

ISENSA - PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA MONITORIZAÇÃO INTELIGENTE

João M. L. P. Caldeira

*Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal
Instituto de Telecomunicações, Portugal
InspiringSci, Castelo Branco, Portugal
e-mail: jcaldeira@ipcb.pt*

Vasco N. G. J. Soares

*Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal
Instituto de Telecomunicações, Portugal
InspiringSci, Castelo Branco, Portugal
e-mail: vasco.g.soares@ipcb.pt*

Pedro D. Gaspar

*Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal
InspiringSci, Castelo Branco, Portugal
e-mail: dinis@ubi.pt*

Ricardo Fontes

*Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal
e-mail: rfontes@ipcb.pt*

RESUMO

Este artigo apresenta a definição e o desenvolvimento de uma plataforma tecnológica para integração e recolha de informação proveniente de sensores, baseada num controlador *Arduino* e numa aplicação *web* suportada por uma base de dados relacional. Trata-se de um sistema de aquisição de dados inteligente, para a monitorização e análise de dados, em tempo real ou de histórico, de ambientes e dispositivos numa ampla gama de áreas. Apresenta elevada flexibilidade na integração de requisitos específicos, que dão resposta às necessidades de diferentes sectores, entidades e utilizadores. Esta plataforma desenvolvida pela empresa InspiringSci, Lda, de acordo com a metodologia ICONIX, está na fase final de teste e validação de conceito em cenários reais, com vista à posterior introdução no mercado.

PALAVRAS-CHAVE

iSensA; *Arduino*; Sensores; Monitorização; Aplicação *web*.

1. INTRODUÇÃO

A InspiringSci é uma *startup* de base tecnológica que está sediada em Castelo Branco [InspiringSci 2016]. Tem por missão desenvolver e implementar soluções inovadoras e inspiradoras na área das tecnologias de informação, que ajudam os seus clientes a resolver desafios industriais, baixar custos e melhorar o seu desempenho. Foca-se em soluções para cidades inteligentes, em áreas como a mobilidade e a eficiência energética, e para o sector agroindustrial. Com vista a contribuir para a melhoria da eficiência energética dos sistemas e processos, possibilitando o controlo e monitorização de parâmetros em equipamentos em funcionamento e em tempo real, a InspiringSci identificou a oportunidade de aplicar tecnologias inovadoras emergentes, apoiadas pelo uso de ferramentas computacionais para desenvolver uma solução de monitorização que visa auxiliar no processo de tomada de decisão dos seus clientes.

Neste âmbito, pretende-se com este artigo apresentar o protótipo da plataforma iSensA, baseado num controlador *Arduino* e seus periféricos (sensores) e numa aplicação *web* suportada por uma base de dados que recorre a tecnologias de uso livre, que dão resposta aos seguintes requisitos:

- Aplicável a diversos ambientes e realidades, atendendo a necessidades de diferentes sectores, entidades e utilizadores;
- Aquisição e envio de dados para servidores remotos via *Ethernet* ou GSM/GPRS;
- Configuração de regras de funcionamento e controlo com base em parâmetros e requisitos específicos;
- Ferramentas estatísticas de apoio à gestão e análise de dados em tempo real ou histórico, elaboração de relatórios de análise de tendências, e possibilidade de correlação de dados;
- Configuração de relatórios, alarmes/notificações e reenvio por *e-mail* e/ou SMS;
- Alta escalabilidade e capacidade de expansão;
- Plataforma online acessível através de computador, *tablet* ou *smartphone*, em qualquer lugar;
- Salvaguarda de dados (*Backup*) completo e seguro na nuvem.

Este artigo encontra-se estruturado da seguinte forma. Na segunda secção, apresenta-se uma visão geral sobre a plataforma tecnológica para monitorização inteligente - iSensA. Na terceira secção, são apresentados dois cenários reais de aplicação onde o protótipo foi testado e validado. Finalmente, na quarta secção, apresentam-se as conclusões e trabalho futuro.

2. PROTÓTIPO ISENSA

O desenvolvimento do protótipo iSensA envolveu: (1) a construção de um módulo de controlo e aquisição de dados, realizado através de um controlador, sensores e circuitos eletrónicos necessários aos cenários em questão; (2) a implementação de uma interface de aquisição e tratamento de dados e de uma aplicação *web* suportada por uma base de dados relacional, para a interface de visualização, administração e armazenamento de dados. A Figura 1, apresenta a visão geral da arquitetura iSensA.

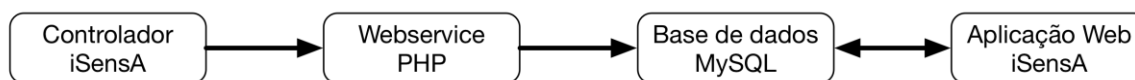


Figura 1. Visão geral da arquitetura iSensA.

Para o desenvolvimento adotou-se a metodologia ICONIX [iconixsw 2016], por se tratar de uma metodologia prática e simples, mas também poderosa com uma componente de análise e representação de problemas sólida e eficaz [Silva and Videira 2001]. As subsecções seguintes, detalham a plataforma *web* e o controlador.

2.1 Aplicação Web e Base de Dados

As linguagens que foram utilizadas para o desenvolvimento da aplicação *web* foram: o PHP que é executado do lado do servidor [PHP 2016], sendo embebido no HTML [Costa 2007]; o *Javascript* que é uma linguagem de *script* executada do lado do cliente [JavaScript 2016], sendo interpretada pelo navegador *web*, e que permite a criação de páginas interativas [Costa 2007]; o *jQuery* que se trata de uma API em *Javascript*, rápida, pequena e rica em recursos, tornando o HTML e a manipulação de eventos, animações e Ajax muito mais simples e fácil de usar [jQuery 2016]. No lado do cliente é também utilizado uma *framework front-end* chamada *Bootstrap* que permite um desenvolvimento ágil em projetos *web* responsivos [Bootstrap 2016]. Permite integração do *jQuery* com outras tecnologias tais como CSS [w3schools 2016] e LESS [lesscss 2016], para o dinamismo pretendido na interação com o utilizador. É também utilizado no desenvolvimento do *design* da plataforma por exemplo na tipografia, botões e formulários.

A aplicação *web* desenvolvida está preparada para ser executada em diferentes plataformas, adaptando-se a ecrãs de diferentes dimensões (i.e., computador, *tablet* ou *smartphone*). Para a criação da base de dados foi

elaborado o modelo de entidade-relacionamento e o modelo relacional, posteriormente implementado num Sistema de Gestão de Base de Dados MySQL [MySQL 2016].

Por questões de limitação de espaço do artigo, são ilustradas na Figura 2 apenas algumas das funcionalidades disponibilizadas pela aplicação *web*. O leitor interessado pode aceder e testar a mesma na íntegra a partir da hiperligação “<http://app.isensa.net>”, utilizando como credenciais de acesso (*login* e *password*) de utilizador registado: “*demonstracao@demo.com*” “*demo.96*”.

2.2 Controlador

O controlador *iSensA* é uma plataforma de *hardware* baseada em *Arduino* [Arduino 2016]. A adoção desta plataforma em ambientes de desenvolvimento permite uma rápida prototipagem de soluções funcionais. Caracterizada pelo uso de microcontroladores *Atmel ARV*, com programação intuitiva baseada na linguagem de programação C, esta plataforma está a tornar-se um verdadeiro concorrente de sistemas de controlo mais complexos usados atualmente pelas empresas. Uma grande vantagem deste tipo de plataformas é a sua flexibilidade. Disponibilizando várias entradas e saídas, digitais e analógicas, estas plataformas tornam-se adaptáveis à aquisição de qualquer tipo de sinais. Com o sucesso crescente e o baixo custo destas plataformas, vários sensores vão sendo disponibilizados para medição e recolha de variados parâmetros. Sensores para medição de parâmetros, que até há relativamente pouco tempo apenas existiam para controladores industriais, estão hoje disponíveis para uso em plataformas de baixo custo, como o *Arduino*. A modularidade é outra característica destas plataformas, pelo que, estas podem ser construídas de acordo com as necessidades específicas da sua aplicação em concreto.

Tirando partido de todas estas características, o controlador *iSensA* é na sua génese constituído por uma plataforma *Arduino*. Em função das necessidades requeridas em cada cenário de aplicação, ao controlador *iSensA* será adicionado um módulo de comunicação *Ethernet*, sem fios (Wi-Fi) ou móvel usando redes Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM). Este módulo é essencial para a comunicação entre o controlador e a aplicação *web* *iSensA*. O tipo de sensores a usar é um dos requisitos do cenário de aplicação em concreto, não havendo quaisquer limitações. O uso do módulo de comunicação móvel GSM, permite ainda ao controlador a possibilidade de envio de Serviço de Mensagens Curtas (SMSs) de notificação de ocorrências específicas programáveis. Estes SMSs poderão ser enviados a diferentes utilizadores, com diferentes responsabilidades, em função das necessidades. A Figura 3 apresenta o protótipo do controlador *iSensA*, na versão *Ethernet*, com quatro entradas disponíveis.

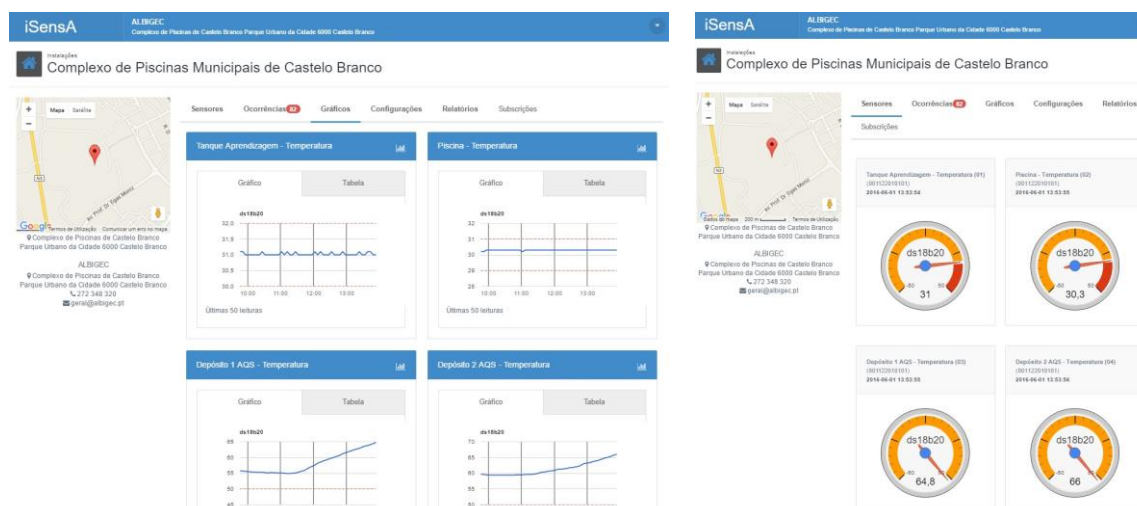


Figura 2. Exemplos de vistas da aplicação *web* *iSensA*.

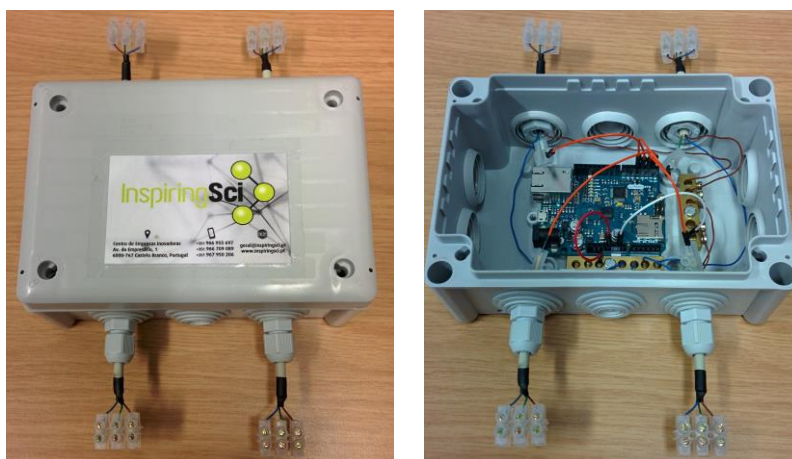


Figura 3. Protótipo do controlador iSensA, na versão *Ethernet*, com quatro entradas.

3. CENÁRIOS DE APLICAÇÃO

Nesta secção apresenta-se a descrição de dois cenários reais de aplicação utilizados para teste e validação do protótipo iSensA. A Figura 4 ilustra o processo de instalação e configuração dos controladores iSensA nos mesmos.

3.1 Monitorização e Controlo de Piscinas

A ALBIGEC - Empresa de Gestão de Equipamentos Culturais, Desportivos e de Lazer, E. M. [ALBIGEC 2016], empresa responsável pela gestão do complexo de piscinas da cidade de Castelo Branco, pretendia a monitorização e controlo remoto da temperatura das águas dos tanques de aprendizagem, da temperatura das águas sanitárias e da temperatura e humidade nos balneários, femininos e masculinos, de apoio às piscinas. Neste contexto, surgiu a possibilidade do iSensA dar resposta a estes requisitos com a instalação do seu primeiro protótipo. Após um estudo detalhado do local e reunidos os requisitos, concluiu-se que seria necessário instalar dois controladores iSensA. Um destes controladores seria instalado junto à nave das piscinas, para monitorização da temperatura e humidade ambiente dos balneários e da própria nave central. Para este propósito foram usados três sensores de medição conjunta temperatura/humidade em cada um dos locais referidos. Para a monitorização da temperatura da água dos dois tanques de aprendizagem e das águas sanitárias dos dois balneários foi instalado um controlador na zona técnica das piscinas (na cave), junto aos depósitos de água. Neste caso, foram colocados quatro sensores de temperatura nas tubagens de saída dos depósitos de água para os tanques de aprendizagem e dos depósitos de águas sanitárias para os balneários. Os dois controladores comunicam com os *webservices* iSensA via *Ethernet* uma vez que o complexo dispunha de uma ligação deste tipo, tendo sido apenas necessário estender um cabo *unshielded twisted pair* (UTP) até junto de cada um dos controladores. Na Figura 2, pode observar-se a plataforma *web* iSensA a mostrar os valores recolhidos nesta instalação.

Uma vez demonstrada a mais valia do iSensA e o sucesso do mesmo, a empresa ALBIGEC propôs a sua extensão ao complexo de piscinas de Alcains, o qual também gere. Neste caso, a solução pretendida foi em tudo semelhante à já instalada em Castelo Branco. No entanto, tratando-se de um empreendimento mais pequeno, e após análise detalhada da situação, chegou-se à conclusão que apenas seria necessário um controlador. Os parâmetros a serem monitorizados, neste caso em concreto, foram a temperatura e humidade em dois balneários (feminino e masculino), a temperatura da água da piscina de aprendizagem e a temperatura das águas sanitárias dos balneários. Devido ao facto deste complexo não ter disponível uma ligação *Ethernet*, a solução para a comunicação com os *webservices* iSensA passou pelo uso de um modem GSM ligado ao controlador via *Ethernet*. A Figura 4 b) mostra a instalação do controlador neste cenário.

As funcionalidades disponibilizadas pelo iSensA, permitiram à ALBIGEC a configuração de alarmes associados a determinados limites superiores e inferiores dos parâmetros medidos. Estes alarmes, disparam

alertas notificados por *e-mail* e permitem à empresa uma rápida resposta em caso de necessidade. Estas notificações podem ajudar a evitar eventuais períodos de inatividade do complexo, devido por exemplo, a temperaturas da água inadequadas. O iSensA, permite ainda a emissão de relatórios estatísticos, essenciais ao controlo interno por parte da empresa de manutenção, os quais até ao momento eram realizados periodicamente por funcionários que registavam os valores observados em papel.

3.2 Monitorização e Controlo de Estações Elevatórias de Águas Residuais

O segundo cenário de aplicação descreve a instalação do iSensA numa das estações elevatórias de águas residuais da empresa Serviços Municipalizados de Castelo Branco (SMAS) [SM-CASTELOBRANCO 2016]. As estações elevatórias de águas residuais são um elemento essencial no escoamento das águas residuais. Estas são usadas sempre que é necessário elevar o fluxo das águas de um nível mais baixo para um mais elevado. Estas estações são operadas por eletrobombas, para bombeamento da água a partir de um poço de admissão. As eletrobombas apenas entram em funcionamento quando a água no poço de admissão atinge um determinado nível. Atualmente, para monitorização e controlo destas estações, os SMAS têm funcionários a fazer rondas, que em média ocorrem uma vez por dia. Desta forma, avarias ocorridas (por exemplo, nas eletrobombas) entre rondas, apenas são detetadas na próxima visita do funcionário. Estas situações levam a transbordos dos poços de admissão e consequentemente à dispersão pela via pública das águas residuais. Neste contexto, o iSensA foi instalado numa das estações elevatórias dos SMAS para avaliação na deteção, controlo e monitorização remota de situações ocorridas neste tipo de instalações. O sistema instalado é compreendido por um controlador iSensA ligado a três pinças amperimétricas e um sensor de nível. As pinças amperimétricas são usadas para medição do consumo instantâneo de corrente de cada uma das fases da eletrobomba (tratando-se neste caso de uma eletrobomba trifásica). O sensor de nível mede, em tempo real, a altura da água no poço de admissão. Considerando a possibilidade de configuração de alarmes na aplicação *web*, é assim possível definir valores de alerta tanto para os valores medidos pelas pinças amperimétricas como para o nível de água no poço, sendo estes alarmes depois notificados por *e-mail*. Adicionalmente, o controlador tem ligados três relés. Um desses relés é disparado sempre que a boia mecânica do poço de admissão é tombada, ou seja, permite a deteção de transbordos. Outro dos relés é disparado sempre que houver uma avaria no arrancador suave da eletrobomba. Finalmente, o terceiro relé é disparado quando houver um disparo do diferencial. A ativação destes dois últimos relés permite detetar situações de não arranque da eletrobomba. Sempre que ocorrer o disparo de um dos relés, é enviada uma notificação SMS para os números de telefone pré-programados no controlador, permitindo assim a indicação imediata de ocorrências aos funcionários e/ou outros responsáveis. A comunicação deste controlador com os *webservices* iSensA está a ser efetuada com recurso à rede GSM, através do acoplamento ao controlador de um módulo GSM. Esta solução garante atualmente aos SMAS uma mais rápida resposta em caso de anomalias nos equipamentos das estações, evitando situações indesejáveis como as que ocorriam anteriormente. A Figura 4 a) mostra a instalação do controlador neste cenário.



Figura 4. Cenários reais de aplicação do iSensA: a) Serviços Municipalizados de Castelo Branco; b) ALBIGEC.

4. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Neste artigo, apresentou-se uma plataforma tecnológica de leitura e aquisição de dados de sensores – iSensA – que tem por base um controlador *Arduino* e uma aplicação *web* suportada por uma base de dados relacional. O iSensA permite a monitorização e análise de dados, de ambientes e dispositivos numa ampla gama de áreas.

O teste e validação do protótipo em dois cenários reais, com características e propriedades diferentes, permitiu concluir sobre a operacionalidade e mais valias do iSensA para as organizações em questão. A solução aqui apresentada, totalmente desenvolvida sobre tecnologias *open source*, contribui de forma eficiente para a deteção de incidentes, gestão de recursos, e para a redução de custos dos clientes da InspiringSci. Este protótipo será lançado comercialmente em breve. Para esse efeito está a ser desenvolvido um invólucro industrial para o controlador.

A arquitetura modular e extensível do iSensA permite o desenvolvimento futuro de novas funcionalidades na plataforma *web*, algumas das quais potencializadas por outras existentes, tais como a implementação de modelos preditivos. Estão também em fase de desenvolvimento aplicações móveis para *Android* e *iOS*, que visam complementar os serviços oferecidos pela plataforma *web*.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam o seu agradecimento às empresas Enérgico Balanço Unipessoal Lda, ALBIGEC - Empresa de Gestão de Equipamentos Culturais, Desportivos e de Lazer, E. M., e aos Serviços Municipalizados de Castelo Branco pelo interesse e contribuição, determinantes para a concretização da presente versão da plataforma iSensA.

REFERÊNCIAS

- ALBIGEC, (2016). *ALBIGEC*. [online] Available at: <http://www.albigec.pt/> [Accessed 5 outubro 2016].
- Arduino, (2016). *Arduino - Home*. [online] Available at: <https://www.arduino.cc/> [Accessed 5 outubro 2016].
- Bootstrap, (2016). *Bootstrap - The world's most popular mobile-first and responsive front-end framework*. [online] Available at: <http://getbootstrap.com/> [Accessed 5 outubro 2016].
- COSTA, Carlos J. (2007). *Desenvolvimento para Web*. Editora Lusocredito, Ltda. Pr. Mota Veiga – Lisboa. Portugal.
- iconixsw, (2016). *ICONIX - Better Agile Project Management*. [online] Available at: <http://www.iconixsw.com/> [Accessed 5 outubro 2016].
- InspiringSci, (2016). *InspiringSci*. [online] Available at: <http://www.inspiringsci.pt/> [Accessed 5 outubro 2016].
- JavaScript, (2016). *JavaScript.com*. [online] Available at: <https://www.javascript.com/> [Accessed 5 outubro 2016].
- jQuery, (2016). *jQuery*. [online] Available at: <https://jquery.com/> [Accessed 5 outubro 2016].
- lesscss, (2016). *Getting started | Less.js*. [online] Available at: <http://lesscss.org/> [Accessed 5 outubro 2016].
- MySQL, (2016). *MySQL*. [online] Available at: <https://www.mysql.com/> [Accessed 5 outubro 2016].
- PHP, (2016). *PHP: Hypertext Preprocessor*. [online] Available at: <https://secure.php.net/> [Accessed 5 outubro 2016].
- Silva, A. and Videira, C. (2001). *UML, Metodologias e Ferramentas CASE (1ª edição ed.)*. Portugal: Edições Centro Atlântico.
- SM-CASTELOBRANCO, (2016). *Serviços Municipalizados de Castelo Branco*. [online] Available at: <http://www.sm-castelobranco.pt/> [Accessed 5 outubro 2016].
- w3schools, (2016). *CSS Introduction*. [online] Available at: http://www.w3schools.com/css/css_intro.asp [Accessed 5 outubro 2016].