

UTILIZAÇÃO DE MEDIDORES INTELIGENTES NO COMBATE ÀS PERDAS APARENTES – CASO DE ESTUDO DE SÃO PEDRO DO CORVAL, REGUENGOS DE MONSARAZ

Paulo CHAVEIRO¹, Nelson CARRIÇO²

1. Responsável do Serviço de Águas e Saneamento Básico, Município de Reguengos de Monsaraz, paulo.chaveiro@cm-reguengos-monsaraz.pt
2. Escola Superior de Tecnologia do Barreiro do Instituto Politécnico de Setúbal, Barreiro, nelson.carrico@estbarreiro.ips.pt

RESUMO

Cada vez mais a sociedade moderna aposta numa gestão inteligente das suas cidades, com a criação das *Smart Cities*, também o setor da água se vai, tendencialmente, adequando às novas tecnologias e enquadrando-se no conceito das *smart cities*. Desta forma, cada vez mais entidades gestoras (EG) recorrem a sistemas de *medidores inteligentes ou medidores IoT* para a monitorização da qualidade da água, combate às perdas reais e às perdas aparentes de água. O presente artigo apresenta a aplicação de um sistema de *medidores inteligentes* no combate às perdas aparentes pelo Município de Reguengos de Monsaraz, em parceria com a empresa HT – Water management solutions. Também é feita a comparação entre o sistema implementado, que consiste em leituras dos consumos de água através de recursos humanos, e o sistema de telemetria LoRa (*medidores inteligentes de água*). No final serão apresentadas as principais conclusões evidenciando as principais diferenças na eficiência e fiabilidade dos sistemas, e apontando possíveis caminhos a seguir pelas EG.

Palavras-chave: medidores inteligentes; perdas reais; perdas aparentes; LoRa

1. INTRODUÇÃO

A atual sociedade moderna tem-se desenvolvido, e nesse contexto também os mais variados serviços públicos disponibilizados aos cidadãos, num ambiente de maior exigência para com a eficiência dos sistemas que lhes são facultados, pelo que se tornou urgente a criação e o desenvolvimento de *smart cities* (Li *et al.*, 2017; Vangelista *et al.*, 2015). O conceito tornou-se tão poderoso que chamou a atenção de gestores políticos, de empresas e até instituições internacionais, prometendo uma nova era de gestão otimizada de infraestruturas e equipamentos urbanos que se conectam através de novas formas a objetos, organizações e cidadãos (March *et al.*, 2017; March e Ribera-Fumaz, 2016; Tayler Buck e While, 2015; Hollands R., 2008). As perdas de água, sabe-se, multiplicam os custos operacionais de qualquer EG, restringindo a receita e em consequência comprometendo a disponibilidade do serviço no futuro (Arregui *et al.*, 2018; Farley e Trow, 2003). As perdas de água subdividem-se em dois grupos: as perdas aparentes e as perdas reais. As perdas aparentes agregam os consumos de água ilícitos (i.e., consumos não autorizados de água) e os erros de medição, como por exemplo, medições imprecisas dos instrumentos de medição, sendo um fator com bastante peso na contabilização das perdas de água podendo mesmo representar até

cerca de 40% do volume total de perdas de água numa rede de distribuição de água (Szilveszter *et al.*, 2015; Fontanazza *et al.*, 2015; Xin *et al.*, 2014; Arregui F., 2010; Lambert A., 2003).

Neste sentido os sistemas com a adoção da internet das coisas (IoT) constituem um incremento de benefícios para a indústria, empresas ou EG e consumidores que possibilitaram a melhoria da monitorização, controlo, customização e cálculo de previsões através da recolha e gestão de dados que depois de recolhidos, por dispositivos conectados, criam valor às várias partes interessadas permitindo, até, a entrega de soluções mais completas, como por exemplo a medição inteligente domiciliária (smart metering) para utilização no combate às perdas aparentes (Fetterman *et al.*, 2020; Frank *et al.*, 2019; Kaur e Kumar, 2018; Lloret *et al.*, 2016; Khedkar e Malwatkar, 2016). Assim sendo, associar as medições inteligentes ao combate às perdas aparentes, é o passo natural para a melhoria da eficiência da gestão das EG, através da adequação da gestão das redes de água a metodologias e políticas efetivas de combate às perdas aparentes. Cada vez mais é notória, por parte das EG do setor da água e energia, o crescente interesse na promoção da utilização dos medidores domiciliários inteligentes, pois permitem às EG, e em último reduto aos consumidores, a deteção imediata ou quase imediata de perdas aparentes por fugas de água, de ligações ilícitas, fraudes e falhas (Fetterman *et al.*, 2020; Marche *et al.*, 2017; Wiig A., 2016; Nicolau *et al.*, 2015; de Castro Fettermann *et al.*, 2015; Galo *et al.*, 2014; Batty M, 2013; Boyle *et al.*, 2013).

O desenvolvimento da tecnologia de leitura *Wireless* para a medição de água tem sofrido grandes progressos, sendo atualmente a tecnologia *Long Range* (LoRa) uma das tendências na indústria de IoT devido à sua acessibilidade de ampla área, o seu desempenho, vida útil e fiabilidade do sistema. A tecnologia LoRa utilizada para modulação e desmodulação de radio, da empresa Semtech Corporations, é em si uma modulação de camada física que utiliza *Chirp Spread Spectrum* (CSS) com correção de erro direto. Esta tecnologia permite transferência de dados através do uso de um elevado fator de propagação a uma ampla gama de espectro de rádio utilizando baixas potências de transmissão podendo em certos casos obter uma propagação de sinal até 22 quilómetros. A sua utilização é verificada nas mais variadas utilizações de monitorização, como: de ruas, de redes de estacionamento, de informação do trânsito, de eletricidade, de água, de sistemas de segurança entre outros (Yeram *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2017; Suresh *et al.*, 2017; Carlos *et al.*, 2016; Vangelista *et al.*, 2015).

O presente artigo apresenta a aplicação de um sistema de utilização de contadores inteligentes (IoT) no combate às perdas aparentes pelo Município de Reguengos de Monsaraz. Será efetuada uma comparação com o sistema implementado que consiste em leituras dos consumos de água através de recursos humanos e o sistema de telemetria. No final apresentam-se as principais conclusões evidenciando as principais diferenças na eficiência e fiabilidade dos sistemas, e apontando possíveis caminhos a seguir pelas EG.

2. CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO

A Câmara Municipal de Reguengos de Monsaraz (CMRM) é a EG das redes de distribuição de água e de saneamento básico em “baixa” de todo o concelho. De acordo com o Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (RASARP 2020), com os dados de 2019, a CMRM gere uma rede de distribuição de água com 171 km de extensão em 14 aglomerados urbanos, 6.945 ramais de ligação dos quais 6.470 ativos e volumes aduzidos, em 2019, de 953.115 m³ de água na rede de distribuição. A EG tem um parque de contadores com 6.383 unidades, subdivididas por caudais nominais de 1,5, 2,5 e 3,5 m³/h, das quais 3.191 unidades (49%) com mais de 15 anos de utilização e índices de Perdas Reais de Água e de Água Não Faturada de 11,0% e 33,0%, respetivamente. A EG efetuou um estudo de caracterização do seu parque de contadores mais velho (49% de todo o parque de contadores), recorrendo a uma entidade exterior certificada, com o objetivo de conhecer as Perdas Aparentes associadas a essas unidades obtendo um valor de ineficiência da leitura, para consumos entre 30 e os 120 l/h, de 28,5%.

3. CASO DE ESTUDO

O caso de estudo de aplicação de um sistema de utilização de contadores inteligentes (IoT) para contagem de água a clientes recorrendo ao sistema de comunicação LoRa, foi implementado no aglomerado

populacional de São Pedro do Corval, freguesia de Corval, numa parceria entre o Município de Reguengos de Monsaraz e a empresa HT – Water management solutions, durante um período de sete meses. Para que o caso de estudo fosse concretizado selecionou-se um conjunto de 19 habitações, localizadas entre o Bairro 25 de Abril e a Urbanização Casas de São Pedro. A escolha destas habitações teve como base a análise de fiabilidade do sistema de leitura automática para situações onde os contadores de água se encontram dentro e fora das habitações e onde são feitas leituras mensais através de recursos humanos. Todos os contadores instalados são do tipo volumétrico, modelo Gladiator LoRa, da marca ARAD, R400 de diâmetro nominal de 15mm, com leitura por impulso por via do movimento do êmbolo rotativo existente no seu interior que transmite ao indicador um determinado volume de água por rotação e foram utilizados, pela primeira vez, especificamente para este estudo. Foi ainda colocado um concentrador LoRa com conectividade WAN através de GPRS. O objetivo do estudo foi a verificação da fiabilidade do sistema, nomeadamente na transmissão de alarmes de intrusão ou uso indevido, e a comparação dos volumes contabilizados entre o sistema de leitura automático e o realizado através do leitor municipal. Por último, analisou-se a ineficiência total esperada por contador relativo ao parque de contadores com mais de 15 anos.

A estrutura de comunicação implementada concentra-se na comunicação dos contadores inteligentes de água, modelo Gladiator da ARAD, DN 15mm e classe R400, com telemetria e bateria incorporados no corpo do contador e transmissão de dados através de sinal rádio em protocolo LoRa, encontrando-se 12 unidades instaladas dentro das habitações e 7 unidades fora das habitações. Para a receção dos dados, através de comunicação descendente (*downlink*) e transmissão de ordens (*uplink*) emitidos pelos e para os contadores inteligentes de água, existe um concentrador, para a aquisição de dados, que comunica por LoRaWAN e que através de GPRS transmite os dados para a plataforma de monitorização no centro de dados. A estrutura de leitura dos contadores inteligentes de água é efetuada através de um repetidor multi-estágio. No que ao design do hardware, do contador inteligente, diz respeito o mesmo contém dois módulos de funções: 1) de medição; 2) de comunicação. A função de medição fornece os dados do volume acumulado, do sinal de fluxo (direto ou inverso) e uso indevido. A função de comunicação é composta pelo transceptor Wireless SX1278 suportado por uma bateria de lítio. O design do hardware do concentrador para recolha dos dados usa um microprocessador, um transceptor Wireless com protocolo bidirecional de comunicação LoRa de 968 MHz de banda larga (Rx:863-873 MHz, Tx: 863-873MHz), sensibilidade até -141 dBm e potência de emissão até 27 dBm (500 mW) com 9 canais independentes e 49 desmodeladores LoRa o que proporciona um raio de alcance de 15 km em áreas suburbanas. O processador é baseado ARM 926 EJS até 230 MIPS, memória volátil de baixo consumo DDRAM 128 MB e memória não volátil de 8 GB e MMC para dado, e kerlink M2M - GPRS para transmissão de dados entre o concentrador e os contadores inteligentes de água e entre o concentrador e o centro de dados (cf. Fig. 1).

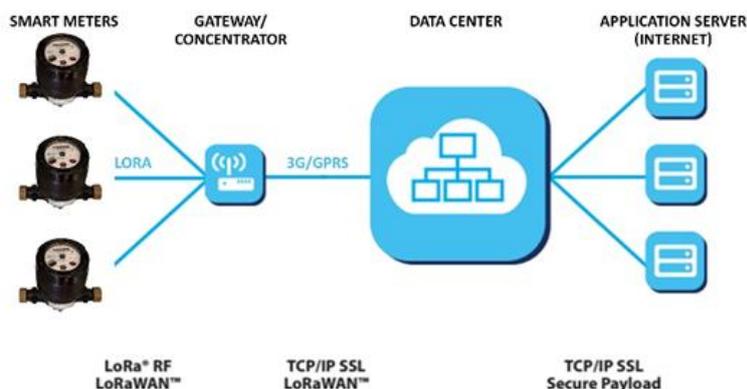


Fig. 1. Esquema da estrutura de comunicação do caso de estudo

4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

A Fig. 2 apresenta os resultados obtidos para a comparação dos volumes acumulados por mês, entre a telemetria LoRa e a leitura normal e faturação.

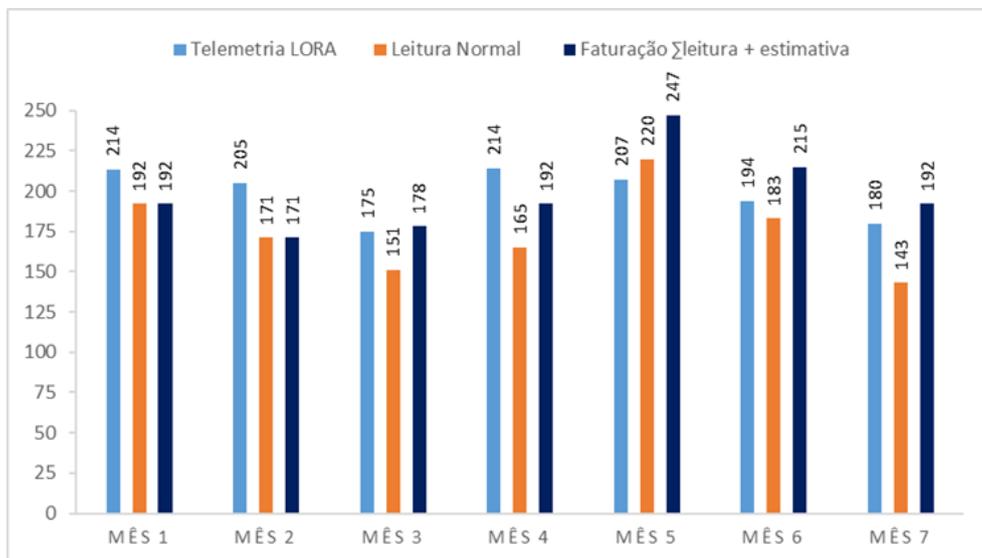


Fig. 2. Comparação entre os volumes acumulados por mês entre a telemetria LORA, leitura normal e faturação

Validados os dados recolhidos neste estudo podemos constatar que os resultados obtidos com o sistema LoRa consegue ser mais fiável que um leitor humano em média 2%, conforme verificado na Fig. 2. As diferenças de leituras acumuladas por mês são de 24 m³, 49 m³ e 37 m³ nos meses 3, 4 e 7, por exemplo, não ficando expresso na faturação porque, e seguindo, a constante no Decreto-Lei n.º 194/2009 de 20 de agosto, a EG aplica a fórmula de estimativa para os casos em que não consegue obter as leituras fisicamente. Esta situação evidencia uma sobre ou subfaturação de clientes, conforme se pode constatar nos meses 1,5, 6 e 7, relativamente à leitura de maior exatidão e fiabilidade (telemetria LoRa) comparativamente com a faturação, o que se considera ser um problema bastante grave, principalmente de âmbito social. Outro erro detetado é a verificação de acertos naturais nas leituras de um mês para o outro, conforme se constata entre o mês 4 e 5, para a leitura normal, onde a diferença entre o sistema LoRa e a leitura normal são de 214m³ | 165m³ para 207m³ | 220m³. Esta situação deve-se à não uniformização da hora de leitura do sistema por via de recursos humanos e que no sistema de telemetria LoRa acontece por via da programação do mesmo horário para a recolha dos dados de consumo de todos os contadores. A diferença de contagem entre o sistema LoRa e leitura normal é de -262m³, resultando num prejuízo para a EG. Referir que durante os 7 meses do estudo foi registada 1 situação de uso indevido, por corte magnético.

Tabela 1: Dados relativos às perdas aparentes relativos ao atual parque de contadores.

P.Ap - leitura (%)	P.Ap - contador >15 anos (%)	Erro de leitura em 10 m ³	Erro leitura P.C > 15 anos para 10 m ³ (m ³ /mês)	Erro leitura P.C > 15 anos para 10 m ³ (m ³ /ano)
2	28,5	3,1	9732,6	116790,6

Relativamente à Tabela 1 podemos verificar que a entidade gestora poderá ter por norma 30,5% de Perdas Aparentes num equivalente a 9.732,6 m³/mês e 116.790,6 m³/ano de volumes não contabilizados, tendo em conta o seu atual Parque de Contadores com mais de 15 anos de utilização.

Com o presente trabalho concluiu-se que:

- i. O sistema de telemetria mostra-se mais fiável e eficiente relativamente ao atual modelo de leitura utilizado pela EG;
- ii. A EG tem perdas aparentes que facilmente poderão ser colmatadas, assim seja introduzido o sistema de telemetria com protocolo LoRa ou outros;
- iii. A fórmula de faturação da EG tem demasiados valores estimados o que traz problemas de justiça social não sendo totalmente bem aplicado o princípio do utilizador-pagador;
- iv. O sistema de comunicação de sinal rádio com protocolo LoRa mostrou-se bastante fiável, com bons índices de cobertura e transmissão de dados em tempo útil à EG;
- v. Ao contrário dos medidores volumétricos normais, os medidores inteligentes conseguem registar em tempo real quaisquer tipos de usos indevidos, anomalias na leitura ou avarias permitindo a correta ação por parte da EG para a sua correção;
- vi. A EG necessita de renovar o seu parque de contadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arregui F (2010) Calculating the optimum level of apparent losses due to water meter inaccuracies: Proceedings of IWA Water Loss Conference
- Arregui F, Cobacho R, Soriano J, Jimenez-Redal R (2018) Calculation proposal for the economic level of apparent losses (ELAL) in a water supply system: *Water*, 10, 1809
- Batty M (2013) Big data, smart cities and city planning: *Dialogues Hum. Geogr.*,3, 274-279
- Boyle T, Giurco D, Mukheibir P, Liu A, Moy C, White S, Stewart R (2013) Intelligent metering for urban water: *Water*, 5, 1052-1081
- De Castro Fetterman D, Guerra K, Mano A, Marodin G (2015) Uma sistemática para deteção de frauds em empresas de abastecimento de água: *Interiencia*, Vol.40 (2), 114-120
- Farley M, Trow S (2003) Losses in water distribution networks: a practitioner's guide assessment, monitoring and control: Proceedings of IWA Publication, London
- Fettermann D, Cavalcante C, Ayala N, Avalone M (2020) Configuration of a smart meter for Brazilian customers: *Energy Policy*, Vol.139, 111309
- Fontanazza C, Notaro V, Puleo V, Freni G (2015) The apparent losses due to metering errors: A proactive approach to predict losses and Schedule maintenance: *Urban water Journal*, 12 (3), 229-239
- Frank A., Mendes G, Ayala N, Ghezzi A (2019) Servitization and industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: a business model innovation perspective: *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.141, 341-351
- Galo J, Macedo M, Almeida L, Lima A (2014) Criteria for smart grid deployment in Brazil by applying the Delphi method: *Energy Policy*, Vol.70, 605-611
- Hollands R (2008) Will the real smart city please stand up?: *City*, 12, 303-320
- Lambert A (2003) Assessing non-revenue water and its components: A practical approach: *Water*, 5(4), 50-51
- Li Y, Yan X, Zeng L, Wu H (2017) Research on water meter Reading system based on LoRa communication: Proceedings of IEEE international conference on smart grid and smart cities, 248-251
- Li Y, Zeng L, Yan X, Wu H (2017) Research on water meter reading system based on LoRa communication: *ICSGSC*, 159, 51-58
- March H, Morote A, Rico A, Saurí D (2017) Household smart water metering in Spain: insights from the experience of remote meter Reading in Alicante: *Procedia of Journal Sustainability*, 9, 582
- March H, Ribera-Fumaz R (2013) Smart contradictions: the politics of making Barcelona a self-sufficient city: *European Urban and Regional Studies*, 23, 816-830
- Nicolau C, Souza R, Frota M (2015) Impacts of the technological change introduced by smart energy metering in the legal department of an electricity utility: *Procedia Computer Science*, Vol.55, 278-287
- Kaur M, Kumar A (2018) Implementation of smart metering based on internet of things: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 331, 1-11
- Khedkar S, Malwatkar G (2016) Using raspberry Pi and GSM survey on home automation: Proceedings of ICEEOT, 758-761
- Suresh M, Muthukumar U, Chandapillai J (2017) A novel smart water-meter based on IoT and smartphone app for city distribution management: Proceedings of IEEE Region
- Szilveszter S, Beltran R, Fuentes A (2015) Performance analysis of the domestic water meter park in water supply network of Ibarra, Ecuador: *Urban Water Journal*, Vol.14 (1), 85-96
- Taylor Buck N, While A (2015) Competitive urbanism and the limits to smart city innovation: the UK future cities initiative: *Urban studies*, Vol.54 (2), 2017
- Vangelista L, Zanella A, Zorzi M (2015) Long-range IoT technologies: The dawn of LoRaTM: *LNICST*, 159, 51-58

- Wiig A (2016) The empty rethoric of the smart city: from digital inclusion to economic promotion in Philadelphia: *Urban Geography*, Vol.37 (4), 535-553
- Xin K, Tao T, Lu Y, Xiong X, Li F (2014) Apparent losses analysis in district metered áreas of water distribution systems: *Water Resource Management*, 28, 683-696
- Yeram P, Prachi e Gonsalvez, Nobin e D'Souza, Clinton e Abraham, Elizabeth e Patil, Vinay P (2020) Smart Water Management System in Urban Areas using LoRa Technology: *Proceedings of the 3th ICAST*