

Princípios e Aplicações da Computação no Brasil 2

Ernane Rosa Martins
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2019

Ernane Rosa Martins

(Organizador)

**Princípios e Aplicações da Computação
no Brasil
2**

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

P957 Princípios e aplicações da computação no brasil 2 [recurso eletrônico] / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Princípios e aplicações da computação no brasil; v. 2)

Formato: PDF

Requisito de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-048-3

DOI 10.22533/at.ed.483191601

1. Computação. 2. Informática. 3. Programação de computador.
I. Martins, Ernane Rosa. II. Título. III. Série.

CDD 004

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O volume 2 desta obra aborda mais 16 capítulos sobre o panorama atual da computação no Brasil. Tendo como alguns dos assuntos abordados nos capítulos: ensino de raciocínio lógico, desenvolvimento de sistema computacional, micromobilidade em redes sem fio, usabilidade e acessibilidade de sistemas, qualidade da informação, tecnologias de análise de aprendizagem, redes neurais artificiais, análise de vibração, algoritmos evolucionários, sistemas inteligentes e acessibilidade móvel.

Deste modo, esta obra reúne debates e análises acerca de questões relevantes, tais como: Como está o estado da arte da análise de aprendizagem preditiva, nova proposta de um framework para previsão de desempenhos em programação e quais os caminhos para avançar nessas pesquisas? É possível realizar uma modelagem computacional, analisando os parâmetros espaciais relevantes na tomada de decisão, utilizando técnicas de redes neurais artificiais? Quais são os principais desafios, no cenário nacional, a fim de estabelecer e manter um Sistema de Gestão de Segurança da Informação? Uma proposta de um agente testador que realiza busca local no espaço de estados de casos de teste orientado por utilidade e que utiliza os algoritmos evolucionários multiobjetivos, NSGAI, SPEA2, PAES e MOCeII pode identificar quais deles são mais eficientes na geração de casos de testes para agentes racionais? Como realizar uma pesquisa científica que identifique os requisitos desejáveis para desenvolver uma aplicação móvel touch screen, que vise auxiliar a alfabetização de deficientes visuais?

Nesse sentido, este material tem grande relevância por constituir-se numa coletânea de referência para pesquisas e estudos da computação, tendo como objetivo reunir trabalhos acadêmicos que permitam contribuir com análises e discussões sobre assuntos pertinentes à área. Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente aos autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada. Por fim, desejamos aos leitores que esta obra, seja de extrema importância para todos que vierem a utilizá-la.

Ernane Rosa Martins

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ENSINO DE RACIOCÍNIO LÓGICO E COMPUTAÇÃO PARA CRIANÇAS: EXPERIÊNCIAS, DESAFIOS E POSSIBILIDADES (XXXVII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO 250 WEI - WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO)	
<i>Thâmillys Marques de Oliveira</i> <i>Willmara Marques Monteiro</i> <i>Fábio Cristiano Souza Oliveira</i> <i>Danielle Juliana Silva Martins</i> <i>Alessandra da Silva Luengo Latorre</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4831916011	
CAPÍTULO 2	12
DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA COMPUTACIONAL PARA AQUISIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS AMBIENTAIS REMOTAMENTE.	
<i>Jucivaldo Araujo Ferreira Junior</i> <i>Rardiles Branches Ferreira</i> <i>Rodrigo Da Silva</i> <i>Julio Tota da Silva</i> <i>Samuel Alves de Souza</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4831916012	
CAPÍTULO 3	19
CARACTERIZAÇÃO DA MICROMOBILIDADE EM REDES SEM FIO INFRAESTRUTURADAS PELA VARIAÇÃO DA RELAÇÃO SINAL-RUÍDO	
<i>Kerlla Souza Luz Prates</i> <i>Priscila América Solís Mendez</i> <i>Barreto Henrique Domingues Garcia</i> <i>Mylène Christine Queiroz de Farias</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4831916013	
CAPÍTULO 4	30
AVALIAÇÃO DE USABILIDADE E ACESSIBILIDADE DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE REFEITÓRIOS DO IFPI – CAMPUS FLORIANO	
<i>Samuel de Araújo Fonseca</i> <i>Antonio Rodrigues de Araújo Costa</i> <i>Neto Carlos Eduardo Moreira Borges</i> <i>Hugo Araújo Gonçalves</i> <i>Paulo Miranda e Silva Sousa</i> <i>Rennê Stephany Ferreira dos Santos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4831916014	
CAPÍTULO 5	39
AVALIAÇÃO DA APREENSIBILIDADE E DA QUALIDADE DA INFORMAÇÃO EM SAÚDE COM O SOFTWARE SPINEFIND	
<i>Carine Geltrudes Webber</i> <i>Asdrubal Falavigna</i> <i>Caio Rodrigues da Silva</i> <i>Marco Antonio Koff</i> <i>Natália Lisboa</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4831916015	

CAPÍTULO 6 54

AS TECNOLOGIAS DE ANÁLISE DE APRENDIZAGEM E OS DESAFIOS DE PREVER DESEMPENHOS DE ESTUDANTES DE PROGRAMAÇÃO

Márcia Gonçalves de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.4831916016

CAPÍTULO 7 67

ANÁLISE E MODELAGEM DA RELAÇÃO INTERPESSOAL EM ESPORTES COLETIVOS UTILIZANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Tadeu Nogueira Costa de Andrade

Marcos Rodrigo Trindade Pinheiro

Menuchi Paulo Eduardo Ambrósio

DOI 10.22533/at.ed.4831916017

CAPÍTULO 8 75

ANÁLISE DOS DESAFIOS PARA ESTABELECEER E MANTER SISTEMA DE GESTÃO DE SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO NO CENÁRIO BRASILEIRO

Rodrigo Valle Fazenda

Leonardo Lemes Fagundes

DOI 10.22533/at.ed.4831916018

CAPÍTULO 9 87

ANÁLISE DE VIBRAÇÃO COM CONTROLE DE MEDIÇÃO UTILIZANDO O FILTROS ESTATÍSTICOS

Karla Melissa dos Santos Leandro

Iago Ferreira Lima

Werley Rafael da Silva

Marco Paulo Guimarães

Marcos Napoleão Rabelo

DOI 10.22533/at.ed.4831916019

CAPÍTULO 10 96

ANÁLISE DE REDE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA COMO FERRAMENTA NA GESTÃO DE PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO

Aurelio R. Costa

Celia Ghedini Ralha

DOI 10.22533/at.ed.48319160110

CAPÍTULO 11 109

ALGORITMOS EVOLUCIONÁRIOS MULTI OBJETIVOS PARA A SELEÇÃO DE CASOS DE TESTE PARA SISTEMAS INTELIGENTES

Daniel Victor Saraiva

Francisca Raquel de Vasconcelos Silveira

DOI 10.22533/at.ed.48319160111

CAPÍTULO 12 124

ACESSIBILIDADE MÓVEL PARA ALFABETIZAÇÃO DE DEFICIENTES VISUAIS: PROPOSTA INICIAL DE UM PROTÓTIPO

Jenifer Melissa de Paula

José Valter Amaral de Freitas

Thatiane de Oliveira Rosa

DOI 10.22533/at.ed.48319160112

CAPÍTULO 13	129
AÇÃO PARA INCENTIVAR MENINAS DO ENSINO MÉDIO A CURSAR CARREIRAS TECNOLÓGICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE RIO GRANDE DO NORTE	
<i>Idalmis Milián Sardina</i>	
<i>Cristiano Maciel</i>	
<i>Midori Hijjoka Camelo</i>	
<i>Hortensia Sardina Miranda</i>	
DOI 10.22533/at.ed.48319160113	
CAPÍTULO 14	137
A TÉCNICA OC2-RD2 COMO UMA PRÁTICA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES	
<i>Karina Buttignon</i>	
<i>Ítalo Santiago Vega</i>	
<i>Jonhson de Tarso Silva</i>	
<i>Adriano Carlos Moraes Rosa</i>	
DOI 10.22533/at.ed.48319160114	
CAPÍTULO 15	149
A DECADE OF SOFTWARE ENGINEERING BEST PRACTICES ADOPTION IN SMALL COMPANIES: A QUASI-SYSTEMATIC MAPPING	
<i>Alex Juvêncio Costa</i>	
<i>Juliana De Albuquerque Gonçalves</i>	
<i>Saraiva Yuska Paola Costa Aguiar</i>	
DOI 10.22533/at.ed.48319160115	
CAPÍTULO 16	162
INVENTORYIOT I ² OT: UMA PLATAFORMA DE GERENCIAMENTO AUTOMATIZADO DE INVENTÁRIO	
<i>Jauberth Weyll Abijaude</i>	
<i>Péricles de Lima Sobreira</i>	
<i>Aprígio Augusto Lopes Bezerra</i>	
<i>Fabiola Greve</i>	
DOI 10.22533/at.ed.48319160116	
SOBRE O ORGANIZADOR	177

INVENTORYIOT I²OT: UMA PLATAFORMA DE GERENCIAMENTO AUTOMATIZADO DE INVENTÁRIO

Jauberth Weyll Abijaude

Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus,
Bahia

Péricles de Lima Sobreira

Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus,
Bahia

Aprígio Augusto Lopes Bezerra

Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus,
Bahia

Fabíola Greve

Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia

RESUMO: O controle patrimonial dos bens ativos de uma empresa é uma tarefa complexa. Apesar do esforço para aumentar o nível de automação, observa-se que ainda é necessária a presença do ser humano para administrar, alimentar e manter tais sistemas. Este trabalho apresenta um sistema Web, de nome *InventoryIoT*, que automatiza o controle de bens patrimoniáveis. Baseado no conceito de Internet das Coisas, propõe-se anexar aos bens ativos etiquetas RFID, outorgando-lhes o status de objetos inteligentes (OI). Para tanto, contempla-se um middleware que permite a comunicação dos OIs com o sistema Web, o qual funciona como uma rede social. O resultado é um sistema capaz de realizar a gestão inteligente e o monitoramento da movimentação dos bens dentro de uma instituição de forma automática,

reduzindo o tempo de trabalho humano e mantendo as informações atualizadas. O sistema foi implementado e validado.

PALAVRAS-CHAVE: Internet das Coisas, Middleware, RFID, Inventário, Sistema de Gerenciamento de Patrimônio, Redes Sociais.

ABSTRACT: The company inventory control is a hard and complex job. Despite the effort to increase the level of automation of such tasks, it has been observed that the human presence is still necessary to manage, feed and keep them. This research presents a Web system, named *InventoryIoT*, that automates the inventory control for efficient management. Based on the concept of the Internet of Things, we propose attaching RFID tags to assets, giving them the status of Smart Objects (OI). For this purpose, this work considers a middleware that allows the communication among OIs and the Web system, which operates as a social network. The result is a platform able to perform the intelligent management and monitoring of the movement of goods within an institution in an automatic way, reducing the human labor time and keeping the information always updated. The system was implemented and validated.

KEYWORDS - Internet of Things, Middleware, RFID, Inventory, Asset Management System, Social Networks.

1 | INTRODUÇÃO

As organizações públicas e privadas têm a necessidade de controlar os seus bens patrimoniais, identificando atributos como localização, pessoa responsável e movimentação. Esse patrimônio pode ser classificado em dois tipos: os objetos que compõem os bens utilizados no dia a dia para o trabalho laboral de seus funcionários e os produtos e riqueza que a empresa produz.

No primeiro tipo estão itens como mesas, cadeiras, veículos, computadores, impressoras, etc. que são classificados como bens permanentes e por conseguinte cadastrados e inventariados. Já bens como copos plásticos, água, papel, caneta, grampeador, etc. são bens de consumo, portanto de natureza transitória. O segundo tipo representa uma classe de bens que são a atividade fim da empresa, composto por matéria-prima, produtos acabados, estoque, resíduos e produtos reaproveitáveis. Esses bens são tratados em um fluxo de entrada/saída constante que implementa o processo produtivo em si.

Obviamente, as empresas implementam um processo de controle dos bens patrimoniais, mantendo uma base de dados computadorizada, tipicamente acessível a partir de um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Relacional. Além disso, periodicamente é necessária uma conferência do que está registrado na base de dados e o que efetivamente está disponível fisicamente. É a Conferência do Inventário. Esta conferência pode ser feita de forma manual, onde o responsável pela tarefa procura os bens e confere com algum código de identificação visual, ou pode ser feita com o uso de leitores de código de barras, substituindo a conferência do código visual por uma leitura através de um coletor de dados. Em ambos os casos, porém, exige-se considerável trabalho manual, além de haver riscos associados a inconsistências e erros. Esses fatores elevam o custo operacional do processo de conferência.

Sistemas mais modernos utilizam a tecnologia Radio-Frequency Identification (RFID). Em sistemas assim, os bens possuem etiquetas inteligentes que respondem a um estímulo de ondas eletromagnéticas. Esta resposta é a propagação de um código, também em ondas eletromagnéticas, que podem ser capturadas e identificadas. Isto permite a conferência de forma automática. Esta abordagem representa uma modificação no processo de inventário, trocando a natureza estática dos modelos manuais por uma dinâmica (Weinstein 2005). Porém, mesmo com essa nova técnica, os bens patrimoniáveis são subordinados a dois atributos imprescindíveis: O usuário responsável e o local onde permanece. Isto significa que sempre os OIs precisam possuir esta correlação, uma vez que estes identificadores são os mínimos necessários para um sistema de inventário. No caso do usuário responsável, esse relacionamento não pode ser modificado de forma automática, apenas pelo administrador do sistema, já que que esta mudança implica em responsabilidades legais e financeiras. Em relação ao local onde o bem permanece, a modificação desse atributo é feita de forma dinâmica pelo sistema construído, sem intervenção humana.

Nos últimos anos, as aplicações de Internet das Coisas (IoT) em ambientes industriais, combinadas com RFID (Xu 2014), abriu a possibilidade de se considerar uma série de novas aplicações. A IoT permite que os objetos tradicionais possuam um mecanismo eletroeletrônico que permita, dentre outras funções, publicar informações sobre tais dispositivos ou sobre os ambientes em que estes se encontram. Esses objetos, ao receber tais componentes eletrônicos, formam uma nova categoria de dispositivos, os objetos inteligentes (OIs).

Este artigo traz uma contribuição nesse sentido e apresenta um sistema de automação de gerenciamento de inventário usando os conceitos de RFID e IoT. O sistema *InventoryIoT* permite uma gestão ágil e confiável do inventário, além de inserir um grau de liberdade ao ativo - a livre mobilidade. Ele incorpora um *middleware* que, por um lado, controla as operações na camada de enlace, acionando os leitores RFID e, por outro, interage com a camada de aplicação, publicando informações em uma Rede Social de Gerenciamento de Objetos Inteligentes (OI). A rede social de OI funciona de forma análoga ao *Facebook*. O usuário tem como "amigos" os bens inventariados sob sua responsabilidade. O *InventoryIoT* foi desenvolvido e uma avaliação experimental realizada.

Este capítulo encontra-se organizado da seguinte maneira: A Seção 2 aborda algumas iniciativas para tratar o inventário usando IoT. A Seção 3 apresenta o sistema *InventoryIoT*. A Seção 4 promove a sua avaliação e, finalmente, a Seção 5 apresenta as conclusões.

2 | TRABALHOS RELACIONADOS

Existem iniciativas que propõem utilizar IoT em conjunto com RFID para o gerenciamento de inventário e bens ativos em ambientes de empresas, aplicações agrícolas, militares, governamentais, indústria de saúde, aeroportuários e em gestão de frotas e transporte. Em pesquisas realizadas para a confecção deste trabalho, até onde os autores puderam verificar, não foram encontrados sistemas ou propostas similares na envergadura da proposta que aqui se encontra apresentada. As iniciativas encontradas tratam o inventário com a adoção de sistemas RFID, mas sempre aliado à presença humana, não conferindo ao objeto a responsabilidade de publicar as suas informações.

Em ambientes empresariais há iniciativas que realizam a gestão de ativos usando RFID para gerenciar inventários e propor a informação através de uma base de dados e um sistema web (Wang 2015). Isto é feito através de um sistema controlado por usuários, com leitores RFID acionados de forma intermitente para emitir alarmes e disponibilizados via WEB.

Na área agrícola, existem objetivos, por exemplo, de manter o controle de qualidade de produtos agrícolas frescos (Gu 2011), monitorando o inventário, a qualidade, os distribuidores, gerando informações que possam garantir que tais

produtos sejam consumidos dentro de determinados padrões de segurança, reduzindo custos de gerenciamento e aumentando a eficiência dos canais de distribuição. Todo o processo é feito usando o padrão EPCglobal (<http://www.gs1.org/epcglobal>).

A administração pública possui diversas ações para gestão patrimonial, controle e localização dos bens móveis através da automação do procedimento de inventário. Um exemplo bem-sucedido é coordenado pela Secretaria de Administração do Estado de Pernambuco (Leão 2014) que consiste, nesta primeira etapa, na identificação e localização dos bens móveis através de RFID.

No ambiente militar também se encontram iniciativas para monitoramento e gestão de armamentos na marinha brasileira (Mosso 2014) cujo objetivo é analisar a implementação de RFID nas Fragatas Classe Niterói na cadeia de suprimentos sobressalentes. Os aeroportos precisam gerenciar uma grande quantidade de bens móveis com grande rotatividade; partidas e chegadas de aeronave; viajantes e empregados. O uso de RFID com IoT permite personalizar serviços e conteúdo para os viajantes e incrementar a produtividade e gerenciamento (Alghadeir 2016). Esta solução é dividida em 4 camadas: a) Arquitetura IoT padrão; b) Camada física de IoT, definindo os meios de transmissão suportados; c) Camada de Rede, responsável pela entrega dos pacotes, e; d) comunicação entre o servidor e os sensores, leitores RFID e dispositivos móveis.

Por fim, os sistemas de gestão de frotas e transportes possuem iniciativas que usam RFID e outros sistemas embarcados para gerenciar veículos, rotas e horários (Samadi 2013, Backman 2016).

A Tabela 1 faz um comparativo entre os trabalhos relacionados com *InventoryIoT*. Como pode-se observar, as características do *InventoryIoT* não são contempladas em outras propostas. A criação de sensores virtuais, que consiste no mapeamento das particularidades de cada sensor e a respectiva programação dessas particularidades em forma de software, é exclusiva, permitindo criar um objeto em Java que corresponde ao sensor no mundo real. Da mesma forma, o uso do conceito de redes sociais, da livre movimentação dos objetos sem a necessidade de informar ao setor de patrimônio a movimentação e a permissão dos objetos de gravarem informação no banco de dados e nas interfaces do sistema, diferenciam o trabalho apresentado dos demais, colocando-o em um patamar de inovação e ineditismo.

Características	I ² oT	Wang	Gu	Mosso	Leão	Alghadeir
Aplica conceitos de IoT	X	X				
Cria sensores virtuais	X					
Interface Web	X	X				
Usa EPCGLOBAL		X				
Registros em redes sociais	X					
Objetos com livre movimentação	X					
Objetos postam informações	X					

Tabela 1 - Comparação entre sistemas com RFID

3 | I²OT - INVENTORY IOT

O sistema *InventoryIoT* alia conceitos de IoT, RFID e Redes Sociais. A proposta é apresentada em quatro subseções. A Seção 3.1 apresenta a arquitetura geral da proposta (visões física e lógica) e o detalhamento de sua parte lógica. A Seção 3.2 descreve as rotinas administrativas do sistema. A Seção 3.3 aborda a construção de um Middleware, cujo objetivo é auxiliar no controle do hardware e dos OIs, gerenciando os eventos criados por atores não humanos do sistema. Finalmente, a Seção 3.4 apresenta como o conceito de redes sociais é aplicado ao sistema a partir da manipulação de OIs. O foco desse artigo, em particular, é a descrição detalhada do projeto e do desenvolvimento da camada do Middleware (Seção 3.3).

3.1 Descrição do Sistema

O sistema agrega os seguintes equipamentos: computadores, um conjunto de etiquetas, leitores e antenas RFID, sensores de presença infravermelho e placas Arduino. Esses equipamentos são integrados a um middleware que interage com um servidor web e um banco de dados, conforme ilustrado na Figura 1.

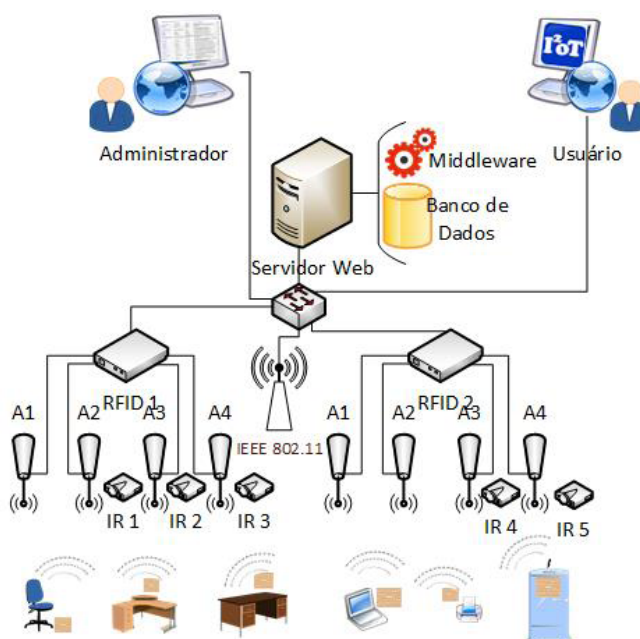


Figura 1 - Componentes para o I2oT

A seguir, apresentamos a descrição dos componentes, interações e as versões de software/hardware utilizadas na implementação do sistema. Na camada mais alta estão os clientes do sistema, formados pelo administrador e pelo usuário. O administrador é responsável pelo cadastro e manutenção de rotinas inerentes à sua função, descritas na Seção 3.2. O usuário é um funcionário que detém sob sua guarda alguns bens do patrimônio da empresa que fazem parte do inventário.

Logo mais abaixo está o servidor web, o banco de dados e o middleware. O middleware tem um papel fundamental no sistema, pois ele cria e controla uma lista de

entidades virtuais que possuem correspondentes no mundo real. Em outras palavras, cada um dos sensores ou leitores físicos é mapeado em uma classe com os respectivos atributos e instanciado. A partir desse ponto, o middleware pode então trabalhar com esse objeto instanciado na memória e replicar as modificações no objeto do mundo real. Ele também pode receber informações do mundo real, vindas dos equipamentos e atualizar o estado no respectivo objeto virtual. Este funcionamento está detalhado na Seção 3.3.

Os sensores de presença, leitores, antenas e etiquetas RFID estão distribuídos em um ambiente geográfico de forma a criar uma bolha de rádio-frequência que garanta a conexão entre esses elementos. Os sensores de presença são formados por placas e sensores de infravermelho. Quando algo corta a linha de visão do sensor, um sinal é enviado à placa que usa a rede wi-fi para informar o evento ao middleware, o qual por sua vez, pode acionar um leitor RFID para que uma antena específica entre em modo de leitura. Na implementação, foram usadas placas ESP8266, leitores RFID do modelo *Phidget* (com suporte a somente uma antena e operação em 125 KHz LF (*Low Frequency*)) e etiquetas passivas com capacidade de armazenamento de 24 bits.

3.2 Administração do Sistema

A administração de um sistema possui rotinas triviais, como as operações de CRUD (*Create, Read, Update e Delete*), relatórios, pesquisas e configurações de atributos globais. Aqui daremos destaque somente aos processos inerentes ao modelo apresentado e às suas peculiaridades. Nos sistemas atuais, o bem ativo, no momento de ser lançado no sistema, tem dois atributos importantes. Um desses atributos outorga a um indivíduo a responsabilidade da integridade do bem, que doravante será o detentor da sua posse. O outro atributo é referente ao local geográfico onde o bem é alocado. Esse local é fixo. Todas as vezes que um bem for transferido de lugar, o setor responsável precisa ser informado para atualizar o sistema.

O presente trabalho trata esse manejo de forma diferente. A rotina administrativa de cadastro se inicia com a geração de um código sequencial de 24 bits, armazenado em uma etiqueta RFID passiva de baixa frequência. Essa etiqueta é fixada no bem ativo, que a partir desse momento se transforma em um OI. Com essa nova característica, o OI possui agora uma identidade única dentro do universo de existência do inventário e está apto a ser cadastrado no sistema. Após esta inserção, o OI passa a ser um item do catálogo e um ator do sistema, capaz de gerar e publicar informações a seu respeito. Esse é o único momento em que um usuário humano adiciona informações sobre este OI no sistema. Doravante, o próprio objeto vai informar ao sistema a sua localização geográfica, a data e o tempo em que permaneceu naquele local.

Adota-se dois conceitos de inventário: O Inventário Lógico e o Físico. O Inventário Lógico é criado no momento que o administrador do sistema cadastra o OI na base de dados. Esse rol de OIs serve como referencial dos bens que existem no inventário até serem descartados. O Inventário Físico retrata a situação dos bens ativos em tempo

real, fornecendo em um instante de tempo t o local onde os mesmos se encontram. Os dois tipos de inventário devem sempre ter os mesmos objetos, modificando apenas a localização onde o OI se encontra. Quando ocorrer essa diferença, o inventário lógico precisa ser atualizado automaticamente para retratar a situação atual.

Uma das rotinas administrativas é identificar no sistema de inventário a localização de um ou mais bens. Isto é possível fazer para um OI específico, um conjunto deles ou todos de uma vez. Os sistemas atuais exigem que os setores responsáveis pelo patrimônio sejam informados oficialmente de qualquer movimentação de seus ativos. Com os OIs, entretanto, isso torna-se dispensável, uma vez que os próprios objetos já fazem isso de forma automática quando passam por uma zona de leitura RFID. Ao passar por esta região, em um determinado instante t , as antenas podem ou não capturar esses dados. Portanto, quando há uma movimentação desse tipo, os inventários lógico e físico podem apresentar diferenças momentâneas. Este fato então impele ao administrador do sistema, ou ao usuário, que faça uma busca física dos OIs que deseja localizar como garantia de que os dados do inventário lógico coincidam com o físico, sincronizando os dois inventários. O funcionamento desse mecanismo é explicado a seguir.

3.3 Middleware

Devido à complexidade em sua concepção e desenvolvimento, nesta subseção discutiremos em detalhes o cerne desta pesquisa: o middleware da arquitetura I^oT. Ele foi desenvolvido a partir das tecnologias Java 8, do ambiente Eclipse Neon e dos *frameworks* RUP, JSF e *PrimeFaces*. Também, vários padrões de projeto foram utilizados de forma a melhorar a manutenibilidade e a reusabilidade deste módulo, como, por exemplo: o MVC (para a separação lógica das camadas de visão, controle e modelo da aplicação); o Factory (em nosso projeto, para a criação de instâncias de conexões ao banco de dados); o CRUD (para as operações de manipulação de dados no banco de dados); o DAO (para a separação entre as camadas lógica e de acesso ao banco de dados); e o Singleton (para a criação de instâncias únicas de algumas classes da aplicação - em nosso projeto este padrão foi utilizado na criação de instâncias únicas dos objetos 'lista de sensores de presença' e 'lista de leitores RFID').

O middleware representa a engrenagem principal que atua intermediando o hardware e o software e, por conseguinte, disparando ações sempre que determinadas condições forem alcançadas. Isto estabelece no sistema o surgimento de atores não humanos, representados pelos OIs, sensores de presença, leitores e antenas RFID, que vão se conectar e publicar informações no sistema Web, e vice-versa. Conforme visto na seção 3.2, o nascimento de um OI ocorre no momento em que ele recebe uma etiqueta RFID. Após o seu nascimento e respectivo cadastro no sistema por um usuário humano previamente autorizado, o middleware intermedeia a conexão e a publicação de informações entre os OIs e o sistema Web, e vice-versa. A partir de

uma análise de requisitos realizada com apoio de gestores de inventário, além dos trabalhos correlatos descritos na Seção 2, foram identificados treze casos de uso para o “middleware” (atuando como gestor da interação). São eles:

1 - Verificar o estado do sensor de presença: Sensores de presença são fundamentais para garantir o disparo de uma leitura quando houver movimentação em um local. Se esses disparos cessarem, como o sistema vai saber se é devido à ausência de movimentação ou a um problema no sensor de presença? Um meio de identificar o problema é executar um *ping* a cada instante de tempo t . Com isto, pode-se identificar que o sensor de presença está em atividade. Estas sondagens são gravadas no banco de dados com a resposta e respectivas data e hora.

2 - Monitorar a solicitação do sensor de presença: O sensor de presença, quando acionado, solicita ao middleware que acione uma determinada antena de um determinado leitor. Para isso, envia-se ao middleware atributos como local onde o sensor de presença está instalado, data e hora do evento, tempo de espera para acionar o leitor RFID e por quanto tempo o leitor RFID deve permanecer ligado.

3 - Solicitar a ligação da antena do leitor RFID: Os leitores RFID não precisam emitir ondas eletromagnéticas o tempo todo. Quando o caso de uso 2 ocorrer, o middleware vai receber as informações necessárias para encontrar um determinado leitor RFID cadastrado e solicitar que uma antena específica seja acionada por um período de tempo.

4 - Ligar uma antena RFID: Existem duas maneiras de acionar uma antena RFID no sistema - uma feita por um sensor de presença e outra através do usuário. Quando um leitor de presença solicita a cobertura de uma região, são executados os casos de uso 2 e 3, e em seguida encaminhados os atributos que configuram essa conexão. No caso de um usuário solicitar a ligação, o middleware aciona a antena específica, ordenando que a mesma inicie a emissão de ondas eletromagnéticas.

5 - Desligar uma antena RFID: Quando uma antena é acionada por um sensor de presença, o middleware tem, nas informações presentes na solicitação, a quantidade de tempo que esta antena deve permanecer ligada. Ao término desse tempo, uma nova solicitação é gerada, desta vez ordenando que o leitor pare a emissão na referida antena. Quando o pedido de ligação da antena é feito por um usuário, estabelece-se o tempo padrão de 5 segundos de leitura - este valor pode ser ajustado no sistema (escolhe-se 5 segundos devido a uma estimativa em relação ao posicionamento das antenas e a velocidade de caminhar de um ser humano). Ao fim desse tempo, o middleware ordena ao leitor RFID que cesse suas atividades na antena especificada.

6 - Enviar os dados lidos pela antena RFID: Durante o período que a antena emite ondas eletromagnéticas, o leitor recebe informações (lista de etiquetas lidas ou vazio) que são enviadas ao middleware para, em seguida, realizar as seguintes tarefas: a) montar um *ArrayList* [código do local, código do bem] das informações lidas; b) atualizar o inventário lógico com as informações e a data da ocorrência; c) identificar o usuário responsável pelos bens que se movimentaram, e; d) publicar a informação

na rede social, conforme descrito na seção 3.4. Aqui é necessário pontuar que existem três tipos de classificação de antenas: tipo 1 - Antenas localizadas em destinos finais, como uma sala, um escritório, um almoxarifado, uma garagem, etc; tipo 2 - Antenas que estão em corredores ou locais de fluxo de pessoas e que indicam que o bem ativo está em movimento, e; tipo 3 - Antenas localizadas em locais de descarte ou de baixa (após um bem ser lido por este tipo de antena, será considerado como descartado, tornando-se um bem inativo). Cada uma dessas antenas vai gerar uma publicação diferente na rede social e disparar um gatilho específico no middleware.

7 - Criar entidades virtuais: Este é o ponto de partida para que um elemento físico do mundo real possa se conectar ao sistema. Essa criação da entidade virtual, que espelha as propriedades do mundo real no ambiente computacional, inclui tarefas como se auto cadastrar, se auto configurar e começar a interagir com o middleware da aplicação, e que poderá, a partir de então, publicar informações. A criação de entidades virtuais começa quando o dispositivo do mundo físico, em suas configurações iniciais, encaminha ao servidor Web parâmetros indicando o seu nome, o local onde ele está instalado, o seu fabricante, o seu status (administrativamente operante ou não) e uma sequência de duplas para identificar o local que a antena monitora, bem como seu estado (ligada-desligada).

8 - Gerar inventário físico: Este caso de uso permite que o administrador do sistema verifique se o inventário lógico coincide com o inventário físico. Para ler todas as etiquetas RFID do sistema de inventário, o middleware vai acionar todos os leitores e todas as antenas seguindo a seguinte metodologia: Pega-se o primeiro leitor, aciona-se as antenas, recupera-se os dados na forma de um *ArrayList* [código do local, código do bem] e compara-se esses dados com os que estão gravados na tabela do banco de dados que representa o inventário lógico. Caso haja alguma diferença, o banco de dados é atualizado e é gerado um alerta com as inconsistências. Esse processo é repetido até que todos os leitores e todas as antenas tenham sido acionadas. Ao término desta fase, emite-se um relatório com as inconsistências encontradas e os inventários físico e lógico estarão iguais. Um caso especial merece destaque: pode acontecer casos onde um ou mais bens não sejam localizados nesta atividade. Isso não quer dizer que o bem será removido do inventário, ele terá a condição de desaparecido no inventário lógico, mas continuará sob responsabilidade de quem detém a guarda até que o mesmo apareça ou que medidas administrativas cabíveis sejam tomadas.

9 - Publicar informações do OI: Todas as vezes que o middleware receber uma informação de um OI, esta será publicada no perfil da rede social cujo usuário é o responsável pelo bem. Logo após essa publicação, a informação é persistida no banco de dados. Os OIs podem ter mobilidade dentro da organização sem a necessidade de uma comunicação ao setor de patrimônio. Sempre que houver essa movimentação, o usuário será informado quando, onde e para onde o bem sob sua responsabilidade foi movido, o caminho que percorreu e o tempo que levou para isso.

10 - Executar busca física de OIs: De acordo com o que foi explanado

anteriormente, existem duas entidades de inventário no sistema: O inventário lógico e o físico. O lógico é construído a partir do cadastro de bens no sistema, residente no banco de dados e utilizado como referência. Os bens ali cadastrados são os que efetivamente fazem parte do catálogo de ativos patrimoniáveis e possuem um atributo que identifica o local em que eles, pela última vez, foram encontrados pelo sistema. Já o inventário físico não possui registros salvos de forma eletrônica. Esta categoria de inventário está “viva” e possui um grau de liberdade - a mobilidade, inédito em outros sistemas de controle patrimonial. Esta liberdade permite ao OI se movimentar dentro de um espaço definido pelo utilizador do sistema sem informação prévia ao setor de patrimônio e sem gerar alertas ou problemas legais. Posto isto, há necessidades que impõem ao administrador e ao middleware localizar um bem físico no sistema, como por exemplo para sincronizar os inventários, localizar um ativo para ter acesso físico ou simplesmente para saber onde ele está geograficamente. Esta busca pode ser feita usando dois mecanismos diferentes: em *unicasting* ou em *broadcasting*, ambos descritos nos casos de uso 11 e 12.

11 - Executar a busca física de OIs em *unicast*: Este mecanismo de busca física é bastante simplificado. Seu objetivo é localizar um OI específico. Conforme mostra a figura 2, o processo de localização de um OI é iniciado com uma consulta ao banco de dados para que seja localizado alguns parâmetros como o local onde o OI deve ser encontrado, o leitor RFID e a antena que realizou a última leitura. De posse dessas informações, o middleware localiza este leitor e antena e solicita que os mesmos providenciem a irradiação necessária para que colem os dados. A resposta pode ser um conjunto de códigos ou nenhum retorno. No caso de um conjunto de códigos, o middleware recebe essas informações e confirma se o código do OI esperado está na lista. Em caso positivo, o retorno é verdadeiro e o objeto está localizado. Sendo falso, o sistema repete o ciclo por mais 2 vezes na tentativa de encontrar a etiqueta RFID esperada. Se não obtiver sucesso, o middleware vai informar ao usuário e realizar uma busca em broadcast, descrito no próximo caso de uso.

12 - Executar a busca física de OIs em broadcast: Este tipo de busca ocorre em situações particulares no sistema: quando o administrador deseja verificar a integridade do inventário lógico em relação ao físico ou quando um OI não puder ser encontrado em uma busca unicast (situação descrita no caso de uso 11). O procedimento a ser executado é acionar cada um dos leitores, solicitando que as antenas sejam todas energizadas de forma que a coleta seja feita em toda a região irradiada eletromagneticamente. Os leitores catalogam os resultados e encaminham para que o middleware dê o tratamento. No caso da localização de um OI em particular, que na busca unicast não tenha sido encontrado, o middleware filtra as respostas em busca de uma coincidente com a procurada.

13 - Acionar alertas: Os alertas são gerados toda vez que uma exceção ocorrer. Entre as exceções possíveis estão a possibilidade de um OI mudar de lugar, não ter sido encontrado ou até mesmo ter a posse transferida pelo administrador para

outra pessoa. Entre os alertas possíveis estão o registro na rede social das coisas, descrita na próxima subseção; uma mensagem SMS; um alerta luminoso e sonoro ou um aviso ao administrador do sistema. O registro na rede social dos OIs é um alerta de praxe e ocorre toda vez que houver captura por parte das antenas. Esses dados são sempre registrados com a data e hora em que ocorreram, independente do resultado da leitura anterior. Uma mensagem SMS ou um e-mail podem ser enviados para os endereços cadastrados toda vez que um OI ultrapasse, por exemplo um portão de saída externo, significando que o bem está sendo levado para o mundo exterior. Esse mesmo caso pode ocorrer para que seja gerado um sinal de alerta, luminoso ou um aviso ao administrador do sistema.

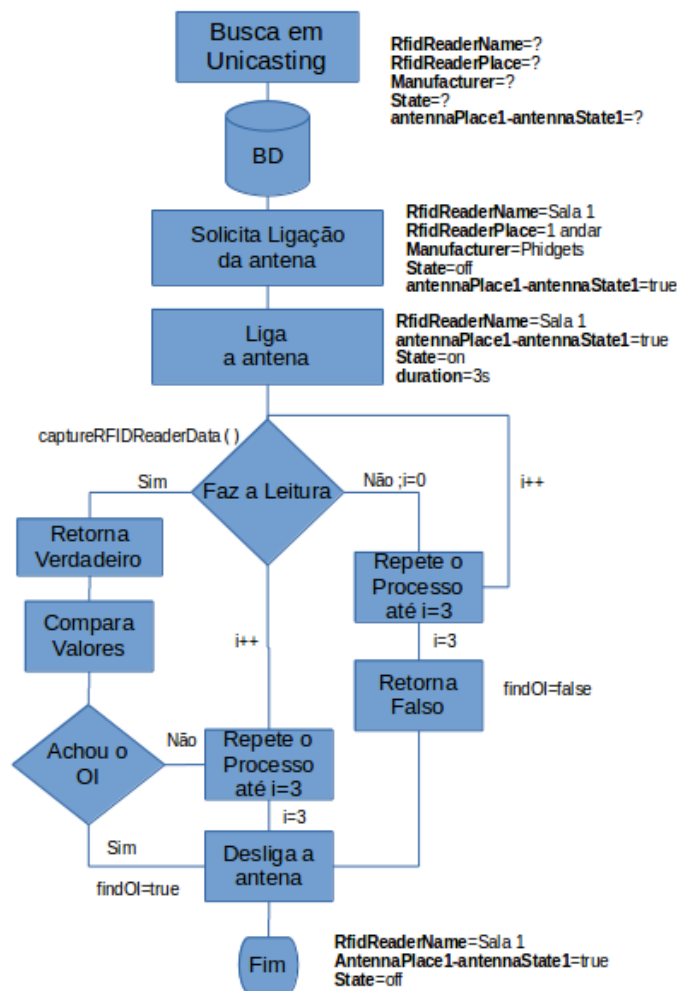


Figura 2 - Fluxo da busca de um OI específico em unicasting.

A seguir, apresentamos a Figura 3, que ilustra um Diagrama de Sequência em UML (*Unified Modeling Language*) representando o processo desde a detecção de movimento de um OI por um sensor de presença infravermelho, até a publicação das novas informações de movimentação deste OI ao seu responsável. Para isto, os requisitos 2, 3, 4, 5, 6 e 9 foram realizados.

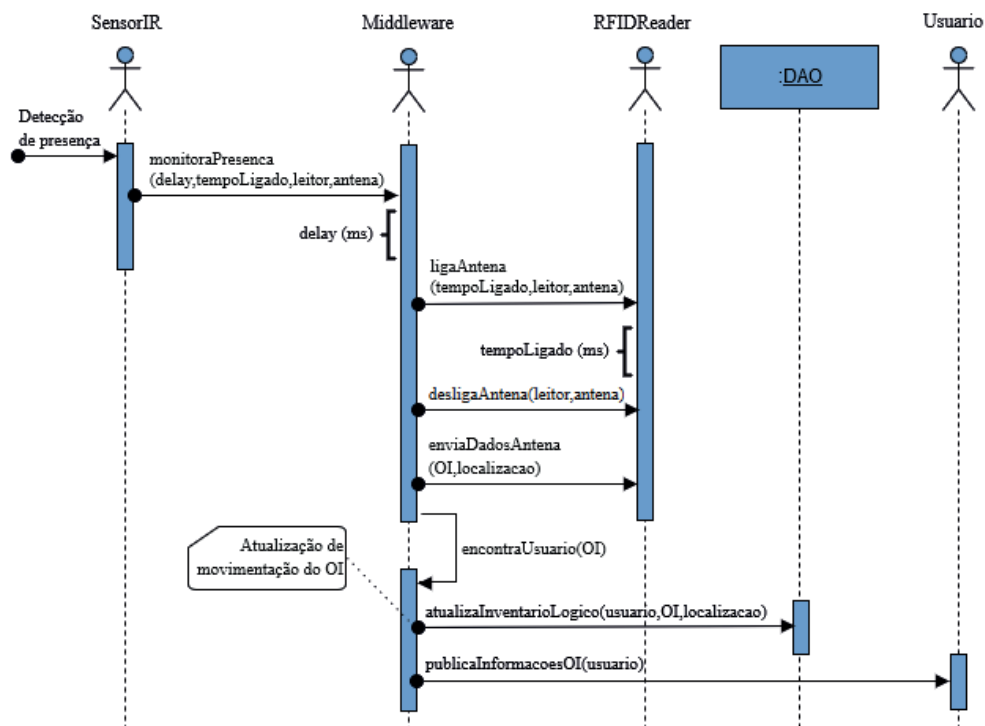


Figura 3 - Diagrama de Sequência para realização dos Casos de Uso 2, 3, 4, 5, 6 e 9.

3.4 Rede Social de OIs

As redes sociais são um elo de ligação entre os seres humanos que une fronteiras e culturas e permite desenvolver relacionamentos antes inimagináveis. Aproveitando este mesmo conceito, discutimos nesta subseção a proposta de “Redes Sociais de Objetos Inteligentes” na plataforma *InventoryIoT*. Como apresentado no início desta seção, o nosso objetivo neste trabalho é descrever em detalhes a concepção e desenvolvimento da camada do middleware, por este motivo, a apresentação da rede social é menos detalhada. Os OIs, conforme já explicado, possuem um grau de liberdade quanto à mobilidade, permitindo que possam se movimentar sem a anuência ou informação ao setor de patrimônio. Isso ocasiona um certo “descontrole” se os ativos em questão não tivessem a habilidade de informar quando, por onde e onde estão indo. Essa nova facilidade conferida aos bens ativos, que após etiquetados ganham uma personalidade virtual, permite promovê-los a atores do sistema, de forma que, com a estrutura de rede adequada, possam publicar informações na Internet.

Dotados com essa possibilidade, toda vez que um bem entrar em um campo coberto por uma antena ele irá fornecer a sua identidade para o middleware, que em seu nome, vai gerar uma série de procedimentos: primeiro vai verificar o local onde o OI foi lido, em seguida se há algum alarme a ser disparado, depois publica na linha do tempo do OI a sua passagem pelo local e finalmente, publica na página do usuário as informações pertinentes.

O usuário terá um perfil na “Rede Social de Objetos Inteligentes” onde receberá as postagens advindas da movimentação dos OIs pelos quais é o responsável. Enquanto em um sistema tradicional de inventário temos uma série de menus, telas e opções,

no *InventoryIoT* temos uma rede social onde são cadastrados os usuários e os bens, e em seguida estabelecida a relação de “amizade” entre eles conforme o usuário possui bens sob sua guarda. As políticas de segurança e privacidade definem quem pode visitar a página de bens inventariados sob a responsabilidade de um usuário humano e que medidas tomar quando os bens forem movimentados de um local para outro. É possível então configurar quem pode ver e qual OI pode ser visto na sua página pessoal.

4 | AVALIAÇÃO

A avaliação com base em cenários para trabalhos desse tipo é aceitável pela comunidade internacional (Satyanarayanan 2010, Rocha 2015), sendo assim, foi escolhido como base o cenário da UESC (Universidade Estadual de Santa Cruz) e o sistema de controle patrimonial usado pela instituição. Atualmente, a UESC usa um sistema próprio para gestão dos bens patrimoniáveis e um sistema para alimentar a base de dados do Governo do Estado da Bahia. Também se construiu um protótipo do sistema com as implementações principais do middleware.

Propõe-se com este método de avaliação verificar no sistema o grau de liberdade fornecido aos OIs, pois eles não precisam mais de autorização prévia para se movimentarem e nem de aviso posterior ao movimento para o setor de inventário. Com isso, deseja-se demonstrar que é possível localizar os objetos em tempo real, sem a necessidade de ir fisicamente até o local onde o OI se encontra. O cenário abaixo serve de contexto exemplo para essas verificações:

“Professor Paulo é o gerente do Laboratório de Eletrônica da UESC e acabou de comprar um osciloscópio novo. O equipamento já foi entregue no setor de patrimônio, que imprimiu uma etiqueta RFID com o código, anexou ao osciloscópio, que a partir de agora passa a ser um OI, e cadastrou Paulo como responsável pelo bem no PoT. Paulo então se dirige ao setor de patrimônio, assina um termo de responsabilidade do osciloscópio e leva o aparelho para o laboratório de eletrônica. Durante o percurso, Paulo sai do prédio administrativo, caminha até o Pavilhão Jorge Amado, sobe as escadas para o primeiro andar, vira à direita e pega o corredor que dá acesso ao laboratório. Chegando no laboratório, cuja sala é 4A, põe o equipamento em cima da bancada de aulas, fecha o laboratório e vai para casa, pois já está próximo do meio-dia. No início da tarde, Professora Marta chega para ministrar aulas de Circuitos Digitais na sala 7B, no pavilhão de aulas Adonias Filho. Ao chegar na sala, se dá conta que vai precisar do osciloscópio para mostrar o funcionamento de uma placa de circuitos, então solicita a Ramon, estagiário do curso de Ciência da Computação, que lhe traga um osciloscópio. Ramon então vai até o laboratório de eletrônica no pavilhão Jorge Amado, vizinho ao Pavilhão Adonias Filho, e pega o osciloscópio que o Professor Paulo tinha deixado lá instantes antes, levando-o para a Professora Marta ministrar suas aulas. A professora Marta faz o seu trabalho, e quando termina, no final da tarde, se dá conta que Ramon já foi embora e que não tem a chave do laboratório de eletrônica, resolvendo então levar o osciloscópio consigo para casa. Ao passar pelo portão de saída da Universidade, uma luz acende e um beep toca, alarmes gerados pelo sistema. A professora Marta então lembra-se que não pode retirar equipamentos da Universidade sem permissão, então ela volta até a sua sala e deixa o equipamento guardado em seu armário. No dia seguinte Professor Paulo chega para o trabalho e ao dirigir-se ao laboratório de eletrônica não acha o osciloscópio que havia deixado no dia anterior. Antes que qualquer providência, abre o PoT no seu celular e verifica que o equipamento está na sala da professora Marta

e verifica também todo o percurso que o equipamento fez”.

No I²oT pode-se observar que o cadastro do bem está referenciado apenas ao funcionário responsável pelo bem patrimonial. O local para onde o bem será levado é adicionado automaticamente pelo sistema à medida que o bem passa pelas zonas irradiadas com ondas eletromagnéticas do RFID. Então, em todos os pontos do percurso que Paulo até o laboratório de eletrônica, onde existam antenas RFID, o sistema captou o movimento do OI e lançou isso na linha do tempo do OI. Esses lançamentos são também publicados no perfil de Paulo e do Administrador do sistema. Ao final do percurso, o I²oT vai deixar registrado no banco de dados que o osciloscópio está na sala 4A.

Quando Ramon vai à sala 4A e pega o osciloscópio, o middleware do sistema recebe notificações do movimento deste OI e então inicia o lançamento no banco de dados dos novos locais por onde ele está passando. Ao se aproximar da porta de saída do Pavilhão Jorge Amado, um sensor de presença detecta a passagem de Ramon e encaminha ao middleware um pedido para que ligue a antena RFID posicionada na porta de saída do pavilhão, o que então é executado e a saída do bem é registrada. O mesmo ocorre na entrada do Pavilhão Adonias Filho. Nesses pontos de saída e entrada de pavilhões, caso fosse configurado, o middleware poderia tomar medidas protetivas como acionar um alarme, enviar um e-mail ou um SMS para o responsável pelo equipamento e para o administrador do sistema informando que o OI está saindo do pavilhão ou até mesmo acionar a vigilância patrimonial.

Como o equipamento ficou uma boa parte da tarde na sala 7A e esta foi a última movimentação dele, o local onde o OI está referenciado no sistema é a sala 7A. Ele poderia ficar lá por meses. Note que não houve a necessidade de se informar ao setor de patrimônio que determinado objeto mudou de lugar, pois o próprio OI já o fez via sistema. Quando a professora Marta termina a aula e resolve levar o equipamento consigo, por que não tem onde deixá-lo, ao tentar passar pelo portão de saída, o sensor de presença nota a movimentação e pede que a antena RFID correspondente seja ligada, detectando assim a movimentação. Como esta antena está programada para acionar um alarme, pois é a última porta da instituição, o I²oT recebe do middleware um pedido para gerar um alerta, ligando por exemplo, um buzzer e um sistema de luzes, fazendo com que a Professora Marta verifique alguma irregularidade.

Quando a Professora Marta faz essa verificação, lembra-se que não pode sair da instituição com um equipamento patrimonial sem a devida autorização, então retorna à sua sala privada e guarda o equipamento em um armário. Todo esse percurso é gravado automaticamente no sistema, inclusive a localização final do bem.

No outro dia, o Professor Paulo ao notar a ausência do equipamento, conecta seu celular, tablet ou qualquer dispositivo com acesso à Internet, autentica-se no I²oT e verifica em seu perfil da rede social onde está o seu “amigo” osciloscópio. Facilmente ele observa que está na sala 7A. Selecionando este OI na rede social, é exibido então a linha do tempo com todo o percurso feito.

Adicionalmente, acrescenta-se a esse cenário a necessidade de o administrador do sistema realizar a conferência do inventário. Em sistemas com código de barras é necessário o contato visual com o equipamento para que o leitor portátil possa ler as etiquetas. Em sistemas manuais, além do contato visual é preciso realizar anotações que serão lançadas manualmente no banco de dados através de uma interface do sistema. Para sistemas atuais que usam RFID, as coisas são um pouco mais simples, pois dispensa-se o contato visual, no entanto um ser humano precisa ir fisicamente com um coletor manual em todos os locais para efetivar a leitura. No I²oT, o sistema de inventário está sempre atualizado, pois os OIs estão sempre informando por onde passam.

5 | CONCLUSÕES

Este artigo apresentou o sistema I²oT. Ele permite o monitoramento do inventário patrimonial de uma instituição em tempo real através do uso da tecnologia RFID e do middleware, que instancia classes dos sensores e detectores do mundo real no mundo virtual. Dessa forma, o middleware pode comandar ações que antes eram exclusivas de seres humanos com mais eficiência. Uma conferência de inventário em sistemas tradicionais e manuais pode levar semanas. Utilizando o I²oT isso passa a ser feito em tempo real, no dia a dia. A aplicação das redes sociais de coisas traz uma inovação no processo e é possível graças ao conceito de Internet das Coisas, que usando as etiquetas RFID, transforma os bens ativos em objetos inteligentes.

Como trabalhos futuros pretende-se estabelecer critérios de privacidade e segurança para as redes sociais, verificar os casos de mobilidade dos equipamentos para planejar compras e distribuição de bens ativos no futuro e ampliar a capacidade do middleware em relação ao mapeamento de mais tipos de sensores, atuadores e detectores.

REFERÊNCIAS

- Alghadeir, A. and Al-Sakran, H. **Smart airport architecture using internet of things**. *International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology*, 4(5):148–155, September 2016.
- Backman, J., Vare, J., Framling, K., Madhikermi, M. and Nykanen, O. **Iot-based interoperability framework for asset and fleet management**. In *Proceedings of IEEE 21st International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation*, (Berlin, September 6-9), pages 1–4, 2016.
- Gu, Y. and Jing, T. **The iot research in supply chain management of fresh agricultural products**. In *Proceedings of IEEE 2nd International Conference on Artificial Intelligence, Management Science and Electronic Commerce*, (Dengcheng, August 8-10), pages 7382–7385, 2011.
- Leão, F. R. C. and Souza, G. G. **A automação do inventário patrimonial: a experiência de Pernambuco no controle e localização dos bens móveis**. In *Congresso CONSAD de Gestão Pública*, (Brasília, 25-27 março), pages 1–24, 2014.

Mosso, M. M. **Aplicação da tecnologia RFID na cadeia de suprimento de sobressalentes: um estudo de caso em navios da Marinha do Brasil.** PUC-Rio, Rio de Janeiro, RJ, 2014.

Rocha, C., Costa, C. D. and Righi, R. **Um modelo para monitoramento de sinais vitais do coração baseado em ciência da situação e computação ubíqua.** VII Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva, Pernambuco, 2015.

Samadi, S. **Applications and opportunities for radio frequency identification (RFID) technology in intelligent transportation systems: A case study.** *International Journal of Information and Electronics Engineering*, 3(3):341–345, May 2013.

Satyanarayanan, M. **Mobile computing: the next decade.** In Proceedings of the 1st ACM workshop on mobile cloud computing & services: social networks and beyond, page 5. ACM, 2010.

Wang, M., Tan, J. and Li, Y. **Design and implementation of enterprise asset management system based on iot technology.** In *Proceedings of 2015 IEEE International Conference on Communication Software and Networks*, (Chengdu, June 6-7), pages 384–388, 2015.

Weinstein, R. **Rfid: a technical overview and its application to the enterprise.** *IEEE IT Professional* 7(3):27–33, May-June 2005.

Xu, L. D., HE, W. and Li, S. **Internet of things in industries: A survey.** *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(4):2233–2243, November 2014.

SOBRE O ORGANIZADOR

Ernane Rosa Martins - Doutorado em andamento em Ciência da Informação com ênfase em Sistemas, Tecnologias e Gestão da Informação, na Universidade Fernando Pessoa, em Porto/Portugal. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela PUC-Goiás, possui Pós-Graduação em Tecnologia em Gestão da Informação pela Anhanguera, Graduação em Ciência da Computação pela Anhanguera e Graduação em Sistemas de Informação pela Uni Evangélica. Atualmente é Professor de Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG (Câmpus Luziânia), ministrando disciplinas nas áreas de Engenharia de Software, Desenvolvimento de Sistemas, Linguagens de Programação, Banco de Dados e Gestão em Tecnologia da Informação. Pesquisador do Núcleo de Inovação, Tecnologia e Educação (NITE).

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-048-3



9 788572 470483