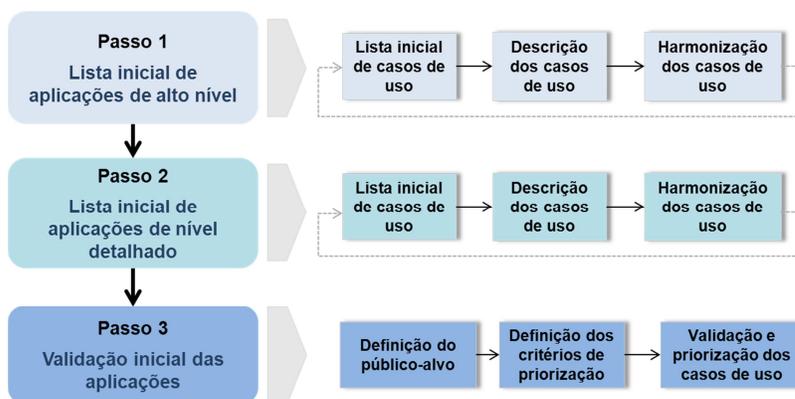


Figura 1 – Método para a definição de aplicações baseadas em telemedição de sistemas de abastecimento

No passo 2, para cada caso de uso de alto nível, foi elaborada uma lista inicial de casos de uso de nível detalhado. Em seguida, usando um modelo comum, foi feita uma caracterização detalhada de todos os casos de uso de nível detalhado. Esta caracterização fornece as informações que suportaram a subsequente análise de requisitos funcionais e não-funcionais do sistema<sup>7</sup>.

Tal como no passo 1, foi feita a harmonização dos casos de uso de nível detalhado de forma a garantir um trabalho estruturado nas tarefas subsequentes, em particular, na especificação de requisitos.

No passo 3, os casos de uso foram sujeitos a uma validação inicial e foram priorizados de acordo com relevância que receberam dos potenciais utilizadores finais do sistema iWIDGET (entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água e consumidores) e por outros peritos do domínio da água (instituições de investigação, entidade reguladora, fornecedores de tecnologia, associações profissionais, entidades governamentais).

<sup>7</sup> Os requisitos funcionais especificam funções ou comportamentos do sistema e os requisitos não-funcionais especificam critérios para avaliar a qualidade da execução dos requisitos funcionais (Pohl, 2010).

Finalmente, a validação ocorrerá também através de testes à escala real, após a implementação, num protótipo de *software*, das aplicações que suportam os casos de uso definidos.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Catálogo de casos de uso

Foi desenvolvido um catálogo de casos de uso que definem o âmbito das possíveis utilizações do sistema com base nos dados recolhidos, em tempo real e com elevada frequência, a partir de sistemas de telemedição, incluindo medição de caudal nas redes de abastecimento e medição nos consumidores finais. Deste catálogo constam casos de uso para dois perfis de utilizadores (atores de UML): as entidades gestoras de sistemas de abastecimento e os consumidores de água. Todos os casos de uso foram caracterizados em detalhe incluindo-se informação sobre: código de identificação do caso de uso, domínio em que se insere (entidade gestora ou consumidor), objetivos, atores (utilizadores ou outros sistemas que interagem com o sistema), descrição, pré-condições, pós-condições, *triggers*, limitações, fluxo principal (sequência principal de ações a executar pelo sistema e pelos atores), fluxos alternativos (sequências alternativas de ações a executar pelo sistema e pelos atores), problemas, relação com outros casos de uso.

Para o domínio da entidade gestora, foram identificados e caracterizados sete casos de uso de alto nível (Quadro 1, Quadro 2) que descrevem os principais processos do sistema e têm como objetivos promover um acesso mais rápido e flexível a dados precisos de consumo de água, aumentar o conhecimento dos consumos de água e energia associada e das perdas de água, otimizar a operação em tempo real em termos de eficiência água-energia, melhorar a qualidade do serviço prestado aos consumidores, melhorar a gestão da procura dos consumidores domésticos e melhorar o planeamento operacional e a gestão de ativos a longo prazo.

Quadro 1 – Casos de uso de alto nível para os domínios da entidade gestora e do consumidor e respetiva priorização

		Priorização pelos stakeholders		
		Entidades gestoras	Consumidores e outros stakeholders	Prioridade global
<b>Domínio</b>	<b>Casos de uso de alto nível</b>			
Consumidor	C_UC01: Obter dados de consumo de água	2.8	2.6	2.6
	C_UC02: Obter dados de energia associados ao consumo de água	1.8	1.9	1.9
	C_UC03: Obter conhecimento sobre o consumo de água	2.1	2.2	2.2
	C_UC04: Obter conhecimento sobre o consumo de energia associado ao consumo de água	1.8	1.5	1.5
	C_UC05: Apoio para aumentar a eficiência na utilização da água	2.7	2.4	2.4
	C_UC06: Controlo do uso da água	2.6	2.3	2.3
Entidade gestora	WU_UC01: Obter dados de consumo de água e de energia associada	2.8	2.7	2.7
	WU_UC02: Obter conhecimento sobre o consumo de água	2.3	3.0	2.9
	WU_UC03: Obter conhecimento sobre o consumo de energia associado ao consumo de água	2.6	2.2	2.3
	WU_UC04: Apoio para melhorar a eficiência operacional	3.0	2.9	2.9
	WU_UC05: Apoio para melhorar a qualidade do serviço prestado	2.6	2.1	2.2
	WU_UC06: Apoio no uso eficiente da água junto dos consumidores	1.9	1.8	1.8
	WU_UC07: Apoio para o planeamento e dimensionamento das redes	2.6	2.6	2.6

Para o domínio do consumidor, os seis casos de uso de alto nível identificados (Quadro 1) têm como objetivos a promoção do acesso a dados de consumo de água, a melhoria do conhecimento dos consumos de água e energia associada na habitação, a compreensão dos padrões de consumo, o apoio para o aumento da eficiência no uso da água-energia através de sugestões personalizadas (procedimentos, intervenções, tecnologias) e a promoção de um controle efetivo das utilizações da água.

Ao nível detalhado, identificaram-se 20 casos de uso para a entidade gestora e 18 casos de uso para o consumidor. No Quadro 2 apresentam-se exemplos destes casos de uso.

Quadro 2 – Exemplos de casos de uso estabelecidos para o domínio da entidade gestora

<b>Caso de uso de alto nível</b>	<b>Descrição do caso de uso de alto nível Exemplos de casos de uso de nível detalhado</b>
WU_UC01: Obter dados de consumo de água e de energia associada	<p>A entidade gestora tem acesso a dados em tempo quase real sobre a água medida e o consumo de energia associado. A água entrada no sistema é obtida a partir de sistemas SCADA ou telegestão. O consumo total medido e o consumo medido por categoria de consumidor são obtidos a partir de sistemas de telemedição. A energia consumida é obtida a partir de sistemas SCADA e relaciona-se com as bombagens, caso existam na rede.</p> <p><b>Exemplos</b>  <i>WU_UC01.1: Obter o volume de água à entrada e o consumo por setor de rede</i>  <i>WU_UC01.2: Obter o consumo de água por categoria de consumidor</i></p>
WU_UC02: Obter conhecimento sobre o consumo de água	<p>A entidade gestora recebe informação em tempo quase real sobre as várias componentes do consumo de água medido e as perdas de água (perdas reais, perdas aparentes).</p> <p><b>Exemplos</b>  <i>WU_UC02.1: Obter o balanço hídrico com frequência elevada</i>  <i>WU_UC02.3: Obter informação sobre padrões de consumo</i></p>
WU_UC03: Obter conhecimento sobre o consumo de energia associado ao consumo de água	<p>A entidade gestora recebe informação em tempo quase real sobre as várias componentes do consumo de energia medido associado às bombagens na rede.</p> <p><b>Exemplos</b>  <i>WU_UC03.1: Obter informação sobre o consumo de energia associado à bombagem</i></p>
WU_UC04: Apoio para melhorar a eficiência operacional	<p>A entidade gestora recebe informação em tempo quase real sobre o efeito do controlo da pressão nas componentes do consumo de água, esquemas de bombeamento adaptativos, atendendo a custos de energia e a perfis de consumo, e localização ótima de válvulas e medidores de caudal na rede.</p> <p><b>Exemplos</b>  <i>WU_UC04.1: Receber avisos relativos a falhas (fugas, ruturas) e consumos anómalos na rede</i>  <i>WU_UC04.5: Receber sugestões relativas à programação das bombagens</i></p>
WU_UC05: Apoio para melhorar a qualidade do serviço prestado	<p>A entidade gestora recebe informação sobre faturação, reclamações e fugas nas habitações</p> <p><b>Exemplos</b>  <i>WU_UC05.1: Receber informação que permite tornar a faturação mais rigorosa e flexível</i>  <i>WU_UC05.2: Receive information to improve the management of complaints</i></p>
WU_UC06: Apoio no uso eficiente da água junto dos consumidores	<p>A entidade gestora recebe sugestões <i>personalizadas</i> sobre estruturas tarifárias adaptativas e campanhas de sensibilização.</p> <p><b>Exemplos</b>  <i>WU_UC06.1: Receber sugestões personalizadas sobre estruturas tarifárias adaptativas</i>  <i>WU_UC06.2: Receber sugestões personalizadas sobre campanhas de sensibilização dos consumidores</i></p>
WU_UC07: Apoio para o planeamento e dimensionamento das redes	<p>A entidade gestora recebe informação sobre previsões de consumo fiáveis atendendo a fatores de contexto (e.g., socio-demográficos, tarifas) para apoio à decisão relativamente a expansões de rede e períodos ótimos de substituição de equipamentos (válvulas e medidores de caudal).</p> <p><b>Exemplos</b>  <i>WU_UC07.1: Obter tendências de consumo de água</i>  <i>WU_UC07.2: Apoio à decisão relativamente a expansões de rede</i></p>

### 3.2 Validação inicial dos casos de uso pelas entidades gestoras e pelos consumidores

No Quadro 1 apresentam-se os resultados da priorização dos casos de uso para os domínios da entidade gestora e do consumidor.

No domínio da entidade gestora, a priorização dos casos de uso foi feita de acordo com a sua relevância em termos das motivações para utilização de telemedição e que se relacionam com: controlo de perdas de água, eficiência das redes em termos de água-energia, gestão de sistemas de informação, serviço ao consumidor, sistemas de faturação, sistemas tarifários e planeamento sustentável. No domínio do consumidor, os critérios de priorização relacionam-se com a deteção de fugas, aumento da eficiência água-energia na habitação, benefício de um melhor serviço ou de novos serviços prestados pela entidade gestora e diminuição das faturas de água e energia. Todos os peritos avaliaram a relevância atribuindo a cada caso de uso uma dada prioridade de acordo com uma escala ordinal de Likert de 3 níveis: 3-muito relevante, 2-relevante, 1-não relevante.

No domínio do consumidor, os *stakeholders* consideraram o caso de uso C\_UC01, relacionado com a obtenção de dados de consumo de água, como o mais útil (prioridade 2,6). Foram atribuídas prioridades inferiores (1,5-1,9) aos casos de uso relacionados com a energia (C\_UC02 e C\_UC04). Tal facto pode dever-se ao conhecimento ainda limitado sobre a importância do consumo de energia associado ao uso da água (*nexus* água-energia). Os casos de uso C\_UC03, C\_UC05 e C\_UC06 relacionados com a obtenção de conhecimento sobre o consumo de água, com o apoio para aumentar o controlo e a eficiência do uso da água na habitação foram considerados de prioridade intermédia.

Para o domínio da entidade gestora, os casos de uso relacionados com o acesso e obtenção de conhecimento sobre os dados de consumo de água, a obtenção de apoio para aumentar a eficiência operacional e para o planeamento e dimensionamento do sistema de abastecimento (WU\_UC01, WU\_UC02, WU\_UC04, WU\_UC07) obtiveram as prioridades mais altas (2,6-2,9). Os *stakeholders* consideraram que o caso de uso destinado a dar apoio aos consumidores para melhorar a sua eficiência no uso da água (WU\_UC06) tem a menor prioridade (1,8).

### 3.3 Validação dos casos de uso após implementação em protótipo

Numa fase posterior do projeto iWIDGET, a validação dos casos de uso também ocorrerá através de testes à escala real, após a implementação, num protótipo de *software*, das aplicações que suportam os casos de uso definidos. Tendo por base a caracterização de cada caso de uso, já foram derivados os correspondentes requisitos funcionais e não funcionais, foi definida a arquitetura geral do sistema WIDGET e, atualmente, estão a ser desenvolvidas as várias componentes analíticas que o integram. Após a interligação entre as componentes, resultará um protótipo que será testado em modo *off-line* (i.e. com dados históricos de consumo de água) e *on-line* (i.e. com dados de consumo recolhidos em tempo real) em três casos de estudo reais (Portugal, Reino Unido e Grécia).

Esta validação segue um método padronizado também já concebido no âmbito do projeto, que se baseia em *test scenarios* e *test cases* e que engloba testes funcionais (que avaliam o cumprimento dos requisitos funcionais) e testes não funcionais (que avaliam o cumprimento dos requisitos não funcionais). O método de teste (Vieira *et al.*, 2013) inclui

três etapas principais: (i) trabalho preparatório de planeamento e definição dos testes a realizar, (ii) realização dos testes e (iii) avaliação dos resultados dos testes.

Na fase 1 foram definidos os objetivos dos testes e o tipo de testes a realizar, tendo-se optado pelo tipo *black box* (testes que examinam a funcionalidade da aplicação sem olhar para a sua estrutura interna ou algoritmos), uma vez que a validação à escala real é feita após avaliações unitárias das várias componentes analíticas do *software*, nas quais são testados os algoritmos.

Para cada caso de uso, foram também planeados os *test scenarios* e, para cada *test scenario*, foram descritos os *test cases* correspondentes. Em cada *test scenario* especificou-se qual a funcionalidade do sistema a ser testada e em cada *test case* especificou-se como é que essa funcionalidade vai ser testada, sendo descrita a sequência de passos a ser executada pela pessoa que faz o teste. Nos *test cases*, definiram-se também os critérios de avaliação do sucesso de cada passo do teste, assim como os indicadores de desempenho que medem cada critério de sucesso. Todo este procedimento foi seguido, quer para os testes funcionais, quer para os testes não funcionais.

No Quadro 3 apresentam-se, para um teste funcional, exemplos de um *test case* que faz parte de um *test scenario*, de critérios de sucesso e dos correspondentes indicadores.

Quadro 3 – Validação dos casos de uso através de testes à escala real. Exemplos de *test scenario*, *test case*, critérios de sucesso e indicadores de desempenho.

Caso de uso	Test scenario	Test case	Passos do test case	Requisito a verificar	Critério de sucesso	Indicador de desempenho
WU_UC02.1: Obter o balanço hídrico com frequência elevada	#1  Obter as perdas reais para um determinado mês	#1.1	1. Fazer log on no iWIDGET usando uma password	(FR) Log on	Log on com sucesso sem erros	Passou/não passou
			2. Selecionar a zona da rede de distribuição	(FR) Seleção da zona da rede de distribuição	Seleção da opção com sucesso	Passou/não passou
			3. Escolher um período de tempo no calendário	(FR) Seleção do período de tempo	Seleção da opção com sucesso	Passou/não passou
			4. Selecionar as componentes do balanço hídrico a calcular	(FR) Seleção das componentes do balanço hídrico	Seleção da opção com sucesso	Passou/não passou
			5. iWIDGET calcula o resultado	(FR) Executar cálculos	O resultado correto é calculado	Passou/não passou
			6. iWIDGET presents a table and a report with the results	(FR) Informação de visualização	O resultado é visualizado corretamente	Passou/não passou
			7. Imprimir o relatório	(FR) Impressão	Impressão do relatório com sucesso	Passou/não passou
			8. Gravar os resultados	(FR) <i>Download</i>	Gravação dos resultados	Passou/não passou

Na fase 2 (ainda não executada) tem lugar a recolha de dados nos três casos de estudo, a sua alimentação ao protótipo e a geração de resultados que são analisados, na fase 3, por aplicação dos critérios de sucesso e indicadores de desempenho previamente definidos. Deste modo, serão identificadas necessidades de melhoria do protótipo que são comunicadas à equipa de desenvolvimento do *software*.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As tecnologias de telemedição aplicadas no contexto dos sistemas de abastecimento de água são uma oportunidade para promover a eficiência no consumo de água e de energia. No entanto, o facto de estas tecnologias serem relativamente recentes neste domínio gera vários desafios no sentido de determinar as principais utilizações dos dados de telemedição, bem como as aplicações de *software* que podem ser usadas para suportar o negócio das entidades gestoras de água e otimizar a sua utilização por parte dos consumidores. Desta forma, é necessário definir um sistema que possa tirar partido da oportunidade criada pelo grande volume de dados fornecidos em tempo real pelos sistemas de telemedição.

Neste artigo ilustra-se a abordagem seguida no projeto europeu iWIDGET, que utiliza um método baseado em casos de uso para definir o comportamento (utilizações) do sistema. Este método mostrou-se adequado para analisar o sistema iWIDGET, garantindo que todas as funcionalidades são consistentes e são relevantes para as partes interessadas (consumidores e entidades gestoras). Além disso, foi possível priorizar os casos de uso, permitindo otimizar as posteriores decisões de desenho e implementação das aplicações.

Este tipo de análise permite separar o domínio do problema do domínio da solução. De facto, o foco das partes interessadas na análise do problema, através de modelos de casos de uso, permite abstrair esta análise de qualquer solução tecnológica, reduzindo o risco de desenhar soluções que não suportam as necessidades desejadas. Por outro lado, os modelos de caso de uso funcionam como uma ferramenta de comunicação que facilita a colaboração entre todos os intervenientes no desenvolvimento de um sistema. No caso particular do sistema iWIDGET, podemos concluir que o conjunto de casos de uso apresentados é completo e adequado para as necessidades das partes interessadas envolvidas no processo de análise. Este facto permite garantir que as soluções tecnológicas do projeto iWIDGET estão alinhadas com o negócio, isto é, satisfazem os requisitos dos futuros utilizadores.

Finalmente, a transposição dos casos de uso para aplicações tecnológicas deve ser controlada de forma a garantir a qualidade das soluções apresentadas. Com esse objetivo, apresentou-se o método de validação, baseado em testes, que, novamente, se foca nas necessidades e requisitos do problema e não na solução concreta.

Em resumo, no trabalho desenvolvido foi feita uma aplicação inovadora do conceito de caso de uso ao domínio da água-energia em sistemas de abastecimento para capturar funcionalidades a incorporar numa ferramenta ICT para as entidades gestoras e para os consumidores. Além disso, os próprios casos de uso identificados incluíram algumas utilizações inovadoras dos dados de telemedição.

## **AGRADECIMENTOS**

Este estudo foi parcialmente financiado pelo 7º Programa Quadro da EU (projecto iWIDGET – *Improved Water efficiency through ICT technologies for integrated supply-Demand side manaGEmenT*, contrato n.º 318272).

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Loureiro, D., Vieira P., Ribeiro, R. Makropoulos, C., Kossieris, P., Katsiri, E., Barateiro, J., Goerkem, O., Grimm, C., Vamvakeridou-Lyroudia, L., Smith, J., Hutton., C. (2013). *Use Case Description*. Relatório MS12. Project iWIDGET.

OMG (2011) Object Management Group. Unified Modelling Language, Superstructure – Version 2.4.1.

Op't Land, M., Proper, E., Waage, M., Cloo, J., Steghuis, C. (2009). *Enterprise Architecture - Creating Value by Informed Governance*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (The Enterprise Engineering Series).

Pohl, K. (2010) *Requirements engineering: fundamentals, principles, and techniques*, Springer Publishing Company.

TOGAF (2011). The Open Group. TOGAF Version 9.1.

Vieira, P., Barateiro, J., Loureiro, D., (2013). *Methodology for offline testing*. Relatório da Task 3.2. Project iWIDGET.