
A UTILIZAÇÃO DE AUTOMAÇÃO COM COMPUTAÇÃO EMBARCADA EM UM ÓRGÃO PÚBLICO DO ESTADO DA BAHIA

Diego Macêdo de Araújo E-mail: d-macedo@live.com
Diego Passos Costa (UNINASSAU) E-mail: diegopassoscosta@gmail.com
Fabio Fonseca Barbosa Gomes (UNIRB) E-mail: fabiofbg@gmail.com
Igor González Pimenta (UNIRB) E-mail: igorgonzal@gmail.com

Resumo: Este trabalho tem como objetivo geral mostrar um projeto utilizando a computação embarcada para redução de custos em um órgão público de Salvador. Foi realizado o levantamento dos fundamentos da internet das coisas, redes de computadores e ainda exposta computação ubíqua. O projeto foi realizado a partir de um setor da AGERBA, denominado de NGTIC. Foi feito o levantamento dos objetos e itens que seriam necessários para a utilização da automação do setor, desenvolvido imagens em terceira dimensão para melhor exemplificação do projeto descrito e proposta prática entre empresas para assim poder mostrar a média de custo de um projeto como o desenvolvido.

Palavras-chave: Automação, computação embarcada, computação ubíqua

THE USE OF AUTOMATION WITH EMBEDDED COMPUTING IN A PUBLIC AGENCY OF THE STATE OF BAHIA

Abstract: This paper aims to show a project using embedded computing to reduce costs in a public agency. It was carried out the survey of the fundamentals of the internet of things, computer networks and still exposed the principles of internet and ubiquitous computing. The project was carried out from an AGERBA sector, called NGTIC. It was made the survey of the objects and items that would be necessary for the use of the automation of the sector, developed images in third dimension to better exemplify the described project and practical proposal between companies to be able to show the average cost of a project as developed.

Keywords: Automation, embedded computing, ubiquitous computing.

1. Introdução

Atualmente, a sociedade está cada vez mais conectada como resultado da miniaturização dos dispositivos computacionais, juntamente com a facilidade nas telecomunicações. Desta maneira, torna-se possível a existência de um mundo onde todas as coisas possam comunicar-se entre si sem a intervenção humana. Com isso, a IoT (*Internet of Things* ou Internet das Coisas) pode ser usada para aumentar a qualidade de vida das pessoas e das empresas em muitos aspectos utilizando a tecnologia de computação embarcada. Uma realidade que já está presente e muitas vezes imperceptível ao usuário. O *smartphone* é o exemplo de dispositivo que consegue fazer uso da Internet das Coisas (DIAZ, 2013) (GOUVEIA, 2013).

No paradigma da IoT, muitos dos objetos que rodeiam os usuários estarão na rede. As tecnologias de identificação por radiofrequência (RFID), *wireless* ou redes de sensores, que irão servir para atender a esse novo desafio, no qual sistemas de informação e comunicação estão invisíveis no ambiente. Isto resulta na geração de enormes

quantidades de dados que têm de ser armazenados, processados e apresentados de uma forma contínua, eficiente e facilmente interpretável (GUBBI, 2013).

Hoje, o processo de desenvolvimento de novas soluções para a IoT está evoluindo, resultado de diversos objetos que estão conectados ou tem conexão com a internet. Esta comunicação computacional onipresente é conhecida como Computação Ubíqua, que visa estar em todos os lugares, auxiliando o ser humano sem que ele tenha consciência disso. Desta forma, neste trabalho, vai ser possível apresentar um projeto para a utilização da computação embarcada em conjunto com a ubiquidade para redução das despesas da AGERBA (Agência Estadual de Regulação de Serviços Públicos de Energia, Transportes e Comunicações da Bahia).

O consumo de energia elétrica e água encanada são indispensáveis em qualquer empresa ou estabelecimento. A má utilização destes recursos pode resultar em um uso excessivo e dispendioso deles, gerando grandes custos e valores altíssimos nas contas mensais. A utilização dos conceitos de computação ubíqua em dispositivos computacionais embarcados ajudará a agência na redução de custos, pois é uma tecnologia que abrange sensores e atuadores, sendo mais sustentável e econômico, deixando de lado a participação manual do usuário para interação com o ambiente.

Além disso, existe uma grande falha no modo em que os processos estão funcionando em certas organizações, principalmente as que possuem o atendimento ao público. Em muitas delas, modelo de atendimento ao público é dividido em recepções. Isto poderia ser modificado para o uso de painéis de autoatendimento, reduzindo as recepções a apenas uma juntamente com a sala de espera e a organização de filas por senhas eletrônicas. Isto resultaria em uma minimização do trabalho humano e a diminuição de gastos salariais. O presente trabalho apresentará soluções para estes problemas citados anteriormente.

Desta maneira, o objetivo geral deste trabalho é demonstrar a utilização de computação embarcada na automação empresarial, para a redução de custos da empresa. Os objetivos específicos são: (i) Caracterizar internet das coisas através da computação embarcada; (ii) pesquisar estudos de casos apresentando o uso da computação embarcada como solução para os problemas de custos; (iii) compreender o uso da computação embarcada em um órgão público da Bahia; (iv) criar um projeto de computação embarcada para o órgão público e (v) apresentar o projeto, mostrando vantagens em relação a não utilização desta tecnologia no órgão público.

O presente trabalho é caracterizado por pesquisa predominantemente bibliográfica e exploratória. Para base desta pesquisa, foi utilizado um ambiente natural como fonte direta dos dados, todo o estudo e trabalho foram realizados na AGERBA, com total liberação do órgão através de seu Diretor Executivo, conforme pode ser visto nos anexos deste artigo. O intuito deste modelo de formatação é esclarecer aos autores o formato a ser utilizado nos artigos submetidos a RET. Ele está escrito, exatamente, como o modelo indicado para os artigos, desta forma, é uma referência.

2. Aplicabilidade da Computação Embarcada

Segundo Pozzebom (2014), a computação embarcada é um sistema microprocessado em que um computador está interligado ao sistema que ele controla, podendo assim realizar diversas tarefas que foram predefinidas pelo usuário. Os Sistemas Embarcados operam de modo equivalente aos dos computadores de uso geral. No entanto, os sistemas de computadores de uso geral, existem para atender necessidades dos usuários com maior

desempenho, sendo que os sistemas de tarefas dedicadas, ou seja, os sistemas embarcados estão para atender circunstâncias de ambiente (BARROS, 2009).

Todo sistema embarcado é composto por uma unidade de processamento (figura 1), que é um circuito eletrônico miniaturizado, podendo ser um chip ou microchip, fixo a uma placa de circuito impresso, que é todo preparado para receber o processamento de informações vinda do software que está embarcado na unidade de processamento. O software embarcado é denominado de firmware, que é um conjunto de instruções operacionais programadas diretamente do hardware (CHASE 2007).



Figura 1 – Exemplo de figura (CHASE, 2007)

2.1 Aplicações dos Sistemas Embarcados

Chase (2007) afirma que um Sistema Embarcado ou Embedded System, pode ter inúmeras aplicações, e das mais variadas áreas, tais como: setor automobilístico, empresarial e *data logger*, que serão descritos a seguir.

2.1.1 Setor Automobilístico

Um veículo de alto padrão é um grande exemplo de um complexo sistema embarcado. Dezenas de sensores disponibilizam informações sobre o desempenho do automóvel. Diversas unidades de processamento autônomas atuam em diferentes regiões e se comunicam entre si, capturando os sinais destes sensores e fazendo com que as ações referentes a cada caso sejam tomadas e decididas imediatamente (figura 2) (CHASE, 2007).

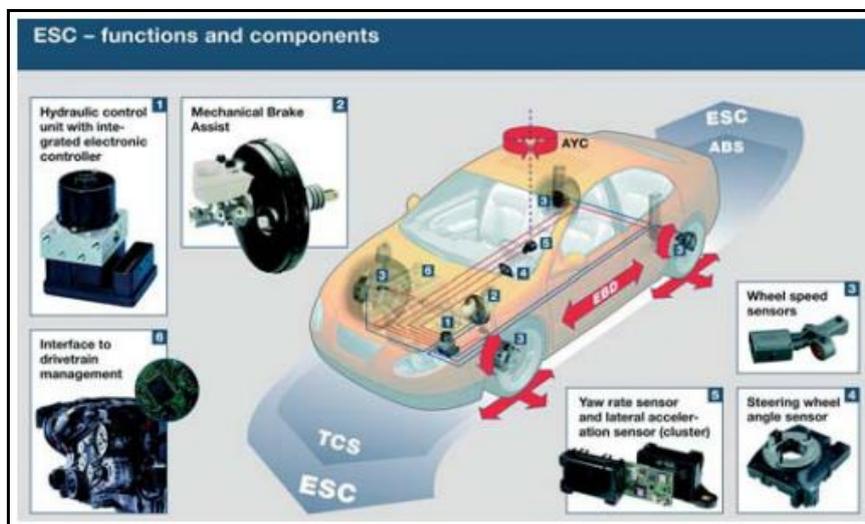


Figura 2 - Sistemas embarcados em um veículo (NASCIMENTO, 2019).

2.1.2 Setor Empresarial

O setor empresarial é bastante beneficiado com o uso de sistemas embarcados. Dispositivos como *Palmtops* (figura 3), que executam Sistemas Operacionais Embarcados, como o Windows Mobile, é preparado para efetuar grande parte das funções que geralmente são feitas em computadores de uso geral, proporcionando uma grande mobilidade para seus utilizadores (BARROS, 2009).



Figura 3 - Palmtop (CARVALHO, 2017).

2.1.3 Aquisição de Dados – Data Logger

De acordo com Chase (2007) a aquisição de dados é o exemplo de aplicação mais usada em Sistemas embarcados. Constituem de sistemas que por meio de sensores capturam as variáveis ambientes e grava em uma memória para consultas posteriores. O sistema juntamente com adição de atuadores tem a capacidade de monitorar o ambiente e controlar o mesmo com base no que o projetista do sistema especificou.

3. Economia de um ambiente inteligente

Em um ambiente propriamente inteligente, onde os procedimentos são executados de forma automatizada não havendo desperdícios desnecessários acaba ajudando economicamente no consumo de água e energia elétrica. Vitoratto (2014) afirma que a eficiência das funções é bastante precisa, pois são acionadas imediatamente não havendo gastos desnecessários. O sistema de iluminação automatizado permite que a lâmpada artificial acenda logo após que a incidência de luz natural estiver com um nível baixo, impedindo o desperdício de luz.

Um exemplo é o caso do hidrômetro inteligente iPERL, que é a junção da tecnologia com a medição do consumo de água, todo o consumo pode ser acompanhado e modificado em tempo real pelos utilizadores, ainda podendo receber os dados diretamente pelo smartphone a cada 15 minutos (SANTOS, 2016).

3.1 Dispositivos de um ambiente inteligente

Para transformar um ambiente normal em inteligente é indispensável a utilização de

periféricos e hardwares. Os dispositivos mais populares e fundamentais são os sensores, atuadores, controladores e a interface.

3.1.1 Sensores

Segundo Patsko (2006), um sensor é um circuito eletrônico que analisa uma determinada condição do ambiente, podendo ser uma simples temperatura ou luminosidade ou algo mais complexo, como a rotação de um motor. De acordo com Bolzani (2004) um sensor é aquele que leva a informação de um determinado evento, possibilitando que um controlador conheça se uma ação enviada foi concretizada ou não. Um sensor nada mais é que um dispositivo que detecta e responde a entradas procedentes de um ambiente físico.

3.1.2 Atuadores

Os atuadores são encarregados por realizar algum tipo de operação, sendo elas, sonora, física ou visual. Responsáveis também por realizar qualquer modificação em um ambiente físico (VITORATTO, 2014). Segundo Bolzani (2004), os atuadores são dispositivos que tem seu aspecto modificado quando recebe algum tipo de impulso elétrico e transforma em ações físicas no ambiente, tais como, (ligar/desligar, subir/descer, abrir/fechar etc.).

3.1.3 Controladores

O controlador é o que administra o sistema, podendo ser apenas um controlador ou diversos distribuídos pelo ambiente. Nele encontra-se toda a inteligência do sistema, geralmente todos os outros elementos do sistema se interligam ao controlador enviando e recebendo informações. O controlador é responsável pelo gerenciamento dos atuadores, sensores e das respostas retornadas para as interfaces (CASTILLO, 2009).

Vitoratto (2014) afirma que o controlador é capaz de administrar todos os dados de entradas e saídas, é o encarregado de tratar todas as informações recebidas dos sensores, é ele que envia os impulsos elétricos para o atuador, como mostrado na

3.1.4 Interface

A interface está relacionada aos dispositivos móveis com telas, smartphones, tablets, no qual pode apresentar as informações obtidas do sistema para os usuários, que dessa maneira podem interagir e gerenciar totalmente o sistema a partir dessas interfaces (FERREIRA, 2008).

4. A Utilização da Computação Embarcada e Ubíqua em um Órgão Público Do Estado Da Bahia

O objetivo deste capítulo é apresentar um projeto piloto, utilizado em uma das dependências da AGERBA, que pode servir para o ambiente corporativo atual, visando torná-lo em um órgão inteligente, com a interação de sensores, atuadores e controladores. A AGERBA é uma agência estadual de regulação de serviços públicos, que atualmente é composto por 12 pólos regionais com uma sede geral, localizada na 4ª Avenida do Centro Administrativo da Bahia, onde se encontra toda área administrativa, jurídica, financeira, informática, entre outros setores (AGERBA, 2019).

4.1 Situação Atual e Projeto Proposto

Atualmente, os funcionários da AGERBA trabalham de forma manual, para qualquer tipo de atividade, tanto na área administrativa quanto no simples desligar do interruptor. Isto resulta na distração deles no momento de seguir as regras impostas pelo órgão. Algumas destas regras são: desligar as luzes, computadores ou ar condicionados no

intervalo do almoço, entre 12:00 às 13:30. Com isso, o custo e desperdícios de energia elétrica são altos. Os trabalhos feitos pelos sensores e atuadores são de extrema importância para a agência, pois diminuirá custos desnecessários com desperdícios e trabalhos humanos.

Para resolver este problema, foi proposto um projeto em que os usuários poderiam controlar os dispositivos remotamente. Este projeto foi desenvolvido em um setor denominado de NGTIC (Núcleo de Gestão de Tecnologia da Informação e Comunicação) representado por um projeto de planta (figura 4). O setor fica localizado na sede e tem como principal objetivo a redução de gastos na organização, utilizando as tecnologias para ambientes inteligentes e seus respectivos objetos que auxiliam diretamente no principal objetivo do projeto.



Figura 4 - Planta da NGTIC

O presente projeto utilizará de microcontroladores do modelo Arduino. Neto (2014) afirma que um Arduino é uma pequena plataforma eletrônica open-source, baseada em hardware e software de baixa complexidade, no qual, através de linguagem de programação, sensores e atuadores interagem com o ambiente onde serão inseridos. A área de interação do Arduino é capaz de interpretar as ocorrências existentes no ambiente implantado, obtendo sinais digitais ou virtuais provenientes de um sensor.

Os microcontroladores ficarão acoplados a dispositivos eletrônicos ou itens que irão responder às ações informadas pelo microcontrolador. Os itens sugeridos para a utilização neste projeto encontram-se na tabela 1.

Tabela 1 – Dispositivos eletrônicos

Quantidade	Quantidade
Lâmpadas	20
Ar condicionados	5
Televisão	1
Fechaduras	3

O projeto trará benefícios para os utilizadores tendo em vista que tudo poderá ser controlado pelo computador local, via browser que estará interligada ao domínio da AGERBA, podendo assim, todos do setor gerenciar e utilizar o mesmo. Todos os objetos referenciados na tabela 1, serão transformados para responder a comandos externos, que serão transmitidos pela rede *Wi-fi* local, onde se conectará a um servidor

de acionamento, que será um microcontrolador Arduino inserido nos objetos ou no ambiente.

A base de funcionamento (figura 4) é definida em uma estrutura com quatro camadas, são elas:

- Camada de Interface: o usuário irá controlar uma interface, através do uso de um dispositivo computacional, ela se conectará com a Camada de Conexão.
- Camada de Conexão: controlada por um roteador wireless, que enviará as solicitações para o microcontrolador;
- Camada de Microcontroladores: contará com um kit Arduino, composto por Arduino Uno e *Shield Ethernet*, que torna a placa Arduino online e acessível pelo browser, computador e *smartphones*;
- Camada de Dispositivos Eletrônicos: composta pelos dispositivos eletrônicos, tais como ar condicionados ou televisores.

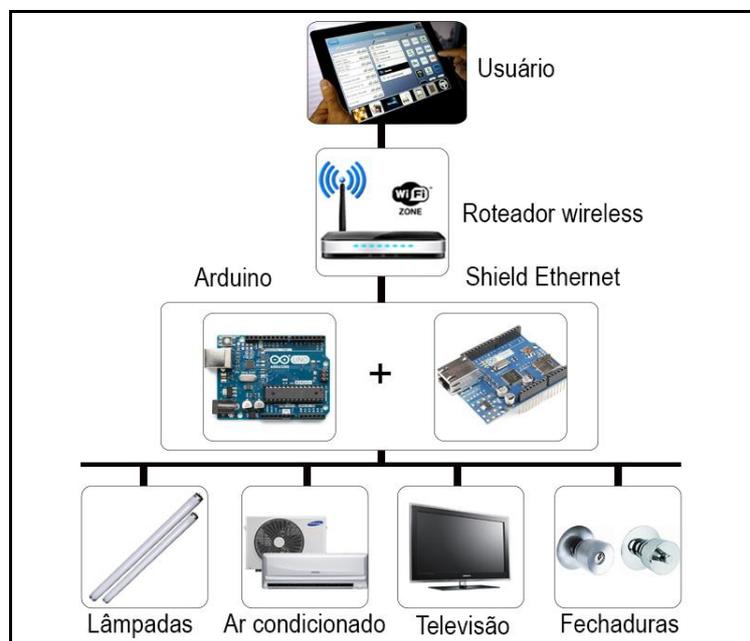


Figura 5 – Base de funcionamento para sistema de automação

O setor possui cinco aparelhos de ar condicionado espalhados em todos os cômodos do setor para poder atender à necessidade dos usuários. Além disso, ele é iluminado com um total de dez luminárias do tipo comercial sobrepostas, com duas lâmpadas fluorescentes do tipo tubular para cada luminária.

A solução apresentada neste trabalho faz parte da área de automação residencial utilizando dispositivos computacionais embarcados. Devido a esta especificidade, esta solução é considerada, ainda, algo relativamente novo no Brasil. Como resultado disto, ela é pouco divulgada e tem um valor muito alto. Para Araújo (2015), os custos para implantar um sistema básico de automação residencial no Brasil, tais como: automação de lâmpadas, temperatura ambiente e fechaduras inteligentes, por uma empresa especializada e capacitada são extremamente elevados.

Segundo Araújo (2015), o custo para a implantação de uma solução utilizando automação residencial custa o mesmo que o valor presumido de 10% do valor do

imóvel. Desta maneira, para o projeto descrito neste trabalho, foi feito um plano de orçamento através de uma pesquisa de mercado, comparando duas empresas, levando em consideração que foi solicitado um orçamento com os seguintes itens a serem automatizados: iluminação, temperatura ambiente, ligar e desligar de televisões e fechaduras inteligentes. Por conseguinte, foi obtido uma grande diferença entre a empresa iHouse Automação e a iluflex automação sem fio, que são duas empresas com um vasto reconhecimento e diversos clientes espalhados em todo território brasileiro.

A iluflex disponibiliza uma automação mais sofisticada, com interface gráfica intuitiva, utiliza a tecnologia de radiofrequência, dispensando a utilização de cabeamentos e infraestrutura dedicada. O orçamento solicitado a iluflex ficou avaliado entre R\$ 3.145,00 e R\$ 5.355,00 levando em consideração que não acrescenta o valor da instalação, mas garantem uma redução de consumo de energia em até 30% (ILUFLEX, 2019).

A iHouse é uma empresa com vasto conhecimento na área de sistemas embarcados, em 2005 começou a desenvolver e projetar seus próprios produtos, ela informou em seu orçamento que o valor custa entre R\$ 2.200 e R\$ 3.300, incluindo valor fixo de R\$ 500,00 para o serviço de implantação, visando a instalação de cabos internos nas paredes. Considerando que a margem de diferença entre os valores citados é um pouco alta, no entanto, a iHouse tem maior vantagem em todos os quesitos, pois, tem mais de 10 anos de mercado fazendo com que conheça muito bem o ramo da automação e utiliza de sistemas e produtos de fabricação própria, levando assim o quesito qualidade ao extremo (IHOUSE, 2019).

No trabalho proposto, foi realizada uma pesquisa de preços dos objetos que serão instalados e configurados para a realização do projeto de redução de custos, tornando assim o ambiente inteligente. A Tabela 2 mostra uma breve demonstração de valores referentes aos atuadores de marca Arduino Uno, o uso de roteadores wireless e os servidores que utilizam o Raspberry Pi.

Tabela 2 - Objetos utilizados na automação do setor

Objeto	Valor	Quantidade
Microcontrolador uno	R\$: 40,00 a 120,00	10
Shield Ethernet	R\$: 30,00 a 60,00	1
Raspberry pi	160,00 a 380,00	1

A quantidade necessária citada na tabela foi criada através da projeção de todos os objetos citados anteriormente, sendo eles, lâmpadas, televisão, ar condicionados e fechaduras. Durante a pesquisa para a realização deste trabalho, foi identificado que o custo dos microcontroladores Arduino Uno, *Shield Ethernet* e os servidores Raspberry, foi de aproximadamente entre 850,00 e 1200,00 reais. Desta forma, percebe-se que a implantação de uma estrutura embarcada utilizando microcontroladores pode ser mais barata do que a utilização de empresas terceirizadas.

Além disso, essa solução irá trazer benefícios para os usuários, tais como, praticidade, pois poderá acionar o ar condicionado sem levantar da cadeira ou até mesmo desligar a televisão pelo dispositivo móvel, sem a necessidade de ir até ao controle, conforto, ajustar o aparelho de ar condicionado de acordo com a temperatura ambiente ou ainda ajustar a intensidade das lâmpadas para não prejudicar a visão e o principal, economia, pois os gastos com energia de forma abusiva será reduzido, gerando assim uma redução visível entre 20% a 40% na conta de luz, conseqüentemente diminuição do valor gasto

mensalmente.

5. Considerações Finais

Neste trabalho, o projeto desenvolvido visou um plano para a automação projetado para a redução de custos, de uma forma econômica e traga benefícios para os usuários, meio ambiente e principalmente aos cofres da empresa. Percebeu-se, durante o trabalho, que é possível ter soluções baratas, com baixo custo, em detrimento de soluções corporativas que possuem um custo muito maior, como os casos da Iluflex e iHouse, isto se tornou uma das grandes contribuições deste projeto.

Para trabalhos futuros será necessário o desenvolvimento da solução e experimentos com os usuários através de testes de usabilidade para confirmar se é possível a redução de gastos em até 40%. Com o levantamento de dados através dos testes de usabilidade poderá analisar uma proposta para automação de todos os setores e até da agência se possível, visando ainda mais a redução de custos.

Referências

AGERBA *Pólos Regionais Disponível em: <<http://www.agerba.ba.gov.br/polos-regionais-0>>. Acesso em: 04 outubro 2019.*

ARAÚJO, B. B. *Uma Infraestrutura Para Interações Via Dispositivos Móveis em Ambientes Inteligentes.* UNIFACS, Salvador, 2015.

BARROS, E. *Aplicação da programação de microcontroladores 8051 utilizando linguagem c,* FASETE, Paulo Afonso, 2009, 470-481.

BOLZANI, C. *Residências Inteligentes: Domótica; Redes Domésticas; Automação Residencial,* 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004.

CARVALHO, L. *Lembra do palmtop? Marca Palm vai voltar ao mercado de celulares em 2018,* 2017. Disponível em <<https://olhardigital.com.br/noticia/lembra-do-palmtop-marca-palm-vai-voltar-ao-mercado-de-celulares-em-2018/70763>>. Acesso em: 04 de outubro de 2019,

CASTILLO, J. *Instalaciones Domóticas.* Madri: Editex, 2009.

CHASE, O. *Sistemas Embarcados,* SBA Jovem, 2007.

DIAZ, Victoriano; PHOCCO, Alfonso. *Detecção de violações de SLA em coreografias de serviços Web.* Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

FERREIRA, J. *Interface homem-máquina para domótica baseado em tecnologias WEB.* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.

GOUVEIA, Paulo R. N. T. *Convergência de Redes Sem Fios para Comunicações M2M e Internet das Coisas em Ambientes Inteligentes.* Covilhã: 2013.

GUBBI, J. Future Generation Computer Systems. Computer Networks, 29.V 54. P. 1645–1660, 2013

IHOUSE. *A segunda geração da banheira mais inteligente do planeta.* Disponível em:<<http://www.ihouse.com.br/caracteristicas-da-smarthydro.php>>. Acesso em: 04 de outubro de 2019.

ILUFLEX. Disponível em:<<https://www.iluflex.com.br/>>. Acesso em: 04 de outubro de 2019.

NASCIMENTO, E. B. *Programação microcontroladores 8051 utilizando linguagem C*. 2009. Faculdade Sete de Setembro.

NETO, M. C. M. *Desenvolvendo Aplicações Ubíquas com Arduino e Raspberry Pi*. 2014. In: Brazilian Symposium on Multimedia and the Web.

PATSKO, L. *Tutorial Aplicações, Funcionamento e Utilização de Sensores*, 2006. Disponível em:<http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000_kdr5000/tutorial_eletronica_-_aplicacoes_e_funcionamento_de_sensores.pdf>. 04 de outubro de 2019.

POZZEBOM, R. *O que são sistemas embarcados?*, 2014. Disponível em:<<https://www.oficinadanet.com.br/post/13538-o-que-sao-sistemas-embarcados>>. Acesso em: 04 de outubro de 2019.

SANTOS, F. *Da autoleitura ao hidrômetro inteligente: como o consumo de água será medido no futuro*, 2016. Disponível em:<<http://www.juntospelaagua.com.br/2016/08/22/da-autoleitura-ao-hidrometro-inteligente-como-o-consumo-de-agua-sera-medido-no-futuro/>>. Acesso em: 04 de outubro de 2019.

VITORATTO, F. *Protótipo de Ambiente Inteligente Baseado Em Raspberry Pi, Web e mobilidade*, 2014, Fundação Educacional do Município de Assis.