

# Descrição de um Sistema de Gerenciamento Sensível ao Contexto de um Smart Lab baseado em Cidades Inteligentes

Layane Menezes Azevedo<sup>1</sup>, Luiz Henrique Neves Rodrigues<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Maranhão (UFMA)  
Caixa Postal 322 – 65080-805 – São Luís - MA – Brazil

<sup>2</sup>Coordenação do Curso de Engenharia da Computação  
Universidade Federal do Maranhão (UFMA) – São Luís, MA – Brazil

layane@nca.ufma.br, luiz.rodriques@ecp.ufma.br

**Abstract.** *The advent of the Internet of Things phenomenon empowered the creation of devices that could be more intelligent and ubiquitous as to human daily activities. This document describes the proposal of a project to implement and integrate a system that makes the intelligent control of a smart lab under the concept of smart cities. The main objective of this article is to offer the bibliographic review needed to develop an intelligent instrumentation system for the services offered by the smart lab developed in the Laboratory of Intelligent Distributed Systems of the Federal University of Maranhão.*

**Resumo.** *O surgimento do fenômeno Internet das Coisas possibilitou a criação de dispositivos que pudessem ser mais inteligentes e ubíquo em relação às atividades humanas do cotidiano. Este documento descreve a proposta de um projeto de implementação e integração de um sistema que faz o controle inteligente de um smart lab dentro do conceito de cidades inteligentes. O objetivo principal deste artigo é oferecer a revisão bibliográfica necessária para desenvolver um sistema de instrumentação inteligente voltado para os serviços oferecidos pelo smart lab desenvolvido no Laboratório de Sistemas Distribuídos Inteligentes da Universidade Federal do Maranhão.*

## 1. Introdução

A necessidade de fazer controle de processos surgiu logo após o desenvolvimento das descobertas do ser humano, de dispositivos que faziam medição de tempo (relógios de sol) aos que mediam pressão atmosférica (barômetros). Um processo pode ser definido como uma verticalização feita sobre uma matéria-prima com o objetivo de fazer transformações nas suas características físicas ou químicas. É necessário apontar que cada processo possui suas particularidades e que muitos aspectos, como o econômico e o tempo envolvido no processamento, não são primários quando o objetivo é coletar dados confiáveis [Balbinot and Brusamarello 2010].

A instrumentação, sendo uma maneira de medir, registrar e/ou indicar as variáveis do processo, manifestou-se de forma bastante útil para a averiguação de fenômenos. Em termos gerais, pode-se dizer que a instrumentação consiste num conjunto de procedimentos de medição atrelados a um instrumento. O instrumento de medição pode ser um dispositivo - mecânico, elétrico, eletrônico - constituído de sensores e/ou transdutores e uma função de computação de valores.

A partir da instrumentação, é possível elaborar hipóteses sobre o funcionamento de tais fenômenos, de forma a desenvolver uma base de conhecimentos e assim poder atribuir confiabilidade a um método [Eletrobrás et al. 2008]. É dessa ideia que surge o conceito de instrumentação inteligente, da utilidade de ajustar os parâmetros de medição, detectando possíveis erros, para que os resultados sejam mais satisfatórios. Como consequência do desenvolvimento dessa tecnologia, portanto, foi possível desenvolver os sistemas de controle inteligente.

A criação dos sistemas de controle inteligente proporcionou a possibilidade de um novo desenvolvimento: a de cidades inteligentes. Com eles, se tornou executável a automatização das funcionalidades básicas que compõem uma cidade, como semáforos e sistemas de iluminação pública, por exemplo, a fim de controlar os gastos e melhorar a qualidade de vida.

### **1.1. Organização do Trabalho**

O restante deste trabalho está constituído de mais quatro capítulos, descritos resumidamente a seguir.

No Capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica necessária para a compreensão da metodologia proposta. No Capítulo 3 é descrita a metodologia para realizar o projeto de um smart lab baseado no projeto de uma cidade inteligente, assim como os materiais utilizados para satisfazê-la. No Capítulo 4 são expostos e discutidos os resultados alcançados por meio da metodologia. Por fim, o Capítulo 5 apresenta a conclusão deste trabalho, demonstrando a eficiência dos métodos utilizados e oferecendo sugestões para trabalhos futuros.

## **2. Fundamentação Teórica**

Essa é a bibliografia utilizada para apresentar a fundamentação teórica adquirida no desenvolvimento deste trabalho necessária para compreensão das técnicas propostas para alcançar os objetivos.

### **2.1. Instrumentação**

O processo é estabelecido como uma operação realizada sobre uma matéria-prima no intuito de realizar a alteração de suas características químicas e/ou físicas. A instrumentação, por sua vez, é definida como “qualquer dispositivo (instrumento), ou conjunto de dispositivos, utilizado com a finalidade de medir, indicar, registrar ou controlar as variáveis de um processo” [Starling 2003]. Visto isso, é importante entender que existem diversos instrumentos destinados a cada especificidade do ramo da instrumentação. Um instrumento de medição pode ser um sistema que utiliza um ou mais transdutores em dispositivos que integram funções específicas de acordo com a variável a ser tratada [Balbinot and Brusamarello 2010].

São classificados os seguintes tipos de dispositivos utilizados em instrumentação: indicador, registrador, transmissor, transdutor, controlador e elemento final de controle [Eletrobrás et al. 2008]. Uma função muito importante do instrumento de medição é o fornecimento de um sinal de saída que contenha dados sobre o valor da grandeza sendo medida. Esses dados podem ser exibidos de forma analógica ou digital, sendo esses tipos relativos à forma como o sinal de saída é apresentado ao operador do instrumento, e não a como ele funciona internamente.

### 2.1.1. Instrumentação Inteligente

Um dos principais desafios quando se trabalha com aplicações envolvendo uma rede de sensores e transdutores é o gerenciamento da rede, principalmente tratando-se de uma rede de sensores sem fio. A dificuldade se dá pelo fato de que o sistema deve funcionar em tempo real e portanto é intrínseco que o sistema de controle central saiba quais sensores estão conectados a ele, assim como a faixa de comunicação atribuída a eles e detecte a presença de novos sensores. Para contornar esse problema, foram definidas as normas IEEE 1451 que propõem um conjunto normalizado de interfaces de hardware e software com o objetivo de possibilitar o funcionamento em prontidão de qualquer sensor ou transdutor conectado à rede. Isso é possível porque essas normas definem um modelo que mantém os aspectos protocolares da rede e os transdutores separados, ou seja, um modelo que permite que fabricantes e desenvolvedores se preocupem apenas com o desenvolvimento dos dispositivos de transdução, sem a necessidade de se concentrar em adaptá-los às redes já existentes [de Oliveira 2006]. Dessa forma, houve melhoria na qualidade dos dispositivos que realizam transdução, assim como redução no seu custo de fabricação.

A norma IEEE 1451.1 abstrai, por meio de um modelo orientado a objeto, como a arquitetura do software que faz o gerenciamento da comunicação de um sensor inteligente com uma rede de acesso remoto deve ser implementada, independente da tecnologia a ser empregada [IEE 2010]. A norma IEEE 1451.2 especifica a arquitetura do módulo de transdução inteligente (STIM) e a sua conexão com o NCAP. A norma IEEE 1451.3 define a normalização de uma interface (TTI) para um sistema de transdutores inteligentes distribuídos. A norma IEEE 1451.4 propõe uma interface padrão para realizar a comunicação com os transdutores e possui como objetivo a compatibilização de transdutores que já existem no mercado com as normas IEEE 1451.

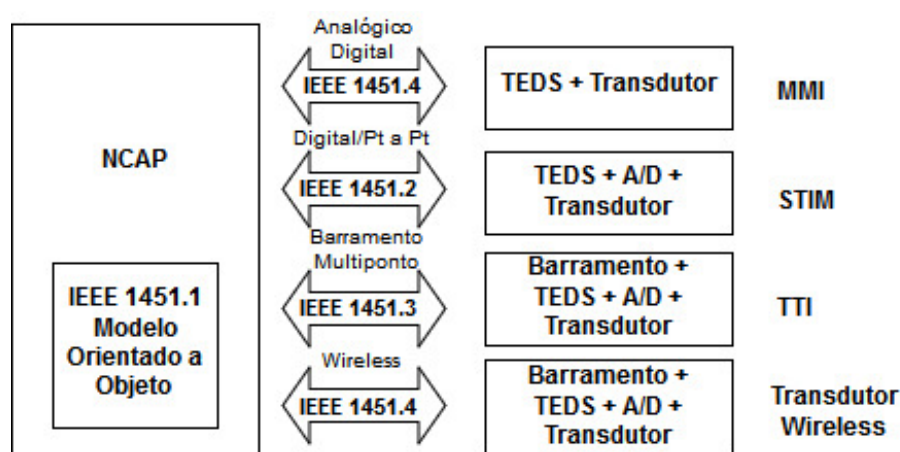


Figura 1. A família IEEE 1451 de interfaces para transdutores inteligentes

### 2.2. Cidades Inteligentes

Uma cidade inteligente (smart city) é definida como uma cidade bem estruturada construída na combinação inteligente de patrimônios e atividades de cidadãos conscientes [Giffinger et al. 2007]. O foco no conceito de uma smart city leva ao questionamento de o que uma cidade precisa em termos de infraestrutura e tecnologia para ser considerada inteligente. Uma cidade é tida como inteligente quando se trata de uma estrutura em que

os investimentos nos seres humanos geram crescimento econômico sustentável e melhora na qualidade de vida, com uma gerência inteligente dos recursos naturais disponíveis [Caragliu et al. 2007].

Diversas tecnologias são utilizadas na implementação de plataformas de smart cities, dentre elas, as mais citadas são: Internet das Coisas (IoT), Computação em Nuvem e Sensoriamento Móvel Participativo. A combinação dessas tecnologias fornece a possibilidade de desenvolvimento de um sistema capaz de enviar, através da internet, dados para um dispositivo remoto ou para a nuvem.

### 3. Materiais e Métodos

Neste trabalho é proposto um estudo para realizar o projeto de implementação e integração de um sistema de instrumentação inteligente dentro dos conceitos delimitados pela arquitetura de smart cities associada com a norma IEEE 1451. O projeto sugere um sistema que permita o acesso remoto aos dados gerados por serviços eletrônicos no Laboratório de Sistemas Distribuídos Inteligentes (LSDi), assim como o monitoramento deles através do software LabVIEW conectado a sensores externos.

#### 3.1. Materiais

A pesquisa inicial é um levantamento bibliográfico e espera-se que possa trazer um projeto implementado segundo o modelo descrito. A priori, o local de atuação do sistema está definido como o projeto Smart Lab, no LSDi. O Smart Lab tem como objetivo principal permitir o desenvolvimento de aplicações em IoT por meio do sensoriamento e atuação no ambiente. Ele é composto por três elementos principais: quaisquer objetos que ofereçam serviços de sensoriamento e atuação no local, aplicações que utilizem os serviços disponíveis no laboratório e o aplicativo móvel a ser utilizado pelos integrantes do laboratório.

Os elementos do Smart Lab, seguindo os termos acima, disponíveis e essenciais para a presente proposta são:

- Sensor de luminosidade BH1750FVI Lux
- Sensor de umidade e temperatura DHT11
- Raspberry Pi 3 Model B
- Shield Bluetooth RS232 HC-05
- Arduino UNO
- A aplicação responsável pela visualização (no aplicativo do Smart Lab) de todos os dados provenientes dos sensores dos objetos do laboratório, permitindo que o usuário tenha controle sobre os atuadores disponíveis.
- A aplicação responsável por desligar as luzes quando ninguém estiver presente no laboratório, e ligar quando chegar alguém no local.
- A aplicação responsável por desligar o ar-condicionado quando ninguém estiver presente no laboratório, e acionar quando alguém chegar no local.

Atualmente, o sensoriamento e atuação do Smart Lab são dados por beacons Bluetooth conectados a cada um dos sensores, estando esses acoplados a um único Raspberry Pi que possui conexão Bluetooth e Wi-Fi e funciona como um hub, centralizando todos os objetos do Smart Lab. Esse objeto é o responsável por realizar a comunicação com o servidor, onde maior parte das operações lógicas da aplicação são executadas.

### 3.1.1. Tecnologias Adicionais

A linguagem de programação Python 3.7 foi escolhida para fazer a implementação de todas as funções que regem a aplicação, devido à sua ascensão na comunidade científica e fácil integração com outras linguagens. O python é uma linguagem multiparadigma, que permite a programação modular e funcional, além de permitir a orientação a objetos [Buriol et al. 2009].

Dentro do contexto de instrumentação, buscou-se uma alternativa que fosse mais flexível de trabalhar em termos de implementação. A linguagem de programação gráfica LabVIEW, da companhia americana National Instruments, se destaca nesse contexto por estar disponível para várias plataformas. A interface gráfica do LabVIEW conta com duas áreas de desenvolvimento: um diagrama de blocos (equivalente às linhas de código) e o painel frontal, que permite a interação do usuário com o instrumento, constituindo de uma interface de entrada e saída de dados similares à de um instrumento de medição real. A vantagem da utilização de uma interface gráfica de programação para a instrumentação está na possibilidade de desenvolver sistemas mesmo que não existam conhecimentos aprofundados em linguagens de programação.

### 3.2. Métodos

O próximo passo a ser executado é verificar quais alternativas para realizar o condicionamento de sinal do sistema possuem maior viabilidade e eficácia. As técnicas escolhidas para o estudo foram a utilização de filtros e conversores, principalmente pela facilidade em fazer a integração destas com o software utilizado para fazer a instrumentação virtual (LabVIEW).

Os filtros possuem como principal objetivo a eliminação de faixas de frequências indesejadas, o que pode ser muito útil no controle de dispositivos de iluminação, por exemplo, para manter o ambiente com uma luminosidade adequada. Existem filtros para manter a frequência em uma faixa abaixo do valor de referência (passa-baixa), acima (passa-alta) e entre dois valores (passa-faixa). A grande desvantagem do uso de filtros analógicos é que eles podem não cortar todos os sinais de frequências indesejáveis como se espera e, para melhorá-los, seria necessário adicionar uma grande quantidade de componentes (como amplificadores operacionais), o que gera uma maior dificuldade em controlar os parâmetros de controle do material.

Os conversores, por sua vez, transformam sinal individual do sensor em um sinal padronizado, mais adequado para transmissão e futuro controle. Isso implica na passagem do sinal de entrada por algumas etapas: a captação do sinal, a amplificação do mesmo e a sua linearização. A relação matemática entre variáveis de processo como a temperatura e o sinal do sensor, por exemplo, não é linear. Portanto, uma função de linearização aplicada à temperatura do ambiente para fazer o controle da temperatura de um ar-condicionado, por exemplo, seria bastante útil.

Essa etapa poderá ser desenvolvida utilizando o TextScript, uma API que permite realizar a conexão entre a linguagem de programação Python e o software LabVIEW, onde é possível controlar o Python pelo LabVIEW ou vice-versa [win 2018]. O LabVIEW fornecerá as variáveis do ambiente para o Python, que fará a etapa de aplicação das funções de controle e condicionamento de sinal para os dispositivos, constituindo o NCAP. Após

o condicionamento de sinal ser realizado, pretende-se utilizar as sugestões dos usuários do sistema para que os resultados sejam satisfatórios para todos. Dessa forma, é possível fazer a avaliação da aplicação, assim como fazer uso do conceito de sensoriamento móvel participativo.

#### 4. Resultados

Atualmente, o smart lab já possui todas as aplicações citadas anteriormente implementadas. Como resultado da pesquisa bibliográfica realizada, tem-se a modelagem necessária para o desenvolvimento de um sistema integrado ao smart lab de forma que este possua integração eficaz e completa com estas aplicações e dispositivos móveis conectados à rede, além de alcançar os objetivos estabelecidos.

#### 5. Conclusão

Espera-se obter, quando concluído o projeto, um sistema que funcione em tempo real de acordo com as demandas dos integrantes do laboratório. Além disso, almeja-se ser possível elaborar uma interface que realize a supervisão remota de atividades capaz de suprir a necessidade de uma arquitetura simples, modular e que possua interoperabilidade.

Por outro lado, espera-se poder desenvolver um sistema que possua um desempenho razoável para uma grande quantidade de sensores, de modo que seja possível ampliar a rede sem muitas complicações. Ademais, tem-se como conclusão deste artigo a proposta de um sistema que possa ser, além de eficiente, uma alternativa para o racionamento de recursos utilizados.

#### Referências

- (2010). *IEEE Standard for Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators: Transducers to Radio Frequency Identification (RFID) Systems Communication Protocols and Transducer Electronic Data Sheet Formats*. IEEE.
- (2018). Testscript: Free python/labview connector. Online; Acessado em: 26-Outubro-2018.
- Balbinot, A. and Brusamarello, V. J. (2010). *Instrumentação e Fundamentos de Medidas*. LTC, 2nd edition.
- Buriol, T., Marco, B., and Argenta, M. (2009). Acelerando o desenvolvimento e o processamento de análises numéricas computacionais utilizando python e cuda. page 5.
- Caragliu, A., del Bo, C., and Nijkamp, P. (2007). In 3rd Central European Conference in Regional Science – CERS, editor, *Smart Cities in Europe: Ranking of European medium-sized cities*, page 11. Journal of Urban Technology.
- de Oliveira, A. L. (2006). Instrumentação inteligente via web services. Master's thesis, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Eletróbrás, Indústria, P., and da Indústria/IEL, C. N. (2008). *Instrumentação e controle: guia básico*.
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Milanović, N., and Meijers, E. (2007). *Smart cities - Ranking of European medium-sized cities*.
- Starling, A. N. (2003). *Controle e automação I: Introdução a instrumentação industrial*. John Wiley & Sons ltd.