

Volume 2 - Número 2 - Julho 2017



Revista de
Engenharia e
Pesquisa Aplicada

Revista de
Engenharia e
Pesquisa Aplicada

Volume 2 - Número 2 – Julho 2017

EDIÇÃO ESPECIAL – INICIAÇÃO CIENTÍFICA

ISSN: 2525-4251 (versão on line)

Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada

Volume 2 - Número 2 –Julho 2017

EDIÇÃO ESPECIAL – INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Foco e Escopo

A Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada é uma publicação da Universidade de Pernambuco que tem como objetivo ser um canal de divulgação de trabalhos nas áreas de engenharia, computação e áreas tecnológicas convergentes.

Seções

Engenharia Civil
Engenharia da Computação
Engenharia Elétrica
Engenharia Mecânica

Processo de Avaliação

O processo de avaliação da Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada será realizado por no mínimo dois revisores, professores da UPE ou convidados externos, envolvidos na pós-graduação.

Periodicidade

Semestral.

Política de Acesso Livre

Esta revista oferece acesso livre imediato ao seu conteúdo, seguindo o princípio de que disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico ao público proporciona maior democratização mundial do conhecimento.

Corpo Editorial:

Luis Arturo Gómez Malagón
lagomezma@poli.br
Alexandre Magno Andrade Maciel
amam@ecomp.poli.br
Diego José Rativa Millan
diego.rativa@ecomp.poli.br

Comitê Editorial:

Alberto Casado Lordsleem Lordsleem Júnior
Francisco Gilfran Alves Milfont
Francisco Ilo Bezerra Cardoso
Maria Lencastre Pinheiro M. Cruz
Sérgio Campello Oliveira

Universidade de Pernambuco

Reitor: Pedro Henrique de Barros Falcão
Vice-Reitor: Maria do Socorro Cavalcanti

Escola Politécnica de Pernambuco

Diretor: José Roberto Cavalcanti
Vice-Diretor: Alexandre Duarte Gusmão

Endereço

Rua Benfica, 455 – Madalena
Recife/PE - CEP: 50/720-001
Telefone: 55 81 3184-7513
Email: cpg@poli.br

CIP Catalogação-na-Publicação
Universidade de Pernambuco Escola Politécnica de Pernambuco
Biblioteca Central

Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada / Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica de Pernambuco - Vol.2, no. 2 (2017) - Recife: UPE, 2017.
Semestral
ISSN 2525-4251 (versão online)
Título abreviado: Rev. Eng. Pesquisa Aplicada.
¹ ENGENHARIA - Periódicos

DOI: <http://dx.doi.org/10.25286/repa.v2i2>

Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada

Volume 2 – Número 2 – Julho 2017

Sistema de Gestão Integrada na Construção Civil <i>Maria Gomes – Ana de Fátima Braga Barbosa</i>	1
A Experiência da Elaboração de um PCP: Um Caso de uma Indústria de Alimentos <i>Marcia Reis Mendes – Luis Cordeiro de Barros Filho</i>	7
Uma Arquitetura de Microserviços de Internet das Coisas para Casas Inteligentes <i>Rodrigo de Oliveira – Carmelo J. A. Bastos-Filho</i>	15
Plataforma Robótica para Busca de Pessoas em Locais de Risco <i>Edgar N. de V. Gregório – Ricardo Teixeira da Silva</i>	24
Comparação entre Servidores de Banco de Dados Tradicionais e Sistemas Dedicados: Um Estudo de Caso Sobre a Aplicação do Oracle Exatada Software <i>Jean Nascimento – Danilo Ricardo Barbosa de Araújo</i>	37
Proposta de um Sistema de Apoio à Doação Sanguínea Baseado em Gamificação <i>Raniel Gomes da Silva – Danilo Ricardo Barbosa de Araújo</i>	47
Os Benefícios Trazidos para um Grande Empreendimento (Shopping Center) com o Trabalho Social Realizado em uma Comunidade Circunvizinha <i>José Souza Póvoas da Silva – Ana de Fátima Braga Barbosa</i>	60
Mudança de Cultura Organizacional: Introdução do Lean Manufacturing numa Indústria Naval Brasileira Instalada no Estado de Pernambuco <i>Waldemar Marquart Neto – Ana de Fátima Braga Barbosa</i>	78
Aplicação das Ferramentas da Qualidade na Solução de Problemas de Contaminação em uma Fábrica de Chocolate <i>Priscilla Ferreira Corrêa – Luciana Bazante de Oliveira</i>	86

Proposta de Arquitetura Utilizando o Paradigma SOA para o Framework FIVE	
<i>Davino W. da Silva Mariano – Alexandre M. Andrade Maciel</i>	101
Levantamento do Ensino de Engenharia de Requisitos em Cursos à Distância no Brasil	
<i>Luiz F. D. da Costa – Maria L. P. de M. Cruz – João H. C. Pimentel</i>	109
Difusão de Íons Cloreto em Cimentos de Escória de Alto-Forno e Pozolânico	
<i>Tiago Agra - Eduardo Lobo – Eliana Monteiro</i>	122
Sistema Automatizado de Controle de Abastecimento de Água Proveniente de Poços Artesianos com Monitoramento Remoto	
<i>Adailton M. R. de Oliveira – Gustavo Oliveira Cavalcanti</i>	128
Monitoramento de Consumo Doméstico de Água Utilizando uma Meta-Plataforma de IoT	
<i>Everton Dornelas – Sérgio Campello Oliveira</i>	136

Sistema de Gestão Integrada na Construção Civil

Integrated Management System in Building Construction Companies

Maria Eduarda Maia Ferreira Gomes¹

Ana de Fátima Braga Barbosa¹

¹ Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco

E-mail do autor principal: Maria Eduarda Maia Ferreira Gomes maia_mariaeduarda@hotmail.com

Resumo

Um Sistema de Gestão Integrada (SGI) apresenta e incorpora atividades em diversas áreas de uma empresa, a qual busca esforços para a melhoria dos processos, consequentemente, na competitividade do mercado, procurando respeitar as especificações de cada setor, garantindo, assim, a colaboração de todos no desenvolvimento da gestão. O estudo em questão apresenta diretrizes para o planejamento e implementação do SGI em empresas de Construção Civil, descrevendo os processos de Gestão da Qualidade, Responsabilidade Social, Ambiental, Segurança e Saúde no Trabalho, onde se pode observar os diversos aspectos que constituem todo o processo. Apresenta um referencial teórico sobre as características e vantagens da aplicação dos Sistemas de Gestão de maneira integrada, otimizando recursos, processos e melhorando a imagem da organização.

Palavras-Chave: Sistema de Gestão Integrada; Construção Civil; Desenvolvimento da Gestão.

Abstract

An Integrated Management System (IMS) features and incorporates activities in several areas of a company, which seeks efforts to improve processes, thus the competitiveness of the market, seeking to comply with the specifications of each sector, thus ensuring collaboration all in management development. The study in question provides guidelines for planning and implementation of IMS in building Construction companies, describing the quality management processes, Social Responsibility, Environmental, Occupational Safety and Health, where you can observe the various aspects that make up the whole process. It presents a theoretical framework on the characteristics and advantages of applying an integrated way management systems, optimizing resources, processes and improving the organization's image.

Key-words: Integrated Management System; Building Construction Companies; Development Management.

1 Introdução

O mundo em constante processo de transformação faz com que organizações de diversos segmentos e portes tenham que se adaptar às novas tendências do mercado para atender seus consumidores. Atualmente, é comum encontrar empresas buscando certificação na área da qualidade, inclusive no ramo da Construção Civil, um setor deficiente em vários fatores, com grande desperdício de materiais, mão de obra desqualificada e geração de enormes quantidades de resíduos sólidos.

A busca da certificação em Sistemas de Gestão de Qualidade, Meio Ambiente, Saúde e Segurança Ocupacional e Responsabilidade Social cresce a cada dia, seja por exigências do mercado de maneira geral, por consciência social e moral ou pelo conhecimento dos benefícios gerados com a implantação destes sistemas. Para estas empresas, torna-se muito mais vantajosa a implantação desses sistemas de gestão de maneira integrada.

A integração desses diversos sistemas existentes numa empresa é fundamental para a garantia da sua maior competitividade no mercado. Os consumidores cada vez mais esclarecidos tornam-se rigorosos na seleção de produtos e serviços. Valores agregados ao produto tais como marca de conformidade, uso de tecnologia e matéria prima ecologicamente correta, reciclagem após o uso, certificação de qualidade, segurança, responsabilidade social, entre outros, passam a ser requisitos inerentes, considerados pelo consumidor no momento da aquisição.

1.1 Objetivo Geral

Apresentar diretrizes para a integração de Sistemas de Gestão da Qualidade, Ambiental, Saúde e Segurança do Trabalho e Responsabilidade Social em empresas do ramo da Construção Civil.

1.2 Objetivos Específicos

- Apresentar os conceitos fundamentais de um Sistema de Gestão Integrado;
- Elaborar uma metodologia que aborde a melhoria contínua das etapas de construção de uma obra vertical, referenciando os procedimentos do Sistema de Gestão, de forma integrada, e evidenciando seus benefícios de implantação.

2 Justificativa

O mercado da indústria da Construção Civil é caracterizado por instabilidade permanente,

vivenciando grandes crescimentos e grandes baixas em períodos curtos e imprecisos. Assim as empresas, para se manterem no mercado, precisam ter muita flexibilidade e, também, solidez estrutural e capital de giro, para absorverem as mudanças rápidas impostas pelo mercado. Neste contexto, os Sistemas de Gestão Integrada quando aplicadas, promovem bons resultados na racionalização dos processos operativos e na otimização da produtividade, fornecendo às empresas as condições básicas necessárias para enfrentarem essas turbulências.

3 Metodologia

A metodologia do trabalho envolve uma revisão bibliográfica, com consultas a normas e certificações, a fim de conceituar e desenvolver o tema abordado.

4 Referencial Teórico

Define-se como sistema, “um conjunto de elementos dinamicamente relacionados entre si, formando uma atividade que opera sobre entradas e, após processamento, as transforma em saídas, visando sempre atingir um objetivo” [1].

O objetivo dos Sistemas de Gestão de uma empresa é assegurar que seus produtos e seus diversos processos satisfaçam às necessidades dos usuários e as expectativas dos clientes externos e internos. Nesse sentido, o Sistema de Gestão pode ser ilustrado conforme a Figura 1.

Para a implantação do Sistema de Gestão, as empresas utilizam como referencial os requisitos das normas internacionais utilizadas para a certificação dos Sistemas de Gestão. São as normas ISO 9001 para Sistemas de Qualidade, ISO 14001 para Sistemas Ambientais, ISO 16001 para Responsabilidade Social e OHSAS 18001 para Sistemas de Segurança e Saúde no Trabalho.

Segundo o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), o setor brasileiro da construção é o terceiro em número de empresas com certificados ISO 9001 credenciados [3]. A normatização da ISO 14001 e da OHSAS 18001, aliada a uma equipe de Serviços Especializados em Engenharia da Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) assegura a saúde, a segurança e o bem-estar no meio ambiente de trabalho, garantindo padrões de qualidade e produtividade nas empresas. Uma vez que estes parâmetros trabalham em conjunto, justifica-se a implantação desses sistemas de gestão de maneira integrada. A princípio, como o Sistema de Gestão da Qualidade pela ISO 9001 é o mais difundido na Construção Civil, este pode servir

de base para a integração com os outros sistemas, como a ISO 14001 e a OHSAS 18001.

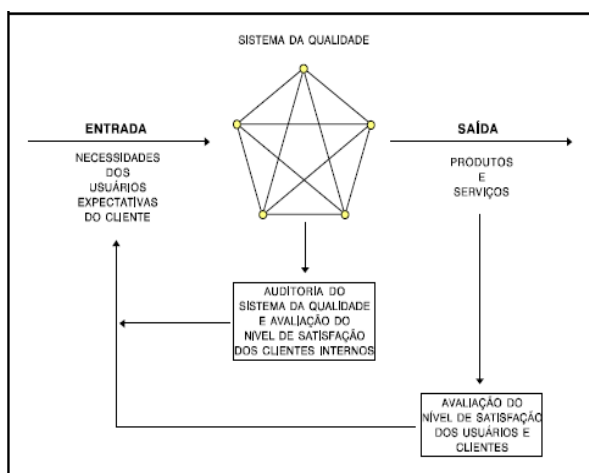


Figura 1: Sistema de Gestão [2]

Dentro desse enfoque sistêmico, as normas internacionais definem o sistema da qualidade como: "estrutura organizacional, responsabilidades, procedimentos, processos e recursos para implementação da gestão da qualidade", ressaltando que o sistema deve ser tão abrangente quanto necessário para atingir os objetivos da qualidade [4]. As vantagens decorrentes dessa abordagem da qualidade permitem à empresa:

- **Visão de conjunto:** possibilitando um planejamento estratégico, visando a otimização do todo, e não de partes do processo;
- **Objetivos comuns:** facilitando a compreensão de cada funcionário e departamento do seu papel no todo, tornando mais fácil o trabalho em equipe;
- **Integração de áreas:** propiciando a combinação de esforços, antes isolados, dos diversos departamentos, obtendo-se sinergia.

O modelo de sistema de gestão da Organização Internacional para Normatização (ISO) requer que seja estabelecida uma política do SGI, cujo objetivo é contemplar as diretrizes da organização em relação aos seus compromissos com a Qualidade, o Meio Ambiente e a Saúde e Segurança no Trabalho. Deve ser adequada ao perfil da organização, considerando a sua natureza, escala e impactos e legislação pertinente. Deve conter o compromisso com a

melhoria contínua e a prevenção de impactos adversos, e ser a base para estabelecer os objetivos e as metas da Qualidade, de Meio Ambiente e de Saúde e Segurança no Trabalho.

4.1 Gestão da Qualidade na Construção Civil

Os elementos do Sistemas da Qualidade definidos na série de normas NBR ISO 9000 têm aplicação universal. Exatamente por essa razão são genéricos e necessitam de adaptações e maior detalhamento em função do setor em questão.

Particularmente na Construção Civil, que tem tantas especificidades se comparada à indústria propriamente dita, o fundamental de um sistema da qualidade não é seguir rigidamente os tópicos das normas ISO, e, sim, demonstrar o atendimento aos mesmos, desenvolvendo sistemas da qualidade adequados ao setor de construção civil e os mais eficazes quanto possível.

Nesse sentido, o Sistema da Qualidade para Construção Civil deve ser aderente ao ciclo da qualidade do setor, que não é idêntico para todas as empresas construtoras, mas, pode-se afirmar, é muito semelhante. Assim sendo, um Sistema da Qualidade que acompanhe o ciclo da qualidade da construção deve abordar os elementos: A Figura 2 mostra a interligação de cada um desses elementos.

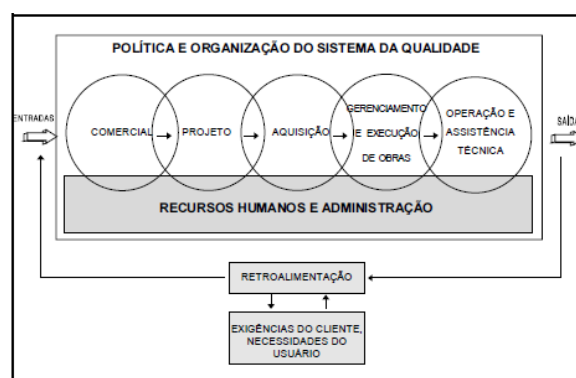


Figura 2: Elementos do Sistema da Qualidade para Empresas Construtoras [4, 2]

- Política e organização do sistema da qualidade;
- Qualidade em recursos humanos e administração;
- Qualidade no processo comercial;

- Qualidade na aquisição;
- Qualidade no gerenciamento e execução de obras;
- Qualidade no gerenciamento e execução de obras;
- Qualidade na operação e assistência técnica pós-uso.

Criado em 1998, o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) é um instrumento do Governo Federal que tem como objetivo organizar o setor da Construção Civil na busca da melhoria da qualidade do habitat e da modernização produtiva, através da qualificação das Construtoras, aumentando a competitividade no setor e a otimização do uso de seus recursos.

Regido pela Portaria Nº582, de 5 de dezembro de 2012, o PBQP-H é definido como um Sistema de Gestão da Qualidade específico para a construção civil e segue os princípios da norma ISO 9001. A busca pela qualificação envolve um conjunto de ações, entre as quais se destacam: avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, formação e requalificação de mão-de-obra, normatização técnica, informação ao consumidor e promoção da comunicação entre os setores envolvidos [5].

A adesão ao PBQP-H tem como um dos grandes benefícios, além de propiciar a participação da empresa em licitações com o poder público, a possibilidade de conquista de financiamento em instituições de crédito públicas e privadas, além da participação no programa "Minha Casa, Minha Vida" do Governo Federal. Estes órgãos públicos têm o PBQP-H como pré-requisito para concessão de benefícios.

4.2 Gestão Ambiental / Responsabilidade Social na Construção

As organizações de hoje, cada vez mais enfrentam um ambiente dinâmico, convivendo com altas taxas de inovação tecnológica e um elevado nível de competitividade e conseqüentemente, desafios, tentando manter um ambiente sustentável. Para enfrentar estes desafios, é necessário que se mantenham em permanente melhoria, operando dinamicamente conforme a evolução tecnológica no seu ramo de atividade sem afetar o meio ambiente. Grande parte dessa tecnologia advém das várias áreas da engenharia com as mais variadas técnicas e abordagens para manter o desenvolvimento sustentável.

A indústria da construção absorve cerca de 50% de todos os recursos mundiais [6], daí a grande

importância da sua sustentabilidade. Em sua cadeia produtiva, há uma expressiva demanda direta de insumos; são matérias-primas básicas (ferragem, cerâmica, cimento, areia e brita; granito e gesso, tubos e conexões, fios e cabos, olaria, louça sanitária, vidraçaria etc.), equipamentos e serviços de obra. Por estar diretamente associada a aspectos ambientais e socioeconômicos, como consumo de energia, água e matérias-primas, a geração de resíduos, o uso e a ocupação do meio ambiente, a geração de renda, o acesso à moradia digna, entre tantos outros, ela influencia significativamente o nível da qualidade de vida das pessoas.

Construção sustentável significa que os princípios do desenvolvimento sustentável (como por exemplo, o estudo do impacto ambiental da construção no seu entorno, análise do ciclo de vida dos materiais utilizados na obras e aplicação de critérios de sustentabilidade na concepção dos projetos) são aplicados ao ciclo de vida dos empreendimentos que fazem parte do ambiente construído. Este ciclo abrange a extração e beneficiamento da matéria prima, passando pelo planejamento, projeto e construção das edificações e obras de infraestrutura, até a sua demolição e o gerenciamento dos entulhos. Na preocupação com a sustentabilidade na fase de construção, por exemplo, inserem-se, também, os aspectos relacionados à saúde e segurança ocupacional e à qualidade de vida do trabalhador. Por outro lado, a fase de uso e ocupação - através da análise dos resultados obtidos - oferece a possibilidade de avaliação das decisões de planejamento e de projeto, identificando oportunidades de melhorias para futuros empreendimentos.

O fomento à cultura da sustentabilidade se faz através da sensibilização e da divulgação de conhecimento, capaz de formar opinião junto ao público consumidor, bem como, do investidor público e privado, do projetista e do construtor. Este é um modo seguro, capaz de contribuir para a criação de uma sadia expectativa de mercado, que induza e viabilize novas tendências na arquitetura e engenharia de construção.

4.3 Saúde e Segurança Ocupacional na Construção

A indústria da Construção Civil é um dos setores que mais geram emprego. Entretanto, devido à falta de qualificação de seus profissionais e o descaso de algumas empresas é também, um dos setores com o maior número de acidentes e doenças profissionais.

A indústria tem papel importante no Produto Interno Bruto (PIB) da construção, ela responde de

forma rápida quando medidas econômicas são tomadas de forma correta, toda estrutura da construção emprega 13 milhões de pessoas, considerando empregos formais, informais e indiretos.

Por outro lado, a construção civil lidera o ranking de acidentes de trabalho com mortes no país. De acordo com o Anuário Estatístico do Ministério da Previdência Social, em 2014 foram 54.664 ocorrências, dos quais 36.379 se enquadram como "acidentes típicos", como as quedas em altura – que é a causa mais comum de lesões e morte – e os acidentes em trabalhos de escavação e movimentação de cargas. O Anuário Estatístico da Previdência Social revela que, em 2001, ocorreram no país cerca de 340 mil acidentes de trabalho. Em 2010, o número elevou-se para 653 mil e, em 2012, chegou a preocupantes 723 mil ocorrências, dentre as quais foram registrados 2.496 óbitos. Foram quase sete mortes por dia em virtude de acidente de trabalho [7].

A Previdência Social despende, anualmente, cerca de R\$ 10,7 bilhões com o pagamento de auxílio-doença, auxílio-acidente e aposentadorias e, segundo o economista José Pastore, o custo total dos acidentes de trabalho é de R\$ 71 bilhões anuais, numa avaliação subestimada [7].

Ao se trabalhar com prevenção, orientando gestores e trabalhadores em questões relacionadas aos procedimentos corretos no processo produtivo, cria-se uma cultura de segurança. A qualidade de vida no ambiente de trabalho reduz drasticamente acidentes e doenças ocupacionais.

A implantação de um Sistema de Gestão Integrado requer mudanças nos conceitos gerais da empresa. Deve haver disposição e participação de todos, especialmente da alta administração, além de uma grande organização das tarefas. Uma vez implantado esse sistema, naturalmente ocorre a mudança na forma de pensar e agir dos atores envolvidos. Um profissional que antes olhava para a obra e via apenas a estrutura de concreto e seus aspectos executivos e de qualidade, passa a olhar para a obra, também, com os olhos de um Engenheiro de Segurança do Trabalho. A partir desse momento, suas preocupações ficam ampliadas, segurança do trabalho passa a ser também uma prioridade. As ações deixam de ser somente corretivas e passam a ser preventivas. O profissional passa a atuar como um facilitador na gestão da segurança do trabalho, se antecipando e sensibilizando para o comportamento seguro a todos que encontrar em seu caminho.

5. Conclusões

Cada vez mais os aspectos Qualidade, Meio Ambiente, Responsabilidade Social e Segurança e Saúde do Trabalho vêm sendo considerados por consumidores na decisão para a compra de um produto ou a contratação de serviços. Assim sendo, a adoção de técnicas e ferramentas de gerenciamento dessas disciplinas passa a ser estratégica para que as organizações se mantenham no mercado e consigam cumprir seus objetivos e metas rumo à materialização de sua visão de futuro.

Por ser uma questão estratégica, essas três disciplinas não devem ser tratadas independentemente. Precisam fazer parte do planejamento estratégico desenvolvido pela alta direção da organização e de forma integrada. Esse paradigma por si só já é razão suficiente para justificar a adoção do sistema integrado de gestão.

O sistema de gestão não pode ser interpretado como algo a mais que precisa ser feito, e sim, como algo que deve ser feito porque é inerente ao negócio da empresa e às atividades indispensáveis para o seu funcionamento.

No caso da Construção Civil, os elevados índices de acidentes registrados comprovam a necessidade de melhorias na gestão como um todo. Além disso, a construção civil no Brasil apresenta outros fatores desfavoráveis: mão de obra muitas vezes desqualificada; altos índices de desperdício de material e horas trabalhadas; grande geração de resíduos sólidos.

A articulação dos sistemas de gestão aumenta a produtividade, melhora o gerenciamento e potencializa resultados, ao atingir objetivos de forma global e evitar gastos em duplicidade.

Referências

[1] SOUZA, Roberto (1997). Metodologia para Desenvolvimento e Implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade em Empresas Construtoras de Pequeno e Médio Porte. São Paulo, 1997. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Capítulo 2.

[2] Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Gestão na Produção da Construção Civil. Capítulo 2 - Competitividade e Gestão da Qualidade no Setor da Construção Civil.

Texto de apoio às aulas.

[3] B. Barkokébas, Menos Riscos nos Canteiros. Revista Proteção, Nº183, março 2007.

[4] ABNT, 1994a.

[5] Regimento Geral do Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil – SiAC, março 2005.

[6] SACHS, I. (2002). Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável.

[7] Tribunal Superior do Trabalho.
http://www.tst.jus.br/noticias/-/journal_content/56

A Experiência da Elaboração de um PCP: Um Caso de uma Indústria de Alimentos

An Experience of a PCP Elaboration: One Case of a Food Industry

Marcia Reis Mendes¹

Luis Cordeiro de Barros Filho, M.Sc.¹

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil.

E-mail do autor principal: Marcia Reis Mendes marcia.reis.mendes@hotmail.com

Resumo

Este artigo apresenta a experiência da implantação um Planejamento e Controle da Produção de uma Indústria Alimentícia. O artigo aborda uma visão macro do processo de Planejamento e realização do produto, desde a etapa de fechamento de capacidade fabril (levantamento de recursos), comparação do volume fabril com a demanda de vendas do comercial, planejamento e controle da programação de produção e da compra de insumos, até a disponibilização da programação de produção à área industrial, para elaboração do produto final. Também é referenciado ao longo do trabalho os requisitos do item 7.1. (Planejamento da realização do produto) da norma ISO 9001.

Palavras-Chave: Programação de Produção; Planejamento; Controle; Insumos; Plano de Produção; ISO 9001.

Abstract

This article consists of a deployment experience on Production Planning and Control of Food Industry. The article will show a macro view of the planning process and realization of the product, from the phase of manufacturing capacity definition (resource survey), comparison between the manufacturing volume and the sales demand, production planning and control and the purchase of inputs, as well as the availability of the production schedule to the industrial area for the manufacturing of the final product. It will also be referenced throughout the work the requirements of item 7.1. (Planning of product manufacturing) from rules ISO 9001.

Key-words: Production Scheduling; Planning; Control Resources; Production plan; ISSO 9001.

1 Introdução

Com a grande exigência dos consumidores por produtos de qualidade, em tempo hábil e com variedade, além da crescente globalização e entradas de novos concorrentes no mercado as empresas precisam sempre estar melhorando seus processos em busca de formas mais econômicas e eficazes para atenderem seus clientes.

Uma importante etapa na fabricação de um bem e ou prestação de serviço é o Planejamento e Controle da Produção (PCP), pois um bom planejamento de recursos e atividades irá influenciar diretamente na garantia da disponibilidade de produtos aos clientes bem como os aspectos econômicos para a empresa, uma vez que abrange a compra de insumos e a utilização dos recursos.

Para o autor [5] a capacidade de uma organização em competir no mercado é diretamente influenciada pelo posicionamento estratégico da organização, sendo necessário identificar os fatores críticos de sucesso (FSC). Os fatores críticos de sucesso por sua vez estão relacionados ao negócio da organização e ao seu desempenho em variáveis sobre as quais pode controlar. Ainda para o autor, vários dos fatores críticos de sucesso estão diretamente associados ao PCP.

Mesmo que os detalhese o grau de complexidade variem, toda e qualquer operação produtiva necessita de planos e controle. Algumas operações sendo mais difíceis de planejar do que outras, quando apresentam alto grau de imprevisibilidade. E outras com maior dificuldade em controlar, quando dispõem de um grande contato com o consumidor [8].

Diante da importância do setor de planejamento e controle da Produção para qualquer tipo de organização produtiva, este trabalho relata a experiência da elaboração de um PCP em uma indústria alimentícia e tem por finalidade mostrar de forma macro como são feitas as etapas de planejamento e controle, além de referenciar alguns requisitos do item 7.1 (Planejamento da realização do Produto) da norma ISO 9001.

2 Objetivos

2.1 Objetivos Gerais

Mostrar a experiência da implementação, a importância e a relevância do Planejamento e Controle da produção para qualquer tipo de organização produtiva.

2.2 Objetivos Específicos

Expor uma experiênciad os processos de planejamento e controle da produção em uma indústria alimentícia. Além de referenciar os requisitos do item 7.1 da norma ISO 9001.

3 Fundamentação Teórica

Para fundamentar o trabalho serão apresentados alguns conceitos sobre o Planejamento e Controle da Produção bem como o item 7.1 da norma ISO 9001.

3.1 Introdução ao Planejamento da Produção

A revolução Industrial proporcionou a criação e produção de meios para a produção de bens de consumo em massa. Os sistemas de Planejamento e Controle da produção (PCP) por sua vez evoluíram junto à evolução da ciência de administração. No início do século XX Taylor elaborou os princípios da administração Científica, os quais permitiram o desenvolvimento de muitos outros trabalhos.

Inicialmente os cálculos de Planejamento eram feitos de forma manual. Com o avanço tecnológico e com o aumento da complexidade de bens a serem produzidos, os cálculos tornaram-se inviáveis para serem executados manualmente, criando-se a necessidade de uso de outras ferramentas.

Em 1960 diversos pesquisadores compilaram vários métodos de cálculos no método chamado *Materials Requirements planning* (MRP). Na década de 1970 com o surgimento dos computadores foram criados softwares MRPe este modelo passou a ser amplamente difundido, posteriormente evoluído para o *Manufacturing Resources Planning* (MRP II), em meados de 1980. Em 1990 com a crescente expansão do mercado as empresas iniciaram a popularização do sistema *Enterprise Resources Planning* (ERP), o qual permite o planejamento e controle não só dos recursos de produção, mas também de todos os outros recursos da empresa [5].

3.2 Planejamento da Produção

O Autor [7] define planejamento agregado como sendo um processo de balanceamento entre produção e demanda. O planejamento agregado procura nivelar a produção e demanda a um menor custo possível, sendo projetado para um horizonte em geral de 6 a 12 meses. O planejamento agregado fornece um

quadro de referência para a busca de alocação de recursos, porém a implementação efetiva do mesmo exige que haja um desmembramento do planejamento em volume e prazo de cada produto que precisará ser produzido. A esta separação dá-se o nome de Plano de Produção ou Plano Mestre de Produção (PMP).

Ainda segundo o mesmo autor após a definição do plano mestre de produção inicia-se a etapa de programar e controlar a produção para obedecê-lo.

3.3 Programação de Controle da Produção

O Planejamento e Controle da Produção como uma função administrativa que tem por objetivo construir planos que direcionarão a produção bem como seu controle, ou seja, define: o que, quanto, como, onde, quem e quando será produzido [2].

A programação e o controle da produção são atividades que marcam o fim de um ciclo de planejamento mais longo, desde o planejamento de capacidade e o planejamento agregado, e inicia-se uma etapa operacional. Para as atividades industriais a operação de programação tem como primeiro passo a alocação de carga, que tem por objetivo distribuir as atividades de trabalho pelos centros operacionais. Em seguida temos o sequenciamento das tarefas que tem por finalidade a definição da ordem na qual as atividades serão processadas [7].

Ainda segundo [7] o controle da produção está associado ao cumprimento da programação de produção com relação a forma de produção, data e quantidade produzida.

Para [8] controles são todos e quaisquer ajustes realizados que permitem que a operação atinja os objetivos estabelecidos pelo plano, monitorando o que realmente acontece e se preciso fazendo mudanças.

3.4 Planejamento da Realização do Produto da Norma ISO 9001- Requisito 7.1

O Planejamento é algo ativo que deve ser sempre repensado conforme mudanças de tecnologias, novos concorrentes, variação de demanda, sempre buscando a melhoria contínua de seus processos [3].

Planejamento da realização do produto os seguintes itens [1]:

- Os objetivos da qualidade; os requisitos para o produto: a especificação do produto;
- Estabelecer os processos, documentos e recursos necessários para a realização do produto. Sendo exemplo de recursos: mão-de-obra, instalações, máquinas; insumos, softwares, etc;
- Requisitos para aceitação do produto, como: verificação, validação, monitoramento, medição, inspeção e atividades de ensaios requeridos, específicos para o produto;
- Registros que forneçam evidências de que o processo de realização do produto e o produto final atendem aos requisitos;

4 Metodologia

Os autores [4] classificam uma pesquisa como pura ou aplicada dependendo de sua finalidade. A pesquisa pura é caracterizada pela busca do progresso científico e a ampliação de conhecimentos teóricos, sem levar em consideração a utilização prática. Já a pesquisa aplicada tem por objetivo a utilização dos resultados para a solução de problemas reais, ou seja, apresenta fins práticos. Diante da definição acima, o artigo enquadra-se em uma pesquisa aplicada, já que trata-se da experiência da elaboração de um PCP em uma indústria alimentícia.

Um estudo de caso é caracterizado por um trabalho de caráter empírico cujo objetivo é investigar um fenômeno atual por meio da análise de um ou mais casos [6]. Diante desta definição o levantamento de dados tratou-se de um estudo de caso com o relato da experiência de um PCP já implantado e em funcionamento de uma indústria alimentícia.

5 Estudo de Caso

5.1 Planejamento da Realização do Produto da Norma ISO 9001- Requisito 7.1

A empresa estudada foi fundada na década de 1990 e está localizada na região Nordeste do Brasil. Atualmente a empresa integra o maior grupo Alimentício de Massas e Biscoitos do País. Hoje produz mais de 200 *Stock Keeping Unit*(SKU) dentre Biscoitos

e Massas. É composta por 5 unidades produtivas, distribuídas em duas áreas fabris.

5.2 Planejamento da Realização do Produto da Norma ISO 9001- Requisito 7.1

Este trabalho descreve a experiência de um Planejamento e Controle da Produção (PCP) em uma indústria alimentícia e fazer referência ao item 7.1 da norma ISO 9001-Planejamento da Realização do produto.

A Figura 1, a seguir, mostra de forma macro as etapas que compõem o processo de Planejamento e Controle da Produção da indústria alimentícia que serão detalhados em sequência ao longo do Estudo de Caso.

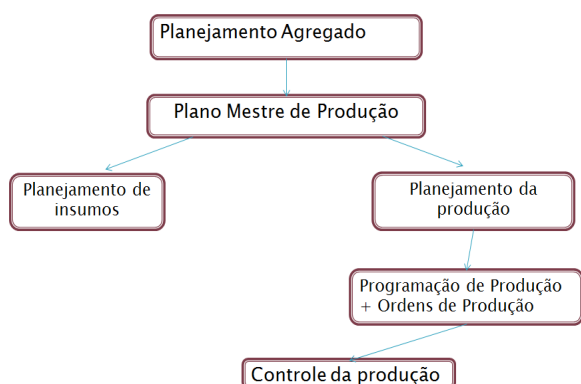


Figura 1: Etapas do Planejamento e Controle da Produção
Fonte: A autora, 2016

5.3 Planejamento Agregado (Demanda de Vendas x Fechamento de Capacidade)

Anualmente a organização define um orçamento para o ano seguinte com base no crescimento que a organização busca alcançar no mercado de acordo com o Planejamento estratégico da empresa. Com base neste orçamento o setor de Planejamento e Controle da Produção estrutura os recursos junto à área industrial de forma a atender a demanda planejada pela empresa para o ano seguinte.

A empresa utiliza uma Planilha de Capacidade, que detém todas as informações de como está programada a fábrica, com relação a turnos de trabalho, as paradas programadas por feriados, manutenção e outros eventos programados que possam influenciar na capacidade produtiva.

A Planilha de Capacidade contém todo o volume previsto a ser realizado mês a mês bem como os volumes a serem produzidos por linha de produção a fim de atingir a meta traçada do ano.

Além do setor do Planejamento e Controle da Produção existe um setor denominado planejamento logístico responsável por mediar o planejamento agregado, ou seja, fazer um balanço entre a demanda prevista de vendas (enviada pelo setor comercial) e a capacidade de produção (enviada pelo setor do PCP)

Ao final de cada mês o PCP com base na Planilha de Capacidade revisa as capacidades fabris para um horizonte de 3 meses de acordo com a perspectiva de demanda passada pelo Planejamento Logístico. Caso haja um aumento forte na demanda que exceda o planejamento inicial o PCP deve avaliar junto à área industrial a possibilidade de diminuir alguma parada programada, aumentar turnos de produção ou até mesmo rodar em feriados considerando pagamento de Horas extra. Sempre levando em conta os tratamentos ambientais programados, de forma a não comprometer a qualidade e segurança dos alimentos fabricados.

Se mesmo após a negociação do PCP com a indústria para aumento de capacidade, a demanda de vendas estiver muito além da capacidade produtiva, o Planejamento Logístico deve informar ao Comercial a limitação de capacidade para que o mesmo redefina o Plano de vendas do mês. A fim de ter maior lucratividade para a empresa, ou seja, definir quais produtos serão necessários reduzir do volume inicial para ser considerado no plano de produção do mês.

Caso a demanda de vendas esteja inferior ao planejamento inicial, havendo sobra de capacidade para o mês que se iniciará e/ou os próximos meses, o PCP deve, em conjunto com a indústria, encontrar soluções que possam diminuir a capacidade ofertada sem incorrer em custos à empresa e à qualidade dos produtos. Como por exemplo: antecipar férias dos colaboradores, utilizar o tempo de linha parada para capacitar os colaboradores, antecipar manutenções ou demais serviços que necessitem da linha de produção parada para ser executado.

Ao final de cada mês tanto o setor do PCP quanto o Comercial devem rever seus planos de capacidades e de vendas para inclusão do terceiro mês (não contemplado na previsão anterior), além de revisar os dois outros meses já previstos inicialmente, caso haja alguma alteração de recurso que vá alterar a capacidade prevista ou até mesmo alguma variação de mercado que possa influenciar significativamente nas vendas. Em seguida, com as capacidades e a demanda de vendas definidas repete-se o processo de validação das mesmas.

Nesta etapa do Planejamento a empresa considera uma metodologia *Just in Case- JIC*, uma vez que toda a execução do planejamento é feita em cima de uma previsão de vendas passada pelo comercial.

5.3.1 Definição do Plano Mestre de Produção

Após a capacidade de produção e a demanda de vendas definidas (planejamento agregado), o planejamento é destrinchado por tipo de produto e volume passando a compor o chamado Plano Mestre de Produção ou plano de Produção. Este Plano de Produção é o compromisso assumido pela indústria para produção e pelo comercial para as vendas do mês que se inicia e uma previsão para os dois meses subsequentes. Na Tabela 1, a seguir, é mostrado o Plano Mestre de Produção:

Tabela 1: Plano Mestre de Produção para três meses
Fonte: A autora, 2016

ITEM	DESCRIÇÃO	JUNHO		JULHO		AGOSTO	
		PLANO CONFIRMADO (TON)	PLANO CONFIRMADO (CX)	PLANO CONFIRMADO (TON)	PLANO CONFIRMADO (CX)	PLANO CONFIRMADO (TON)	PLANO CONFIRMADO (CX)
Família A							
21101	Produto 01	2760	276.020	2.853	285.337	3.199	319.899
75513	Produto 02	50	4.959	24	2.399	42	4.196
21102	Produto 03	40	8.053	19	3.718	29	5.785
75505	Produto 04	78	7.787	37	3.747	56	5.582
24101	Produto 05	0	-	-	-	-	-
24103	Produto 06	0	-	-	-	-	-
75506	Produto 07	23	2.336	19	1.897	27	2.691
Família B							
75503	Produto 08	34	3.388	28	2.809	39	3.937
75504	Produto 09	52	5.184	24	2.406	37	3.656
75512	Produto 10	50	5.001	22	2.223	34	3.370
12260	Produto 11	636	63.609	603	60.344	710	71.046
Família C							
217102	Produto 12	401	40.101	473	47.329	533	53.330
247101	Produto 13	8	822	-	-	5	465
75530	Produto 14	0	-	3	324	3	336
75539	Produto 15	4	425	1	138	3	308
217301	Produto 16	-	-	-	-	-	-

Com o Plano Mestre de Produção definido o Planejamento logístico deve ao primeiro dia do mês inserir no ERP da empresa as informações para que o sistema gere oMRP. O sistema ERP possui cadastradas todas as informações do requisitado produto, bem como todos os itens que vão compor o produto final, desta forma o sistema gera as quantidades de materiais necessárias, bem como o prazo de chegada dos insumos de forma a garantir o cumprimento do Plano mestre de produção para os três meses em

questão. As informações contidas no ERP remetem ao item "a" do requisito 7.1 da ISO 9001.

5.4 Planejamento Agregado (Demanda de Vendas x Fechamento de Capacidade)

Com base nas informações geradas pelo MRP o PCP deve fazer a gestão dos insumos e da programação de produção para a execução do Plano mestre de Produção do mês em questão e o planejamento dos dois meses seguintes.

5.4.1 Planejamento de Insumos

O planejamento dos insumos é dividido em três partes para facilitar a gestão: matéria-prima, embalagem e caixas.

O Planejador de insumos deve avaliar os volumes e prazos de entrega gerados pelo MRP, os estoques já existentes do item na unidade produtora, bem como os pedidos em aberto. Após análise concluída, o planejador de insumos deve colocar no sistema ERP a requisição(s) de compra para o setor de suprimentos, informando o insumo a ser comprado, a quantidade e a confirmação do prazo de recebimento necessários. Suprimentos, por sua vez, deve efetivar a requisição de compra junto ao fornecedor, transformando-a em pedido de compra. As requisições de compra devem ser colocadas no sistema para os dois meses seguintes, uma vez que os insumos do mês corrente já devem estar nos estoques ou em rota de entrega para garantir o atendimento do Plano Mestre de Produção do mês.

Após a colocação do pedido para o fornecedor, o PCP deve fazer o *follow-up* de entrega junto ao mesmo, a fim de garantir a disponibilidade do insumo para a produção no tempo correto e na quantidade necessária e, em consequência, cumprimento do Plano Mestre de Produção.

As requisições devem ser colocadas pelo PCP respeitando o *lead time* de entrega do fornecedor previamente acordado na homologação do mesmo à empresa. Apesar da divisão dos insumos a rotina de planejamento segue o mesmo raciocínio para os três tipos, divergindo apenas em alguns detalhes de acordo com a particularidade do insumo a exemplo de prazo de validade para estocagem.

5.4.2 Planejamento de Produção

O Programador de produção tem por objetivo programar a produção da fábrica e disponibilizá-la à indústria para que seja executada.

A programação de produção é feita com base no Plano de Produção do mês, nos estoques de produto acabado existente na fábrica junto a colocação de pedidos pelos clientes para cada Stock Keeping Unit (SKU- Unidade de Manutenção de Estoque- Definição de diferentes tipos de materiais/produtos no estoque) . Com base nas informações citadas, o programador monta uma programação semanal na qual possui todas as linhas de produção bem como o SKU que deverá ser produzido em cada linha e a quantidade, informando tempos de *setups* (inicialização da produção de um novo produto), manutenções preventivas, e outras paradas que estejam programadas.

O sequenciamento dos produtos é feito de forma a cumprir o plano de produção e garantir a disponibilidade do máximo de produtos em estoque, priorizando a produção dos que estiverem sem estoque, principalmente sem estoques e já com pedidos colocado ou com estoques mais baixos, ou seja, nesta etapa a empresa utiliza-se da metodologia *Just in time-JIT* dado que a produção é direcionada prioritariamente para atendimento dos pedidos em carteira.

Abaixo nas Tabelas 2 e 3 temos um exemplo do acompanhamento do Plano de produção ao longo do mês e dos estoques de produtos que são utilizados como base para programação.

Tabela 2: Acompanhamento Plano de Produção (em ton)
Fonte: A autora, 2016

ACOMPANHAMENTO DO MÊS				Plano de Produção	Realizado	Saldo a produzir	% ATENDIM	ACOMPANHAMENTO ATÉ A DATA							
				Plano para o dia	Realizado	GAP	Ideal/Real								
JABOATÃO				15.400	4.362	11.070	28%	JABOATÃO				8.932	4.362	5.267	100,50%
BISCOTOS				9.202	2.881	6.353	31%	BISCOTOS				2.734	2.881	550	103,15%
FAMILIA A				9.100	2.851	6.281	31%	FAMILIA A				2.703	2.851	546	105,45%
75027	PRODUTO01	4.720	954	3.766	20%	75027	PRODUTO01	1.402	954	448	68,04%				
75146	PRODUTO02	674	333	341	49%	75146	PRODUTO02	200	333	0	166,15%				
75001	PRODUTO03	297	88	209	30%	75001	PRODUTO03	88	88	0	99,46%				
75023	PRODUTO04	189	90	99	48%	75023	PRODUTO04		90	0	159,98%				
75022	PRODUTO05	133	136	0	103%	75022	PRODUTO05	39	136	0	345,38%				
75029	PRODUTO06	481	67	415	14%	75029	PRODUTO06	143	67	76	46,53%				
75028	PRODUTO07	88	90	0	102%	75028	PRODUTO07	26	90	0	343,46%				
FAMILIA B				102	30	72	30%	FAMILIA B				31	30	4	98,57%
34131	PRODUTO08	31	5	25	17%	34131	PRODUTO08	9	5	4	57,68%				
75660	PRODUTO09	71	25	47	35%	75660	PRODUTO09	21	25	0	116,11%				
MASSAS				6.198	1.481	4.717	24%	MASSAS				6.198	1.481	4.717	89,27%
FAMILIA C				6.198	1.481	4.717	24%	FAMILIA C				6.198	1.481	4.717	89,98%
21101	PRODUTO12	3.837	899	2.938	23%	21101	PRODUTO12	1.019	899	120	88,24%				
21102	PRODUTO13	63	37	26	59%	21102	PRODUTO13	17	37	0	220,64%				
75513	PRODUTO14	54	43	10	81%	75513	PRODUTO14	14	43	0	304,16%				
75505	PRODUTO15	71	19	52	27%	75505	PRODUTO15	19	19	0	102,89%				

A programação de produção é revisada diariamente considerando também a disponibilidade dos insumos necessários para a produção do SKU a ser programado. Caso não se tenha o insumo em

estoque no momento da revisão da programação, o SKU não deverá ser programado, a fim de evitar transtornos de iniciar a produção e a mesma ser interrompida por falta de insumo. Se o insumo estiver limitado ao volume programado o PCP deverá informar esta limitação na planilha de programação. O PCP só poderá considerar os estoques dos insumos já inspecionados e liberados pela qualidade, os quais tem seus saldos disponíveis no sistema ERP.

Tabela 3: Acompanhamento Plano de Produção (em ton)
Fonte: A autora, 2016

CÓDIGO	PRODUTO	ESTOQUE CAIXAS	ESTOQUE TON	DIAS ESTOQUE	CARTEIRA LIBERADA	ESTOQUE LIVRE
48019	PRODUTO 01	8.042	64	3	64	0
48018	PRODUTO 02	1.223	10	39	0	9
48012	PRODUTO 03	5.358	45	33	1	44
48219	PRODUTO 04	35	0	0	0	0
48215	PRODUTO 05	87	1	66	0	1
48213	PRODUTO 06	109	1	152	0	1
32111	PRODUTO 07	57	0	3	0	0
32118	PRODUTO 08	5	0	0	2	-2
32119	PRODUTO 09	3.703	30	1	58	-29
32105	PRODUTO 10	0	0	0	1	-1
32114	PRODUTO 11	53	0	18	0	0
32110	PRODUTO 12	143	1	22	0	1
30118	PRODUTO 13	1	0	0	0	0
11033	PRODUTO 14	3	0	0	0	0
30105	PRODUTO 15	90	1	65	0	1
11012	PRODUTO 16	0	0	0	0	0
30103	PRODUTO 17	0	0	0	0	0
75000	PRODUTO 18	3.049	24	25	5	20
75032	PRODUTO 19	9.539	76	4	68	8
75524	PRODUTO 20	0	0	0	0	0
75529	PRODUTO 21	6.040	51	15	21	29
75033	PRODUTO 22	14.204	114	4	49	64
75146	PRODUTO 23	17.077	143	5	304	-161
75022	PRODUTO 24	5.240	44	8	29	15
75023	PRODUTO 25	10.611	85	22	27	58
75028	PRODUTO 26	10.514	84	44	11	73
75029	PRODUTO 27	7.575	61	11	96	-35
75001	PRODUTO 28	10.934	87	20	51	36

Na Tabela 4 segue exemplo de planilha utilizada pelo PCP para sequenciamento da produção e divulgação da programação para a indústria.

Tabela 3: Acompanhamento Plano de Produção (em ton)
Fonte: A autora, 2016

PROGRAMAÇÃO SEMANAL DE PRODUÇÃO											
SEMANA: 23/05/16 a 29/05/16											
Revisão 00											
LINHA/PRODUTO	cx/h	Quant. máx.	Seg 22/mai	ter 23/mai	qua 24/mai	qui 25/mai	sex 26/mai	sáb 27/mai	dom 28/mai	TOTAL	TON
Linha 01											
Produto A	400g	127	5	8890	15240	15240	635	-	-	-	40005 320
Produto B	400g	127	5	-	-	-	13970	15240	15240	15240	56690 478
Linha 02											
Produto C	400g	133	4	12768	12768	8512	-	-	-	-	34048 272
Produto D	420g	123	4	-	-	3444	11808	11808	11808	11808	50676 426
Linha 03											
Produto E	420g	123	4	-	-	11808	11808	11808	11808	11808	59040 496

Produção Parada
 Manutenção preventiva
 set up

TOTAL PRODUÇÃO 1892

Com base na programação semanal o PCP cria no ERP as Ordens de Produção (OPs) que serão destinadas à indústria para o lançamento da produção realizada. Cada SKU a ser produzido deve ter uma ordem de produção correspondente, informando a

quantidade a ser produzida, bem como a linha e o período de produção (início/fim). Um relatório com o número das ordens de produção é enviado à área industrial, no dia anterior à produção, via e-mail para, que com base na OP cadastrada, a produção consiga informar no sistema ERP o volume produzido. Apenas nas sextas-feiras são criadas e enviadas as Ordens de Produção referentes ao final de semana e da segunda-feira da semana seguinte.

A programação semanal, Figura 4, também é disponibilizada à produção via e-mail para a área industrial a fim de ter-se uma visão macro do planejamento da semana. As sextas-feiras é enviada à programação semanal da semana seguinte, que por sua vez será revisada diariamente ao longo da semana. A cada revisão de programação é informada a mudança as áreas envolvidas bem como registrado na planilha o número da revisão. O uso de uma planilha padrão de programação, atualização da revisão feita bem como os processos de divulgação da programação da produção para a área industrial remete a prática do item "b" (necessidade de estabelecer processos e documentos e prover recursos específicos para o produto) do requisito 7.1 da ISO 9001.

5.5 Controle da Produção

O acompanhamento do cumprimento das OPs permite que ao PCP possa ter o controle da produção, ou seja, se o realizado está de acordo com o que foi programado. Este controle é feito diariamente referente as OPs do dia anterior. O não atendimento das OPs é monitorado para justificar e encontrar a causa do descumprimento da ordem programada. A indústria deve tratar o motivo do não cumprimento da programação para evitar a recorrência do erro e conseqüentemente o não cumprimento do Plano de Produção.

Ao fim da produção, após o produto acabado devidamente apontado no sistema, a qualidade inspeciona o produto para fazer a sua liberação para estoque e posteriormente para o centro de distribuição. Caso o produto seja reprovado por alguma não conformidade a qualidade informa no sistema a retenção do produto defeituoso para que o saldo produzido não seja contado como produto liberado para o PCP. Esta forma garante que o PCP re programe o produto defeituoso e que o produto final não siga, não conforme, para a distribuição.

Além do controle do volume produzido, o PCP deve ter o controle dos insumos a serem utilizados na produção. No processo de recebimento do insumo a

qualidade deve analisar o material recebido conforme especificação padrão a fim de liberar ou não seu uso. Em caso de não conformidade, no material recebido o PCP deve ser comunicado e o saldo do insumo deve ser segredado do estoque físico e no sistema ERP. A Qualidade informará ao setor de suprimentos o motivo da não conformidade para que o mesmo solicite ao fornecedor uma tratativa da não conformidade a fim de que o problema não torne a se repetir. O PCP por sua vez, com o saldo atualizado no sistema deverá reprogramar uma nova compra do insumo tido como defeituoso para repor o estoque do item.

Nesta etapa percebe-se de forma clara os requisitos "c" e "d" do item 7.1 da norma ISO 9001 sendo postos em prática no processo de controle da produção. Dado que a qualidade realiza um processo de aprovação/rejeição tanto do produto acabado quanto do insumo a ser utilizado bem como as OPs servem como um registro da produção já analisada que está em conformidade com os limites especificados.

6 Conclusões

O artigo mostrou a experiência dos processos de planejamento, execução e controle um PCP de uma indústria de alimentos, de forma macro, e expôs a importância do planejamento e controle da produção para o negócio de qualquer empresa. Um planejamento bem executado permite que a organização utilize da melhor maneira os seus recursos, evitando desperdícios e gastos desnecessários. O controle da produção permite que a empresa corrija seus processos, quando necessário, e verifique o cumprimento da programação estabelecida, bem como a verificação dos recursos utilizados. Desta forma, a empresa torna-se mais competitiva, uma vez que otimiza seus recursos e processos de forma a atender a necessidade de mercado em tempo hábil e com variedade solicitada. O modelo apresentado fornece também uma opção para a área de planejamento da realização do produto para empresas que buscam a certificação da ISO 9001.

Referências

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001: Sistemas de

gestão da qualidade-requisitos. Rio de Janeiro, 2008.

[2] FUSCO.J.P.A; SACOMANO.J.B.Operações e Gestão estratégica da produção.Arte e Ciência. São Paulo, 2007.

[3] FREITAS, A. ISO 9001:2008-7.1 Planejamento da Realização do Produto. <http://academiaplatonica.com.br/2011/gestao/is-o-90012008-7-1-planejamento-da-realizacao-do-produto/>. Acesso em: 14 de Junho de 2016.

[4] LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. Técnicas de Pesquisa: Planejamento e execução de pesquisas. Amostras e técnicas de pesquisa. Elaboração, análise e interpretação de dados. Atlas S.A. São Paulo, 2008.

[5] LUSTOSA, L; MESQUITA, M. A.; QUELHAS, O; OLIVEIRA, R. Planejamento e Controle da Produção. Elsevier, Rio de Janeiro, 2008.

[6] MIGUEL, P.C & SOUSA, R. Metodologia de Pesquisa em: Engenharia de Produção e Gestão de Operações. Elsevier. Rio de Janeiro, 2012.

[7] MOREIRA.A.D. Administração da Produção e Operações. Cengage Learning. São Paulo, 2008.

[8] SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. Administração da Produção. Atlas S.A. São Paulo, 2009.

Uma Arquitetura de Microserviços de Internet das Coisas para Casas Inteligentes

An Internet of Things Microservices Architecture for Smart Homes

Rodrigo Felipe Albuquerque P. de Oliveira ¹  orcid.org/0000-0002-3552-0204

Carmelo J. A. Bastos-Filho ¹  orcid.org/0000-0002-0924-5341

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil.

E-mail do autor principal: Rodrigo Felipe Albuquerque P. de Oliveira rfapo@ecom.poli.br

Resumo

O crescimento de dispositivos conectados à Internet impactou de forma positiva a evolução tecnológica da sociedade. A possibilidade de controlar recursos remotamente e interagir com residências não só facilitou a vida do cidadão como trouxe acessibilidade para quem depende de recursos mais sofisticados para viver. O paradigma de Internet das Coisas surge com diversos cenários de automação e arquiteturas para a relação entre software e objetos conectados. Contudo, ainda existe a necessidade de criar ambientes mais concisos para as interações entre estes dispositivos conectados, unificando e replicando configurações de Casas Inteligentes de forma simples e escalável. Uma arquitetura baseada em microserviços de Internet das Coisas possui as características de simplicidade de customização e escalabilidade da infraestrutura necessária para atingir este cenário mais conciso. Os resultados apresentados neste artigo encontraram características de manutenibilidade e reproducibilidade promissoras para situações reais de Casas Inteligentes.

Palavras-Chave: *Microserviços; Internet das Coisas; Casas Inteligentes; MQTT; RESTful; Docker.*

Abstract

The quick increase in the number of devices connected to the Internet impacted positively in the technological evolution of the society. New possibilities to remotely control the resources and to interact with smart devices are making the life of the citizens easier. Besides, it brought more sophisticated tool for people who needs facilities for modern life. The Internet of Things (IoT) paradigm appears in several scenarios and efficient architectures to automates connected devices via software are required. However, there is still a need to create environments to allow easier interactions between these devices, unifying smart homes procedures in a simple and scalable way. One architecture based on micro-services for IoT would be a good option to provide customization and scalability. The results presented in this paper show some interesting features for this purpose, such as maintainability and reproducibility.

Key-words: *Microservices; IoT; Smart Homes; MQTT; RESTful; Docker.*

1 Introdução

É crescente o número de dispositivos conectados à Internet transmitindo, de forma massiva, dados e informações para as mais diversas aplicações e sistemas. Estima-se que até o ano de 2020, 50 bilhões de equipamentos estarão conectados com algum tipo de software através da Internet [1]. A diversidade destes dispositivos é bem abrangente, desde sensores de temperatura, câmeras, medidores inteligentes de energia até geladeiras, aparelhos ar condicionado, dentre outros eletrodomésticos. A motivação para conectar estes equipamentos surge com a necessidade de possuir maior controle e gerência sobre eles, além da possibilidade de automatização de tarefas rotineiras como, por exemplo, abrir ou fechar um portão de uma garagem.

Estes equipamentos possuem variados protocolos e serviços para a comunicação com suas aplicações específicas. Contudo, a ausência de um padrão de protocolo ou serviço de comunicação para estes objetos conectados, dificulta o processo de operação e manipulação dos mesmos.

Uma das arquiteturas viáveis para padronizar a comunicação com múltiplos equipamentos, baseia-se nas plataformas de Internet das Coisas [2][3], na qual, de forma geral, estes sensores e equipamentos, conectam-se com servidores e aplicações centradas na computação em nuvem. As plataformas de Internet das Coisas têm contribuído para o crescimento de soluções inovadoras, como apresentado no gráfico da Figura 1.

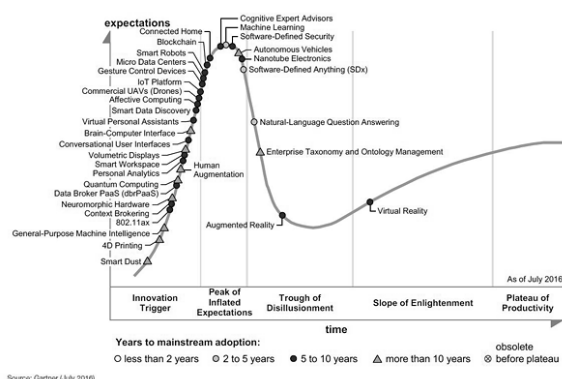


Figura 1: Ciclo *hype* de tecnologias emergentes. Fonte: Gartner (2016).

Com o poder de processamento e a escalabilidade da computação em nuvem, a possibilidade de prover serviços que se comuniquem com qualquer tipo de protocolo com estes dispositivos, torna o acesso aos

dados e o desenvolvimento de aplicações mais simples. A difusão em larga escala da arquitetura de Internet das Coisas permitiu ao setor de tecnologia uma contribuição significativa com projetos nas áreas da indústria, da energia, da agricultura, cidades inteligentes, dentre outros, conforme a apresentado na Figura 2.

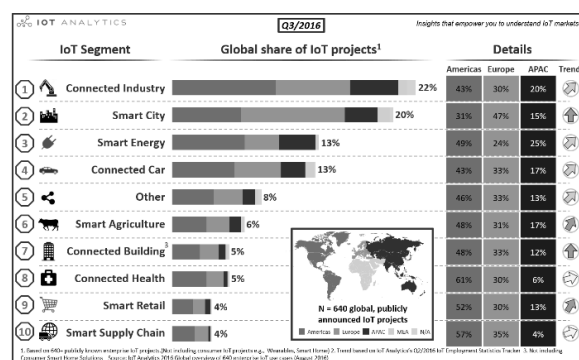


Figura 2: Número de projetos de IoT no mundo. Fonte: <https://iot-analytics.com/top-10-iot-project-application-areas-q3-2016/> (Acessado em 12/12/2016)

Apesar das indústrias se beneficiarem com projetos de Internet das Coisas, o mercado potencial de automatização de residências tornou-se uma realidade. O surgimento do conceito de Casas Inteligentes permitiu a usuários comuns a automação de tarefas, o controle dos dispositivos em suas residências, além do acompanhamento do uso dos recursos de uma casa.

1.1 Casas Inteligentes

Alguns dos fatores que contribuíram para o desenvolvimento de Casas Inteligentes incluem o acesso a internet nas residências, o aumento do número de computadores e o acesso as redes móveis [4]. Com este cenário de objetos conectados dentro de uma residência, destaca-se três motivações principais para a consolidação do conceito de Casas Inteligentes [4]: gerenciamento remoto da casa, acessibilidade e assistência médica residencial para idosos. O gerenciamento remoto das casas permitiu aos usuário o controle dos recursos de água, gás e energia, bem como condições de conforto como aquecimento, refrigeração, iluminação, controle de portas dentre outras facilidades. Por sua vez, a necessidade de contribuir com pessoas idosas e pessoas com necessidades especiais fez com que a utilização e o desenvolvimento de novas tecnologias surgissem para otimizar tarefas do dia a dia nas

residências destes usuários.

A inclusão dessas tecnologias propicia qualidade de vida, além de contribuir para situações de emergência, onde estas casas inteligentes são conectadas a centrais de clínicas hospitalares para atendimento residencial ou mesmo outros serviços públicos de emergência. Na maioria das situações, estas tecnologias e sensores se conectam através de uma rede sem fio residencial. Contudo, apesar de estarem fisicamente conectadas na mesma rede, as aplicações e dispositivos não interagem entre si, o que implica em um cenário com vários dispositivos independentes comunicando-se com suas aplicações específicas.

Uma das causas deste cenário de aplicações independentes em Casas Inteligentes se deve ao fato que cada sensor ou dispositivo possui um protocolo específico de comunicação com sua aplicação. Alguns protocolos e serviços tem se destacado no mundo dos objetos conectados, principalmente os protocolos orientados à Web e protocolos baseados em arquiteturas *publisher/subscriber*.

1.2 Protocolos e Serviços de Internet das Coisas

Os dispositivos atuais já conseguem implementar protocolos de alto nível como o HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) [5]. Devido aos recursos do próprio protocolo (métodos GET, POST, PUT, DELETE) e a padronização da implementação de serviços web REST (*Representational State Transfer*), a web se tornou programável através de suas API's (*Application Program Interfaces*).

Esta combinação entre um padrão consolidado e dispositivos conectados a internet fez surgir o conceito de WoT (*Web of Things*), na qual requisições realizadas aos equipamentos através de URI's (*Uniform Resources Identifiers*) são efetuadas para consumir dados ou enviar comandos implementados na API do dispositivo.

O HTTP desempenha um ótimo papel como língua franca da internet para comunicação entre dispositivos e suas aplicações [5]. Entretanto, a necessidade de comunicação máquina a máquina M2M (*Machine to Machine*) [6] fez com que outros protocolos, como por exemplo AMQP (*Advanced Messaging Queuing Protocol*), CoAP (*Constrained Application Protocol*), MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*) e XMPP (*Extensible Message and Presence Protocol*), ganhassem espaço devido a simplicidade de implementação, robustez, baixo consumo de energia e portabilidade para dispositivos

com baixo recurso de armazenamento e processamento [6].

O MQTT [7], protocolo desenvolvido por engenheiros da IBM, tem se consolidado como um destes protocolos focados em arquiteturas M2M. Possui um modelo baseado em *publisher/subscriber* centrado na comunicação direta com um *broker*, serviço responsável por manipular as mensagens enviadas.

Com capacidade de comunicação com múltiplos clientes, implementação de QoS (*Quality of Service*) na comunicação entre cliente e *broker*, o MQTT controla a manipulação de suas mensagens através do conceito de *topics*, onde cada *topic* possui um identificador e uma prioridade (QoS) na comunicação, conforme a Figura 3.

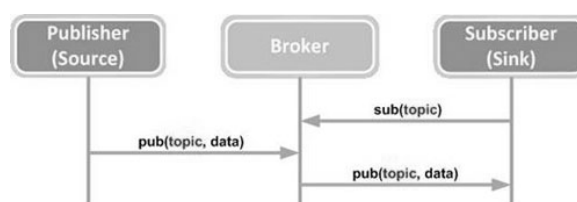


Figura 3: Exemplo de comunicação do protocolo MQTT. Fonte: <https://tessel.io/blog/98339010407/mqtt-on-tessel> (Acessado em 12/12/2016).

O HTTP e o MQTT estão presentes nas bibliotecas das principais linguagens de programação (C, Java, PHP, Python, Ruby, Javascript). Isto permitiu a estes protocolos tornarem-se um padrão nas principais soluções e arquiteturas de Internet das Coisas.

2 O Manuscrito

O termo Internet das Coisas foi citado pela primeira vez em 1999 [3]. Esta primeira definição aplicava-se a sensores de objetos que se comunicavam com sistemas através de protocolos de Internet e enfrentou várias mudanças a longo do tempo. As primeiras mudanças neste conceito surgiram junto com a adoção de protocolos abertos em larga escala como as redes sem fio, o Bluetooth e o RFID (*Radio Frequency Identifier*). A utilização destas tecnologias permitiu a primeira expansão significativa de equipamentos conectados [3].

Com crescimento deste paradigma, o conceito anterior de dispositivos conectados através de redes de sensores e atuadores WSN's (*Wireless Sensor and Actuators Networks*) começou a ser substituído [8]

gradativamente.

Contudo, a Internet das Coisas herdou as principais características das WSNs: dispositivos físicos, com conexão através de uma rede sem fio e envio de dados para um *gateway*, onde tal *gateway* é responsável por apresentar as informações dos sensores em algum sistema local. Desta vez, os dispositivos físicos estão diretamente conectados à Internet através das redes de banda larga das residências e empresas, enviando dados para um *gateway* hospedado na computação em nuvem, onde estes dados são acessados por aplicações de qualquer sistema na Web, conforme a Figura 4.

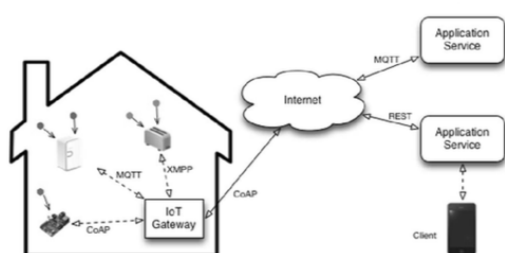


Figura 3: Exemplo de uma arquitetura IoT em uma residência.

Fonte: (Acessado em 12/12/2016).

Logo, os principais elementos que caracterizam a Internet das Coisas são o hardware (com componentes embarcados), um middleware com capacidade de manipular os dados enviados pelos objetos e uma camada de apresentação, em formato de software ou sistema.

O Xively (<http://www.xively.com>) é um exemplo desta arquitetura que conecta diversos dispositivos em uma plataforma de computação em nuvem que consolida os dados enviados em formato de gráficos e agrupamentos de dados.

É possível definir dentro da aplicação qual tipo de protocolo (MQTT, HTTP, etc) pode ser utilizado pelo dispositivo. Contudo, ainda existe a necessidade de ajustar configurações tanto no equipamento quanto na própria aplicação. Além disso, a aplicação apresenta os dados apenas na visão dos dispositivos e não em visão centralizada de uma residência ou empresa.

Com a necessidade de manter um visão completa dos recursos de uma Casa Inteligente ou Prédio Inteligente, algumas abordagens de centralização foram desenvolvidas. Desde *gateways* residenciais que consolidam os dados de todos os sensores e enviam para um servidor na Nuvem, até técnicas de hibridização de protocolos [5], fazendo com que o mesmo serviço possa receber dados de sensores independentes e interpretar estas informações em um

único ponto de manipulação de mensagens.

O desafio na arquitetura de Internet das Coisas persiste na definição de um modelo que possa ser repetível e escalável sem a necessidade de muitas configurações ou ajustes tanto em *gateways* residenciais como em servidores na Nuvem.

Uma estratégia viável pode ser desenvolvida criando serviços simplificados baseados em perfis pré-existentes. Desta forma, este conjunto de microserviços seria capaz de replicar e escalar a maior quantidade de cenários de Casas Inteligentes apenas com acesso a repositórios destes perfis.

3 Microserviços

Os Microserviços [9] representam um estilo de arquitetura de software onde uma aplicação com uma suíte de pequenos serviços interage com seu próprio processo e seus mecanismo simplificados de comunicação. Os benefícios desta arquitetura estão na capacidade de trabalhar em ambientes de produção de software de forma simplificada, fácil manutenção e migração rápida, resultando no menor impacto em toda infraestrutura da aplicação.

Uma das motivações para o desenvolvimento dos Microserviços é quando comparado a estrutura de um software monolítico onde um ciclo de versão com falhas pode deixar indisponível toda aplicação exatamente porque todo o sistema está compartilhando recursos. Na infra-estrutura de Microserviços é possível manter uma horizontalidade de micro instâncias do software monolítico da aplicação, onde caso uma destas instâncias falhe qualquer outra instância assume o acesso deste sistema, como apresentado na Figura 5.

Diferente do conceito de máquinas virtuais, onde uma aplicação é executada sobre um sistema operacional específico do hospede, os microserviços utilizam-se do mesmo sistema operacional, segmentando-se através do conceito de LXC (*Linux Containers*) [10].

Com este recurso de isolamento de aplicações dentro de containers, o benefício da aplicação não se restringe apenas a disponibilidade do sistema, mas também a escalabilidade e manutenibilidade do código do programa devido a eliminação de dependências.

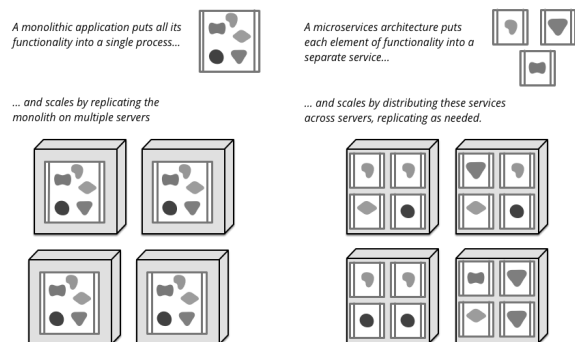


Figura 5: Diagrama comparativo Monolítico x Microserviços
Fonte: <http://www.martinfowler.com/articles/microservices.html> (Acessado em 12/12/2016).

Existem algumas *engines* atuais para utilização de microserviços. Dentre as mais utilizadas está o Docker [10][11]. O Docker é uma plataforma de microserviços que utiliza-se do conceito de *containers*, imagens e fórmulas, conhecidas por Dockerfiles. De forma simplificada, o Docker cria uma API de comunicação entre o *container* e o sistema operacional anfitrião, isolando a aplicação inserida no *container* de qualquer interação com o sistema operacional. A criação dos *containers* pode ser realizada através de imagens disponibilizadas pela comunidade do Docker ou através da criação das fórmulas a partir dos Dockerfiles. O Dockerfile é uma fórmula para a criação do container que contempla todas configurações, características e dependências necessárias para a aplicação contida na instância.

A *engine* do Docker está disponível para os principais sistemas operacionais, além de possuir um serviço de repositório de *containers* em computação na nuvem, onde é possível executar os Dockerfiles de forma remota, como apresentado na Figura 6.

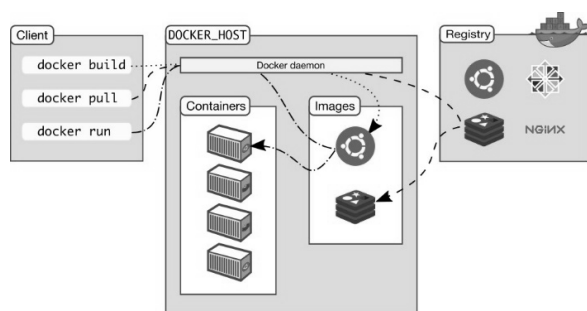


Figura 6: Relação do Dockerfiles com Client e Registry
Fonte: <https://docs.docker.com/engine/understanding-docker/> (Acessado em 12/12/2016)

O Docker é portátil para outras arquiteturas de computadores como, por exemplo, para processadores ARM. Com esta característica, a *engine* pode funcionar em computadores com poucos recursos ou dispositivos simples como, por exemplo, Raspberry Pi ou Beaglebone. A combinação de microserviços com Docker, dispositivos portáteis como o Raspberry Pi e repositórios em computação na nuvem, permite a configuração de uma arquitetura distribuída de Internet das Coisas que pode ser aplicada em Casas Inteligentes para gerenciamento de recursos remotos.

4 Arquitetura de Microserviços para Internet das Coisas

A arquitetura proposta neste artigo consiste em validar a viabilidade técnica da utilização de microserviços distribuídos em um *gateway* residencial e em um servidor na nuvem, para o consumo de informações de sensores instalados em uma residência, conforme apresentado na Figura 7.

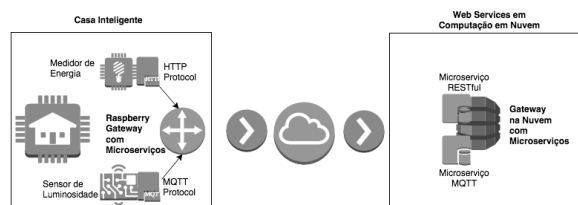


Figura 7: Arquitetura de Microserviços de Internet das Coisas para Casas Inteligentes.

Para este projeto foi levado em consideração o gerenciamento de energia de um cômodo de uma residência através de um medidor inteligente e a análise de luminosidade do mesmo cômodo utilizando um sensor de luminosidade.

Os dados destes dois sensores serão coletados pelo Raspberry Gateway através de duas aplicações clientes utilizando microserviços e as informações consumidas serão enviadas para um servidor na Nuvem da AWS (*Amazon Web Services*). Estes dados serão consolidados em uma única aplicação e apresentados em uma plataforma Web. Não foram levados em consideração para este projetos aspectos de segurança como autenticação e criptografia de dados.

4.1 Implementação

O primeiro passo para o desenvolvimento da arquitetura foi a definição dos sensores a serem utilizados. O medidor inteligente proposto nesta arquitetura é o Emon Pi. O Emon Pi é um medidor inteligente desenvolvido pela equipe do projeto *Open Energy Monitor* (<http://openenergymonitor.org>). Utiliza como tecnologia um Raspberry Pi 2 B+ adaptado com um sensor de corrente que se conecta através de transformadores de corrente para realizar as medições e entregar dados de consumo de energia.



Figura 8: Fotos do Emon Pi

O Emon Pi possui uma aplicação web embarcada para acesso aos dados de consumo, corrente e tensão. Estes dados também são acessados através de uma API RESTful desta aplicação web. As requisições a esta API retornam valores no formato de um JSON(*Javascript Object Notation*).

O sensor de luminosidade foi desenvolvido com o Nodemcu, um *firmware* de código aberto para projetos de Internet das Coisas utilizando o módulo sem fio SOC ESP8266. Este firmware suporta *scripts* desenvolvidos na linguagem de programação Lua. O módulo ESP8266 permite a rápida prototipação e a leitura analógica de dados de outros sensores, neste caso, dados de uma fotocélula, conforme a Figura 9.

Como o módulo ESP8266 não possuía um código nativo para medição de luminosidade, um *script* na linguagem Lua foi desenvolvido para coletar os dados medidos pela fotocélula e enviar os dados utilizando o protocolo MQTT para um *broker*.

O *gateway* para a centralização dos dados coletados dos dois sensores foi construído utilizando a placa do Raspberry Pi 3. O Raspberry Pi é computador de dimensões reduzidas(8,5cm x 4,9cm), desenvolvido no Reino Unido utilizado para fins educacionais e para projetos de Internet das Coisas.

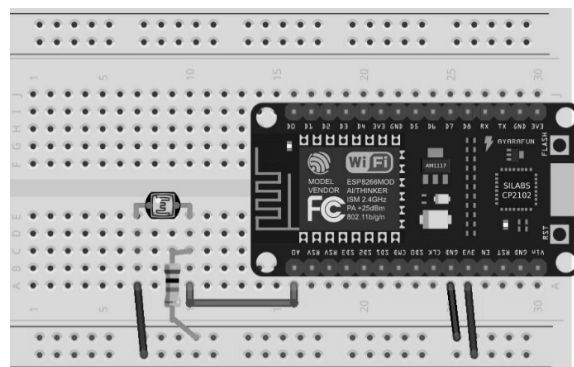


Figura 9: Ilustração do diagrama de interligação do Módulo ESP8266 conectado a uma fotocélula

A arquitetura do processador do Raspberry Pi é baseada em ARM e está na versão 7. Com 01(um) GB de memória RAM e cartão SSD de 08(oito) GB para armazenamento de memória de massa. Possui um sistema operacional padrão baseado em Linux, chamado Raspbian.

Para a construção do *gateway* com microserviços foi necessário compilar uma versão específica do Docker 1.12.3 para sistema operacional Raspbian na arquitetura ARMv7.

Após a configuração do *gateway* foi desenvolvido duas aplicações para dois microserviços distintos. O primeiro microserviço possui uma aplicação na linguagem de programação Python, na versão 2.7.4, responsável por efetuar uma requisição a cada minuto para o medidor de energia, coletar o JSON com os dados de consumo e enviar para o webservice na AWS.

O segundo microserviço embarcado no *gateway* do Raspberry Pi possui uma aplicação na linguagem Python, na versão 2.7.4, responsável por levantar um servidor MQTT, receber os dados enviados pelo sensor de luminosidade através deste protocolo e envia-los para um broker MQTT configurado no servidor da AWS. A construção dos *containers* foi baseado no exemplo do Dockerfile apresentado na Figura 10.

Para validação da arquitetura foram criados mais dois microserviços locais no *gateway* simulando o papel do servidor hospedado na AWS. Estes dois microserviços contemplaram um *container* com o MongoDB versão 3.4, banco de dados não relacional baseado na manipulação de objetos em formato de documentos, solução adequada para armazenar os dados no formato JSON. E um segundo *container* contemplando um serviço web RESTful desenvolvido em Python, na versão 2.7.4, com o framework Web Flask, na versão 0.11, responsável por consolidar os dados enviados pelos dois sensores e apresentar no formato JSON as duas informações em uma aplicação Web.

```

FROM resin/rpi-raspbian:wheezy

RUN apt-get update && apt-get install -y \
python \
python-dev \
python-pip \
python-virtualenv \
--no-install-recommends && \
rm -rf /var/lib/apt/lists/*

RUN pip install pymongo

RUN pip install paho-mqtt

COPY ./app /app

WORKDIR /app

CMD ["python", "./mqtt-client-v2.py"]
    
```

Figura 10: Módulo ESP8266 conectado a uma fotocélula

Os quatro microserviços foram executados localmente na gateway do Raspberry Pi e não foi registrado nenhum problema de performance durante a execução.

Com os microserviços executando baseados nos Dockerfiles construídos para eles, o próximo passo realizado foi a migração dos dois últimos containers para o servidor na AWS. Para isto, os Dockerfiles dos containers foram salvos no repositório de containers da própria Docker no endereço <https://hub.docker.com/r/rfapo/>.

Por fim, os microserviços foram executados no servidor da AWS. O servidor na Amazon possui a seguinte configuração: processador intel Quad Core de 2GHz, 01(um) GB de memória RAM e disco SSD de 40GB, executando o Ubuntu Linux, na versão 16.04.

A instalação do Docker no servidor utilizou o repositório do próprio sistema operacional. Após esta configuração, os dois últimos containers foram executados a partir do repositório da Docker.

Para verificar o funcionamento da arquitetura, os dois últimos containers foram desligados do gateway local do Raspberry Pi e o tráfego foi redirecionado para os microserviços hospedados no servidor da AWS, conforme as Figuras 11 e 12.

```

pi@raspberrypi:~$ sudo docker run -t -p 1883:1883 -p 9001:9001 pascaldevink/rpi-mosquitto
1480004202: Error: Unable to open log file /mqtt/log/mosquitto.log for writing.
1480004202: mosquitto version 1.4.4 (build date Thu, 17 Sep 2015 16:11:28 +0100) starting
1480004202: Config loaded from /mqtt/config/mosquitto.conf.
1480004202: Opening websockets listen socket on port 9001.
1480004202: Opening ipv4 listen socket on port 1883.
1480004202: Opening ipv6 listen socket on port 1883.
1480004281: New connection from 192.168.25.168 on port 1883.
1480004281: New client connected from 192.168.25.168 as ESP8266esp03 (ci, k180).
    
```

Figura 11: Microserviço MQTT executado no Raspberry Pi

CONTAINER ID	IMAGE	COMMAND	CREATED	STATUS
be93f4f83727	rfapo/flask-app	"/usr/bin/supervisord"	12 minutes ago	Up 12
minutes	0.0.0.0:80->80/tcp, 443/tcp	flask-app		
c48c9ed5dc2e	rfapo/mongodb	"/usr/bin/mongod"	2 days ago	Up 2
days	0.0.0.0:27017->27017/tcp	mongo_instance_001		

Figura 12: Microserviço RESTful e Banco de Dados executados na AWS.

Com a comunicação dos dois sensores utilizando os microserviços fim a fim, a consulta das informações no formato JSON podem ser acessadas no mesmo endereço da aplicação Web com as seguintes URIs: http://<endereço_da_aplicação>/energyData e http://<endereço_da_aplicação>/luminosity, conforme apresentado nas Figuras 13 e 14.

Todos os códigos do projeto e configurações dos containers estão disponíveis no seguinte repositório: https://github.com/rfapo/smarthome_microservices. Além disso as próprias imagens dos containers estão disponíveis no repositório do Docker no seguinte endereço: <https://hub.docker.com/r/rfapo/>.

```

{"timestamp": 1480002775.985475, "unit": "W", "_id": {"$oid": "58370f0c7d59a3000ef67d8e"}, "name": "power1", "value": 7},
{"timestamp": 1480004389.183184, "unit": "W", "_id": {"$oid": "583713257d59a3000ff67d8e"}, "name": "power1", "value": 18},
{"timestamp": 1480004392.866678, "unit": "W", "_id": {"$oid": "583713297d59a3000ef67d8f"}, "name": "power1", "value": 16},
{"timestamp": 1480004396.323933, "unit": "W", "_id": {"$oid": "5837132c7d59a3000ff67d8f"}, "name": "power1", "value": 16},
{"timestamp": 1480004399.719, "unit": "W", "_id": {"$oid": "583713327d59a3000ef67d90"}, "name": "power1", "value": 16},
{"timestamp": 1480004403.301194, "unit": "W", "_id": {"$oid": "583713337d59a3000ff67d90"}, "name": "power1", "value": 17},
{"timestamp": 1480004406.759843, "unit": "W", "_id": {"$oid": "583713367d59a3000ef67d91"}, "name": "power1", "value": 24},
{"timestamp": 1480004410.162686, "unit": "W", "_id": {"$oid": "5837133a7d59a3000ff67d91"}, "name": "power1", "value": 24},
{"timestamp": 1480004413.61656, "unit": "W", "_id": {"$oid": "5837133d7d59a3000ef67d92"}, "name": "power1", "value": 24},
    
```

Figura 13: Dados do medidor de consumo

```

{"luminosity": "42", "_id": {"$oid": "5835e73b77edca67a1af15fd"},
"timestamp": 1479927552.759442}, {"luminosity": "84", "_id": {"$oid": "5835ed9177edca6b88b278bd"}, "timestamp": 1479929212.9624},
{"luminosity": "305", "_id": {"$oid": "58371331bfeafebcd8b0bf12"},
"timestamp": 1480004401.962838}, {"luminosity": "366", "_id": {"$oid": "5837136dbfeafebcd8b0bf13"}, "timestamp": 1480004461.967825},
{"luminosity": "409", "_id": {"$oid": "583713aabfeafebcd8b0bf14"},
"timestamp": 1480004522.285504}, {"luminosity": "476", "_id": {"$oid": "583713e5bfeafebcd8b0bf15"}, "timestamp": 1480004581.98321},
{"luminosity": "459", "_id": {"$oid": "58371421bfeafebcd8b0bf16"},
"timestamp": 1480004641.789246}]
    
```

Figura 14: Dados do sensor de luminosidade

5 Conclusões

A utilização de microserviços para a arquitetura proposta mostrou-se promissora quanto a reproduzibilidade e manutenibilidade. Com o recurso de geração e execução de novos *containers* a partir de uma fórmula pré-definida com os Dockerfiles permitiu a migração de uma aplicação de ambiente com arquitetura distinta para um novo ambiente sem maiores dificuldades. A existência de um repositório da própria ferramenta permite a criação de um *Marketplace* de instâncias que podem atender os mais diversos protocolos e serviços de comunicação com dispositivos de Casas Inteligentes.

Mesmo compreendendo que o Docker executou os quatro *containers* dentro do Raspberry Pi, não houve um teste de stress para verificar o custo de processamento da ferramenta, o que limitaria a execução em plataformas mais simples que o próprio Raspberry Pi.

A possibilidade de manter cenários distribuídos com microserviços faz desta ferramenta indispensável para cenários de missão crítica onde a disponibilidade da aplicação é um fator crucial.

Apesar de existir um processo de instalação diferente entre as arquiteturas do Raspberry Pi e do servidor Linux na AWS, não houve necessidade de algum tipo de customização das configurações do Docker.

Ainda existe a necessidade de avaliar de forma mais aprofundada a performance das máquinas utilizadas como anfitriãs dos *containers* e qual o impacto da execução delas tanto para os *containers* quanto para máquina hospedeira.

Outra análise a ser realizada nos trabalhos futuros é quanto aos requisitos de segurança dos *containers* e aspectos de segurança de rede, visto que o *container* compartilha da mesma interface física e das bibliotecas do sistema operacional.

Um estudo sobre a orquestração de microserviços em ambientes de produção com uma grande quantidade de *containers* também será necessário, além da análise de composição de múltiplos Dockerfiles simultâneos.

Referências

[1] "Number of connected devices worldwide from 2012 to 2020", Statista, 2016[Online]. <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>

[2] Melis, A., Mirri, S., Prandi, C., Prandini, M., Salomoni, P., & Callegati, F. (n.d.). CrowdSensing

for Smart Mobility through a Service Oriented Architecture.

[3] GUBBI, Jayavardhana et al. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, v. 29, n. 7, p. 1645-1660, 2013.

[4] Chan, M., Estève, D., Escriba, C., & Campo, E. (2008). A review of smart homes-Present state and future challenges. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 91(1), 55-81. <http://doi.org/10.1016/j.cmpb.2008.02.001>

[5] M. Collina, G. E. Corazza and A. Vanelli-Coralli, "Introducing the QEST broker: Scaling the IoT by bridging MQTT and REST," *Personal Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC)*, 2012 IEEE 23rd International Symposium on, Sydney, NSW, 2012, pp. 36-41.

[6] A. Al-Fuqaha, A. Khreishah, M. Guizani, A. Rayes and M. Mohammadi, "Toward better horizontal integration among IoT services," in *IEEE Communications Magazine*, vol. 53, no. 9, pp. 72-79, September 2015.

[7] ISO/IEC 20922 Information Technology – Message Queue Telemetry Transport (MQTT) v3.1.1.

[8] P. Desai, A. Sheth and P. Anantharam, "Semantic Gateway as a Service Architecture for IoT Interoperability," *Mobile Services (MS)*, 2015 IEEE International Conference on, New York, NY, 2015, pp. 313-319.

[9] Fowler, M., & Lewis, J. (2014). *Microservices*. Viittattu, 28, 2015.

[10] Stubbs, J., Moreira, W., & Dooley, R. (2015). Distributed Systems of Microservices Using Docker and Serfnode. *Proceedings - 7th International Workshop on Science Gateways, IWSG 2015*, 34-39. <http://doi.org/10.1109/IWSG.2015.16>

[11] Boettiger, C. (2015). An introduction to Docker for reproducible research. *ACM SIGOPS Operating Systems Review*, 49(1), 71-79. <http://doi.org/10.1145/2723872.2723882>

[12] A. Krylovskiy, M. Jahn and E. Patti, "Designing a Smart City Internet of Things Platform with Microservice Architecture," *Future Internet of Things and Cloud (FiCloud)*, 2015 3rd International Conference on, Rome, 2015, pp. 25-30.

[13] U. Hunkeler, H. L. Truong and A. Stanford-Clark, "MQTT-S — A publish/subscribe protocol for

Wireless Sensor Networks," Communication Systems Software and Middleware and Workshops, 2008. COMSWARE 2008. 3rd International Conference on, Bangalore, 2008, pp. 791-798.

[14] N. De Caro, W. Colitti, K. Steenhaut, G. Mangino and G. Reali, "Comparison of two lightweight protocols for smartphone-based sensing," 2013 IEEE 20th Symposium on Communications and Vehicular Technology in the Benelux (SCVT), Namur, 2013, pp. 1-6.

[15] Shelby, Z., Hartke, K., and C. Bormann, "The Constrained Application Protocol (CoAP)", RFC 7252, DOI 10.17487/RFC7252, June 2014, <<http://www.rfc-editor.org/info/rfc7252>>.

[16] Saint-Andre, P., "Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP): Core", RFC 6120, DOI 10.17487/RFC6120, March 2011, <<http://www.rfc-editor.org/info/rfc6120>>.

[17] V. Karagiannis, "A survey on application layer protocols for the internet of things. Transaction on IoT and Cloud Computing", v. 1, n. 1, 2015.

[18] A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari and M. Ayyash, "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications," in IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 17, no. 4, pp. 2347-2376, Fourthquarter 2015.

[19] Yashiro, T., Kobayashi, S., Koshizuka, N., & Sakamura, K. (2013). An Internet of Things (IoT) architecture for embedded appliances. 2013 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference, R10-HTC 2013, 314-319.

[20] Newman, S. (2015). Building Microservices. " O'Reilly Media, Inc."

[21] Familiar, B. (2015). Microservices, IoT, and Azure. Apress.

[22] Datta, S. K., Bonnet, C., & Nikaiein, N. (2014). An IoT Gateway Centric Architecture to Provide Novel M2M Services, 514-519.

[23] <https://iot-analytics.com/top-10-iot-project-application-areas-q3-2016/>

[24] Chan, M., Estève, D., Escriba, C., & Campo, E. (2008). A review of smart homes-Present state and future challenges. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 91(1), 55-81. <http://doi.org/10.1016/j.cmpb.2008.02.001>

[25] Melis, A., Mirri, S., Prandi, C., Prandini, M., Salomoni, P., & Callegati, F. (n.d.). CrowdSensing for Smart Mobility through a Service Oriented Architecture.

[26] Boettiger, C. (2015). An introduction to Docker for reproducible research. ACM SIGOPS Operating Systems Review, 49(1), 71-79. <http://doi.org/10.1145/2723872.2723882>

[27] Chan, M., Campo, E., Estève, D., & Fourniols, J. Y. (2009). Smart homes - Current features and future perspectives. Maturitas, 64(2), 90-97. <http://doi.org/10.1016/j.maturitas.2009.07.014>

Plataforma Robótica para Busca de Pessoas em Locais de Risco

Edgar Natanael de Vasconcelos Gregório ¹

Ricardo Teixeira da Silva ¹

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil

E-mail do autor principal: Edgar Natanael de Vasconcelos Gregório edgarnatanael28@hotmail.com

Resumo

Este trabalho foi escrito e organizado com o objetivo de dar suporte à localização de pessoas em locais de risco. A sua criação se deu na necessidade de realizar, busca de pessoas em locais de difícil acesso ao corpo de bombeiros e onde o terreno traga riscos iminente para esses profissionais. Robôs já são usados para auxiliar os profissionais de segurança pública em diversas áreas do Brasil, contando com fortes estruturas e controladas remotamente, possuindo câmeras com altas definições onde podem visualizar vítimas em meios de entulhos ou em locais inapropriados de difícil acesso as equipes de resgates, com tecnologias capazes de realizar o serviço de forma a reduzir gastos, tempo e com a maior eficiência possível. O robô desenvolvido possui acessórios importantes para a realização do trabalho de busca, usando tecnologias que podem ajudar a salvar vidas, obtendo uma boa visualização do local e do interior do acidente de forma nítida através de uma câmera IP que transmite a imagem através do WI-FI numa distância de aproximadamente 50 metros em locais fechados. A câmera possui infravermelho para realizar imagens onde a iluminação é precária. A locomoção do robô é através de uma plataforma de tanque chassi robô com esteiras, aumentando sua aderência e oferecendo uma maior estabilidade no seu deslocamento. A plataforma possui amortecedores para dar suavidade durante o seu deslocamento. A sua comunicação é feita através do módulo ESP8266, que realiza a transmissão de dados através do WI-FI, chegando numa distância de aproximadamente de 90 metros em locais abertos e 50 metros aproximadamente em locais fechados. Tendo em vista que o robô é apenas um protótipo, várias outras implementações podem ser realizadas, adicionando outras funcionalidades.

Palavras-Chave: Bombeiro Militar; Vítimas; Robôs.

Abstract

This work was written and organized with the purpose of supporting the location of people in places of risk. Its creation was in need of carrying out, search of people in places of difficult access to the fire brigade and where the terrain poses imminent risks for these

professionals. Robots are already used to assist public safety professionals in diverse areas of Brazil, with strong structures and remotely controlled, having cameras with high definitions where they can visualize victims in debris means or in inappropriate places of difficult access to rescue teams, with technologies capable of performing the service in order to reduce expenses, time and with the highest possible efficiency. The developed robot has important accessories to carry out the search, using technologies that can help save lives, getting a good view of the site and the interior of the accident in a clear way through an IP camera that transmits the image through the WI- FI at a distance of approximately 50 meters indoors. The camera has infrared for images where illumination is poor. The locomotion of the robot is through a robot chassis tank platform with mats, increasing its grip and offering greater stability in its displacement. The platform has shock absorbers to give smoothness during its displacement. Its communication is made through the module ESP8266, which transmits data through the WI-FI, arriving at a distance of approximately 90 meters in open places and 50 meters approximately in closed places. Since the robot is only a prototype, several other implementations can be performed, adding other functionalities.

Key-words: Firefighter Military; Casualties; Robots.

1 Introdução

O corpo de Bombeiro Militar do estado de Pernambuco e de todo Brasil tem sua garantia legal na CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL de 1988, no Art. 144 [1].

O corpo de Bombeiro Militar de Pernambuco é uma instituição que faz parte das forças de segurança do estado sendo responsáveis pelo combate a incêndios, pela preservação do patrimônio ameaçado de destruição, pelo resgate de vítimas de incêndios, afogamentos, acidentes ou catástrofes e pela conscientização da população sobre medidas de segurança contra incêndios [2].

Os profissionais atuam em diversas situações de desastres e catástrofes e estão aptos a realizar qualquer salvamento e cumprir a sua missão, mesmo com o risco da sua própria vida e esse é um fator bastante preocupante, pelo fato dos mesmos participarem diretamente das operações de salvamento e busca.

O uso de robôs em operações de Bombeiros tem sido cada vez mais estudado devido à exposição destes profissionais a graves riscos em salvamentos. São diversos os tipos de robôs usados, como robôs extintores e cortadores, que podem ser utilizados para auxiliar salvamentos [3].

Em várias partes do Brasil, as empresas têm buscado o aumento da eficiência e na prestação de serviço por meio da utilização da tecnologia, para o planejamento tático e estratégico, bem como para formulação de indicadores sobre os seus resultados, sendo um apoio na modernização, desenvolvendo assim novas possibilidades para uma mudança radical e de novos paradigmas [4].

O protótipo robótico desenvolvido tem como objetivo final ser usado em operações de busca por vítimas de acidente em locais que tragam risco iminente aos profissionais, revelando uma gama de informações do interior do local como: o tipo do terreno, extração de imagens, posição dos entulhos, posição das vítimas e a sua condição clínica médica, com nitidez e em tempo real.

O robô será controlado através de um computador remoto (notebook), o qual enviará os comandos para a plataforma robótica através do sinal de WI-FI de um roteador para o dispositivo wireless ESP8266 conectado na plataforma robótica, permitindo uma conexão entre os dispositivos sem a utilização de fios.

O mecanismo robótico foi construído para se locomover através de uma plataforma de Robô Tanque de choque *crawle*, onde seus movimentos

serão realizados através de esteiras dando uma maior aderência no seu deslocamento.

Para obter uma iluminação e conseqüentemente uma boa visualização do local onde o robô estará inserido um sensor de luminosidade ligado a um microcontrolador acionará uma lanterna do tipo cree led trazendo iluminação ao local.

O computador estará com o profissional de resgate onde poderá visualizar em tempo real todas as informações possíveis do interior do local da ocorrência, através da Câmera IP, que estará acoplada a plataforma robótica, podendo assim tomar as devidas decisões e precauções antes de entrar no local.

2 Trabalhos Relacionados

Por varias partes do Brasil e no mundo os governos estão cada vez mais investindo em maquinas para busca e salvamento de vítimas de desastres. Um exemplo disso é o Japão onde BL Autotec desenvolveu um robô para a realização de busca e resgate com uma câmara digital para operar em lugares escuros e com um braço mecânico ele consegue retirar materiais perigosos e pesados, como escombros e outros [5].

O Centro de Pesquisa Assistida por Robô e Salvamento (CRASAR) do Texas, nos Estados Unidos da América, tem como sua principal missão realizar o aperfeiçoamento e a prevenção de desastres e salvamento de pessoas usando robôs com tecnologias avançadas.

O CRASAR tem uma grande participação do uso de seus robôs nos maiores desastres ao redor do mundo.

O CRASAR realiza pesquisas para explorar o desenvolvimento de novas tecnologias na área de robótica e sistemas não tripulados para fins de salvamento e resgate de humanos e animais em perigo de vida, possuindo assim o maior numero de robôs de resgate que atua em qualquer área, seja: terra, mar ou ar [6].

De acordo com essas empresas a utilização de maquinas inteligentes para o uso e o bem estar do ser humano tem um potencial de crescimento ao longo dos anos.

O protótipo proposto neste artigo pode ser enviado com o objetivo de encontrar pessoas, nas mais variadas situações e locais, onde ocorreu o acidente, podendo assim, entrar em terrenos como: entulhos, escombros, terra ou areia.

O robô tem a facilidade de comunicação pelo fato da conexão ser por meio de WI-FI, com o seu controle, podendo entrar no ambiente de tal forma que o seu controlador esteja fora do local com uma distância segura.

A tecnologia usada na sua construção apenas permitirá que ele seja usado em desastre que tenham locais de áreas secas e de temperatura no máximo de 90° C e no mínimo de - 40° C.

Com o uso dessa tecnologia podemos ter uma participação ampla e construção de outras máquinas para o auxílio humano no sentido de aperfeiçoar as buscas nos resgates de forma segura e eficiente.

3 Desenvolvimento

O protótipo foi desenvolvido com a junção de vários módulos eletrônicos e dois microcontroladores.

O robô é formado por um Chassi Tanque de Choque Crawl, um microcontrolador PIC 16F877A e um 18F2550, uma câmera IP, lanterna tática Cree LED, um sensor de luminosidade LDR, módulo wireless ESP8266, linguagem de marcação HTML para a criação da página web e a módulo ponte-H L298N.

Para o desenvolvimento dos códigos foram usadas duas plataformas:

- Para o Pic o 'compiler ccs';
- Para o ESP8266 'arduino'.

3.1 Dispositivos

3.1.1 Chassi Tanque de Choque Crawl

Para a locomoção e base do projeto foi escolhido um chassi com duas esteiras controladas por motores independentes, construído com o material de plástico, com amortecedores nas rodas e esteira de borracha para garantir uma forte aderência adversos tipos de terreno [7].

A utilização de um chassi Tanque com esteira foi escolhida pelo fato do mesmo possuir uma grande estabilidade e um maior contato com o solo, diminuindo a patinação no solo e até em terrenos que haja inclinações [8].

As principais características são:

- Alimentação: 3VCC – 9VCC;
- Massa: 550g;
- Largura de Faixa: 2.3cm feito de borracha;
- Tamanho: 30cm x 15cm x 7.6cm.

A Figura 1 apresenta a foto do chassi utilizado neste projeto.

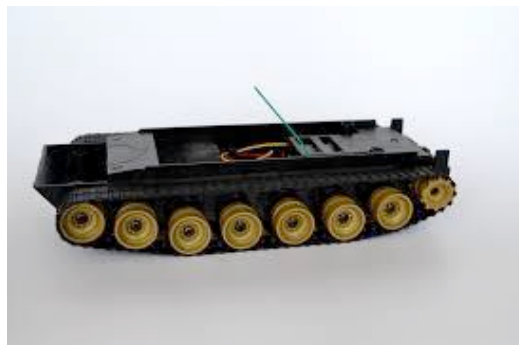


Figura 1: Chassi tanque de choque crawl.

3.1.2 Conhecendo a Plataforma do PICmicro

O Microcontrolador utilizado para o controle do projeto é o PIC 16F877A.

O PIC 16F877A é um microcontrolador da família 16, é amplamente utilizado em varias aplicações acadêmicas e comerciais, são bastante utilizados por causa de seu baixo custo no mercado eletrônico, possui uma grande e variada gama de aplicações em diversas áreas, possui uma enorme qualidade e disponibilidade no mercado.

É ideal para aplicações tais como: controle de máquinas, dispositivos robóticos, e assim por diante [9].

Dentro de alguns PICs conhecidos, o 16F877A possui as características suficientes para a construção deste projeto, como mostra a Figura 2. Entre suas características principais podemos citar:

- Microcontrolador de 40 pinos;
- 33 pinos configuráveis como entrada ou saída;
- 15 interrupções disponíveis;
- Memória de programação FLASH;
- Memória EEPROM (não volátil) interna com 256 bytes;
- Memória RAM com 368 bytes;
- Três timers (2x8bits e 1x16bits);
- Comunicações seriais: SPI, I²C e USART;
- Conversores analógicos de 10 bits;
- Dois módulos CCP: Capture, Compare e PWM.

O Microcontrolador utilizado para o controle da iluminação é o PIC 18F2550, como mostra a Figura 3.

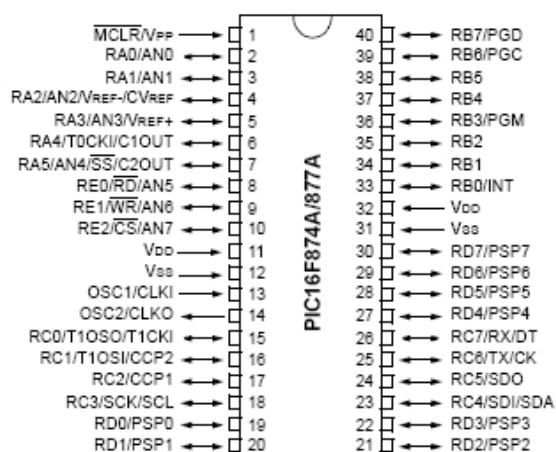


Figura 2: Pic 16F877A.

em tempo real de qualquer lugar através do uso da internet.



Figura 4: Câmera IP.

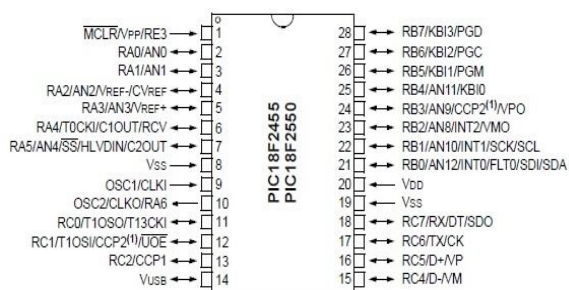


Figura 3: Pic 18F2550.

O microcontrolador PIC18F2550 é da família de microcontroladores de 8 bits e núcleo de 14 bits criada pela MICROCHIP. Ele permite controlar desde mais simples programa até um controle de um robô [10].

Dados Técnicos:

- Tensão máxima: 5.5 V;
- Entradas e saídas digitais: 33;
- Corrente de saída: 25 mA;
- Memória Flash: 14.3 kB;
- Memória SRAM: 2048 bytes;
- Memória EEPROM: 256 bytes;
- Velocidade do clock: 0 – 20 MHz.

3.1.3 Câmera IP

A câmera IP referenciada na Figura 4 foi desenvolvida para realizar a visualização de imagens

Possui um motor que possibilita sua movimentação horizontal em 270° e vertical 90°, onde pode ser controlada de qualquer lugar através do computador ou celular ligada à rede de internet através do próprio programa.

Possui um microfone e um autofalante o qual permite que você possa conversar com vítimas no local de um possível acidente, através do seu computador ou celular.

Possui uma lâmpada infravermelha que é rapidamente acionada de modo automático conforme a luminosidade do local, podendo assim realizar a filmagem no período noturno.

A câmera pode ser acionada estando conectada a um fio de internet Rj45 ou simplesmente pode ser acionada através de um roteador [11].

3.1.4 Módulo WI-FI ESP8266 ESP-01

O módulo wireless ESP8266, apresentado na Figura 5, foi criado para realizar a conexão de microcontroladores com a uma conexão WI-FI de uma forma bem simples e fácil.

Este módulo pode ser usado de duas formas, como um ponto de acesso (*Access Point*) ou como uma estação (*Station*), para poder realizar o envio ou o recebimento dos dados.

A comunicação deste módulo com os microcontroladores é feita utilizando uma interface serial e o seu firmware (conjunto de instrução operacional), podendo ser atualizado constantemente assim que necessário [12].



Figura 5: Módulo WI-FI ESP8266 ESP-01.

O ESP8266 possui uma antena embutida para a transmissão dos dados.

- Conexão a redes padrão 802.11 B/G/N;
- Alcance aproximado: 91 metros;
- Tensão de operação: 3.3 VDC;
- Comunicação serial: pinos TX e RX;
- Modos de operação: Cliente, Access Point, Client+AccessPoint;
- Modos de segurança wireless OPEN/WEP/WPA_PSK/WPA2_PSK/WPA_WPA2_PSK;
- Suporta comunicação TCP e UDP, com até cinco conexões simultâneas.

3.1.5 Sensor de Luminosidade LDR

O LDR (*Light Dependent Resistor*) significa resistor dependente de luz, é um componente em que a sua resistência varia de acordo com a luminosidade do local, ou seja, quanto, mais luz no ambiente em que está o sensor menor será a sua resistência.

Este sensor de luminosidade mostrado na Figura 6, pode ser utilizado em vários projetos com todos os tipos de microcontroladores [13].



Figura 6: Foto do sensor de luminosidade LDR.

3.1.6 Módulo L298N

O módulo é baseado no circuito integrado L298N que consiste em uma ponte-h e é bastante utilizado na área de robótica para o controle de motores. O módulo tem saída para controle de dois motores DC como mostra a Figura 7.

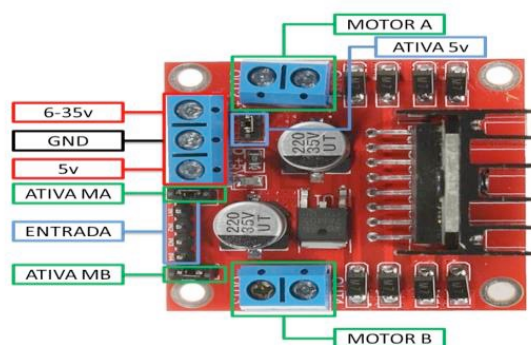


Figura 7: Módulo ponte H L298N.

O módulo ainda permite o controle da velocidade e da direção dos motores.

O módulo possui 6(seis), pinos de entrada, como também 4 (quatro), pinos de saída e alimentação para a placa numa tensão de 5VCC e alimentação para os pinos que alimentam o motor de 6VCC até 35VCC [14].

Características principais:

- Controle de 2 motores DC ou 1 motor de passo;
- Corrente de máxima: 2 A por canal ou 4A;

- Tensão lógica: 5 V;
- Corrente lógica: 0~36 mA;
- Limites de temperatura: -20 a +135°C;
- Potência máxima: 25 W.

3.1.7 Fonte de Alimentação

A bateria utilizada na alimentação do protótipo foi a do tipo Lithium-Polymer (LIPO) representada na Figura 8. É uma bateria que tem seus eletrólitos de sais de lítio retidos em um polímero sólido como o óxido de polietileno [15].



Figura 8: Bateria LIPO.

A opção pelo uso deste tipo de bateria é que possui uma grande capacidade de armazenar energia, comparadas com outras baterias.

A bateria Lipo usada é constituída de duas células (2S), cada célula armazena 3.7V logo o seu armazenamento total é de 7.4V, pois estão ligadas em série. A carga é de 2950mAh e 15C o que representa uma descarga de 15A.

Características principais:

- Números de Células: 2;
- Voltagem: 7.4V;
- Capacidade mAh: 2950.

3.1.8 Lanterna Led Cree

A lanterna cree led referenciada na Figura 9, atinge até 50m com um bom foco de nitidez, bastante usada no mercado [16].

Principais características:

- Modelo: Lanterna CREE LED.
- Potência: 3 w.
- Cor: Preta.
- Marca: CREE LED.
- Alimentação: 3x baterias AAA.

- Ilumina até 50 metros de distância com muita nitidez.
- Peso: 91 gramas.



Figura 9: Lanterna Cree Led.

4 Construção

O desenvolvimento e a construção deste projeto foram realizados em 06(seis) etapas:

- **ESP8266 ESP-01:**

Foi desenvolvido o código de linguagem em 'C', para o módulo, usando a IDE de desenvolvimento do "arduino".

Junto à linguagem foi criado um layout de comunicação do módulo com o notebook, em HTML.

No HTML foram criados 7 (sete), botões:

1. Ligar;
2. Desligar;
3. Frente;
4. Ré;
5. Direita;
6. Esquerda;
7. Parar.

Após a criação da linguagem foi realizado a gravação no módulo através de um conversor TTL – USB.

As informações serão transmitidas pelas portas seriais do módulo RX e TX.

- **Desenvolvimento da programação em C, para o Microcontrolador PIC 16F877A e o PIC 18F2550:**

O microcontrolador 16F877A receberá pelas portas seriais TX e RX, pino 25 e pino 26 respectivamente as informações vindas do

modulo ESP8266 ESP – 01, e assim repassado para a porta B (b0, b1, b2, b3, b4 e b5).

Esses pinos ativaram as entradas do modulo ponte H L298N.

O microcontrolador 18F2550 receberá as informações vinda do sensor de luminosidade LDR, e acionará a porta B (b0). Um circuito integrado 7408 (porta lógica AND) receberá o sinal do pic, acendendo assim a lanterna.

- **Simulação no Proteus (Labcenter Electronics):**

Foi realizada a simulação do Pic 16F877A no proteus, com a comunicação serial, juntamente com módulo ponte H L298N. O Pic 18F2550 também foi testado com o sensor LDR.

- **Modulo L298N:**

Próximo passo foi à conexão do Pic 16F877A com o modulo L298N e conseqüentemente com os motores DC da plataforma robótica.

- **Código da linguagem HTML:**

Para a obtenção dos dados vindo do ESP8266 para a página web no notebook, para uma melhor visualização do controle.

- **Câmera IP:**

A transmissão da imagem será realizada diretamente para o notebook através do WI-FI mostrando uma boa nitidez do local, com um ambiente iluminado ou sem iluminação.

- **Iluminação:**

Para a iluminação do robô foi usado o microcontrolador Pic 18F2550 conectado ao sensor LDR, onde ao detectar baixa iluminação do local o Pic acionará a lâmpada.

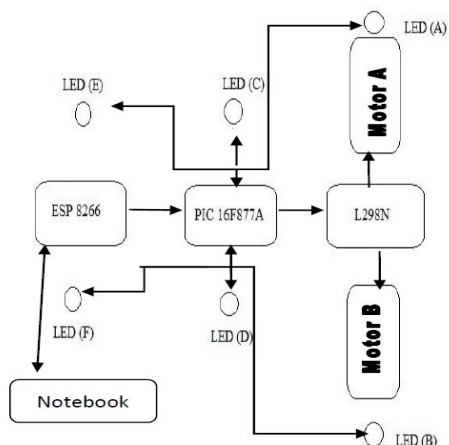


Figura 10: Diagrama de blocos I do projeto.

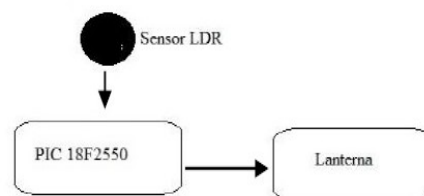


Figura 11: Diagrama de blocos II do projeto.

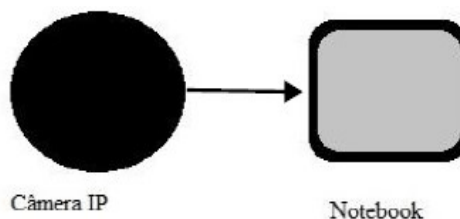


Figura 12: Diagrama de blocos III do projeto

A Figura 10 mostra a interligação entre os módulos eletrônicos e o microcontrolador Pic 16F877A, para a locomoção da plataforma chassi tanque de esteiras.

A Figura 11 mostra a interligação entre o sensor, pic 18F2550 e a lanterna cree led, formando o farol do protótipo robótico.

A Figura 12 mostra a comunicação da câmera IP com o notebook.

4.1 Fluxograma do Código

O fluxograma do código desenvolvido é mostrado na Figura 13 e Figura 14. O código foi desenvolvido em linguagem C, para o módulo ESP8266 e para os microcontroladores pic's.

- Comunicação do movimento da plataforma:

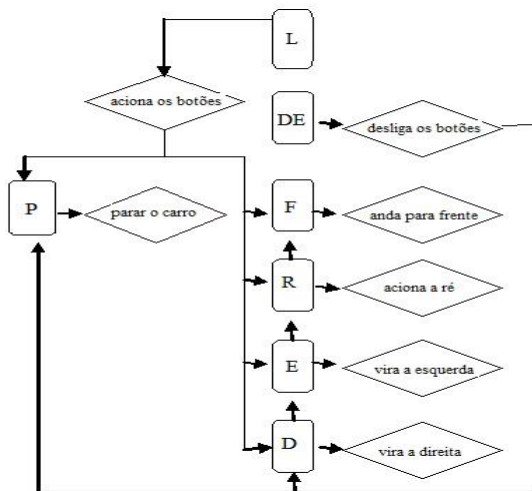


Figura 13: Fluxograma do código.

- Acionamento do farol:

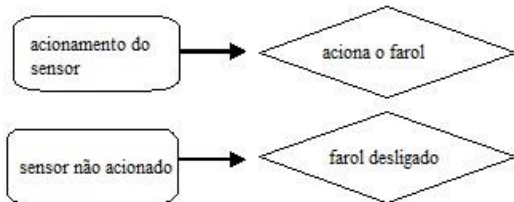


Figura 14: Fluxograma do código.

4.2 Circuitos Elétricos

A Figura 15 mostra o circuito eletrônico da locomoção do protótipo desenvolvido para o projeto.

A Figura 16 mostra o circuito eletrônico do farol do protótipo desenvolvido para o projeto.

5 Teste

Foram realizados diversos testes sobre o funcionamento do projeto, verificando sua utilidade no auxílio de busca e salvamento de pessoas em locais de riscos.

Foram realizados testes de:

- Controle;
- Tempo e consumo da bateria;
- Obtenção da imagem.
- Locomoção;

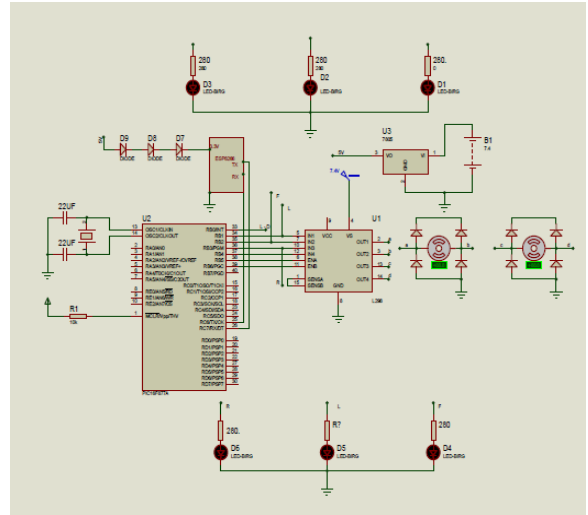


Figura 15: Circuito eletrônico da locomoção.

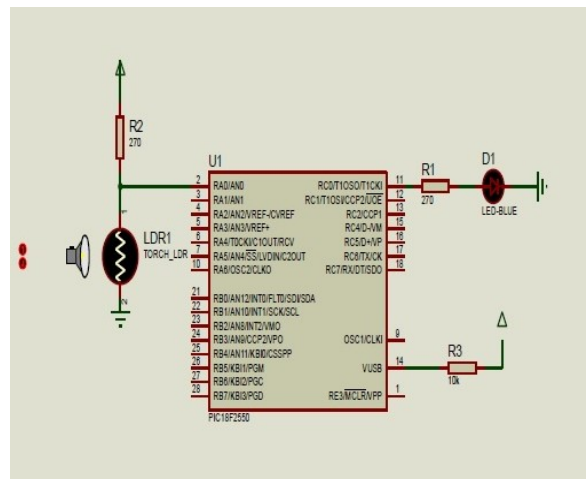


Figura 16: Circuito eletrônico do farol.

5.1 O Controle:

O controle de comunicação entre o computador e a plataforma robótica usando o ESP8266 ESP-01, funcionou com sucesso. A transmissão dos dados foi

<http://dx.doi.org/10.25286/rep.v2i2.550>

Plataforma Robótica para Busca de Pessoas em Locais de Risco

realizada em uma distancia de 90m aproximadamente em locais abertos e 50m aproximadamente em locais fechados.

Este alcance de sinal é determinado pelo o sinal do roteador, no caso usamos o TP-Link TL – WR740N, onde o seu alcance em metros é de 150m, em locais abertos.

A Figura 17 demonstra o controle da plataforma robótica acessada pelo notebook.

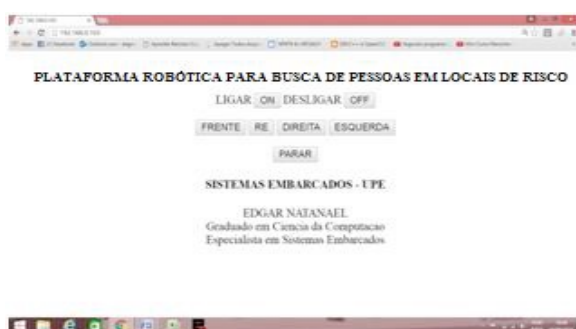


Figura 17: Circuito eletrônico da locomoção.

A Figura 18 demonstra o controle da plataforma robótica acessada pelo celular.



Figura 18: Comunicação do ESP8266 com o celular.

A Figura 19 mostra o programa de controle da câmera IP.

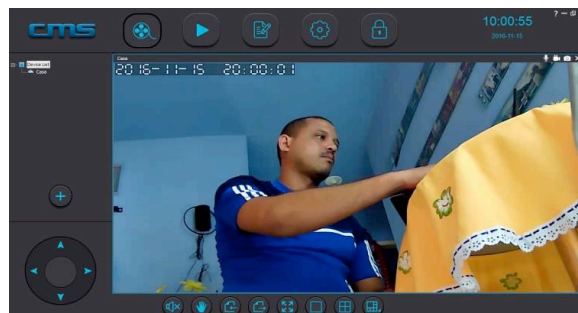


Figura 19: Ambiente do controle da câmera IP.

5.2 Bateria:

A bateria usada no robô como já foi especificada em cima é a do tipo LIPO e sua tensão é de 7.4v e 2950mAh. O robô consome uma corrente mínima para o seu funcionamento de 1,1A ou 1100mA. Com a bateria usada e o consumo do circuito o tempo de funcionamento do robô é de 2h41min aproximadamente.

De acordo com algumas pesquisas foi encontrada uma fórmula usada por estudantes e profissionais para calcular o tempo de duração de uma bateria [17].

Tempo = Capacidade da bateria / Consumo do dispositivo.

$$\text{Tempo} = 2950\text{mAh} / 1100\text{mA}.$$

$$\text{Tempo} = 2\text{h}41\text{min}.$$

5.3 Obtenção de Imagem:

As imagens obtidas foram de uma boa qualidade de acordo com as especificações do fabricante da câmera IP e meramente ilustrativa, apenas para demonstrar a sua qualidade.

Principais características do programa da câmera (CMS):

- Botões de direções (Esquerda, Direita, Cima e para Baixo);
- Botão de alto falante;
- Botão de para fotos;
- Botão de filmagens.

A filmagem e as fotos da câmera são armazenadas em um cartão de memória acoplado na própria câmera.

A câmera pode ser acessada pelo cabo Rj45 ou programada para ser acessada pela WI FI, no caso do nosso projeto. O alcance do acesso da câmera é determinado pelo roteador, no caso usamos o TP-Link TL - WR740N, onde o seu alcance em metros é de 150m, em locais abertos.

Em locais fechados constatamos que o alcance do sinal foi aproximadamente de 50m.

Ainda foi possível realizar a comunicação com o robô através do microfone e altofalante da câmera. O seu funcionamento é realizado da seguinte forma: para falar é pressionado o botão de voz e para ouvir ele é solto. A distância de alcance obedece ao mesmo critério que o sinal de WI-FI.

As Figuras a seguir demonstram a visão do controlador pelo notebook através da câmera IP, em ambiente com luz, com baixa luminosidade (infravermelho da câmera) e com o farol do robô.



Figura 20: Ambiente com luz.



Figura 21: Ausência de luz (infravermelho).



Figura 22: Farol da plataforma robótica ligada.

5.4 Locomoção:

Os terrenos onde foram realizados os testes da plataforma robótica, são do tipo arenoso (areia), com entulhos (resíduo da construção civil) e com alguns tipos de revestimento de pisos, como cimento e cerâmicas, obtendo assim um ótimo desempenho e uma estabilidade no seu deslocamento.

A Figura 23 mostra a plataforma robótica em terreno com entulhos.



Figura 23: Terreno com entulhos.

A Figura 24 mostra a plataforma robótica em piso de cerâmica.

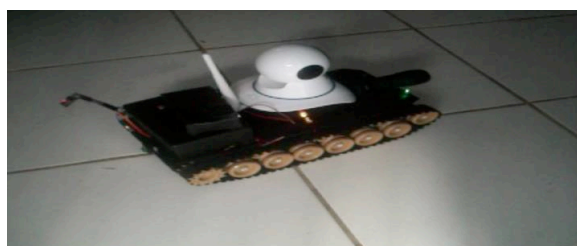


Figura 24: Piso de cerâmica.

A Figura 25 mostra a plataforma robótica em piso de cimento.

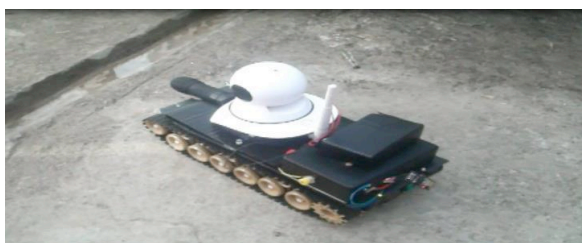


Figura 25: Piso de cimento.

5.5 Iluminação:

O sensor de Iluminação reagiu muito bem, com bastante precisão trazendo iluminação necessária quando o robô adentrou em local onde iluminação era precária, como mostra as Figuras 26 e Figuras 27 seguir.



Figura 26: Acionamento do farol.



Figura 27: Farol ligado (visão do operador).

6 Vídeo Demonstrativo

Realizamos uma filmagem para demonstrar as habilidades do robô e suas características [18].

7 Conclusões

Apresento este trabalho sobre o tema, "Plataforma Robótica para busca de Pessoas em locais de risco", abordando a pesquisa e o desenvolvimento de um protótipo robótico, utilizando-se de dois microcontroladores, sensor LDR, módulo de comunicação WI-FI, módulo de controle de motores e um chassi robótico com esteiras.

O protótipo construído e a sua fase de testes mostraram-se inteiramente funcional e bem estável. O desenvolvimento obteve o resultado esperado, e o mesmo pode ser adicionado novas funcionalidades e novos recursos ao longo do seu destino final.

Poderão ser construídas plataformas mais robustas para a idealização do projeto, tornando esta ideia um caminho de abertura para novas maquina com o objetivo de ajudar o ser humano em diversas catástrofes.

A tecnologia usada na sua construção apenas permitirá que ele seja usado em desastre que tenham locais de áreas secas e de temperatura no máximo de 90° C e no mínimo de - 40° C como já citado poderá ser usado outras tecnologia que permita que o robô atue em locais com temperaturas maiores.

Poderão ser realizados novos testes para a extração das imagens, fazendo com que essas imagens sejam um padrão para reconhecimento de traumas em vítimas de acidentes, usando técnicas de visão computacional.

Referências

[1] (BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.), Mar 2015.

[2] www.pe.gov.br. <http://www.pe.gov.br/orgaos/corpo-de-bombeiros-militar-de-pernambuco/>, Abr, 2015.

[3] TAN, Chee. <http://www.idemployee.id.tue.nl/>, 2013. Disponível em: <<http://www.idemployee.id>.

tue.nl/g.w.m.rauterberg/publications/AJBAS2013
journal-a.pdf/> Nov, 2016.

[4] S. Sait. startupi.com.br/, 2015. Disponível em: < <https://goo.gl/T93GAI> />.Abr, 2015.

[5] R. Galileu. Revistagalileu.globo.com., 2010. Disponível em : < <https://goo.gl/oLasiH> />.Abr, 2015.

[6] Texas A&M University. crasar.org, 2016. Disponível em : < <http://crasar.org/>>.Jun, 2015.

[7] AliExpress. pt.aliexpress.com/, 2015. Disponível em: <https://goo.gl/MVnERY> / > Mar, 2016.

[8] FRANCETTO, Tiago. tiagofrancetto.blogspot.com.br, 2009. Disponível em: <<http://tiagofrancetto.blogspot.com.br/2009/09/tratores-de-esteira.html/>>.Abr, 2016.

[9] ANTÔNIO, Marcos. www.pictronics.com.br 2006. Disponível em : <<http://www.pictronics.com.br/downloads/apostilas/Apostila-Pic-C.pdf/>>.Abr, 2016.

[10] SOUZA, Fábio. www.embarcados.com.br, 2014 Disponível em : <<http://www.embarcados.com.br/pic/>>Abr, 2016.

[11] Blog ProjSeg. blog.ptojseg.com.br. 2014. Disponível em :<<http://blog.projseg.com.br/index.php/2014/02/camera-ip-definicoes-funcionalidades-instalacao-utilizacao/>>.Jun, 2016.

[12] Arduino & Cia. www.arduinoecia.com.br. 2015. Disponível em: <http://www.arduinoecia.com.br/2015/03/arduino-modulo-wireless-esp8266.html/> Ago, 2019.

[13] FILIPEFLOP. <http://www.filipeflop.com>, 2016. Disponível em: <<http://www.filipeflop.com/pd-225600-sensor-de-luminosidade-ldr-5mm.htm> l/> Jun, 2016.

[14] Arduino & Cia. www.arduinoecia.com.br. 2014. Disponível em: <http://www.arduinoecia.com.br/http://www.arduinoecia.com.br/2014/08/ponte-h-1298n-motor-de-passo.html>.Jun, 2016.

[15] ARIAS, Anderson. blog.droneng.com.br, 2016. Disponível em: <<http://blog.droneng.com.br/baterias-lipo/>>.Ago, 2016.

[16] LOBO, Júlio. sobrevivencialismo.com, 2016. Disponível em : <<https://sobrevivencialismo.com/2016/07/04/lanternas-o-guia-completo/>> Ago, 2016.

[17] DAQUINO, Fernando. www.tecmundo.com.br. 2013 Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/bateria/37110-o-que-significa-o-mah-nas-baterias-de-celulares-e-tablets-.htm>>.Ago, 2016.

[18] NATANAEL, Edgar. www.youtube.com.br, 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=V6ryo8zq36c>>. Nov, 2016.

Comparação entre Servidores de Banco de Dados Tradicionais e Sistemas Dedicados: Um Estudo de Caso sobre a Aplicação do Oracle Exadata Software

Comparison between Traditional Database Servers and Dedicated Systems: A Case Study on the Application of Oracle Exadata Software

Jean Nascimento ¹

Danilo Ricardo Barbosa de Araújo ¹

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil

E-mail do autor principal: Jean Nascimento jean.rnascimento@gmail.com

Resumo

A busca por ambientes de alto desempenho foi um dos motivadores da área da implementação de softwares específicos para extrair o máximo de desempenho do hardware, e o termo appliance surgiu para descrever essa integração. Quando existe a integração do hardware com o software são minimizados problemas como compatibilidade e indisponibilidade além de serem maximizados itens como as possibilidades de acesso a recursos do hardware. Este trabalho apresenta o funcionamento do software de banco de dados desenvolvido para um hardware específico, o Oracle Exadata Software. Foi realizado um estudo de caso comparando o desempenho de consultas SQL no ambiente tradicional de banco de dados e no ambiente com Exadata Machine, o que possibilita entender que as funcionalidades disponíveis no Exadata Software trazem um ganho tanto de desempenho quanto de escalabilidade. O trabalho conclui que para um banco de dados Oracle existe um ganho real de 45% de redução do tempo de espera do resultado de uma consulta no ambiente Exadata comparado ao tradicional.

Palavras-Chave: Exadata; Volumetria; Banco de Dados Relacional; SQL; Tuning; IOPS.

Abstract

The search for high performance environments was one of the motivators in the area of implementation of specific software to extract the maximum performance of the hardware, and the term appliance came to describe this integration. When hardware integration with the software exists, problems such as compatibility and unavailability are minimized in addition to maximizing items such as the possibilities of accessing hardware resources. This work presents the operation of database software developed for a specific hardware, the Oracle Exadata Software. A case study comparing SQL query performance in the traditional database environment and the Exadata Machine environment, which makes it possible to understand that the features available in Exadata Software bring both performance and scalability gain. The work concludes that for an Oracle database there is a real gain of 45% reduction of the waiting time of the result of a query in the Exadata environment compared to the traditional one.

Key-words: Paper; Engineering; Template; NBR 14724 ABNT.

1 Introdução

Atualmente se vive a era da informação e nela o valor associado ao dado muitas vezes supera os valores de bens materiais, tanto no mundo corporativo quanto no meio social. A forma como os dados são manipulados têm ganhado cada vez mais relevância, e a velocidade com que são gerados e armazenados se torna um quesito de grande importância. Conforme previsão da IDC Brasil, o volume de dados criado no mundo crescerá anualmente 44 vezes até 2020 e mais de um terço de toda essa massa de informação será armazenada em servidores nas nuvens ou passará por eles. No Brasil, o volume de dados deve ir de 212 bilhões de gigabytes em 2013 para 1.600 bilhões de gigabytes em 2020. (IDC BRASIL, 2013).

Com foco nessa necessidade, diversas empresas que possuem soluções para servidores de banco de dados passaram a oferecer alternativas baseadas em *appliance*, dentre as quais podemos destacar a *Oracle* (WEISS, 2009), *IBM* (SINGH, 2011) e *Teradata Technology* (TERADATA.COM, 2016).

A *Oracle* em 2008 deu início ao projeto *Exadata* inicialmente em parceria com a *HP* e posteriormente com a *Sun Microsystems*. Nessa parceria a *HP* e a *Sun Microsystems* produziram o *hardware* e a *Oracle* produziu o *software*, surgindo dessa união o *appliance* que permitiria um grande poder computacional. Nas primeiras versões, o projeto focou apenas em soluções para *Data Warehouse*, mas logo foi observado que poderia também tratar os dados transacionais das operações do dia a dia das organizações. A versão oferece alto desempenho tanto para dados analíticos quando para transacionais (OSBORNE, 2015).

Dentro do mercado de soluções *appliance* como alternativas a solução da *Oracle*, o *IBM PureData System for Analytics* que hoje é projetado e desenvolvido pela *IBM*, foi originalmente construído pela *Netezza* e adquirido pela *IBM* (SINGH, 2011). Esta solução basicamente é constituída de três camadas: as unidades de armazenamento, os servidores *S-Blades* e os servidores de aplicação. Outra solução disponível no mercado é o *Teradata Extreme Data Appliance* desenvolvido pela *Teradata Technology*, mas focada no *hardware* e disponibiliza um grande conjunto de plataformas *hardware* para permitir projetar o *software* em conjunto (TERADATA.COM, 2016).

A proposta deste trabalho tem como objetivo complementar as referências bibliográficas em português sobre o *Oracle Exadata* e em seu

funcionamento do *Oracle Exadata Database Machine* mais especificamente o *Exadata software*. Além disso, este artigo oferece uma comparação entre ambientes tradicionais e o *Exadata*, demonstrada por meio de um estudo de caso do sistema de classificação e tributação de preço do *mix* de produtos de uma unidade varejista. O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta um breve histórico sobre os trabalhos que estão relacionados a servidores de banco de dados OLAP e OLTP, comparativos de banco de dados relacional e *data warehouse*. A Seção 3 engloba o referencial teórico e elenca as técnicas e tecnologias geralmente utilizadas pela administração de banco de dados. A Seção 4 explica a metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho. A Seção 5 explica em detalhes o *Oracle Exadata Database Machine*, mais especificamente a versão x5-2, arquitetura, componentes, funcionalidades e aborda de forma detalhada o *Oracle Exadata Software*, demonstrando sua arquitetura e suas funcionalidades. A Seção 6 apresenta os resultados relacionados com a comparação entre o *Oracle Exadata Database Machine* e um servidor de banco de dados não *appliance* com um estudo de caso simulado de manipulação de grande volume de dados. Por fim, na Seção 7 apresenta as considerações finais sobre todo o trabalho.

2 Metodologia

A metodologia empregada neste trabalho pode ser resumida por meio de cinco macro etapas:

1. Revisão bibliográfica usando literatura especializada no tema;
2. Estudo da migração do ambiente tradicional para o *Exadata*;
3. Criação de um exemplo simulando a operação com grande carga de dados;
4. Criação de um ambiente simulado para colocar a prova os conceitos e definições;
5. Consolidação dos resultados.

As etapas são descritas adiante com maior riqueza de detalhes.

Na primeira etapa, foi realizada a revisão da literatura técnica e científica a qual consistiu a buscas por trabalhos que abordassem os conceitos, tecnologias e trabalhos relacionados. A partir dela foi possível criar uma base de referências para um melhor refinamento da proposta. A revisão da literatura ficou voltada para trabalhos referentes à proposta de detalhamento do ambiente *Exadata* e a

comparação com o ambiente de banco de dados tradicional. Os motores de busca utilizados foram o *Google* e *Google Acadêmico* através das palavras-chaves: *Exatada*, volumetria, Banco de dados Relacional, *SQL Tuning* e IOPS.

Na segunda etapa, foi feito um estudo sobre o ambiente *Exatada*, incluindo um acompanhamento e documentação da migração do ambiente com servidores de banco de dados tradicionais para uma nova estrutura com *Exadata Database Machine* em uma corporação internacional de hipermercados. O processo foi realizado com um ambiente de QA (*Quality Assurance*) que sustentou a operação de teste e simulação da produção durante 5 semanas, com 2 profissionais especialistas em ambiente *Exadata*, 2 DBA Oracle certificados, 2 Analistas de sistema, 1 Analista de integração, 1 Analista de infraestrutura e 1 gerente de projeto.

Na terceira etapa, foi criado um exemplo simulando a operação com grande carga de dados, o exemplo demonstra a operação de classificação e carga tributária para cálculo do preço de venda dos produtos de um hipermercado. O volume de dados gerado foi da ordem de 20 milhões de registros resultado do plano cartesiano de um *mix* de produtos de 50 mil itens vezes 5 distribuidores/fornecedores por item vezes 27 UFs (Unidade da Federação) vezes 3 CFOPs (Código Fiscal de Operações e Prestações). Com este estudo de caso, é demonstrado o comportamento das consultas SQL (Structured Query Language) em uma massa de dados de alta volumetria no ambiente tradicional e no ambiente *Exadata*.

Na quarta etapa, foi iniciada a criação de um ambiente simulado para prova de conceito do exemplo simulado. Devido a limitações de acesso aos recursos de *hardware* necessários para estudo do ambiente *Exadata*, não foi possível realizar o comparativo do seu *hardware* com produtos concorrentes. Adicionando-se a esse fato, uma restrição em seu contrato de uso, que descreve em cláusulas do EULA (*End-User License Agreement*) ser proibido a comparação do *hardware* por terceiros. O artigo foca na comparação do *Exadata Software* com o ambiente de banco de dados não *appliance* executando um sistema varejista. A última etapa consistiu na consolidação dos resultados e elaboração deste artigo contendo os resultados finais da pesquisa.

3 Trabalhos Relacionados

Nesta seção serão abordados alguns estudos encontrados durante a elaboração deste artigo. São análises relativas ao desempenho de diversos sistemas de bancos de dados relacional, análises relativas a sistemas de armazenamento de dados e análises das linguagens SQL e NoSQL.

Jonathan da Silva e colaboradores (DA SILVA, 2016) realizaram um estudo abordando a implementação de um projeto de BI comparando o banco de dados MySQL e Postgres com o auxílio da ferramenta de ETL Pentaho Data Integration da suíte Pentaho Community. Com o trabalho foi possível dizer que o *Postgres* se mostrou melhor do que o *MySQL* como opção para uso como *data warehouse* em um projeto de BI, sendo o *Postgres* o que utiliza menor quantidade de recursos e se mostra mais eficiente.

Ronald Weiss em nome da Oracle Corporate (WEISS, 2012) apresentou os pontos técnicos relacionados a versão da *Exadata Database Machine X2-2* e *X2-8*. Foram abordados na apresentação detalhes como funcionamento, arquitetura, componentes e modelos de escalabilidade.

Kai Yu e colaboradores (YO, 2015) propõem uma nova arquitetura para um sistema de banco de dados *appliance* composto pelo software da Oracle integrado com o hardware da Dell para aceleração de bancos de dados. O estudo aponta que o ambiente da Oracle de fato é líder no mercado, mas pode ter o seu desempenho melhorado se novos investimentos em hardware forem executados.

4 Referencial Teórico

4.1 Princípios de Banco de Dados

Banco de dados é um sistema de manipulação de registro com o propósito geral de manter os dados e torná-lo disponível sempre que necessário. O banco de dados normalmente armazena os dados relacionados a um sistema de computador (FOSTER, 2014).

Em um banco de dados relacional uma série de tabelas de registros com Atributos são ligadas entre si por uma ou mais relações. Essas relações são criadas usando chaves estrangeiras que são atributos que contém os mesmos dados em ambas as tabelas (CROWTHER, 2013).

A maior parte da programação de hoje é feita em uma linguagem orientada a objetos que introduz um ambiente rico onde os dados, os procedimentos e as

funções de manipulação são armazenadas juntas. Um banco de dados orientados a objetos é visto como um único objeto persistente no qual operações podem ser realizadas (CROWTHER, 2013).

Uma característica dos bancos de dados que utilizam o SQL como linguagem é a forma de organizar os dados, todos são bancos de dados relacionais, e isso quer dizer que os dados estão organizados em linhas e colunas de tabelas relacionadas entre si.

Um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) é um conjunto de programas que permitem a gestão de um banco de dados. Das funções mais importantes de um SGBD se destacam as seguintes (FOSTER, 2014):

- Definição de dados (tabelas, dependências, de integridade, visões);
- Manipulação de dados (adicionar, atualizar, deletar, recuperar, re-organizar e agregar
- Verificações de segurança e integridade de dados;
- Apoio a linguagens de programação.

O modelo relacional de banco de dados é fundamentado em princípios matemáticos, principalmente da álgebra relacional. Representado por uma coleção de tabelas (entidade) e um conjunto de linhas (tuplas), uma lista de valores de atributos. Álgebra relacional consiste em um conjunto de operações sobre as relações, onde cada operação produz uma nova relação a partir de um ou mais relações já existente (COUGO, 2011). Há oito operações básicas de álgebra relacional, são elas: união, diferença, restrição, produto, projeção, *join*, cruzamento e divisão (FOSTER, 2014).

4.1.1 SQL

Para a manipulação de dados em um banco de dados foi criado o padrão de linguagem bastante difundido no mercado conhecido pela sigla SQL (*Structured Query Language*) que possibilita aos usuários operações de inclusão, consulta, alteração e deleção de dados. O SQL é a linguagem utilizada em diversos produtos do mercado tais como banco de dados Oracle, SQL Server, e o Postgres (FOSTER, 2014).

Além da estrutura para armazenar os dados existem também outros objetos em um banco de dados. Por exemplo, alocação de memória para execução de tarefas, armazenamento em arquivos, *trace* das transações e, por fim, os objetos de

transação como índices, procedimento, *triggers*, *sequences* e os dados transacionais em si (PETERSEN, 2003).

Em 1998 foi utilizado o termo NoSQL para um banco de dados relacional que omitiu o uso da linguagem SQL. Posteriormente em 2009 foi utilizado novamente em uma conferência em São Francisco por defensores de um modelo não relacional (COSTA, 2016).

4.2 OLTP e OLAP

O trabalho do banco de dados de forma geral se concentra em armazenamento e consulta de dados (COUGO, 2011). Com a evolução das aplicações e o grau de importância que a informação ganhou dentro das organizações, o banco de dados passou a ter não só a necessidade de armazenar e consultar, mas também de ser capaz de transformar a informação de modo que permita o uso de dados históricos para ser utilizado como base na tomada de decisões estratégicas.

Nesse contexto, foram difundidas duas formas de processar a informação: OLTP (*On-line Transaction Processing*) e OLAP (*On-line Analytical Processing*).

O formato OLTP voltado para a operação do dia a dia das organizações, são os processos que dão sustentação a operação, tarefas rotineiras, geradas a partir de sistemas computacionais utilizados para guiar a produção do produto fim da organização. Nesse formato as informações são voláteis, não existem históricos de dados, é a tarefa que está sendo executada agora, e as consultas SQLs não são focadas em alta performance pois o volume de dados é baixo (KOROTKEVITCH, 2015).

O formato OLAP é voltado para a análise analítica dos dados, diferente da operação com dados transacionais, trata da capacidade de analisar grandes volumes de informações nas mais diversas perspectivas dentro de um *Data Warehouse*. Nesse formato, a informação não é volátil, existe um denso histórico de dados e as consultas SQLs são focadas em desempenho extremo, voltada a auxiliar as organizações na tomada de decisão (COUGO, 2011).

Mesmo se tratando de formas diferentes de processar os dados, OLTP e OLAP não são excludentes, são formas complementares de processar os dados. Todas as organizações precisam do OLTP para manter-se funcionando nas operações do dia a dia e também precisam do OLAP para estudar o histórico da organização e do mercado e assim ser

capaz de tomar decisões fundamentadas em estatística e comportamentos conhecidos.

4.3 IOPS

IOPS (*Input/Output per Second*) é a capacidade de ler ou escrever no disco por segundo e isso impacta diretamente no desempenho da aplicação que por consequência no tempo de resposta de uma consulta SQL. Uma das formas de analisar o tempo de resposta de consultas SQLs é verificar a quantidade de leituras e escrita que são realizadas no *Storage* para se obter o resultado de uma consulta realizada, mesmo considerando que a percepção do usuário ou fatores externos podem interferir para determinar se um tempo de resposta é ou não aceitável. Com isso, é possível usar o IOPS da unidade de armazenamento, seja ela um HDD (*Hard Disk Drive*) ou uma memória *Flash* como um SSD (*Solid-State Drive*) para entender e melhorar os resultados de uma consulta SQL (SINCIC, 2012).

Para calcular o IOPS de um disco é necessário obter os valores de latência rotacional (tempo que o disco leva para girar e posicionar-se no ponto de leitura) e a latência de procura (tempo que a cabeça de leitura leva até o ponto a ser lido), e uma vez com esses dados basta aplicar a fórmula de 1000 sobre a latência rotacional, somada a latência de procura (SINCIC, 2012).

O disco HDD padrão de 7200 RPMs chega a uma taxa de 75 IOPS enquanto um SSD padrão atinge 1500 IOPS. Para compensar essa diferença na taxa de IOPS é possível utilizar algumas técnicas de RAID para aumentar a taxa de IOPS dos HDD, como por exemplo, utilizando o RAID 10 com 6 discos de 7200 RPMs, é possível chegar a uma taxa de 294 IOPS; ou utilizando um RAID 5 com 4 discos de 15000 RPMs, é possível alcançar a taxa de 274 IOPS. Para chegar a um denominador comum entre usar o HDD ou SSD é necessário avaliar quanto de IOPS será necessário e verificar se a relação custo-benefício entre SSD e HDD é vantajosa considerando a taxa IOPS e o custo financeiro para aquisição dos equipamentos (SINCIC, 2012).

4.4 Appliance Computer

O termo *Appliance Computer* é usado para indicar que uma solução de *software* foi construída especificamente para um determinado *hardware*. Talvez o caso mais conhecido da aplicação desse

termo seja o *software* iOS construído pela *Apple* para executar inicialmente no iPhone e que hoje tem uma variação para o iPad e outra para o iPod Touch.

No mercado de soluções para banco de dados, a *Oracle* em 2008 construiu o *Software Exadata* para executar sobre a solução da HP e nessa parceria lançaram o *HP Oracle Database Machine*, com recursos de servidor de banco de dados que apenas podiam ser obtidos pela solução Oracle/HP (OSBORNE, 2015).

5 Arquitetura e Detalhamento Técnico do Oracle Exadata

O *Oracle Exadata Software* foi desenvolvido pela *Oracle* em 2008 para executar em servidores de banco de dados produzidos pela HP com o objetivo de dar ao banco de dados um desempenho superior. O *software* foi baseado no SAGE (*Storage Appliance for Grid Environments*) e voltado para banco de dados *Data Warehouse*.

Com a aquisição da empresa SUN pela *Oracle* em 2009, a empresa que era proprietária tanto do *software* quanto *hardware*, lançou a segunda versão do *Exadata Database Machine* desta vez totalmente produzido pela *Oracle*. A versão mais recente da *Exadata Machine* pode ser encontrada em 6 modelos, partindo dos modelos base X6-2 e X6-8, nas variações *quarter-rack*, *half-rack* e *full-rack*. Como introdução à arquitetura e funcionalidades do *Exadata Software* será feita uma breve descrição do *hardware* que acompanha a versão X5-2 do *Exadata* (OSBORNE, 2015).

5.1 Hardware

Avaliando o *hardware* da *Exadata Machine*, não há grandes diferenças para os produtos concorrentes. Observa-se que em quesitos de *hardware* existem opções no mercado superiores ao *Exadata Machine* (WEISS, 2012). O *hardware* do *Exadata Machine* pode ser dividido em três grandes partes: o servidores de banco de dados, o *Storage Server* e a *Infiniband*, como pode ser visto na Figura 1.

Na versão *Oracle Exadata X5-2* o servidor de banco de dados conta com dois processadores Intel Xeon E5 2600 v3. Cada processador Intel Xeon é composto por até 18 núcleos que na versão *full rack* entrega 288 núcleos, com uma frequência de até 2.6 GHz e tem 45 MB L3 *cache*. Um conjunto de 24 *slots* DIMM (*dual inline memory module*), onde cada *slots* permite o uso

de uma placa de memória de até 32 GB DDR4 com frequência de 2133Hz, totalizando 768 GB de memória, quando todos os slots estão sendo utilizados. A largura de banda alcança os 2133MT/sec por canal, conforme pode ser observado na Figura 2.



Figura 1: Divisão do Exadata Machine.

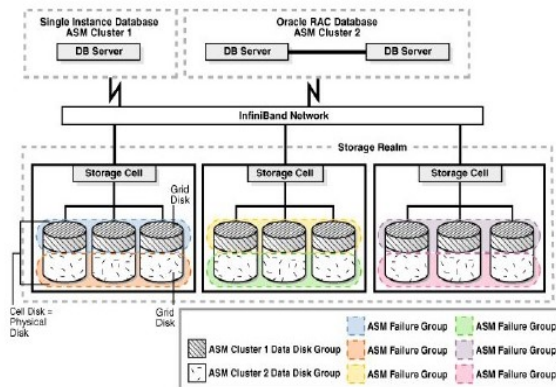


Figura 2: Arquitetura do Oracle Exadata Machine Database.

O Storage Server do Oracle Exadata X5-2 traz consigo 4 discos SAS (Serial Attached SCSI) de alto desempenho de 600 GB com 10.000 RPM cada, totalizando 2.3 TB e uma controladora de disco HBA com 1 GB supercap-backed write cache. Como o Oracle Exadata vem se tornando cada vez mais um banco de dados em memória, além dos discos SAS, o equipamento possui mais 2 placas F160 produzidas pela parceria Oracle Intel conectadas no barramento PCIe de 470 mil IOPS de read e 170 mil IOPS de write, ligadas a 4 placas de Flashdisk produzidas pela Intel que somadas entrega aproximadamente 180 TB de armazenamento. Um esquema técnico sobre esta

arquitetura pode ser visto na Figura 3 (ORACLE, 2016).

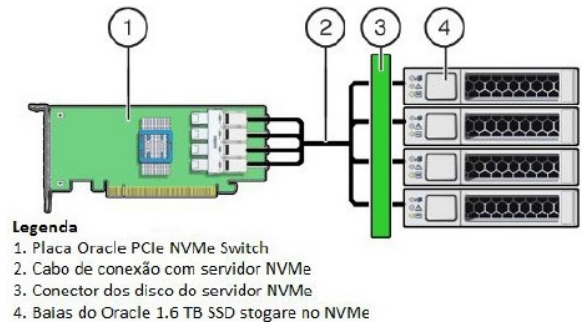


Figura 3: Placa de conexão Infiniband.

5.2 Exadata Software

O Exadata Software executa no S.O. Linux instalado no Storage Server da Exadata Machine de forma isolada, ou seja, cada Storage Server executa uma instância do Exadata Software sem saber que existe as demais unidades do Storage Server. A arquitetura do Exadata Software é dividida em processos: Management Server, Restart Server e Cell Server. O Management Server (MS) responde pelo gerenciamento do hardware que é disponibilizado para o Exadata Software. Uma analogia poderia ser feita como sendo um "Driver Device" criando uma interface do software com o hardware. Já o Restart Server (RS) responde pela monitoração dos processos e em casos de travamento é responsável por reinicializá los. Por fim a Cell Server trata da parte principal do Exadata Software, e responde pelo gerenciamento de discos, comunicação e recursos com offload de SQL (OSBORNE,2015).

O Cell Server é a representação de um Storage Server e contém dados como nome do storage e endereço ip de acesso. Para isso, uma cell é composta de um physicialdisk, que por sua vez é composto por uma LUN (Logical Unit Number) que representa de forma lógica um physicialdisk. Em cada LUN existe o celldisk que pode ser acessado e gerenciado pela função cellcli. Por fim, o celldisk é composto pelos "n" griddisk que são agrupados nos diskgroups já no lado do servidor de banco de dados no ASM (OSBORNE,2015).

Existem por padrão 3 griddisk: DATA, RECO e DBFS. O DATA, como o próprio nome diz, guarda os dados. RECO é responsável pela área de recuperação ou redo. DBFS é responsável pela área dos arquivos de sistema. O Exadata Software distribui essas áreas de forma estratégica no disco, ficando a RECO na

parte central do disco, a DBFS na área interna e a DATA na parte externa. Isso é feito para aumentar a quantidade de IOPS uma vez que a cabeça de leitura fará movimentos menores para chegar ao dado buscado, conforme Figura 4 (ORACLE, 2016).

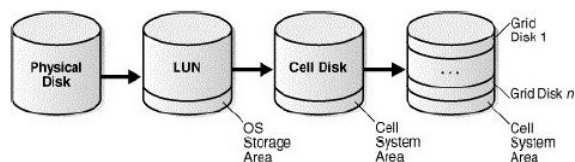


Figura 4: Sistema de discos do Storage Server.

Outra parte importante no *Exadata Software* é o protocolo iDB, que é responsável pela comunicação entre o servidor de banco de dados e o *Storage Server* através das *Infinibands*. O protocolo iDB desenvolvido pela Oracle é baseado no RDS (*Reliable Datagram Sockets v3*) que possibilita baixo *overhead* e latência utilizando o ZDP (*Zero-loss Zero-copy Datagram Protocol*) do *Infiniband* com o DMA (*direct memory access*). Isso torna o *Exadata Software* capaz de ler diretamente a memória do servidor de banco de dados e gravar na memória do *Storage Server* sem passar pelo processador (ORACLE, 2016). Para finalizar, o *Exadata software* dispõe das seguintes funcionalidades (OSBORNE,2015):

- Descentralização e escalabilidade: os dados não precisam mais ir para o servidor de banco de dados e voltar para o *Storage Server*. O banco de dados (*GridDisk*) pode informar à *Storage Server* destino qual a *Storage Server* origem e então realizar a leitura diretamente, o que diminui consideravelmente o consumo de rede *Infiniband*.
- *Smart Flash*: garante que os dados mais acessados ficarão tanto no disco quando na memória *flash* e em caso de atualização de dados, o valor é enviado para os dois ao mesmo tempo e o primeiro que for sucesso já informa ao servidor de banco de dados a operação concluída.
- *Resource Manager*: permite modificar em tempo real os recursos associados à configuração do banco de dados sem reiniciar o servidor.
- *Cell Offload*: o grande diferencial do *Exadata Software* está na função *cell offload*, pois nela o *software* é capaz de verificar na consulta SQL recebida no *storage*, quais colunas e condições

são requisitados. Baseado nessas informações ao invés de retornar todo um bloco de dados referente à solicitação requisita e retorna apenas as linhas que respeitam a condição enviada. Este recurso fornece um ganho de 85% de redução do I/O entre o servidor de banco de dados e o *Storage Server* (WEISS, 2012).

- HCC: *Hybric Columnar Compression* é uma tecnologia híbrida da forma de compressão dos dados em colunas e linhas ao invés de apenas linhas, onde são agrupados os valores das colunas de um determinado grupo de linhas e compactados, isso baseado no resultado da análise do *Storage Server*.
- *Storage Index*: Os dados são indexados no próprio *storage* em pacotes de 1MB, de modo que são gravados os mínimos e máximos valores por coluna.

6 Estudo de Caso

Após descrever os recursos que o *Exadata Software* disponibiliza para os DBAs, será demonstrado um estudo de caso para se entender na prática como são aplicados os conceitos do *Exadata Software*.

O ambiente tradicional utilizado para comparação com o ambiente *Exadata* é composto por 3 servidores *Windows Server 2008*, com processadores *Intel Xeon* de 2.67GHz cada, onde individualmente cada processador possui 8 núcleos. Somados os 3 servidores dispõem de 16GB de memória RAM e 6TB para armazenamento dos dados, distribuídos em 3 discos HDD de 2TB com 7200RPM cada. Os servidores são conectados entre si e entre as estações através de redes *ethernet 10/100*.

Primeiramente, foi criado um cenário hipotético, relacionado com a tarefa de precificação dos produtos de um hipermercado. Neste cenário é necessário primeiro classificar o produto tributariamente através de uma NCM (Nomenclatura Comum do MERCOSUL), registrar um grupo de fornecedores / distribuidores que trabalha com o produto, e por fim indicar em que UFs o determinado produto será vendido. Nesse contexto são criadas 5 tabelas: NCM, Produto, Fornecedor, Tributação e Lojas. Estas tabelas e os seus relacionamentos estão ilustrados na Figura 5.

Com relação à volumetria das tabelas, os valores são os seguintes: a tabela NCM possui aproximadamente 8 mil registros, a tabela produto

Comparação entre Servidores de Banco de Dados Tradicionais e Sistemas Dedicados: Um Estudo

possui 50 mil registros, a tabela fornecedor possui 3 mil registros, a tabela lojas possui 190 registros e a tabela tributação, que é o resultado de produto x UF, possui 1,3 milhões de registros.

Executando uma consulta SQL para saber quais produtos são atendidos por fornecedores de regime tributário simples nacional e que são tributados de ICMS ST na UF de Pernambuco em um servidor de banco de dados tradicional seria realizado o *join* entre as tabelas Produto, Fornecedor e Tributação. Um *full table scan* seria aplicado na tabela de produto e na de fornecedor, pois não existe índice no atributo tipo de regime tributário, retornando 53 mil registros resultado da soma dos 50 mil registros da tabela de produtos mas os 3 mil registros da tabela de fornecedor, em 2 GB de blocos de dados e um tempo médio de 831 milissegundos para a tabela de produto, e 320 milissegundos para a tabela de fornecedor. Por fim, a tabela de tributação retorna um *hash-join* resultado produto do cartesiano de produtos x fornecedor. Esta última operação retorna 187 milhões registros com 15 GB de blocos de dados em um tempo médio de 1381 milissegundos.

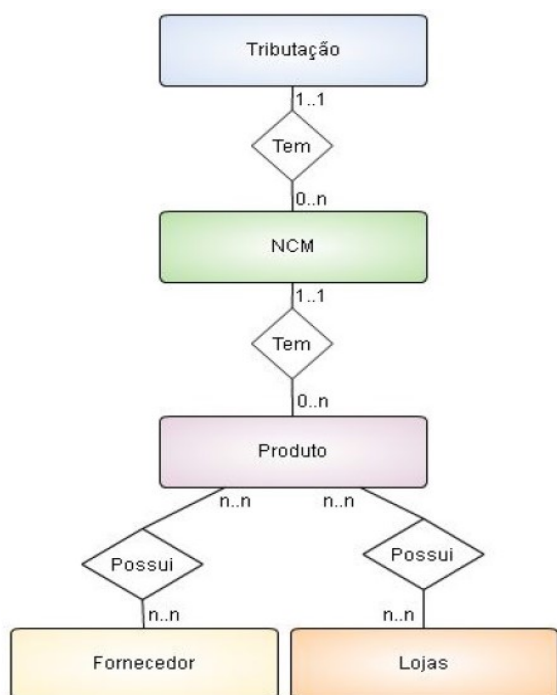


Figura 5: MER do cenário hipotético de precificação dos produtos.

Os 17 GB de bloco de dados são enviados do *storage server* para o servidor de banco de dados pela rede 10/100/1000 a 1 GB/sec, o que resulta em 17000 milissegundos para entregar o bloco de dados. O ASM no servidor de banco de dados aplicará as condições *where* para o fornecedor e a tributação dentro do resultado de uma consulta no tempo médio de 759 milissegundos, recuperando apenas os fornecedores de regime tributário simples nacional e as tributações com valor de ICMS ST, descartando os demais blocos de dados. A operação completa trafega 17 GB de dados e ocorre em 19532 milissegundos.

Essa mesma consulta acontecendo no *Exadata Software* seria interpretada dentro do *storage server* pelo *smart flash*, por meio do mapeamento do *storage index* e passando para o *cell offload*, que irá separar do bloco de 17 GB de dados apenas o que é solicitado. As operações de *join* entre as tabelas produto, fornecedor e tributação, o *full table scan* das tabelas de produto e fornecedor, além do *hash-join* da tabela de tributação resultado do cartesiano produtos x fornecedor tem um tempo médio de 1875 milissegundos de execução, o que é muito próximo ao ambiente tradicional que levou 2532 milissegundos para executar essa tarefa. O *Exadata Software* através da função *cell offload* trata os blocos de dados antes de transferir do *storage server* para o servidor de banco de dados. Ao invés de enviar as mais de 200 milhões linhas para o servidor de banco de dados, os blocos enviados são referentes apenas ao resultado da condição *where*, ou seja, apenas as 1300 linhas. Além disso, a taxa de transferência é de 40 GB/seg via *infiniband*, se no ambiente tradicional a operação ocorreu em 17000 milissegundos, no ambiente *Exadata* ficou próximo a zero milissegundo. Mesmo executando praticamente as mesmas tarefas, o fato de tudo acontecer apenas no lado do *storage server* reduz consumo de processamento, volume de dados trafegado e efetivamente reduz o tempo de resposta em 95%.

Para melhor exemplificar a diferença entre o desempenho nos dois ambientes, foram criadas variações do cenário básico, onde a quantidade de produtos envolvidos no cenário principal foi de 50 mil produtos e nas variações os testes foram realizados com 5, 10 e 20 mil produtos. A Tabela 1 resume os resultados obtidos quando a volumetria da tabela de produtos é alterada.

Tabela 1: Comparativo dos cenários variando a quantidade de produtos nos ambientes *Exadata* e Tradicional.

Volumetria (Produtos)	Exadata Média e desvio padrão (ms)	Tradicional Média e desvio padrão (ms)
-----------------------	------------------------------------	--

5000	970 ± 95,03	9300 ± 963,91
10000	1310 ± 52,63	12100 ± 1441,77
20000	2030 ± 299,12	21300 ± 1254,52
50000	1875 ± 179,26	19532 ± 759,73

Analisando os dados da Tabela 1, é possível observar que as funcionalidades e a arquitetura desenvolvida no *Exadata Software* possibilita um ganho expressivo na redução de tempo das consultas SQLs, pois o tempo médio da consulta SQL no ambiente Exadata é 0,01% do tempo da mesma consulta no ambiente tradicional. Em contrapartida as vantagens do ambiente *Exadata*, existe a desvantagem do alto custo financeiro para implementação do seu ambiente.

7 Conclusões

Com esse trabalho é possível observar que o conceito de *appliance* criado pela *Oracle* para disponibilizar no mercado uma solução na qual o *hardware* e o *software* trabalham perfeitamente alinhados traz ganhos significativos. Além disso, o *hardware* do *Exadata Machine* alinhado ao *Exadata software* e todo o conjunto de funcionalidades que traz a inteligência do processamento das consultas SQLs, o servidor de banco de dados e o *Storage server*, oferecem ganhos significativos quando *software* e *hardware* específico trabalham integrados.

Quando comparado com o ambiente tradicional de servidor de banco de dados Oracle, os recursos do *Exadata software* se mostraram mais eficientes na operação das consultas SQLs.

O futuro do *Exadata Machine* caminha para um banco de dados em memória, com isso, trabalhos futuros poderão demonstrar ambientes com um amadurecimento maior tanto da tecnologia para se tornar financeiramente viável, como para que os banco de dados OLTP não sejam impactados pela taxa de IOPS das memórias *flash's* que resulta em um aumento da taxas de *deadlock*.

Referências

- [1] KIMBALL, R; ROSS, M. The Data Warehouse Toolkit - Wiley - Kimball Group - 3ª Edition, 2013.
- [2] CLARKE, J. Oracle Exadata Recipes - A Problem-Solution Approach, 2013.

[3] KOROTKEVITCH, D. Expert SQL Server In-Memory OLTP - Revolutionizing OLTP Performance in SQL Server, 2015.

[4] OSBORNE, K; BACH, M; ARAO, K; COLVIN, A; HOOGLAND, F; JOHNSON, R; PODER, T. Expert Oracle Exadata - 2ª Edition, 2015.

[5] SILVERS, F. Building and Maintaining a Data Warehouse - CRC Press Taylor & Francis Group, 2008.

[6] Oracle Exadata Guider, http://docs.oracle.com/cd/E50790_01/welcome.htm. Último acesso em 19/10/2016.

[7] Oracle Exadata Database Machine, <https://www.oracle.com/engineered-systems/exadata/index.html>. Último acesso em 16/10/2016.

[8] WEISS, R. Uma visão geral técnica do Oracle Exadata Storage Server da Sun X2-8 - Oracle do Brasil Sistemas Ltda, 2009.

[9] WEISS, R. Uma visão geral técnica do Oracle Exadata Storage Server da Sun X4-8 - Oracle do Brasil Sistemas Ltda, 2012.

[10] KEVIN, C. Hardware Eye for the database Guy - Revista NoCOUG Journal, v. 26, n. 3, 2012.

[11] PORTUGAL, Paulo (Principal Sales Consultant). Oracle OpenWorld Latin America 2016 - Oracle Exadata: Novidades e planos . Ministrado em 30/06/2016.

[12] PEDREGAL, Cris (Consulting Member of Technical Staff). Oracle OpenWorld Latin America 2016 - Uma visão técnica aprofundada do Oracle Exadata: Arquitetura e características intrínsecas . Ministrado em 28/06/2016.

[13] NASCIMENTO, J. S; PAULUS, G. B; RUBERT, D.L.V.G.; ANTONIAZZI, R.L. Comparação da Eficiência de Bancos de Dados Relacionais como Data Warehouse em um Contexto de BI. UNICRUZ de Cruz Alta no Rio Grande do Sul, 2016.

[14] ANZANELLO, C.A. OLAP Conceitos e Utilização . UFRGS - Instituto de Informática - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

[15] TAVARES, J.A; MORAES FILHO, J.A; BRAYNER, A. SCM Join - Um Algoritmo de Junção

para Memória SCM. UNIFOR - Universidade de Fortaleza, 2012.

[16] COSTA, C.L. Avaliação noSQL para Indexação de Dados. Universidade de Caxias do Sul, 2016.

[17] FOSTER, E.C.; GODBOLE, S. Database Systems - A Pragmatic Approach, 2014.

[18] COUGO, P. Modelagem Conceitual e Projeto de Bancos de Dados , 2011.

[19] PETERSEN, W.P;ARBENZ, P. Introduction to Parallel Computing , 2003.

[20] SINCIC, M. Technet Microsoft: <https://technet.microsoft.com/pt-br/library/jj681657.aspx>. Último acesso em 08/11/2016.

[21] Teradata Technology, <https://www.teradata.com>. Último acesso em 07/11/2016.

[22] SINGH, M; LEONHARDI B. Introduction to the IBM Netezza warehouse appliance , 2011.

[23] DIANA, M; GEROSA, M.A. NOSQL na Web 2.0: Um Estudo Comparativo de Bancos Não-Relacionais para Armazenamento de Dados na Web 2.0. Departamento de Ciência da Computação – Universidade de São Paulo (USP), 2011.

[24] YU, Kai et al. Design and Architecture of Dell Acceleration Appliances for Database (DAAD) : A Practical Approach with High Availability Guaranteed. In: High Performance Computing and Communications (HPCC), 2015 IEEE 7th International Symposium on Cyberspace Safety and Security (CSS), 2015 IEEE 12th International Conferen on Embedded Software and Systems (ICESS), 2015 IEEE 17th International Conference on. IEEE, 2015. p. 430-435.

[25] CROWTHER, P; LAKE, P. Concise Guide To Databases - A Practical Introduction (Undergraduate Topics in Computer Science), 2013.

Proposta de um Sistema de Apoio à Doação Sanguínea Baseado em Gamificação

Proposal of a System to Support Blood Donation Based on Gamification

Raniel Gomes da Silva ¹  <http://orcid.org/0000-0003-4874-3447>

Danilo Ricardo Barbosa de Araújo ¹

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil

E-mail do autor principal: Raniel Gomes da Silva raniel90@gmail.com

Resumo

Os diversos meios de comunicação abordam constantemente reportagens sobre o baixo nível no estoque de sangue no estado de Pernambuco; também são divulgadas diversas campanhas de conscientização para que a população realize uma doação de sangue e auxilie pacientes em déficit sanguíneo. Geralmente essas campanhas se intensificam quando algum período festivo ou um feriado prolongado estão próximos, tudo isso porque, de acordo com diversas estatísticas, as incidências de acidentes aumentam e conseqüentemente a demanda por sangue para serem usados em cirurgias, transfusões, etc. Este artigo tem como objetivo apresentar o projeto de um software, denominado 1updonate, desenvolvido com o objetivo é ser um novo canal de apoio aos doadores. A arquitetura do sistema é dividida em dois módulos principais, um voltado para os doadores, e o outro para a manutenção dos bancos de sangue. O principal diferencial do sistema proposto é o uso da gamificação, que possui potencial para promover um maior engajamento dos doadores no processo de doação.

Palavras-Chave: Doação de Sangue; Gamificação; Hemocentro; Aplicação Móvel; Aplicação Web.

Abstract

The several communication channels present constantly reports and news about the low level of blood stock in the state of Pernambuco; also there are several campaigns in order to raise awareness of the population towards blood donation and assist patients in blood deficits. Often these campaigns are intensified when some festive period or an extended holiday are close, all this because, according to various statistics, accident incidences increase and consequently the demand for blood to be used in surgeries, transfusions, etc. This paper aims at presenting the project of a software, called 1updonate, developed with the objective of being a new channel to support donors. The system architecture is divided into two main modules, one facing the donor and the other for the maintenance of blood banks. The main distinguishing feature of the proposed system is the use of gamification and its ability in promoting the engagement from donors in the whole process.

Key-words: Blood Donation; Gamification; Blood Center; Mobile Application; Web Application.

1 Introdução

Em meados da década de 80, era bastante comum que as doações de sangue fossem remuneradas para garantir o suprimento necessário dos hemocentros com mais eficiência. Todavia, após a propagação demasiada de doenças sexualmente transmissíveis, como a AIDS, a Organização Mundial de Saúde (OMS) vetou qualquer tipo de comercialização do sangue, com o objetivo de evitar a proliferação ainda maior destas doenças (Gonzalez et al., 2003).

Após a proibição de remuneração em doações de sangue, a iniciativa pública ficou responsável por garantir o recrutamento de novos doadores. Na década de 90, foi instaurado o mecanismo de doação de reposição, cujo objetivo é armazenar nos hemocentros o estoque restante em que o doador disponibilizou para auxiliar algum familiar ou amigo (Barboza, Stephanie Ingrid Souza, 2014). Apesar dessa técnica de reposição ser bastante aplicável, ela não garante que os estoques sanguíneos se mantenham em seu estado ideal; existem diversos fatores que continuam dificultando o canal entre os hemocentros e os doadores. De acordo com o Ministério da Saúde, 1,8% da população brasileira doa sangue e, desses doadores, mais de 50% são espontâneos. Entre 2013 e 2014, houve um aumento de 5% na coleta de bolsas de sangue no país, passando de 3,5 milhões para 3,7 milhões (OMS, 2016). Ainda assim, existe a preocupação em sensibilizar e fidelizar novos doadores.

A falta de informação do processo, o histórico referente aos casos de aquisição da AIDS através da transfusão sanguínea e o baixo grau de instrução educacional, leva o indivíduo a ter receio de realizar o processo. A renda per capita também é um fator relevante, pois segundo a OMS, das 108 milhões de doações recolhidas anualmente, metade são em países de alta renda, o que corresponde a apenas 20% da população mundial (OMS, 2016). Outro fator recente, que tem dificultado o engajamento de doadores, é o aumento no índice de sangue contaminado devido à infecção de arboviroses, como a zika, chikungunha e dengue.

Atualmente, existem diversos sistemas disponíveis, voltados para o doador, com relação ao atendimento das demandas citadas, como por exemplo as ferramentas: o Sangue Social (Moraes; Moreira, 2015) e o Blood Donor (Software blood, 2016). Porém as ferramentas disponíveis possuem deficiências com relação à adequação do processo ao contexto Pernambucano, onde haja mecanismos para engajamento do usuário e do fluxo de doação de sangue no próprio software.

Este artigo tem como objetivo apresentar o projeto de um sistema desenvolvido que visa aproximar o doador dos hemocentros. O doador pode baixar o aplicativo na loja de apps, se cadastrando através do login do Facebook. A partir desse momento poderá ir ao hemocentro mais próximo realizar a doação. Após este fluxo, o doador fará o check-out do banco de sangue, o sistema validará a sua ação e caso seja válido, os dados deste doador serão utilizados para engajá-lo através de integração gamificada com outros doadores e notificações periódicas sobre campanhas sanguíneas. Os dados gerados serão visíveis através de um portal para que os funcionários dos hemocentros acompanhem como está o fluxo de doação. Neste painel também será possível cadastrar os hemocentros, estoques sanguíneos e campanhas.

Este artigo está organizado da seguinte forma. A seção 2 apresenta a visão geral sobre a gamificação e a Seção 3 detalha a metodologia usada no trabalho. Já a Seção 4 descreve o sistema desenvolvido e a Seção 5 apresenta trabalhos relacionados. Por fim, a Seção 6 apresenta a conclusão e trabalhos futuros.

2 Visão Geral sobre Gamificação

A gamificação foca na resolução de problemas do dia-a-dia e no maior engajamento do usuário através da dinâmica de jogos (Vianna et al., 2015). A aplicação em ambientes corporativos é um forte exemplo que pode utilizar este conceito, pois pode contribuir no aumento de desempenho dos colaboradores, a partir da mudança de técnicas e metodologias que desmotivam a sua utilização, por serem entediantes e não atrativas. Essa agregação torna-se vantajosa para as empresas, pois a maioria das pessoas que jogam, possuem esta prática desde a infância (Vianna et al., 2015). De forma simplificada pode se dizer que os jogos virtuais têm como principal foco trazer o entretenimento e a diversão, já a gamificação utiliza os benefícios do mundo digital como ferramenta de engajamento para as aplicações que a embarcam (Stadler; Bilgram, 2016). Existem diversos aplicativos com diferentes mecanismos que utilizam essa visão. A Nike + FuelBand utiliza um software mobile e uma pulseira com tecnologia embarcada para realizar o monitoramento das atividades dos usuários (Nike, 2016). O FourSquare possibilita a interação humano computacional através dos check-ins (FourSquare, 2016). O RunKeeper acompanha as corridas, caminhadas, dentre outros esportes, para informar ao esportista como está o seu progresso e desempenho (RunKeeper, 2016). Para que haja uma aplicação eficiente da gamificação é necessário que as tarefas sejam orientadas por metas

claras, possíveis de serem executadas e que fomentem o interesse do usuário. O jogo deve informar o resultado ao participante através de um constante sistema de feedback (McGonigal, 2012). O sistema de feedback agrupa uma série de gratificações ao jogador: através dos alcances obtidos (Achievements), status (distribuição de badges ou medalhas, e ranking), acesso (disponibilização de funcionalidades secretas) e presentes (giftings) (Vianna et al., 2015). O usuário deve participar voluntariamente das atividades e não deve ser forçado, ou seja, deve haver uma comunicação clara e consentimento mútuo entre o jogo e o jogador. Só haverá um ambiente gamificado se o usuário concordar com toda essa estrutura definida (Vianna et al., 2015). Cada jogador tem um objetivo específico, e conceitualmente é possível classificar os possíveis objetivos em quatro categorias: predador, realizador, explorador e socializador. Os predadores têm como perfil derrotar adversários; já os conquistadores visam atingir metas; os exploradores focam na investigação ou estudo dos recursos do jogo; por fim os socializadores desbravam o jogo junto com outros participantes (Vianna et al., 2015). Em (Stadler et al., 2016) os autores evidenciam as melhores práticas de gamificação dentro de dois contextos: na pesquisa de mercado e no turismo. No estudo de caso da pesquisa de mercado são abordadas as dificuldades quanto há necessidade de se realizar pesquisas muito detalhadas; questionários grandes e detalhados acabam deixando as pessoas cansadas de responder atentamente a todas as perguntas. Assim, foi criado um jogo para identificar as necessidades do consumidor; se determinado produto corresponde às necessidades do cliente, o mesmo aplica um pareamento para o recurso. Já no emprego da gamificação no turismo, o usuário é engajado para compartilhar as experiências de viagens e fotos dos locais.

3 Metodologia

Para o desenvolvimento deste artigo foi utilizada a metodologia descrita a seguir.

Inicialmente foi feita uma revisão da literatura, contemplando artigos voltados para o contexto de mobilidade, redes sociais e deficiências no processo de gestão e captação de doadores. Essa revisão também se baseou na pesquisa de livros relevantes e conceituados na área de gamificação: (McGonigal, Jane; 2012) e (Vianna et al., 2015).

O levantamento dos trabalhos relacionados tomou como base pesquisas nas ferramentas on-line Google Scholar e o Portal de Periódico da CAPES. As strings de busca incluíram: "blood donation application", "blood donation application" AND "blood center", "gamification" AND "blood donation" e "mobile application" AND "gamification" AND "blood". As pesquisas foram realizadas no período de Junho a Julho de 2016, com ênfase nos trabalhos recentemente publicados.

Após esta etapa de entendimento do contexto de atuação da proposta, foi delimitado o escopo do trabalho, possibilitando o estudo de viabilidade para que a pesquisa pudesse se tornar em software funcional.

Para o desenvolvimento de um protótipo, foi necessário aplicar conhecimentos de diversas disciplinas da área de engenharia de software. O processo adotado consistiu dos seguintes passos: elicitação, especificação e validação de requisitos (Pohl; Rupp, 2013), implementação de software, testes orientados para ambientes web. Foram usadas linguagens e tecnologias conhecidas para desenvolvimento de projetos OO, tais como: UML (Linguagem de Modelagem Unificada) através dos casos de uso (Pressman, 2013), linguagem de programação Java e modelagem de banco de dados (Elmasri, Navathe; 2010).

Como no âmbito do levantamento de requisitos é primordial a participação de stakeholders, foi realizada uma reunião com gerente de tecnologia de informação do HEMOPE (Hemocentro de Pernambuco). O objetivo dessa reunião foi identificar o que poderia ser desenvolvido no protótipo da ferramenta. Os pontos chave levantados foram: a pontuação dos doadores através de identificadores no cartão de doação, ou seja, gamificar um serviço para prover uma motivação ao doador, e uma estratégia de maior aproximação com esses usuários. A partir disso, o projeto web e mobile foi delineado com o propósito de estruturar uma arquitetura, cujas funcionalidades provessem os requisitos levantados pelo colaborador do HEMOPE.

A arquitetura do sistema foi projetada logo após a definição do que seria implementado. O tipo de arquitetura foi o cliente-servidor, cujo objetivo é centralizar o processamento das requisições solicitadas pelos dispositivos móveis.

Por fim, estruturou-se as funcionalidades do software. O projeto agrupou os requisitos funcionais de cadastro de hemocentros, campanhas de doação,

estoque sanguíneo (web), processo de doação, listagem de hemocentros, campanhas de doação e estoque sanguíneo, visualização dos pontos obtidos e ranking (mobile). Todos estes requisitos foram implementados, com exceção do relatório de campanhas por usuário e por data no ambiente web.

4 Plataforma Proposta

O sistema 1upDonate possui dois módulos principais, um voltado para os administradores dos centros de sangue e o outro voltado para os usuários finais, ou seja, os doadores. Através do portal, podem ser cadastrados os hemocentros, filiais dos hemocentros, estoques sanguíneos e campanhas para doação. Todos estes dados serão disponibilizados para a aplicação móvel através de serviços REST. No lado do cliente, estes dados são recebidos e armazenados localmente na inicialização da aplicação. A Figura 01 descreve os módulos da estrutura proposta.

O sistema 1upDonate utiliza os princípios de achievements, status e socialização para promover engajamento e aumentar o interesse dos usuários por doações. Os achievements são modelados através de corações, representando diferentes níveis de engajamento no sistema de doações (por exemplo, com o uso de corações dourados e de diamante).

Os status dos achievements são definidos como Doador Solidário para quem fez pelo menos uma doação na vida; Doador Veterano para quem tem mais de 3 corações; Doador Campeão para quem tem mais de 6 corações. O doador que conseguir outros doadores terá o status de Capitão de Doações. Nas Figuras 09 e 10, pode se observar como os elementos de achievements e status, são mostrados no aplicativo.

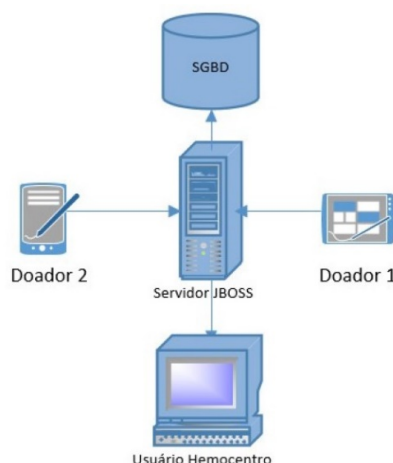


Figura 1: Arquitetura da Aplicação.

Com relação ao acesso todos os recursos serão disponíveis para todos os usuários. A utilização de giftings não foi implementada, uma vez que a ideia principal do processo de doação é de que seja totalmente voluntária e não remunerada. O 1upDonate é disponibilizado para um único tipo de jogador, com as classificações mescladas de explorador e socializador.

4.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais do módulo web da aplicação 1upDonate são: realizar login, manter hemocentro, manter filiais dos hemocentros, manter estoques sanguíneos, manter campanhas, manter usuário, manter grupos de usuário, manter perfil de usuário, enviar hemocentros, enviar filiais dos hemocentros, enviar estoques sanguíneos e enviar campanhas.

Já os requisitos funcionais do módulo mobile são: realizar login pela rede social Facebook, receber hemocentros, receber filiais dos hemocentros, receber estoques sanguíneos, receber campanhas, visualizar dashboard do doador, visualizar ranking dos doadores, detalhar campanha, detalhar hemocentro, compartilhar campanha sanguínea, visualizar estoque sanguíneo e visualizar localização do hemocentro.

4.2 Requisitos Não-Funcionais

Os requisitos não funcionais do módulo web são: segurança dos dados através da autenticação obrigatória do usuário para acesso aos dados, segurança do código fonte, pois toda a regra de negócios foi injetada no back-end e segurança do tráfego de dados utilizando o protocolo https.

Escalabilidade do sistema ao aplicar o conceito de servidores virtualizados, ou seja, à medida que aumenta a demanda de hardware para o processamento das requisições, é possível parametrizar o uso de memória e processamento. Usabilidade ao aplicar um conceito genérico nos layouts, garantindo um fácil aprendizado da navegabilidade do sistema. Os requisitos não funcionais do módulo mobile são: baixo consumo de dados do dispositivo através do mínimo possível de requisições ao servidor, segurança de dados para não permitir que o usuário não acesse além do disponível para o seu perfil, usabilidade a partir de padrões de componentes CSS e HTML para plataformas híbridas e bom desempenho a partir de um desenvolvimento a partir da aplicação correta dos conceitos da linguagem MVC AngularJS.

4.3 Casos de Uso

A Tabela 01 descreve as ações possíveis que o usuário do portal poderá realizar. Esses recursos serão exclusivamente para funcionários dos hemocentros. Já a Tabela 02 descreve o caso de uso para o ator sistema, cujas ações disponíveis, são os serviços web que serão requisitados pela aplicação mobile. Por fim, a Tabela 03 descreve a visão funcional do ator doador. Todas estas ações estão disponíveis no aplicativo mobile.

Tabela 1: Casos de uso usuário portal

Acessar sistema
Manter hemocentro
Manter filiais dos hemocentros
Manter estoque sanguíneo
Manter campanhas de doação
Manter usuário

Tabela 2: Casos de uso serviços REST.

Receber doações realizadas
Sincronizar campanhas
Sincronizar filiais dos hemocentros

Sincronizar estoques sanguíneos
Sincronizar campanhas

Tabela 3: Casos de uso do Doador.

Realizar login
Receber hemocentros
Receber campanhas
Visualizar dashboard
Visualizar ranking dos doadores
Detalhar campanha
Detalhar Hemocentro
Compartilhar campanha sanguínea
Visualizar estoque sanguíneo
Visualizar localização do hemocentro

4.4 Protótipo do Módulo para Doadores

No ecossistema da aplicação móvel, o doador deve começar pelo login. De acordo com a Figura 2, o acesso é feito apenas pela rede social Facebook:

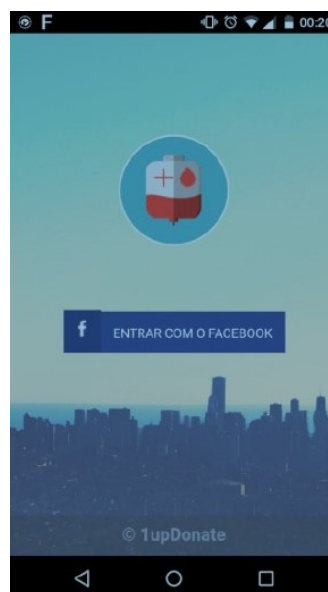


Figura 2: Login através do Facebook.

Por padrão, o plugin utilizado para login pelo Facebook, redireciona o sistema para outra tela. Conforme a Figura 3, o doador deverá digitar o seu usuário e senha desta rede social.

Após o login, o doador será redirecionado para o dashboard, conforme a Figura 4. Nesta tela, são exibidas de forma resumida, as últimas campanhas cadastradas. Ao clicar em alguma campanha, o sistema exibirá os detalhes da pessoa que precisa do sangue. Caso o doador atenda a necessidade de algum solicitante, a pontuação obtida será maior que a doação padrão (por hemocentro).

Na Figura 5, os hemocentros são exibidos conforme cadastro no portal. Ao clicar em um banco de sangue, a Figura 6 mostra os detalhes do hemocentro selecionado, como endereço e estoque sanguíneo. Na mesma tela é possível iniciar o processo de doação, como também visualizar o endereço no mapa.



Figura 3: Formulário de login.



Figura 4: Dashboard do doador.



Figura 5: Listagem de hemocentros.



Figura 6: Detalhes do hemocentro.

Ao iniciar o processo de doação, basta clicar no botão circular que está no lado superior direito, conforme Figura 6. A cada processo de doação, são passadas algumas instruções para que o doador verifique se suas condições de saúde estão aptas para o processo, de acordo como é informado na Figura 7.



Figura 7: Critérios de doação (página 1).

Um mapa com local do cliente é exibido na Figura 8. Ao clicar no marcador vermelho, o sistema exibe um maior detalhamento do endereço.



Figura 8: Visualizar mapa.

Caso ele realmente queira validar essa atividade, a Figura 9 mostra um exemplo para o doador prosseguir com fluxo. O objetivo dessa ação é de validar a geolocalização do usuário e se a vigência é válida de acordo com a última data de doação.

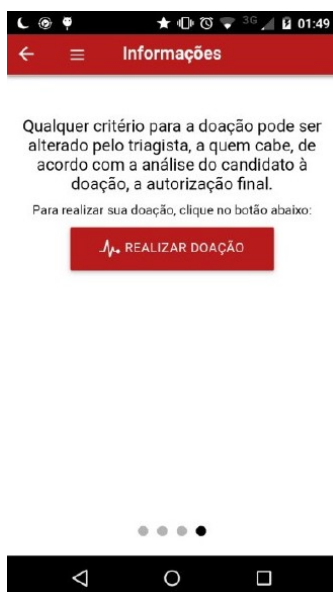


Figura 9: Realizar doação.



Figura 10: Dashboard gamificado do usuário.

Toda transfusão sanguínea realizada é computada como pontuação para o doador. Esses dados serão exibidos no perfil do usuário. Será também possível visualizar quais são os alcanços (achievements) em percentual, nível e quantidade de corações (badges). Além disso, o sistema periodicamente lançará algumas atividades extras que podem valer corações extras caso o usuário consiga atender o especificado. Essas tarefas são avisadas via notificação push (push notification, 2016) e exibidas no perfil conforme Figura 10.

O ranking dos usuários mais ativos no 1upDonate, pode ser acessado via menu lateral ou pelo dashboard (Figura 4). Conforme a Figura 11, é possível identificar no ranking qual o tipo do doador, suas conquistas e se o mesmo também é um capitão de doações. Essa funcionalidade é bastante interessante pois, de certa forma, motiva as pessoas a participarem neste processo solidário. Nessa tela, o usuário também pode compartilhar os seus dados no Facebook.



Figura 11: Dashboard gamificado do usuário.

4.5 Tecnologias Utilizadas

Esta seção descreve as tecnologias mobile e web utilizadas para a implementação do sistema 1upDonate.

A aplicação móvel foi desenvolvida através da tecnologia Córdova. Para o layout, foi utilizado o

framework Ionic. Os dados do usuário são armazenados localmente através do SQLite. Ao gerar um executável da versão implementada, é possível testar nos sistemas operacionais Android, iOS e Windows Phone, no entanto, a build de cada versão possui suas nuances. No caso do iOS, por exemplo, é necessário utilizar o XCode em um dispositivo Apple como por exemplo um MacBook e após isso compilar, pois o Windows não permite tal atividade (Apple X-Code, 2016).

O sistema web foi desenvolvido em Java EE com JPA, JSF, Primefaces, Jboss EAP e JAX-WS. A robustez e escalabilidade com o Java são pontos cruciais que irão garantir maior estabilidade e segurança da ferramenta web em produção (Robustez Jboss, 2016).

4.6.1 Apache Cordova

Para tornar a aplicação operável em diversos dispositivos móveis e para garantir isso, foi necessário implementar as mesmas funcionalidades em diferentes sistemas operacionais, tornando a curva de aprendizado maior, além dos gargalos em relação à manutenção e melhorias, pois seria necessário pensar nos mecanismos programáticos para cada plataforma. Com o cordova é possível construir aplicações híbridas utilizando HTML, CSS e JavaScript, sendo possível disponibilizar versões para Android, iOS, Windows Phone, BlackBerry, entre outras plataformas móveis e web, como Ubuntu e Windows.

4.6.2 NodeJS

Com o aumento da utilização de plataformas híbridas com HTML, CSS e JavaScript, cresceu bastante o número de bibliotecas para auxiliar os desenvolvedores a criarem interfaces mais ricas e arquiteturas mais consistentes. O gerenciamento dessas dependências pode se tornar uma tarefa trabalhosa e para isso, foi utilizado o NodeJS, cuja finalidade é garantir o gerenciamento desses pacotes através do ecossistema NPM (Node Package Manager), na qual permite o download e atualizações dessas bibliotecas de maneira prática e simples.

4.6.3 AngularJS

Aplicações híbridas geralmente precisam que as regras de negócio sejam implementadas com Java

Script e de alguma forma, as solicitações e retornos precisam ser claros para os usuários. Para tornar esse processo mais enxuto, o framework de componentes web AngularJS foi utilizado. Ele é responsável por permitir uma maior dinâmica e controle para a camada de apresentação, além de possuir uma biblioteca em seu núcleo que contém componentes HTML customizados para o padrão do AngularJS.

4.6.4 Ionic

Devido à alta exigência dos usuários em relação a aplicações móveis, é necessário que a aplicação além de ser multiplataforma e robusta em termos de regras de negócio, seja também atraente e elegante. O AngularJS possui uma integração bastante compatível com o framework Ionic. Essa tecnologia é capaz de criar interfaces ricas, cujo layout atende com excelência, os fatores de responsividade e consistência dos seus recursos, além de possuir uma documentação bastante clara, de fácil entendimento e de contínuas atualizações.

4.6.5 JavaEE

Java é uma linguagem de programação orientada objetos e possui interoperabilidade nas versões padrão, micro e empresarial. A versão utilizada em ambientes web é a empresarial, pois garante uma maior gama de recursos para serem implementados sem a necessidade de incluir dependências de terceiros. Algumas das tecnologias que existentes no java EE e que serão utilizadas no projeto são oEJB, JPA e JSF.

Enterprise Java Beans é uma estrutura utilizada dentro da arquitetura java EE para o desenvolvimento de componentes de negócio distribuídos, seguros, transacionais e reutilizáveis. A implementação das regras de negócio é realizada nessa camada e permite que diversos clientes acessem o mesmo EJB, pois o conceito de escalabilidade também é aplicado.

Para o gerenciamento dos dados, foi utilizado o framework de mapeamento objeto relacional JPA (Java Persistence API), pois garante uma fácil implementação e manutenção. Com o JPA, o desenvolvedor preocupase apenas em realizar a modelagem através das classes básicas dentro do projeto Java e ao iniciar o servidor de aplicação, é

possível criar ou alterar a estrutura de definição das tabelas e campos da base de dados.

Para tornar o desenvolvimento de telas mais eficaz e produtivo, a partir da versão 6 do Java EE, foi disponibilizado um novo framework de componentes web. O JSF tem sido bem aceito por empresas e estudantes, devido a sua robustez e fácil integração com APIs para telas, como IceFaces, RichFaces e PrimeFaces. Ao contrário do JSP, o JSF possui uma sintaxe própria, pois suas tags são bem específicas. Para utilizá-las, basta apenas importar a biblioteca de tags e implementá-las em arquivos XHTML.

Para que as interfaces (telas) tenham um design atraente e elegante, o framework PrimeFaces foi integrado ao JSF. Ele possui total relação com a biblioteca do JQueryUI e permite abertura para customizações de CSS e JavaScript do seu núcleo. Esta tecnologia possui uma implementação para a maioria dos componentes do JSF, sendo necessário apenas importar a biblioteca de tags e definir os componentes do PrimeFaces.

4.6.6 Outras Tecnologias Usadas

O Apache Maven é uma ferramenta para o gerenciamento de dependências, construção e plugins para projetos Java e outras linguagens. A sua configuração é feita através de um arquivo em XML e nele contém todos os blocos citados acima. Ao instalar o Maven em um projeto, todas as bibliotecas declaradas no arquivo XML (POM - modelo de objetos do projeto) são baixadas para um diretório local do usuário.

O Jboss é um servidor de aplicação de código-fonte aberto, responsável pela execução de softwares Java web. O objetivo dele é garantir a execução de uma aplicação com alta disponibilidade, escalabilidade e bom desempenho. A versão EAP (plataforma de aplicações empresariais) possui certificação que compatibiliza com as especificações definidas na arquitetura Java EE.

Para prover a comunicação através de webservices entre as aplicações cliente e servidor, o framework de REST (transferência de estado representacional) Resteasy, que por sua vez, possui por padrão no servidor de aplicação Jboss, cuja implementação é baseada na especificação JAX-RS da arquitetura Java EE.

O PostgreSQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados com uma estrutura objeto-relacional. Este SGBD é de código-fonte livre e sofre constantes evoluções e melhorias para que as aplicações tenham um melhor controle dos dados e de suas transações.

5 Trabalhos Relacionados

Esta seção contém um resumo do levantamento dos sistemas existentes no nicho de doações de sangue e engajamento do usuário; também são observados os possíveis gargalos destas ferramentas. São analisados os seguintes trabalhos: Aplicação para gestão de hemocentros (Moraes; Moreira, 2015); Um modelo ubíquo para doação de sangue (Colling et al., 2014); Pesquisa de uma comunidade de doadores a partir de dispositivos móveis (A Bhowmik et al., 2015); Doação de sangue em sistemas em nuvem (Fotopoulos et al., 2016); Aplicações móveis gratuitas para doação de sangue (Ouhbiet et al., 2015); Design e desenvolvimento de um rastreador móvel para doação de sangue (S. Abu Naser et al., 2016).

5.1 Aplicação para Gestão de Hemocentros

Em 2015, Éder Moraes e Rossana Moreira desenvolveram a aplicação Sangue Social, cuja finalidade é propagar campanhas que poderão ser divulgadas através do Facebook com o objetivo de captar, fidelizar e organizar os cadastros dos doadores. As tecnologias utilizadas foram o PHP, MySQL, API Facebook Developers, HTML, CSS e JQuery. A necessidade de criar a aplicação Sangue Social foi gerada devido ao baixo índice de doadores regulares no Brasil; além disso, os canais de comunicação não são eficientes para a propagação das campanhas. Ela foi desenvolvida só para a web, tornando-se limitada em relação às plataformas existentes, uma vez que a quantidade de usuários em dispositivos móveis tem aumentado muito nos últimos anos.

5.2 Um Modelo Ubíquo para Doação de Sangue

Em 2014, Ilseu Colling, Cristiano Costa e Rodrigo Righi, escreveram um artigo relacionado a um modelo ubíquo para doação de sangue, e apresentaram a estrutura de um sistema que através das redes sociais, permite divulgar as doações de acordo com a geolocalização do doador. Este artigo é uma extensão do Sangue Social, mas foi desenvolvida por outros autores.

A Lei nº 10.205/2001, conhecida como Lei do Sangue (Lei Betinho), diz que o processo de doação

de sangue deve ser espontâneo, solidário e não remunerado (Lei do Sangue, 2001).

Em relação à pesquisa o autor deixa claro que não foi encontrado nenhum artigo voltado para a computação ubíqua com redes sociais para o processo de doação de sangue. Em relação às funcionalidades do software, o usuário não recebe notificações no dispositivo móvel e a aplicação foi desenvolvida apenas para o sistema operacional Android, sem contar que a versão utilizada (2.1) está bem abaixo da versão atual (6.0 – Marshmallow), fazendo com que o layout e demais melhorias desenvolvidas pela comunidade Google, estejam bastante ultrapassadas.

5.3 Pesquisa em uma Comunidade de Doadores a Partir de Dispositivos Móveis

Este trabalho é relacionado à pesquisa de uma comunidade de doadores a partir de dispositivos móveis (A Bhowmik et al., 2015). Ele foca na diminuição da lacuna, entre as pessoas que querem doar e as que precisam de sangue em caso de emergências, através do uso de processos tecnológicos.

Porém, os autores não abordam a proposta de implementação em si, apenas detalham que será criada para diversas plataformas móveis. Além disso, são feitas algumas pesquisas com alguns usuários da cidade Bangladesh, com o objetivo de mapear as questões sociais e o engajamento tecnológico dos usuários para entender se a criação do software é viável ou não. Neste país, existe uma grande carência no recrutamento de novos doadores e na atualização dos dados cadastrais destes, sem contar que existem poucos sites quem fornecem um auxílio para esse controle. Em relação às possíveis funcionalidades, há um recurso interessante: um botão de pânico para o que o usuário já alerte as entidades médicas, para que seja alocada alguma bolsa de sangue para o seu tipo sanguíneo.

5.4 Doação de Sangue em Sistemas em Nuvem

Os sistemas em nuvem para doação de sangue não são muito diferentes dos anteriores citados porém, trazem um dado interessante. Em 2050, é esperado

que o número de pessoas com 65 anos ou mais de idade quase triplique em cerca de 1,5 bilhões, representando 16 por cento da população mundial (Fotopoulos et al., 2016). Isso acarreta no aumento da restrição da elegibilidade do doador e no aumento de procedimentos oncológicos e cirúrgicos que demandam muito sangue nestes processos.

Um ponto positivo da estratégia dos sistemas em nuvem citada por Ilias Fotopoulos e demais autores é o mecanismo para identificar o potencial e a elegibilidade dos doadores. Ao reservar ou agendar uma doação, o ambiente web recebe essa requisição e dispara um web service para analisar o quadro clínico do doador, fazendo com que o processo de triagem seja feito de forma mais rápida e menos burocrática.

5.5 Aplicações Móveis Gratuitas para Doação de Sangue

O trabalho relacionado ao estudo de diferentes aplicações móveis voltadas para doação de sangue (Ouhbi et al., 2015), tem como foco mensurar as características positivas e negativas dos softwares dentro do contexto da saúde com ênfase na doação de sangue. Esse artigo auxiliou bastante no levantamento de outros produtos e na identificação das melhores técnicas e recursos a serem utilizadas para garantir o máximo de aceitação possível pelos usuários.

5.6 Design e Desenvolvimento de um Rastreador Móvel para Doação de Sangue

O último trabalho aborda o design e desenvolvimento de um rastreador móvel para doação de sangue (S. Abu Naser et al., 2016). Essa ferramenta é capaz de conectar-se a um hemocentro para facilitar a coleta de sangue dos usuários em caso de emergência e facilitar a comunicação dos doadores entre si e entre os hemocentros.

O sistema a ser criado é limitado às plataformas Android. O artigo foca no contexto técnico e não no negócio.

No caso de uso do software, os usuários são cadastrados através do portal; isto torna a manutenção custosa, pois esse processo poderia ser

feito automaticamente, no momento em que o usuário realiza o processo de autenticação no sistema.

5.7 Considerações sobre os Trabalhos

Nos projetos de referência abordados, é possível identificar as seguintes deficiências: a maioria deles não vislumbra um mecanismo para a captação de novos doadores ou no engajamento dos usuários existentes. Apenas o Sangue Social, agrega a funcionalidade de integração com as mídias sociais. A interoperabilidade das aplicações para os sistemas operacionais iOS e Windows Phone é pouco aplicada, sendo a maioria voltada para Android e web. Apenas o artigo de Dorothe Stadler e Volker Bilgram mensura o tópico de gamificação para potencializar a usabilidade e utilização da ferramenta, pois seu foco é totalmente diferente da doação de sangue.

6 Conclusões

A partir da revisão da literatura, observou-se que existem diversos gargalos na captação de doadores nas tecnologias existentes e ao contextualizar no cenário Pernambucano, as dificuldades encontradas em um software robusto neste processo de engajamento de pessoas aptas a doar sangue, não é diferente. Com isso, a proposta do 1upDonate tem como motivação, desenvolver um software gamificado para resolver o problema na baixa de coleta de sangue. A aplicação é integrada à mídia social Facebook e está disponível nas plataformas Android, iOS e Web.

Os requisitos dos módulos web e mobile foram desenvolvidos para garantir uma versão executável em um ambiente de produção, ou seja, no dia-a-dia dos profissionais dos hemocentros; pode-se, com isso, disponibilizar mais um canal de acesso ao doador, fazendo com que os bancos de sangue se beneficiem com as aplicações 1upDonate mobile e web.

Como trabalhos futuros propõe-se a validação do protótipo, para que o público alvo dê feedback com relação as questões de design e usabilidade, fatores relevantes para uma boa aceitação de um software.

Um requisito bastante interessante para implementar, em novos trabalhos, é a recomendação inteligente baseada na proximidade da residência dos usuários com os hemocentros e o recebimento de um push notification de uma campanha cadastrada quando o solicitante do sangue for do mesmo tipo

sanguíneo e esteja em uma região próxima ao doador, ou seja, o sistema automaticamente elencaria os potenciais doadores pela geolocalização.

Outras melhorias mais simples também podem ser implementadas, como a otimização do processo de login para o Google+ e Twitter; a possibilidade do doador cadastrar os hemocentros no app e no portal, ter algum gerenciador para apenas corrigir estes dados e a inclusão de filtros para facilitar as buscas dos dados.

Num contexto mais abrangente, o 1upDonate poderá ser aplicado a contextos como a doação de medula óssea ou até mesmo em uma atmosfera completamente fora da área de saúde, pois os conceitos de gamificação são genéricos e sem restrição de uso.

A aplicação móvel foi criada de maneira híbrida e com isso, é possível também gerar a mesma versão para o sistema operacional iOS, no entanto, isso não foi compilado e testado. Seria interessante tratar essa outra tecnologia.

Após os testes, as versões para Android e iOS poderiam ser disponibilizadas nas lojas de aplicativos para que sejam elencados alguns usuários pilotos para validar o 1upDonate na prática e com isso, verificar as possíveis melhorias que não foram enxergadas no contexto deste artigo.

Referências

[1] Gonzalez, Thelma; C. Sabino, Ester; F. Chamone¹, Dalton. Trends in the profile of blood donors at a large blood center in the city of São Paulo, Brazil, p. 144-148, 2013.

[2] Ingrid Souza Barboza, Stephanie; José da Costa, Francisco. Marketing social para doação de sangue: análise da predisposição de novos doadores, p. 1463- 1474, jul, 2014.

[3] OMS: doações de sangue precisam aumentar em mais da metade dos países. <http://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2016-06/oms-diz-que-doacoes-voluntarias-de-sangueprecisam-aumentar>. Acessado em: 27/09/2016.

[4] OMS afirma que doações de sangue precisam aumentar em mais da metade dos países. <http://www.uai.com.br/app/noticia/saude/2016/06/14/noticias-saude,190050/oms-afirma-que-doacoes-de-sangue-precisam-aumentar-em->

mais-da-metade-d.shtml. Acessado em: 27/09/2016.

[5] Moraes, Éder Junio;Freitas Moreira, Rossana.Ferramenta para gestão de hemocentros com aplicativo para divulgação de doações de sangue no Facebook, Jul, 2015.

[6] Colling, Ilseu Luís; André da Costa, Cristiano; da Righi, Rodrigo. Um Modelo Ubíquo para Doação de Sangue baseado em Dispositivos Móveis, 2014.

[7] A Bhowmik, N A Nabila, M A Imran, M A U Rahman and D Karmaker. An Extended Researchon the Blood Donor Community as a Mobile Application. p. 26-34, 2015.

[8] Stadler, Dorothe; Bilgram, Volker. Gamification: Best Practices in Research and Tourism. p. 363- 370,2016.

[9] Fotopoulos, Ilias; Palaiologou, Revekk, Kouris, Ioannis; Koutsouris, Dimitrios. Cloud-Based Information System for Blood Donation. p. 797-801, 2016.

[10] S. Abu Naser, Samy; Zaqout, Ihab. Design and Development of Mobile Blood Donor Tracker. p. 294- 300, fev, 2016.

[11] Software blood donor
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cube.arc.blood>. Acessado em: 29/09/2016.

[12] Apple X-Code:
<https://developer.apple.com/xcode/>. Acessado em: 28/11/2016.

[13] Robustez Jboss:
<http://blog.cvinicius.com.br/2013/06/jboss-as-7-instalacao-e-configuracao.html>. Acessado em: 28/11/2016.

[14] Lei do Sangue; Lei Betinho:
<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2001/lei-10205-21-marco-2001-364841-norma-pl.html>. Acessado em: 29/11/2016.

[15] Ouhbi, Sofia; Fernández-Alemán, Jose Luis; Toval, Ambrosio; Idri, Ali; Pozo, Jose Rivera. Free Blood Donation Mobile Applications. p. 1-20, 2015.

[16] Push_notification:
<http://searchmobilecomputing.techtarget.com/de>

inition/ push-notification. Acessado em: 29/11/2016.

[17] Vianna, Ysmar; Vianna, Maurício; Medina,Bruno; Tanaka, Samara. Gamification, Inc. Como reinventar empresas a partir de jogos. 2015.

[18] Nike+FuelBand:
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nike.fb&hl=pt_BR. Acessado em: 29/11/2016.

[19] Foursquare:
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.joelapenna.foursquared&hl=pt_BR. Acessado em: 29/11/2016.

[20] Runkeeper:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fitnesskeeper.runkeeper.pro&hl=ptBR>. Acessado em: 29/11/2016.

[21] McGonigal,Jane: A Realidade Em Jogo - Por Que Os Games Nos Tornam Melhores e Como Eles Podem Mudar o Mundo. 2012.

[22] Junior, Gilson Cruz:
www.revista.ueg.br/index.php/praxia/article/download/1431/946. acessado em: 29/11/2016.

[23] Pohl, Klaus; Rupp, Chris. Fundamentos da Engenharia de Requisitos. p. 30. 2013.

[24] Pressman, Roger S: Engenharia de Software, 7ª edição. p. 727. 2011.

[25] Elmasri, Navathe: Engenharia de Software, 7ª edição. p. 38. 2010.

Os Benefícios Trazidos para um Grande Empreendimento (Shopping Center) com o Trabalho Social Realizado em uma Comunidade Circunvizinha

The Benefits Reached by a Large Enterprise (Mall) with the Social Work Accomplished in a Neighboring Community

Jorge Souza Póvoas da Silva ¹

Ana de Fátima Braga Barbosa ¹

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil

E-mail do autor principal: Jorge Souza Póvoas da Silva jorgespds@yahoo.com.br

Resumo

Diante das mudanças ditadas pelo atual mundo globalizado, as empresas são cada vez mais pressionadas a atender suas expectativas e responsabilidades em todo o ciclo de atividades e por um desempenho mais efetivo direcionado à sociedade. O presente trabalho contempla os benefícios alcançados por um grande empreendimento (Shopping Center) com o trabalho social realizado em uma comunidade instalada no seu entorno e, procura mostrar sua importância no processo de mudança e mitigação dos problemas sociais da região. Por meio de questionários abordou-se temas como melhoria da educação, qualificação profissional, desenvolvimento do empreendedorismo, fortalecimento da cultura local dentre outras atividades, com o objetivo de mensurar as melhorias para a comunidade e os ganhos obtidos pela organização com a prática da responsabilidade social neste local. Além disso, foi possível traçar um perfil do consumidor frente a influência destes trabalhos sociais na sua opção de compra.

Palavras-Chave: Shopping Center; Responsabilidade Social; Comunidade; Mudança; Desenvolvimento.

Abstract

Faced with the changes dictated by the current globalized world, companies are increasingly pressured to meet their expectations and responsibilities throughout the cycle of activities and for a more effective performance toward the society. The present work contemplates the benefits achieved by a large enterprise (Mall) with the social work carried out in a community installed in its surrounding and seeks to show its importance in the process of change and mitigation of the social problems of the region. Through questionnaires, deal with topics such as the improvement of education, professional qualification, development of entrepreneurship, strengthening of local culture among others activities, with the objective of measuring the improvements to the community, besides the gains obtained by the organization with the practice of social responsibility in this place. In addition, it was possible to drawing a profile of the consumer facing the influence of these social works on their purchase option.

Key-words: *Shopping Center; Social Responsibility; Community; Change; Development.*

1 Introdução

O mundo atual tem mostrado novos mercados em que tecnologias de produção, de informação e de comunicação têm estabelecido novos delineamentos e condutas, de maneira que, o setor empresarial tem buscado ajustar-se aos padrões impostos pelo ritmo econômico capitalista [1].

Diante desse cenário, vem ganhando força um movimento dentro da sociedade e abrindo espaço na pauta de assuntos do setor privado em nível global, que é a responsabilidade social das empresas ou responsabilidade social empresarial (RSE). As organizações antes vistas pela sociedade apenas como figuras de desenvolvimento econômico, são forçadas a assumir um padrão de condução dos negócios socialmente responsável e não mais permanecer insensíveis frente aos problemas sociais que cercam a humanidade [2].

Em 1919, a responsabilidade social das empresas foi contestada com mais afinco tornando-se de domínio público no julgamento do caso Dodge versus Ford nos EUA, em que os irmãos John e Horace Dodge, processaram a Companhia Ford, porque o então presidente e acionista majoritário da empresa, Henry Ford, em 1916, informou aos demais acionistas que os lucros da corporação seriam direcionados para fins de ampliação da empresa e redução nos preços dos automóveis. A Suprema Corte de Michigan negou o pedido de Ford, alegando que uma empresa comercial é organizada e primordialmente visa ao lucro dos acionistas. A partir deste marco histórico, a premissa de que as empresas deveriam atender apenas aos interesses de seus *shareholders* foi alvo de severas críticas, fazendo com que muitas decisões nas cortes americanas fossem favoráveis a doações das empresas [2].

Responsabilidade social é o compromisso ético da organização em intervir assertivamente na sociedade, inclusive prestando contas. "Logo, RSE é toda e qualquer prática que busque eliminar os impactos, de forma sustentável, atuando positivamente na qualidade de vida dos envolvidos" [3].

De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), em 2010 os recursos da União destinados às áreas sociais chegaram a R\$ 566 bilhões, atingindo 15,4% do PIB - 4,2 pontos percentuais acima dos 11,2% verificados 15 anos antes. Ou seja, há recursos sendo aplicados pelo governo, mas estão sendo mal gerenciados e, muitas vezes, sequer chegam às populações que realmente necessitam [4].

A responsabilidade social empresarial no Brasil teve como marco inicial a criação da Associação dos Dirigentes Cristãos de Empresa (ADCE) na década de 70, passando a ser mais evidente no final dos anos 80 início dos anos 90, motivada por um período de maior redemocratização e abertura econômica do país, pelos direitos conquistados com a Constituição Federal de 1988, pela aprovação do Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) e do Código de Proteção e Defesa do Consumidor [2].

Em paralelo às iniciativas já citadas, foi criado o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP), do início da década de 90, que concentrava esforços no aumento da competitividade do setor industrial brasileiro. Sendo estimulado pela abertura de mercado que trouxe consigo um cenário de grande concorrência, despertando a conscientização dos empresários do país para a importância da qualidade e produtividade [5].

O Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ), instituído em maio de 1991, com o objetivo de incentivar os melhores modelos de gestão da qualidade, contribui até hoje de forma significativa para acelerar o envolvimento das empresas na área social. Entre os treze fundamentos aos quais está alicerçado o PNQ, encontra-se a responsabilidade social, considerada um dos oito critérios de "excelência" que constituem a base para avaliar e orientar as organizações quanto à utilização e incorporação desses conceitos no seu sistema de gestão [6].

A postura da sociedade atual, baseada no conhecimento de seus direitos, exige das empresas um reestudo do seu papel diante dos problemas sociais. Para as organizações, passa a ser um diferencial essa mudança de comportamento frente ao desenvolvimento de seus negócios e no relacionamento com seu meio de atuação [7].

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Destacar os benefícios alcançados mutuamente por um grande empreendimento do ramo varejista e uma comunidade instalada em seu entorno, através da responsabilidade social praticada de forma conjunta e responsável, que busque satisfazer as necessidades e interesses dos envolvidos, e que também agregue valor à sociedade.

- Mostrar qual é a abordagem utilizada e que tipos de trabalhos sociais são realizados por esta empre-sa na comunidade;
- Levantar de que maneira a comunidade enxerga o trabalho social realizado pela empresa e de que forma essas ações estão interferindo em sua vida;

Traçar um perfil do consumidor relacionando a influência da empresa que é socialmente responsável sobre sua intenção de compra;

- Mostrar a importância da responsabilidade social como fator diferencial na manutenção e perpetuação dos negócios de uma organização.

3 Metodologia

Para o pleno desenvolvimento deste trabalho, foram estabelecidos alguns pontos fundamentais que permeiam o assunto e deram base de sustentação para o desenvolvimento do conteúdo, os quais são descritos a seguir:

Etapa 1: definir conceitos sobre responsabilidade social, as suas formas de aplicação no ambiente empresarial, sua importância como agente social de mudança e de melhoria da qualidade de vida das partes interessadas;

Etapa 2: levantar junto à comunidade através da aplicação de 100 questionários, conforme modelo demonstrado na figura 1, como eles enxergam a empresa que realiza o trabalho social na localidade, como esse trabalho está contribuindo na melhoria de vida deles e quais os possíveis pontos de melhoria a serem adotados pela empresa no intuito de beneficiá-los ainda mais.

Para o presente estudo, levou-se em conta uma amostra-gem aleatória com um erro amostral tolerável (E_0) de 5% e um nível de confiança de 95% para obtenção de uma amostra representativa da população avaliada, calculada a partir das fórmulas (1) e (2) a seguir e de acordo com metodologia definida em [8];

$$n_0 = \frac{1}{E_0^2} \quad (1)$$

Onde:

- E_0 = erro amostral tolerável;

- n_0 = primeira aproximação do tamanho da amostra.

$$n_0 = \frac{1}{E_0^2} \quad (2)$$

Onde:

- N = tamanho da população;
- n_0 = primeira aproximação do tamanho da amostra;
- n = tamanho da amostra.

Nome: _____
 Idade: _____
 Sexo: M () ; F () .
 Grau de instrução: 2º Grau Incompleto () ; 2º Grau completo; Curso técnico () ;
 Curso superior () ; Pós-graduação () ; Mestrado () ; Doutorado () ; PhD () .
 Usufruiu de alguma(s) das atividades oferecidas pelo Instituto Shopping Recife?
 Sim () . Nome(s) da(s) atividade(s): _____ Não () .

1ª. Você conhece ou pelo menos já ouviu falar a respeito do trabalho social realizado pelo Instituto Shopping Recife na comunidade?
 1. Tenho conhecimento () ; 2. Já ouvi falar () ; 3. Nunca ouvi falar () .

2ª. Você considera importante o trabalho social realizado pelo Instituto Shopping Recife na comunidade? Caso positivo, por favor explicitar o(s) motivo(s).
 1. Sim () . Motivo(s): _____ 2. Não () .

3ª. Em sua opinião, depois da criação do Instituto Shopping Recife, houve melhoria na qualidade de vida dos moradores? Caso positivo, por favor explicitar qual(is) foi(ram) a(s) melhoria(s).
 1. Sim () . Melhoria(s): _____ 2. Não () .

4ª. O Instituto Shopping Recife desenvolve vários trabalhos junto à comunidade. Áreas como educação, qualificação profissional, esporte, meio ambiente, cultura e lazer, fazem parte deste portfólio de atividades. Em sua opinião, os trabalhos sociais realizados pelo ISR estão sendo efetivos para atenuar os problemas sociais da comunidade, promovendo a melhoria da qualidade de vida e a inclusão social das pessoas? Caso responda negativamente, por favor explicitar qual(is) melhoria(s) deveria(m) ser adotada(s).
 1. Está sendo efetivo () ; 2. Não está sendo efetivo () . Melhoria(s): _____

5ª. Em sua opinião levando em consideração o contexto geral, como você avalia o nível de satisfação quanto ao trabalho social realizado pelo Instituto Shopping Recife na comunidade?
 1. Muito satisfeito () ; 2. Satisfeito () ; 3. Nem satisfeito, nem insatisfeito () ; 4. Insatisfeito () ; 5. Muito insatisfeito () .

Figura 1: Questionário da comunidade.

Fonte: O autor.

Etapa 3: obter junto à empresa por meio de coleta de informações, quais são os pontos positivos para a organização com a realização do trabalho social na comunidade;

Etapa 4: traçar um perfil do consumidor por meio da aplicação de 100 questionários online, conforme modelo demonstrado na figura 2, levando em consideração a sua percepção em relação a prática da responsabilidade social pelas empresas. Para tanto, levou-se em conta as mesmas variáveis estatísticas e

Os Benefícios Trazidos para um Grande Empreendimento (Shopping Center) com o Trabalho Social Realizado em uma Comunidade Circunvizinha

fórmulas já citadas anteriormente na etapa 2 de acordo com metodologia definida em [8];

Etapa 5: Analisar e selecionar os dados obtidos através dos questionários, fazendo o agrupamento das respostas abertas por similaridade dos temas oriundos das próprias respostas, de modo a compor um conjunto de respostas possíveis de serem representadas graficamente. Em seguida, fazer a transcrição dos dados tratados para compor o conteúdo do trabalho.

Nome:
Idade:
Sexo: M () ; F ().
Grau de instrução: Curso técnico () ; Curso superior () ; Pós-graduação () ;
Mestrado () ; Doutorado () ; PhD ().

1ª. Você tem conhecimento sobre o que é responsabilidade social ou já ouviu falar a respeito do assunto?

1. Tenho conhecimento () ; 2. Já ouvi falar () ; 3. Nunca ouvi falar ().

2ª. Você considera importante a prática da responsabilidade social por parte das empresas? Caso responda positivamente, por favor explicitar o motivo.

1. Sim () , Motivo: _____ 2. Não () .

3ª. Durante uma compra, você ficaria mais satisfeito sabendo que adquiriu um produto de uma empresa que pratica responsabilidade social? Caso responda positivamente, por favor explicitar o motivo.

1. Sim () , Motivo: _____ 2. Não () .

4ª. Na comparação entre dois produtos com as mesmas características técnicas e preços equivalentes, na hora da compra você daria preferência ao que fosse proveniente de uma empresa que praticasse responsabilidade social? Caso responda positivamente, por favor explicitar o motivo.

1. Sim () , Motivo: _____ 2. Não () .

5ª. Levando em consideração a pergunta anterior, se o produto da empresa que pratica responsabilidade social fosse um pouco mais caro, ainda assim você se sentiria motivado a comprá-lo? Caso responda positivamente, por favor explicitar o motivo.

1. Sim () , Motivo: _____ 2. Não () .

Figura 2: Questionário do consumidor.
Fonte: O autor.

4 Metodologia

4.1 O Que É Responsabilidade Social

Responsabilidade social sempre foi tradicionalmente conceituada, como sendo a obrigação do empresário em prestar contas dos bens recebidos por ele. "Ou seja, economicamente, a empresa é vista como uma entidade instituída pelos investidores e acionistas, com objetivo exclusivo de gerar lucros". Entretanto, esta definição não é mais considerada adequada no contexto atual, por a empresa não se resumir apenas aos recursos financeiros, mas também sofrer grande influência da contribuição dos recursos naturais e do capital humano, sem os quais seria impossível a geração de riquezas, a satisfação das pessoas, o progresso e a melhoria da qualidade de vida [9].

Assim, o autor Daft [10] define a responsabilidade social como sendo "(...) a obrigação da administração de tomar decisões e ações que irão contribuir para o bem-estar e os interesses da sociedade e da organização" [10].

De acordo com o modelo piramidal de Carrol [11], a responsabilidade social empresarial é subdividida em quatro tipos: econômico, legal, ético e discricionário (ou filantrópico). A Figura 3 apresenta este modelo, onde "(...) as responsabilidades são ordenadas da base para o topo em função do seu nível de nobreza e da frequência dentro da qual os gerentes lidam com cada aspecto" [10].

Responsabilidade social empresarial é a forma de gestão definida pela relação ética e transparente da empresa com todos os públicos com os quais ela se relaciona e pelo estabelecimento de metas empresariais compatíveis com o desenvolvimento sustentável da sociedade, preservando recursos ambientais e culturais para as gerações futuras, respeitando a diversidade e promovendo a redução das desigualdades sociais [11].



Figura 3: Os quatro tipos de responsabilidade social.
Fonte: Baseado em CARROL, A. B., 1979. A Three dimensional Conceptual Model of Corporate Performance

- **Responsabilidade econômica:** é a responsabilidade social mais praticada pelas empresas, de natureza exclusivamente econômica, os lucros são a razão das empresas existirem. Ter responsabilidade econômica significa oferecer produtos e serviços dos quais a sociedade necessita, a um preço que garanta a continuação das atividades da empresa, satisfazendo suas obrigações com os investidores e

maximizando os lucros dos seus proprietários e acionistas [12].

- **Responsabilidade legal:** as empresas realizam suas atividades econômicas dentro dos requisitos estabelecidos pelas legislações vigentes. Cumprir à lei é fundamental para a sobrevivência dos negócios da organização. As empresas devem ser responsáveis pelo cumprimento das leis municipais, estaduais e federais [10].
- **Responsabilidade ética:** a sociedade espera que as empresas atuem além das obrigações legais, atendendo expectativas de comportamentos ou atividades que a sociedade deseja das empresas, mas que não são necessariamente obrigadas por lei e podem não servir aos interesses econômicos diretos da empresa [10].
- **Responsabilidade discricionária ou filantrópica:** é feita voluntariamente e guiada pela vontade em fazer uma contribuição social não imposta pela economia, pela lei ou pela ética [10]. Essas ações são dirigidas pelas condutas sociais e ficam a cargo do julgamento individual da corporação. São guiadas pelo desejo das instituições em se engajar em papéis sociais não obrigatórios pela lei.

4.2 Os Stakeholders

A responsabilidade social de uma empresa deve levar em consideração todas as relações e práticas existentes entre as chamadas partes interessadas (*stakeholders*) ligadas à organização e ao ambiente às quais pertence [10].

“As partes interessadas são qualquer grupo dentro ou fora da organização que se importa com o desempenho da empresa. Cada parte interessada tem um critério diferente de reação diante das ações das empresas, por possuírem diferentes interesses em relação a organização” [9].

Uma empresa realiza responsabilidade social empresarial na íntegra, quando possui uma gestão eficaz de responsabilidade social com os públicos interno (beneficiários internos) e externo (beneficiários externos) [13].

A responsabilidade social interna prioriza seus empregados e seus dependentes, ou seja, os

beneficiários internos sem os quais a organização não pode sobreviver [14].

Uma empresa atua de forma socialmente responsável diante dos seus funcionários quando cumpre com as exigências estabelecidas pela lei e também proporciona a eles condições para que possam ter qualidade de vida no ambiente profissional e fora dele também, oferecendo, oportunidades de crescimento e desenvolvimento profissional e pessoal voltados ao bem estar comum com ações que sejam condizentes com o perfil social da empresa, aumentando assim o sentimento de identificação do funcionário com a organização.

Tal comportamento favorece a instituição por diversos motivos, dos quais o fator motivacional se destaca, pois os colaboradores se sentem parte integrante da organização onde são respeitados e valorizados por seu trabalho, despertando espontaneamente pela empresa respeito e admiração. O que se traduz em um sentimento de satisfação e reconhecimento pela organização, proporcionando a empresa um aumento significativo na produtividade dos trabalhadores, uma maior fidelização e facilidade na captação de mão de obra qualificada e consequentemente diminuição nos índices de *turnover* [15].

Por outro lado, a RSE externa procura atuar na sociedade na qual a empresa está inserida, dos quais fazem parte, os fornecedores, os atuais e potenciais clientes, a opinião pública, o governo, a comunidade, etc., ou seja, os beneficiários externos. Como recompensa, a empresa transmite credibilidade gerando empatia frente aos públicos relevantes a sua atuação, estreitando os laços, satisfazendo suas necessidades e interesses, gerando valor para todos e assegurando a sustentabilidade dos negócios a longo prazo [16].

4.3 A Comunidade

Comunidade é hoje o lugar dos emergentes, onde são gerados 63 bilhões de reais, receita que corresponde ao PIB de países como Bolívia e Paraguai. Com cerca de 11,7 milhões de habitantes o que corresponde a 6% da população do país, esse público é responsável por estabelecer novos padrões de consumo, tornando-se um importante elemento de estudo para os planejadores de negócios, devido ao seu poder transformador [17].

Os Benefícios Trazidos para um Grande Empreendimento (Shopping Center) com o Trabalho Social Realizado em uma Comunidade Circunvizinha

Hoje, é muito bem visto pela sociedade que as empresas mantenham uma relação de parceria com as comunidades onde operam. É desejável que essa convivência esteja alicerçada na participação da comunidade para contribuir com o seu desenvolvimento, visando o bem comum e ajudando a fortalecer a sociedade civil.

O sentido da palavra comunidade, remete a assentamentos residenciais ou outros assentamentos sociais instalados em uma área geográfica que tem proximidade física ou que está introduzida nas áreas de impacto de uma organização. "Entretanto, de um modo geral, o termo comunidade pode também ser entendido como um grupo de pessoas que têm características comuns a uma determinada questão" [18].

A participação da comunidade vai bem mais adiante do que apenas definir e conscientizar os *stakeholders* em relação aos impactos das operações da empresa, ela também compreende o apoio e a criação de uma parceria. É importante que o envolvimento de uma organização com a comunidade se origine do reconhecimento do valor da comunidade e de que a companhia é uma parte interessada que tem questões em comum com a comunidade.

A empresa pode colaborar com o desenvolvimento da comunidade em vários aspectos como: a geração de emprego por meio da expansão e diversificação das atividades econômicas e do desenvolvimento tecnológico; a geração de riqueza e renda através de iniciativas de desenvolvimento econômico local; programas de educação e capacitação; promoção e preservação da cultura e das artes; e prestação e/ou promoção de serviços de saúde para a comunidade [18].

Nesse processo de troca, a comunidade também contribui disponibilizando recursos importantes para a execução dos negócios da empresa como: empregados; parceiros; fornecedores; e outros que sejam considerados relevantes ao desenvolvimento da organização. Um aspecto importante para a garantia da continuidade das ações sociais e manutenção desse processo de parceria entre comunidade e empresa, seria a criação de um instituto, fundação ou fundo social [9].

Além de contribuírem com todos estes recursos, os moradores da comunidade estão valorizando mais e

tomando consciência quanto à importância do trabalho social realizado pelas empresas. Deixando de ser apenas mero coadjuvantes neste processo e tornando-se potenciais consumidores dos produtos destas organizações.

Pesquisas recentes mostram que 51% desses emergentes, dariam preferência a compra de produtos oriundos de companhias que auxiliassem a comunidade em eventos ou obras sociais locais. Do total pesquisado, 6% comprariam dessas empresas mesmo que o valor dos produtos tivesse um preço maior que o concorrente. E para 45%, esse comportamento seria adotado caso o valor dos produtos se equiparassem [17].

4.4 RSE como Fator de Competitividade

A sociedade cada vez mais valoriza o consumo de bens e serviços de organizações que buscam atenuar os impactos sociais e ambientais e que proporcionam maior bem-estar para as comunidades nas quais estão inseridas. Devido a isso a RSE deve ser cada vez mais evidenciada pelas empresas como um fator estratégico. As organizações que agregam a bandeira social a suas marcas são mais bem vistas pelo mercado, sendo valorizadas não só por seus consumidores, mas por toda sua cadeia de *stakeholders* [15].

A responsabilidade social empresarial pode influenciar ainda fatores como: "[...] vantagem competitiva, reputação, retenção de talentos, produtividade e moral dos funcionários, além de beneficiar a relação com outras empresas, governo, mídia, fornecedores e outras partes interessadas" [18].

Baseados nas informações de Guedes, podemos considerar que o retorno com o trabalho social se concretiza através de benefícios relacionados à: imagem e vendas, pelo fortalecimento e fidelidade à marca e ao produto; aos acionistas e investidores, pela valorização da empresa na sociedade e no mercado; em retorno publicitário, advindo da mídia espontânea; em tributação, com possibilidades de isenções fiscais nos âmbitos municipal, estadual e federal para as empresas patrocinadoras ou diretamente para os projetos; em produtividade e pessoas, pelo maior empenho e motivação dos funcionários e em ganhos sociais, pelas mudanças comportamentais da sociedade [13].

A adesão de um comportamento ético e de acordos sociais com a comunidade pode gerar um diferencial competitivo e um indicador de rentabilidade e sustentabilidade ao passar dos anos. Acredita-se que os consumidores passaram a valorizar posturas

direcionadas nesse sentido e a preferir produtos de empresas identificadas como éticas e socialmente responsáveis. Além disso, com essa atuação socialmente preocupada, a empresa desenvolve valores e práticas com efeitos positivos sobre sua cadeia produtiva e seus colaboradores, gerando melhores resultados [19].

4.5 Balanço Social e Indicadores de RSE

Com a constante conscientização por parte das empresas ao contexto da responsabilidade social e aos interesses advindos da sociedade em tomar conhecimento dos impactos gerados por suas atividades, sejam eles sobre os trabalhadores, a sociedade, a comunidade ou o meio ambiente, tornou-se necessária a criação de metodologias e ferramentas que auxiliassem na divulgação e mensuração desta prática [11].

4.5.1 Balanço Social

O balanço social trouxe consigo, uma forma da organização demonstrar publicamente sua atuação socialmente responsável. Trata-se de um banco de informações, disponibilizadas anualmente, que detalha as ações de responsabilidade social realizadas pela empresa e o grau de envolvimento dela com a sociedade.

No Brasil, a Norma Brasileira Contábil (NBC), Nº 15, de 1º/1/2006, trata das diretrizes legais para elaboração do balanço social, nos termos da Resolução do Conselho Federal de Contabilidade Nº 1003, de 19/8/2004, prezando por informações que contemplem dados relativos aos recursos humanos, relações com a comunidade externa e o meio ambiente [20].

Outro relatório utilizado atualmente no Brasil para demonstrar o balanço social é a Demonstração de Valor Adicionado (DVA), o qual utiliza um modelo desenvolvido pela Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras da Universidade de São Paulo, onde são identificadas as contribuições da riqueza gerada pela empresa para com a sociedade e os demais setores beneficiados com o desempenho dela [21].

4.5.2 Indicadores Sociais

No cenário atual, dizer-se socialmente responsável torna-se apenas instrumento meramente especulativo, pois diante de um mundo competitivo e de uma sociedade cada vez mais informada e exigente, é imprescindível a quantificação das informações para que se alcance a credibilidade desejada.

Um indicador social nada mais é, do que uma ferramenta de medição quantitativa destes elementos, definindo qual é o real nível de responsabilidade social de uma organização e fornecendo uma visão panorâmica do processo [21].

Além de permitir avaliações da evolução do sistema, comparações com outras organizações de perfis similares e grupos de *benchmarking*, como também a identificação dos principais desafios e oportunidades de evolução.

Estes instrumentos são compostos por questionários elaborados com base em normas, resoluções e declarações em nível nacional e internacional, que englobam diversos temas relacionados aos aspectos da responsabilidade social na esfera trabalhista, econômica, de direitos humanos, ambiental, sustentabilidade e etc., dentre eles podemos destacar: a *Social Accountability* (SA 8000); a *Occupational Health and Safety* (BS 8800); a *Accountability* (AA 1000); a ISO 26000; a ISO 14000; e também algumas organizações e instituições independentes como é o caso da Organização Internacional do Trabalho (OIT), a *Global Reporting Initiative* (GRI) e a Organização das Nações Unidas (ONU) [21].

Atualmente alguns indicadores de responsabilidade social destacam-se pelo seu grau de credibilidade e abrangência dentro do escopo social. Dentre os quais podemos citar: o GRI, que hoje é uma instituição independente, mas nasceu de uma parceria com o Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas (PNUD) e, que disponibiliza um total de 103 indicadores distribuídos nos aspectos sociais, econômicos e ambientais; o Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Empresariais (IBASE) criado em 1891, leva em consideração indicadores associados ao ambiente social interno e externo, ao meio ambiente, ao corpo funcional e a prática da ética empresarial; o Instituto Ethos de Responsabilidade Social fundado em 1998, que atua diagnosticando o nível de comprometimento das organizações através de temas como, valores, transparência e governança, público

Os Benefícios Trazidos para um Grande Empreendimento (Shopping Center) com o Trabalho Social Realizado em uma Comunidade Circunvizinha

interno, meio ambiente, fornecedores, consumidores e clientes, comunidade, governo e sociedade; o *Dow Jones Sustainability Indexes* (DJSI) lançado em 1999, e o Índice de Sustentabilidade Empresarial da Bovespa (ISE) criado em 2005, ambos retratam o comprometimento das organizações com a responsabilidade social dentro do mercado de valor e contemplam a tratativa direcionada aos aspectos econômicos, ambientais e sociais dentro da empresa; e o *Global Compact* criado pela ONU, que permeia sua ideologia voltada para três princípios básicos no campo dos direitos humanos, direitos trabalhistas e meio ambiente [20].

A definição da metodologia a ser adotada para os indicadores, é o que possibilita a correta classificação da organização nos diversos níveis em relação às dimensões econômica, social e ambiental. Proporcionando desta forma, uma interpretação segura dos dados e facilitando o direcionamento dos trabalhos para a obtenção de resultados significativos e coerentes com o atual estágio de comprometimento social da empresa [22].

5 O Instituto Shopping Recife

O Instituto Shopping Recife (ISR) é a entidade de Responsabilidade Social do Shopping Recife, centro de compras situado em Boa Viagem vizinho à comunidade de baixa renda denominada Entra Apulso. O ISR foi instituído em 04 de dezembro de 2007 como fruto do amadurecimento interno dos empreendedores quanto à função social do Shopping Recife em relação à comunidade instalada ao seu entorno. A relevância de uma atuação social, o fortalecimento desse movimento empresarial e a capacidade de influenciar positivamente na conscientização dos parceiros e colaboradores do Shopping Recife sobre a corresponsabilidade para a redução das desigualdades sociais, foram aspectos considerados para a criação do Instituto Shopping Recife.

Os sócios empreendedores do Shopping Recife decidiram investir um percentual do lucro das empresas/sócias (Milburn, BR Malls, JCPM e Magus) em ações sociais nas proximidades do empreendimento, junto à rede de entidades da comunidade, tais como a Creche Comunitária Nossa Senhora da Boa Viagem, a Comissão de Urbanização e Legalização (COMUL), os grupos de esportes e futebol infantil e de jovens, grupo de artesãs, o poder público, a escola Municipal Abílio Gomes e a escola Estadual Inalda Spinelli, além de entes privados do desenvolvimento social da comunidade.

Em junho de 2009, o ISR passou a ter sede na comunidade de Entra Apulso. Onde dispõe de salas de aula, amplo espaço de convivência, laboratório de informática e biblioteca. Estes espaços estão dedicados à criação de oportunidades formativas, educacionais e de participação comunitária, as quais contam com o apoio de entidades do Sistema S como o SEBRAE e do Serviço Nacional de aprendizagem como o SENAC, além do Sistema Público (Prefeitura do Recife e Governo do Estado de Pernambuco) e profissionais voluntários nos segmentos da Gastronomia, Lazer e Esportes [23].

5.1 Ações de Responsabilidade Social do ISR

As ações de responsabilidade social do Instituto Shopping Recife, abrangem diversas áreas de atuação no contexto social. Onde são desenvolvidas atividades de apoio à educação formal junto às escolas públicas localizadas na comunidade Entra Apulso, programas e projetos de educação profissional na qualificação de jovens e adultos para o mercado de trabalho, projetos e ações que favoreçam as práticas coletivas de lazer e esportes e a convivência comunitária, além de promover ações socio-ambientais incentivando o respeito, de melhorias ambientais e de socialização com as famílias da comunidade.

5.1.1 Área Educacional

Realiza diversos programas de apoio a comunidade, como a preparação dos alunos para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), facilitando o acesso às universidades por meio do Sistema de Seleção Unificada da Educação Profissional e Tecnológica (SISUTEC) e o Programa Universidade Para Todos (PROUNI). Inclusão dos alunos do ensino médio que não desejam participar das seleções para o ensino superior em alternativas de formação técnica e cursos profissionalizantes direcionados ao mercado de trabalho.

Apóia às atividades pedagógicas dos alunos do ensino médio da Escola Estadual Inalda Spinelli, através de vivências e situações práticas, possibilitando aos jovens reflexões e observações críticas dos conteúdos das disciplinas em sala de aula, ampliando o conhecimento sobre a cidade e suas relações com as áreas de conhecimento incentivando a construção de projetos profissionais, disponibilizando apoio

pedagógico na orientação das diversas áreas profissionais, carreiras técnicas, tecnológicas e de graduação, proporcionando aos jovens esclarecimentos a respeito das profissões, auxiliando na escolha da carreira.

Proporciona a oferta de espaços lúdicos com atividades recreativas aos alunos do ensino fundamental no contra turno da escola, expandindo e qualificando as oficinas do Programa Mais Educação da Escola Municipal Abílio Gomes, oferecendo às crianças apoio nas tarefas pedagógicas. Apoio no desenvolvimento das crianças da Escola Municipal Abílio Gomes que apresentam dificuldades pedagógicas, relacionais e de vulnerabilidade social, desenvolvendo atividades com as famílias dos alunos do ensino fundamental, favorecendo a corresponsabilidade entre escola e as famílias na formação das crianças, ampliando a participação dos pais na vida escolar.

Presta auxílio técnico e financeiro à creche Comunitária Nossa Senhora da Boa Viagem facilitando seu processo de sustentabilidade, promovendo atividades de lazer e educacionais que visem à socialização das crianças e famílias da creche [23].

5.1.2 Área Profissionalizante

Atua ampliando a adesão dos lojistas do Shopping Recife e empresas do entorno a absorverem a mão-de-obra local, facilitando o acesso dos jovens da comunidade ao primeiro contato com mercado de trabalho concomitante à formação profissional, contribuindo para a geração de renda dos micro empreendimentos de pessoas da comunidade com o desenvolvimento de cursos de qualificação profissional, o que também assegura o ingresso de moradores da comunidade ao mercado de trabalho.

Disponibiliza apoio as atividades produtivas existentes na comunidade através da qualificação, requalificação de espaços e de envolvimento com a comunidade, incentivando práticas responsáveis relacionadas ao meio ambiente e segurança na atividade de alimentação e beleza [23].

5.1.3 Área de Esporte, Lazer e Cultura

Nesta esfera de apoio, o ISR tem buscado desenvolver atividades de lazer e esporte para crianças e adolescentes, por meio de grupos de escolinhas de futebol e de outras modalidades esportivas. Criando também, alternativas de passeios e vivências fora da comunidade possibilitando o reconhecimento de atividades artísticas, culturais e históricas na cidade, estimulando atividades que ampliem o universo cultural dos moradores, a convivência e o respeito ao patrimônio cultural do Estado. Incentivando a iniciação artística na dança, com foco voltado para as danças populares e tradicionais de Pernambuco e também os ritmos encontrados nas Danças de Salão.

Resgatando desta maneira, os valores sociais e culturais como respeito ao próximo, sensibilidade, companheirismo e espírito de grupo. Valorizando a autoestima, a criatividade, a expressão corporal e a confiança com apresentações na comunidade e criação de um espetáculo para o Sarau de Entra Pulso [23].

5.1.4 Área de Convivência Comunitária

Neste aspecto, o Instituto Shopping Recife trabalha atividades que buscam o respeito, a sustentabilidade e corresponsabilidade entre moradores e o ambiente comunitário, ampliando a participação dos alunos e pais das escolas Inalda Spinelli, Abílio Gomes e da Creche Comunitária na prática do respeito e solidariedade. Estabelecendo assim, vínculos de aproximação com a comunidade e introduzindo ações que melhorem as condições ambientais através da educação sócio ambiental e orientação a crianças e adolescentes quanto ao consumo consciente.

Busca apoiar o fortalecimento da rede de cooperação entre entidades da comunidade, entes públicos, ONGs e outros parceiros que apoiam a causa. Desenvolvendo campanhas de arrecadação de verba para doações a Instituições comunitárias como à creche comunitária Nossa Senhora da Boa Viagem.

Incentiva a participação das famílias da comunidade em atividades de recreação, de lazer e culturais, prestigiando as manifestações culturais locais e regionais e, apoiando os talentos culturais da comunidade nos eventos de rua [23].

6 Resultados e Discussão

6.1 Questionário da Comunidade

Segue na tabela 1, os dados sociodemográficos provenientes dos oitenta e um indivíduos que responderam ao questionário da comunidade, dos 100 questionários aplicados inicialmente.

Tabela 1: Características sociodemográficas da comunidade.

Variáveis	Características	(f _i)	(%)
Sexo	M	21	25
	F	60	75
	Total	-	81
Idade	16 à 26	37	47
	27 à 37	19	23
	38 à 48	17	21
	49 à 78	8	9
	Total	-	81
Grau de instrução	2º G. I ⁽¹⁾	5	4
	2º G. C ⁽²⁾	43	54
	C. T ⁽³⁾	7	8
	C. S ⁽⁴⁾	21	27
	P. G ⁽⁵⁾	3	4
	MSc ⁽⁶⁾	2	3
	D _r ⁽⁷⁾	0	0
	PhD ⁽⁸⁾	0	0
Total	-	81	100
Usufrui de atividades no ISR	Sim	34	42
	Não	47	58
	Total	-	81

Nota: (1) 2º grau incompleto; (2) 2º grau completo; (3) Curso técnico; (4) Curso superior; (5) Pós-graduação; (6) Mestrado; (7) Doutorado; (8) Pós-doutorado.

6.1.1 Análise da Primeira Pergunta

O objetivo desta questão foi identificar como o trabalho social realizado pelo Instituto Shopping Recife está difundido dentro da comunidade.

Tabela 2: Dados obtidos a partir da primeira pergunta do questionário da comunidade.

Respostas	Frequência (f _i)	(%)
Tenho conhecimento	75	93
Já ouvi falar	6	7
Nunca ouvi falar	0	0
Total	81	100

Fonte: O autor.

6.1.2 Análise da Segunda Pergunta

A intenção desta questão foi saber o quão importante é o trabalho do Instituto Shopping Recife para a comunidade e, por quais motivos eles consideram esse trabalho tão significativo.

Tabela 3: Dados obtidos a partir da segunda pergunta do questionário da comunidade.

Respostas	Frequência (f _i)	(%)
Sim	81	100
Não	0	0
Total	81	100

Fonte: O autor.

É de fácil percepção que, com 100% das intenções todos os que participaram da pesquisa concordam que o trabalho do ISR na comunidade é importante.

Com 22% da preferência das respostas, oportunidades de crescimento profissional e pessoal foi o item com maior incidência dentre os citados. O que traduz o desejo dos moradores da comunidade em mudar de vida e alcançar seus objetivos através dos programas assistenciais oferecido pelo Instituto. A criação de oportunidades para o desenvolvimento foi mencionado em 20% das opções, mostrando que a atuação do ISR está surtindo efeito e sendo percebida de forma positiva pelos moradores da localidade.



Figura 4: Representação em porcentagem dos motivos alegados pelos que responderam positivamente a segunda pergunta.

O item disponibilização de qualificação profissional e a abertura de oportunidades no mercado de trabalho, também contribuiu com 19% das intenções e é percebido pela comunidade como uma forma de

atenuar as desigualdades sociais e diminuir as discrepâncias que existem na luta por uma vaga no mercado de trabalho entre, um morador da comunidade e um outro indivíduo socialmente favorecido. Os que não souberam ou não quiseram explicitar o motivo somaram 13%.

Os que julgaram ajudar a comunidade como principal motivo totalizaram 11%. Mostrando de uma maneira geral, que os moradores identificam na assistência prestada pelo ISR uma forma de auxílio bastante benéfica na mitigação das dificuldades que permeiam o cotidiano da comunidade. As mudanças construtivas proporcionadas pelo ISR no cenário de vida dos moradores obteve 9% da aprovação e, são reconhecidas pela comunidade através dos resultados trazidos pelos trabalhos sociais realizados nela.

Passar a enxergar-se como membro da sociedade, com os mesmos direitos e acesso as oportunidades de melhoria, trouxe consigo 6% do interesse do público, que vê no trabalho do ISR uma espécie de mola propulsora para mudança de vida e transformação da imagem da comunidade, de maneira que a sociedade passe a enxergá-la com olhares de otimismo e não de preconceito.

6.1.3 Análise da Terceira Pergunta

O objetivo desta pergunta foi relacionar que tipo de melhorias são percebidas pela comunidade após o surgimento do Instituto Shopping Recife.

Tabela 4: Dados obtidos a partir da terceira pergunta do questionário da comunidade.

Respostas	Frequência (f _i)	(%)
Sim	79	98
Não	2	2
Total	81	100

Fonte: O autor.

Observa-se que 98% dos que participaram da pesquisa afirmam ter havido melhorias na qualidade de vida dos moradores após a chegada do Instituto e, que apenas 2% do público discorda desta afirmação.



Figura 5: Representação em porcentagem dos motivos alegados pelos que responderam positivamente a terceira pergunta do questionário comunidade.

Verifica-se que dentre os vários motivos citados, melhora na qualificação profissional com 23%, melhora no acesso a educação com 17% e melhora no acesso ao mercado de trabalho com 15% da aceitação, foram as principais melhorias sentidas pela comunidade.

6.1.4 Análise da Quarta Pergunta

A intenção desta questão foi comprovar se os trabalhos sociais realizados pelo ISR estão sendo efetivos para mitigar os atuais problemas sociais da comunidade, promovendo a melhoria da qualidade de vida e a inclusão social dos moradores.

Tabela 5: Dados obtidos a partir da quarta pergunta do questionário da comunidade.

Respostas	Frequência (f _i)	(%)
Está sendo efetivo	81	100
Não está sendo efetivo	0	0
Total	81	100

Fonte: O autor.

Pode-se verificar que 100% dos que responderam a pergunta atestam que o trabalho do Instituto está sendo realmente efetivo para atenuar os problemas locais, proporcionar melhorias na qualidade de vida e facilitar a inclusão social dos moradores da comunidade.

6.1.5 Análise da Quinta Pergunta

Os Benefícios Trazidos para um Grande Empreendimento (Shopping Center) com o Trabalho Social Realizado em uma Comunidade Circunvizinha

O objetivo desta pergunta foi avaliar o nível de satisfação dos moradores da localidade, com o trabalho social realizado pelo ISR na comunidade.

Tabela 6: Dados obtidos a partir da quinta pergunta do questionário da comunidade.

Respostas	Frequência (f _i)	(%)
Muito satisfeito	55	68
Satisfeito	24	30
Indiferente	2	2
Insatisfeito	0	0
Muito insatisfeito	0	0
Total	81	100

Fonte: O autor.

É bem nítido que com 68% das escolhas, a grande maioria da comunidade se considera muito satisfeita com o trabalho social do ISR. Dos que participaram 30% se mostraram satisfeitos com a atuação do Instituto e, apenas 2% do público manifestou ser indiferente diante da atividade do ISR na comunidade. Por fim, nenhum dos que contribuíram com o estudo se pronunciou insatisfeito ou muito insatisfeito com o trabalho realizado pelo ISR, o que confirma o alto índice de aprovação da obra do Instituto Shopping Recife na comunidade.

6.2 Questionário do Consumidor

Segue na tabela 7, os dados sociodemográficos provenientes dos oitenta indivíduos que responderam ao questionário do consumidor, dos 100 questionários aplicados inicialmente.

Tabela 7: Características sociodemográficas do consumidor.

Variáveis	Características	(f _i)	(%)
Sexo	M	56	70
	F	24	30
Total	-	80	100
Idade	25 à 35	42	52
	36 à 46	31	39
	47 à 61	7	9
Total	-	80	100
Grau de instrução	E. M ⁽¹⁾	3	4
	C. T ⁽²⁾	6	8
	C. S ⁽³⁾	20	25
	P. G ⁽⁴⁾	45	56
	MSc ⁽⁵⁾	4	5
	Dr ⁽⁶⁾	1	1
	PhD ⁽⁷⁾	1	1
Total	-	80	100

Fonte: O autor.

Nota: (1) Ensino médio; (2) Curso técnico; (3) Curso superior; (4) Pós-graduação; (5) Mestrado; (6) Doutorado; (7) Pós-doutorado.

6.2.1 Análise da Primeira Pergunta

O objetivo desta questão foi identificar com que intensidade o tema responsabilidade social está disseminado na sociedade.

Tabela 8: Dados obtidos a partir da primeira pergunta do questionário do consumidor.

Respostas	Frequência (f _i)	(%)
Tenho conhecimento	67	84
Já ouvi falar	13	16
Nunca ouvi falar	0	0
Total	80	100

Fonte: O autor.

Apesar de ser um tema relativamente novo no Brasil, observamos que a maior parte dos participantes, mais especificamente 84% das respostas, afirmaram ter conhecimento sobre o assunto. Deste público avaliado, 16% admitiu já ter ouvido falar sobre a temática e nenhum dos participantes assumiu nunca ter ouvido falar sobre o assunto.

6.2.2 Análise da Segunda Pergunta

A intenção desta questão foi relacionar a influência da responsabilidade social praticada pelas empresas, sobre a ótica da importância dada pelo consumidor ao tema.

Tabela 9: Dados obtidos a partir da segunda pergunta do questionário do consumidor.

Respostas	Frequência (f)	(%)
Sim	80	100
Não	0	0
Total	80	100

Fonte: O autor.

É evidente o alto grau de importância dada pelos consumidores ao comportamento socialmente responsável praticado pelas empresas. Pode-se comprovar que 100% dos que responderam a pergunta, acham relevante este tipo de prática por parte das organizações. Levando-nos a crer que, as empresas que adotam este tipo de prática tendem a ser mais bem avaliadas na opinião do consumidor.



Figura 6: Representação em porcentagem dos motivos alegados pelos consumidores que responderam positivamente à segunda pergunta do questionário do consumidor.

Observa-se que 33% dos participantes argumentaram que promover melhorias para a sociedade seria o principal motivo a ser considerado pela empresa como forma de atuação social. A questão da ética com a sociedade e com os funcionários com atribuições de 21% e 15%

respectivamente, são justificativas bem avaliadas na opinião do consumidor e remetem ao senso comum de fazer o que é correto e de se preocupar com o bem estar do próximo, seja no ambiente de atuação interno ou externo.

Em seguida, o diferencial competitivo com 9% e a ética com o meio ambiente com 7% de contribuição, trazem à tona a questão do fator de competitividade que funciona como um diferencial de mercado, tornando a empresa mais atrativa na visão do consumidor.

Não menos importante, temos a discussão a cerca do meio ambiente que é um assunto já bastante debatido na sociedade e que ganhou destaque singular nas últimas décadas. Tornando-se uma tratativa obrigatória por partes das empresas na opinião dos seus consumidores. Os itens motivação no trabalho e relacionamento com os *stakeholders*, ambos com 5% de contribuição cada, mostram que ter um ambiente de trabalho saudável e um bom relacionamento com as partes interessadas, são motivos de satisfação na visão do consumidor, sem contar os outros benefícios intrínsecos a estas práticas que podem ser aproveitados pelas organizações.

Por fim, os tópicos confiança e credibilidade com 3% e qualidade do produto com 2% de participação, atestam que a prática da responsabilidade social por parte das empresas, trás consigo o sentimento de confiança do consumidor na correta postura adotada por ela em relação ao fornecimento de produtos de qualidade garantida. O que futuramente se traduz num bom instrumento de marketing espontâneo e fidelização da marca.

6.2.3 Análise da Terceira Pergunta

O propósito desta questão foi relacionar a influência da responsabilidade social praticada pelas empresas, sobre o grau de satisfação do consumidor durante o processo de compra.

É evidente que com 94% das intenções de resposta, o grau de satisfação do consumidor é bastante afetado quando é de seu conhecimento que a empresa que está lhe fornecendo determinado produto possui um comportamento socialmente responsável. Em apenas 6% das opções os participantes se mostraram não sensibilizados em saber que a empresa que lhes fornece um produto preza por uma postura socialmente correta. O que nos faz acreditar que, cada vez mais este tipo de

Os Benefícios Trazidos para um Grande Empreendimento (Shopping Center) com o Trabalho Social Realizado em uma Comunidade Circunvizinha

comportamento está sendo observado e valorizado pelos consumidores, tornando-se um importante elemento na manutenção do atual mercado consumidor e na conquista de novos clientes que tem a responsabilidade social como pré-requisito na hora de decidir uma compra.

Tabela 10: Dados obtidos a partir da terceira pergunta do questionário do consumidor.

Respostas	Frequência (f _i)	(%)
Sim	75	94
Não	5	6
Total	80	100

Fonte: O autor.



Figura 7: Representação em porcentagem dos motivos alegados pelos consumidores que responderam positivamente à terceira pergunta do questionário do consumidor.

É perceptível que com 31% da preferência questões relacionadas a melhorias para a sociedade denotam grande sensibilidade por parte do público, gerando uma expectativa positiva a respeito da empresa quando estas ações se fazem presentes na sua agenda de compromissos.

Práticas advindas das organizações em prol de ações que contribuam para atenuar problemas que permeiam o ambiente social, também são bem vindas e bem vistas pela sociedade. Com 22% das intenções, a prática da responsabilidade social pelas empresas, mostrou ter grande aprovação.

Com 16% das escolhas, mostrar-se solidário aos problemas que afligem a sociedade, demonstra uma postura correta por parte da empresa e desejável por parte dos consumidores. Da mesma forma que ter uma atitude ética perante a sociedade, a qual contribuiu com 11% das escolhas, é considerada uma

conduta adequada e no mínimo esperada pelo público em relação à organização.

Outro dado interessante a ser observado, é que o incentivo à prática da responsabilidade social com 9% e a contribuição com melhorias para os funcionários com 7% da preferência, revelam o desejo do consumidor em ver a prática da responsabilidade social difundida de forma mais abrangente no meio empresarial e, que ela também traga benefícios para o público interno, o qual é responsável direto por sua existência.

Ainda neste cenário de análises, observamos que 4% dos questionados afirmaram se sentirem mais satisfeitos por a responsabilidade social ter um caráter de diferenciação em relação à concorrência.

6.2.4 Análise da Quarta Pergunta

O objetivo desta questão foi avaliar o grau de importância dado pelo consumidor ao tema responsabilidade social empresarial, a ponto de interferir na sua decisão de adquirir um produto de uma organização socialmente responsável ao invés de uma empresa que não possua tal comportamento.

Tabela 11: Dados obtidos a partir da quarta pergunta do questionário do consumidor.

Respostas	Frequência (f _i)	(%)
Sim	76	95
Não	4	5
Total	80	100

Fonte: O autor.

Acerca da exposição dos fatos, constatamos que em 95% das respostas, o consumidor se mostrou bastante receptivo e tendencioso a adquirir um produto de uma empresa que presa pela conduta socialmente responsável. E que apenas 5% não se mostraram sensibilizados em comprar um produto devido à prática da responsabilidade social por parte da organização.

É bem nítido que com 26% das escolhas, questões associadas a benefícios em favor da sociedade despertam um sentimento de estima no consumidor em relação à empresa que atua responsavelmente na comunidade.

Observa-se também no público avaliado, que o mesmo se mostra disposto a contribuir com a prática da responsabilidade social em 22% das opções, o que

confirma que esse tipo de atitude por parte da organização é muito bem conceituada pela sociedade. Com uma parcela de contribuição de 17%, o incentivo à prática da responsabilidade social transparece o desejo do consumidor que esse tipo de ação se torne hábito dentro da empresa e que também se difunda dentro do meio empresarial.



Figura 8: Representação em porcentagem dos motivos alegados pelos consumidores que responderam positivamente à quarta pergunta do questionário do consumidor.

Com um aporte de 15%, ser ético frente à sociedade desperta no consumidor a empatia com a empresa por ela passar a sensação de que preza pelas boas relações sociais dentro e fora da organização.

Do total, 9% externaram que comprariam o produto da empresa que se encaixa no perfil socialmente responsável, por considerar esse tipo de postura um diferencial competitivo em relação às empresas que não cultuam essa forma de atuação. O item qualidade do produto com 6% das intenções mostra que o consumidor associa a empresa socialmente consciente a produtos confiáveis e de melhor qualidade, o que os torna mais atrativos na hora da compra.

Por fim, demonstrar-se afetado com a situação da sociedade, trouxe para o estudo uma contribuição de 5%. O que faz com que a prática da responsabilidade social seja vista por muitos como um ato de nobreza e caridade para com a comunidade.

6.2.5 Análise da Quinta Pergunta

A finalidade desta pergunta foi avaliar até que nível a importância da responsabilidade social empresarial

influência positivamente na intenção de compra de um produto pelo consumidor, ao ponto do mesmo se sentir estimulado a pagar um pouco mais pela aquisição deste bem consumo.

Tabela 12: Dados obtidos a partir da quinta pergunta do questionário do consumidor.

Respostas	Frequência (f _i)	(%)
Sim	63	79
Não	17	21
Total	80	100

Fonte: O autor.

Visualiza-se que com 79% da preferência das respostas, o consumidor se mostra tendencioso a pagar um pouco mais pelo produto da empresa socialmente responsável, o que comprova que vale a pena investir em responsabilidade social e que esse tipo de postura é uma forma reconhecida de agregar valor a organização. Apenas 21% das escolhas afirmaram não ter a intenção de pagar um pouco mais por um produto de uma instituição responsável socialmente.

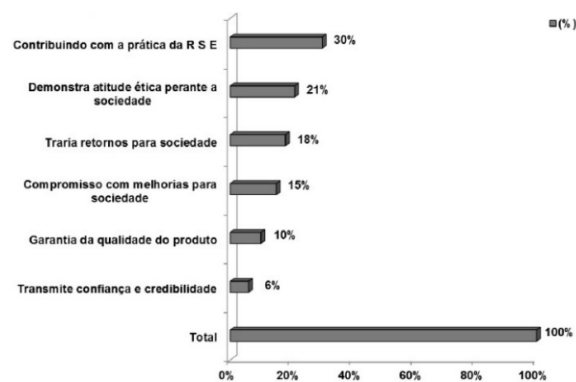


Figura 9: Representação em porcentagem dos motivos alegados pelos consumidores que responderam positivamente à quinta pergunta do questionário do consumidor.

Visivelmente com 30% das intenções, o sentimento de estar cooperando com uma causa que ajuda a sociedade, desperta no público o fomento de adquirir um produto que seja oriundo de uma empresa que preze por esse tipo de conduta, ainda que o preço do bem em questão seja um pouco mais oneroso em relação ao do concorrente.

Os Benefícios Trazidos para um Grande Empreendimento (Shopping Center) com o Trabalho Social Realizado em uma Comunidade Circunvizinha

Com 21% da preferência, a atitude de demonstrar-se ético perante a sociedade, aguça no consumidor a sensação de estar fazendo sua parte diante dos problemas que angustiam a sociedade. Sendo esse entusiasmo transferido para a empresa que prática responsabilidade social a partir do momento que o cliente opta por prestigiá-la com a compra do seu produto.

Contabilizando 18% das opções, o pensamento de estar fazendo um investimento em um produto que atenda às expectativas e que por consequência traga retorno positivo para a sociedade, torna a compra de um produto oriundo de uma empresa socialmente responsável ainda mais atrativa na visão do consumidor.

Com 15% das decisões, o senso de ajudar o próximo é um comportamento natural do ser humano que se traduz no compromisso em colaborar com ações que atenuem as desigualdades sociais, criando desta forma, uma expectativa em cima da empresa socialmente ética para que a mesma sirva de elo entre o consumidor e a concretização dessas ações.

A satisfação em adquirir um produto de qualidade colaborou com 10% das informações, demonstrando assim, a confiança do consumidor em empresas que se comportam adequadamente do ponto de vista social, o que é bastante benéfico para a organização na perspectiva de fidelização do cliente.

O item confiança e credibilidade, que contribuiu com 6% da preferência, é considerado um importante fator de competitividade com estimado valor agregado para continuidade e crescimento dos negócios da organização, que se torna ainda mais perceptível para o consumidor, a partir do momento que a instituição tem uma atuação social apropriada perante a sociedade.

7 Ganhos para a Organização

É fato que o trabalho social realizado por uma organização em uma comunidade carente, traz bastantes melhorias para este público que está sendo beneficiado. Entretanto, nesse processo de atenuação social, existe naturalmente uma relação de troca entre ambas às partes. Onde a empresa viabiliza os meios necessários para a mudança de perspectiva de vida do indivíduo, enquanto esse usufrui do bem social que lhe foi proporcionado devolvendo em forma de ações benéficas em favor da empresa e consequentemente da sociedade.

O Shopping Recife, empresa responsável pela criação do Instituto Shopping Recife, atribui que o investimento no social gera benefícios que estão relacionados à capacidade de:

- Qualificação da mão de obra local, que é absorvida pelo próprio Shopping e os lojistas do empreendimento que passam a ter acesso a trabalhadores muito próximos, já qualificados e acompanhados pelo ISR o que reduz os custos com deslocamentos e com programas de qualificação;
- Direcionamento do perfil desejado para as oportunidades de emprego dentro do Shopping. O que promove uma disponibilidade de mão de obra constante e ajuda a minimizar o paradigma do preconceito dentro do empreendimento, que passa a enxergar esse público emergente como pessoas dignas e capazes profissionalmente, o que interfere diretamente na motivação e produtividade desses trabalhadores por fazê-los se sentirem importantes e parte de um ambiente ao qual não tinham praticamente acesso;
- Participação nas discussões de interesse da comunidade, prezando pela melhoria da convivência comunitária, o que favorece o diálogo e a resolução de questões de interesse mútuo entre o Shopping e a comunidade, evitando conflitos e criando uma relação pacificada, o que causa boa impressão frente aos frequentadores do Shopping;
- Melhoria da sensação de segurança dos lojistas e frequentadores do Shopping, com a redução de eventos relacionados à violência no entorno do empreendimento;
- Auxílio do ISR em parceria com o SEBRAE, viabilizando a qualificação de empreendimentos que fabricam e manipulam alimentos, com cursos de boas práticas de higiene e manipulação.
- Proporcionando aos trabalhadores do Shopping, a oferta de alimentos de boa qualidade, fabricados dentro dos padrões de higiene desejados, reduzindo assim os afastamentos do posto de trabalho por conta de problemas de saúde relacionados à ingestão de alimentos contaminados. Em 2009/2010 foi realizada uma pesquisa em parceria com o SEBRAE que apontava como maior consumidor de alimentos na comunidade os próprios trabalhadores do Shopping Recife;

- Melhoria no relacionamento da Administração do Shopping Recife com a comunidade, que hoje enxerga o Shopping como uma empresa parceira e que faz parte do cotidiano deles e não mais como um mundo isolado que não se importa com a comunidade. Hoje é possível tratar vários pontos, inclusive de melhoria urbana, de condições de deslocamentos e de convivência com o poder público da comunidade e do Shopping através do relacionamento entre essas partes devido à capacidade de articulação do ISR;
- Destaque no setor de atuação frente aos concorrentes, com diversas premiações em decorrência dos projetos sociais bem sucedidos, facilitando a captação de novas parcerias, tanto do setor público como do privado.

8 Conclusões

É perceptível que demonstrar-se socialmente comprometido deixou de ter um sentido exclusivamente de *marketing* social e alcançou dimensões estratégicas dentro das empresas, tornando-se uma espécie de ferramenta para sustentação e perpetuação dos negócios a longo prazo. E que atualmente agregar conceitos e valores éticos a marca, tornou-se uma forma de incrementar os lucros e de se diferenciar frente à disputa de mercado.

Afinal de contas, o consumidor e todas as outras partes interessadas na atividade da empresa, estão exercendo com mais consciência a sua cidadania, tirando do poder público parte da responsabilidade pelas demandas sociais e, atribuindo as companhias suas expectativas no processo de mitigação e resolução dos problemas que afligem a sociedade, principalmente num país tão desigual socialmente como Brasil.

Pudemos comprovar que a atuação social pode ser transformada em diversas outras vantagens para a organização, além das ligadas apenas a questões financeiras. Uma empresa que adota um comportamento socialmente responsável pode consolidar sua imagem e seu potencial de vendas com o fortalecimento e fidelidade da marca junto aos clientes, pode agregar valor à própria instituição perante a sociedade e o mercado de valores, aumentar sua produtividade com a satisfação e motivação dos seus funcionários, usufruir de isenções e incentivos fiscais por parte dos órgãos

governamentais que prestigiam esse tipo de atitude, além dos ganhos sociais propriamente ditos com a melhoria da qualidade de vida da sociedade e as mudanças comportamentais percebidas nos indivíduos.

Vimos na avaliação do perfil do consumidor que, por diversos motivos o mesmo valoriza a postura socialmente responsável da organização e se mostra sensivelmente afetado pelas questões sociais. Mostrando para as empresas que vale a pena investir em responsabilidade social e que este tipo de investimento traz retornos positivos para a organização, tanto do ponto de vista financeiro quanto da perspectiva social.

Foi comprovado na avaliação da opinião da comunidade que os trabalhos sociais realizados pela organização através de seu braço social, o Instituto Shopping Recife, são muito bem conceituados e trazem resultados bastante expressivos para a comunidade beneficiada, proporcionando diversas oportunidades de melhorias no âmbito profissional e pessoal, atuando verdadeiramente como agente de transformação daquela realidade e facilitando a inclusão social das pessoas.

Por fim, é notório que a prática da responsabilidade social pelas empresas é uma atividade muito benquista pela sociedade, que ajuda a valorizar a organização em diversos aspectos e traz retornos bastante positivos. Transformando-se nos dias de hoje, em um assunto obrigatório na pauta de reuniões e decisões estratégicas das instituições que desejam atender às várias demandas impostas pela sociedade no campo social, econômico, e ambiental, se diferenciando desta forma das demais concorrentes e tornando possível a continuação dos negócios.

Referências

- [1] C. N. CLAUDINO *et al.* Responsabilidade social como elemento estratégico competitivo: uma abordagem no Banco do Nordeste do Brasil S/A. In *anais do XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, Bento Gonçalves, página 2, 2012. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_TN_STO_167_968_20066.pdf>. Acesso em: 30 out. 2015.

Os Benefícios Trazidos para um Grande Empreendimento (Shopping Center) com o Trabalho Social Realizado em uma Comunidade Circunvizinha

- [2] R. ALESSIO. Responsabilidade social das empresas no Brasil: reprodução de posturas ou novos rumos? *Revista Virtual Textos e Contextos*. Nº 2, páginas 2-4, Rio Grande do Sul, 2003. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fass/article/viewFile/952/732>>. Acesso em: 10 set. 2015.
- [3] G. C. COUTINHO.; R. T. PINTO.; A. C. SANTOS. Responsabilidade social empresarial na cadeia de valor: diretrizes para a implantação. In *anais XXXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*. Página 8, Curitiba, 2014. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes/index.asp?ano=2014&area=1156&pchave=&autor>>. Acesso em: 20 out. 2015.
- [4] INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Investimentos sociais da União crescem mesmo durante a crise. *Revista desafios do desenvolvimento*. Ano 8, Edição 70, Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2670:catid=28&Itemid=23>. Acesso em: 03 nov. 2015.
- [5] W. A. FERNANDES. O movimento da qualidade no Brasil. Editora Essencial Idea Publishing, São Paulo, 2011.
- [6] INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Bondade ou interesse? Como e porque as empresas atuam no social. Páginas 12-13, Brasília, 2004. Disponível em <<http://www.ipea.gov.br/acaosocial/IMG/pdf/doc-20.pdf>>. Acesso em: 26 mai. 2016.
- [7] C. S. PASSADOR. A Responsabilidade social no Brasil: uma questão em andamento. *VII Congresso Internacional Del CLAD sobre La Reforma Del Estado de La Administración Publica*. Página 2, Lisboa, Portugal, 2002. Disponível em: <<http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/CLAD/clad0044201.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2015.
- [8] P. BARBETTA. Estatística Aplicada às Ciências Sociais. 5ª. ed. Editora UFSC, Florianópolis, 2002.
- [9] A. G. LOURENÇO.; D. S. SCHRODER. Vale investir em responsabilidade social empresarial? *Stakeholders*, ganhos e perdas. Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social. Páginas 2-14 São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://institutoguerreiros.com.br/docs.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2015.
- [10] R. L. DAFT. Administração. 4ª ed. Páginas 88-92, Editora LTC, Rio de Janeiro, 1999.
- [11] INSTITUTO ETHOS DE EMPRESAS E RESPONSABILIDADE SOCIAL. Indicadores ethos de responsabilidade social empresarial. Páginas 3-4, São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www3.ethos.org.br/wpcontent/uploads/2013/07/IndicadoresEthos_2013_PORT.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2016.
- [12] M. FRIEDMAN. The social responsibility of business is to increase its profits. *New York Times Magazine*. Página 214, September, 1970.
- [13] R. C. GUEDES. Responsabilidade social e cidadania empresariais: conceitos estratégicos para as empresas face à globalização. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP). São Paulo, 2000.
- [14] F. P. NETO.; C. FRÓES. Responsabilidade Social & Cidadania Empresarial: A Administração do Terceiro Setor. Editora Qualitymark, Rio de Janeiro, 1999.
- [15] F. A. BÜHLER. Responsabilidade social empresarial: gerando diferencial competitivo entendendo sua influência nos stakeholders organizacionais. Monografia, Centro Universitário de Brasília (UniCEUB/DF). Novembro, 2009.
- [16] A. G. LOURENÇO et al. Ganhos e perdas relacionados ao comportamento social das empresas. In *anais XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*. Página 4-5, Curitiba, 2002. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR100_1253.pdf>. Acesso em: 29 out. 2015.
- [17] R. MEIRELLES.; C. ATHAYDE. Um país chamado favela: a maior pesquisa já feita sobre a favela brasileira. Páginas 26-97, Editora Gente, São Paulo, 2014.
- [18] ABNT NBR ISO 26000. Diretrizes sobre Responsabilidade Social. Páginas 7-63, Rio de Janeiro, 2010.

[19] J. A. F. OLIVEIRA. Ações de responsabilidade social das empresas - A percepção do consumidor e sua influência na motivação de compra - O caso o Boticário. Dissertação de Mestrado, Fundação Getúlio Vargas (FGV). Rio de Janeiro, jun, 2002.

[20] A. ESTIGARA.; R. PEREIRA.; S. LEWIS. Responsabilidade social e incentivos fiscais. Página 28-40, Editora Atlas, São Paulo, 2009.

[21] F. G. TENÓRIO et al. Responsabilidade Social Empresarial Teoria e Prática. Páginas 40-42, 2ª ed., Editora FGV, Rio de Janeiro, 2006.

[22] S. ABREU.; F. BORGES. Indicadores de sustentabilidade organizacional: estudo em um shopping center no estado do Pará. Revista de Economia e Administração, v.12, nº.4, p. 480-507, out/dez, 2013.

[23] INSTITUTO SHOPPING RECIFE (ISR). O instituto, a comunidade, os pilares de atuação e os parceiros. Disponível em: <<http://www.institutoshoppingrecife.org.br/2011/>>. Acesso em: 28 jan. 2016.

Mudança de Cultura Organizacional: Introdução do *Lean Manufacturing* numa Indústria Naval Brasileira Instalada no Estado de Pernambuco

A Organizational Culture Shift: Introduction of Lean Manufacturing in a Brazilian Shipyard Installed in the State of Pernambuco

Waldemar Marquart Neto ¹

Ana de Fátima Braga Barbosa ¹

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil

E-mail do autor principal: Waldemar Marquart Neto waldemar_netto2@hotmail.com

Resumo

Este artigo descreve como foi realizada a introdução do Lean Manufacturing em uma indústria naval brasileira situada no estado de Pernambuco. A implantação dessa metodologia, geralmente aplicada em indústrias do ramo automotivo, foi realizada durante um período de recessão econômica da empresa e do Estado. Através de diversas ferramentas aliadas ao Lean Manufacturing (como Mapeamento do Fluxo de Valor, 5S, dentre outras), foi implantada uma nova cultura organizacional com um novo sistema de gerenciamento nesta companhia. O objetivo foi tornar a empresa uma referência, tanto no mercado nacional e internacional, quanto dentro do universo Lean, superando a crise econômica e tornando-se competitiva nos mercados em questão.

Palavras-Chave: *Lean Manufacturing; Indústria Naval; Cultura Organizacional; Competitividade.*

Abstract

This article describes how an introduction to Lean Manufacturing was made in a Brazilian naval industry located in the state of Pernambuco. The implementation of this methodology, applied in automotive industries, was carried out during a period of economic recession of the company and the state. Through a variety of paths in Lean Manufacturing (like Value Stream Mapping, 5S, and others), a new organizational culture was implemented a new organizational culture with a new system of management in the company. The goal was to make the company a reference, both in the national and international market, and within the Lean universe, overcoming the economic crisis and becoming competitive in these markets.

Key-words: *Lean Manufacturing; Naval Industry; Organizational Culture; Competitiveness.*

1 Introdução

Para explicar o porquê da introdução do *Lean Manufacturing* na indústria naval, é preciso fazer um breve histórico da produção de navios no Brasil.

A indústria naval brasileira foi iniciada por volta do período do Brasil Colônia, visando a posição estratégica do Brasil em relação às principais rotas traçadas naquele tempo. Com o advento da globalização, a construção de navios passou a se modernizar com novos equipamentos, força de trabalho e diversos estaleiros foram abertos no país, especialmente na região Sul, Sudeste e Nordeste (neste caso, apenas no estado da Bahia). Por volta dos anos 80, com a crise econômica mundial, o Brasil passou pelo pior período de recessão econômica desde o período pós-guerra. Os estaleiros nacionais passaram dificuldades financeiras, assim como seus contratantes. A década de 90 marcou a abertura da economia para concorrência estrangeira. No entanto, as empresas nacionais não tinham porte para enfrentar grandes operadores em escala mundial e não se mostrou rentável produzir navios dentro do Brasil. A produção internacional era mais eficaz, experiente, com preços competitivos e entregava suas encomendas nos prazos acordados. Dessa forma, a indústria naval brasileira passou a ser voltada para reparos de embarcações e pequenos contratos nacionais [1].

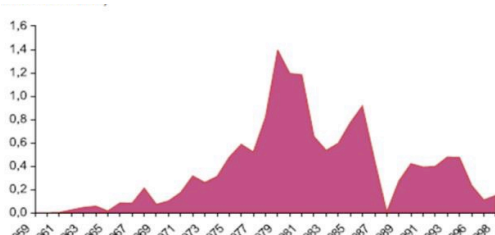


Figura 1: Embarcações entregues pela construção naval no Brasil (1959-1998).

Fonte: <http://sinaval.org.br/wp-content/uploads/Cen%C3%A1rio-da-Constru%C3%A7%C3%A3o-Naval-Brasileira-Balan%C3%A7o-e-defesa-do-setor.pdf> (apud GRASSI, 1998).

Por volta dos anos 2000, veio a retomada da indústria naval com o incentivo do Programa de Modernização e Expansão da Frota (PROMEF) da Transpetro – empresa subsidiária da Petrobrás – a qual incentivava a fabricação de novos navios

petroleiros a cargo nacional. Essa foi a forma que o governo encontrou para reativar a produção de navios dentro do país [2].

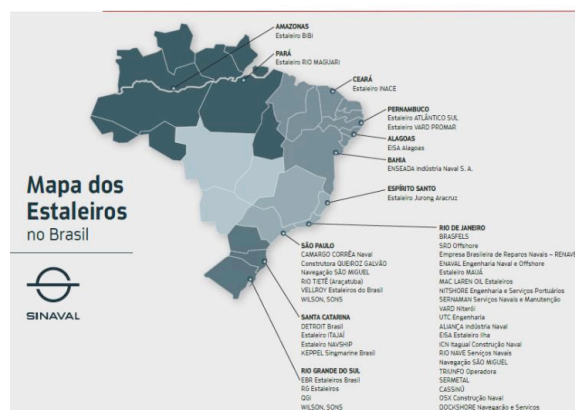


Figura 2: Mapa dos Estaleiros Brasileiros.

Fonte: http://www.transpetro.com.br/pt_br/imprensa/multi-media/video-e-imagem/video-detalhes-18.html.

A construção de diversos estaleiros, inclusive no estado de Pernambuco, que nunca teve este tipo de indústria, e a retomada de outros pólos que já existiam, impulsionaram a indústria naval que acabara de ressurgir. Porém, devido ao longo período em que o Brasil ficou sem produzir navios, a mão de obra especializada passou a ser a mesma de 20 ou 30 anos atrás. Essa falta de modernização, acabou por levar os estaleiros brasileiros a seguirem um modelo de produção ultrapassado, enquanto os concorrentes internacionais seguiam um modelo de produção mais moderno. Assim, a história passava a se repetir, faltando competitividade com relação a empresas do ramo naval em escala mundial.

Percebendo o problema de produção, um estaleiro brasileiro, situado em Pernambuco, decidiu remodelar sua estrutura, após estabelecer nova estratégia de gestão organizacional, com a mudança da Alta Direção. Foi, então, implantado um novo sistema de produção, baseado no *Lean Manufacturing*, também conhecido como Modelo Toyota de Produção. Antes da introdução desse sistema, a entrega de três navios aconteceu em nove anos, enquanto que, com a implantação desse novo sistema de produção, foram entregues cinco navios em dois anos. Nos próximos capítulos será apresentada qual a fórmula adotada para essa melhoria significativa.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Demonstrar como foi implementado o *Lean Manufacturing* em uma indústria naval pernambucana através de ferramentas utilizadas junto a essa metodologia e os resultados alcançados.

2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar a metodologia de observação para o trabalho;
- Apresentar o *Lean Manufacturing* e suas características;
- Descrever o processo de implementação da nova cultura organizacional;
- Apresentar resultados e contribuições da implementação.

3 Metodologia

A metodologia de estudo desenvolvida neste artigo foi a observação dos fatos por meio de um agente de mudanças dentro da empresa em questão. Para realização deste trabalho, o autor passou por diversos treinamentos sobre a metodologia empregada e suas diversas ferramentas, para assim colocá-las em prática.

3.1 Lean Manufacturing

O *Lean Manufacturing* é uma filosofia de gestão, também conhecida como Sistema *Toyota* de Produção, um modelo organizacional de trabalho criado para atender à premissa de redução do tempo entre o recebimento de um pedido e o seu embarque para o cliente final, buscando reduzir desperdícios [3]. Segundo Jeffrey K. Liker [4]: A *Toyota* identificou sete grandes tipos de perdas sem agregação de valor em processos administrativos ou de produção, os quais serão descritos abaixo:

1. Superprodução: produção de itens para os quais não há demanda;
2. Espera: funcionários que servem apenas para vigiar uma máquina automática ou que ficam esperando pelo próximo passo no processamento, ferramenta, suprimento, peça, etc., ou que simplesmente não tem trabalho para fazer devido a uma falta de estoque, atrasos no processamento, interrupção do funcionamento de equipamentos e gargalos de capacidade;

3. Transporte ou movimentação desnecessária: movimento de estoque em processo por longas distâncias, criação de transporte ineficiente ou movimentação de materiais, peças ou produtos acabados para dentro ou fora do estoque ou entre processos;
4. Superprocessamento ou processamento incorreto: passos desnecessários para processar as peças. Processamento ineficiente devido a uma ferramenta ou ao projeto de baixa qualidade do produto, causando movimento desnecessários e produzindo defeitos;
5. Excesso de estoque: excesso de matéria-prima, de estoque em processo ou de produtos acabados, causando *lead times* mais longos. Além disso, o estoque extra oculta problemas, como desbalanceamento de produção;
6. Movimento desnecessário: qualquer movimento inútil que os funcionários têm que fazer durante o trabalho, tais como procurar, pegar ou empilhar peças. Caminhar também é perda;
7. Defeitos: Produção de peças defeituosas ou correção. Consertar ou retrabalhar, descartar ou substituir a produção e inspecionar significam perdas de manuseio, tempo e esforço.

Visando a redução dos desperdícios no início da implantação do *Lean Manufacturing*, foi necessário primeiro ter conhecimento dos problemas, iniciando-se, assim, o trabalho de Mapeamento de Fluxo de Valor.

O Mapeamento do fluxo de valor, também conhecido como *Value Stream Mapping (VSM)*, é uma ferramenta utilizada no *Lean Manufacturing* para observar todas as ações que agregam valor ou não para o produto que está sendo estudado. É observado o processo desde a matéria-prima até a entrega ao cliente. Essa ferramenta ajuda a visualizar o processo como um todo, observando onde estão seus gargalos. A partir desse mapeamento é apresentado o que é chamado de "Estado Atual". O objetivo de mapear o fluxo de valor é destacar as fontes de desperdício e eliminá-las através da implementação de um fluxo de valor em um "Estado Futuro" que pode tornar-se uma realidade em um curto período de tempo. A meta é construir uma cadeia de produção onde os processos individuais são articulados aos seus clientes ou por meio de fluxo contínuo ou puxada, e cada processo se aproxima o máximo possível de produzir apenas o que os clientes precisam e quando precisam [5].

A partir do mapeamento do estado atual da empresa, foi desenhado o "Estado Futuro" com o objetivo de reduzir o tempo de produção de navios,

visando a recuperação do tempo perdido da produção das embarcações e, assim, tornar a empresa competitiva.

3.2 Implantação

Para viabilizar a implementação de uma nova cultura com uma nova metodologia do trabalho, tornou-se indispensável analisar as possibilidades para recuperar o prejuízo que havia na empresa e torná-la lucrativa. Para isso, foi dado início à *Semana Kaizen*, um programa da companhia para disseminar a metodologia *Lean* tanto fisicamente quanto conceitualmente. A *Semana Kaizen*, ainda em prática, consiste em formar uma equipe multidisciplinar a fim de desenvolver um rápido entendimento da metodologia e do objetivo da mudança. A Primeira *Semana Kaizen* teve como objetivo fazer o mapeamento do fluxo de valor da empresa (VSM) e, a partir daí, demonstrar quais os desperdícios que deveriam ser combatidos e onde. Para a realização desse mapeamento, os funcionários da empresa que foram convidados a disseminar essa ferramenta foram treinados durante dois dias, fizeram levantamento das informações e começaram o desenvolvimento desse mapeamento nos outros três dias da semana para apresentar à diretoria no final do 5º dia, durante o fechamento deste evento.



Figura 3: Embarcações entregues pela construção naval no Brasil (1959-1998).
Fonte: Acervo próprio.

Com o primeiro trabalho, foram identificadas as falhas, tanto da parte gerencial, quanto operacional da empresa. Dessa forma, foram desenhadas as etapas no que foi denominado como "guerra aos desperdícios", dentre as quais:

- Realização de novas *Semanas Kaizen* para o mapeamento dos setores da fábrica e

mitigação dos desperdícios por elas apresentadas;

- Implantação do Sistema 5S;
- Implantação do programa de ideias para participação dos colaboradores e fazer com que essas ideias reduzissem os 7 desperdícios dentro da companhia;
- Implantação do Gerenciamento diário da produção;
- Desenvolvimento das Mini-Fábricas;

3.2.1 Semanas Kaizen

As semanas *Kaizen* são indicadas para obter vantagem competitiva e propor soluções para oportunidades identificadas, sempre alinhadas com o conceito *Lean*. Nelas, se criam agentes de transformação para motivar e assegurar o processo de transformação física e cultural. Durante as semanas de melhoria contínua são implementadas as ferramentas do *Lean*, buscando sempre a redução dos desperdícios e aumentar a produtividade.

A palavra *Kaizen*, vem do japonês e significa "melhoria contínua", ou seja, o *Kaizen* busca criar o melhor fluxo de valor com menos desperdícios. O processo de melhoria contínua envolve a ação de todos os envolvidos para criar soluções e oportunidades de melhorias, envolvendo criatividade e comunicação [6].

Todo esse processo busca as quatro regras que fundamentam o Sistema Toyota de Produção. Segundo Steven Spear [7], são elas:

"Regra nº1 - Todos os trabalhos devem ser minuciosamente especificados em termos de conteúdo, sequência, tempo e resultado;

Regra No. 2: Todas as conexões cliente-fornecedor devem ser diretas, e deve existir um caminho inequívoco de 'sim ou não' para enviar solicitações e receber respostas;

Regra No. 3: Todos os fluxos dos produtos e serviços devem ser simples e diretos;

Regra No. 4: Todas as melhorias precisam ser feitas em conformidade com o método científico, sob a orientação de um professor e no nível hierárquico mais baixo possível da organização."

Sendo assim, buscando a redução dos desperdícios e fazendo com que os conhecimentos fossem disseminados dentro da companhia, tanto a parte

teórica quanto a prática, foi escolhido disseminar o *Lean* através do *Kaizen*.

3.2.2 Sistema 5S

O 5S é uma metodologia japonesa, que busca a melhor qualidade de vida, prevenção de acidentes e melhoria da produtividade [8]. É denominada 5S por conta de 5 palavras japonesas que começam com a letra "S". Traduzindo para o português ficaram conhecidas como os 5 sentidos [9]. São eles:

- Senso de utilização - *Seiri*;
- Senso de ordenação - *Seiton*;
- Senso de limpeza - *Seisou*;
- Senso de saúde - *Seiketsu*;
- Senso de autodisciplina - *Shitsuke*.

Sabendo que o 5S é uma ferramenta aliada ao *Lean Manufacturing*, foi dado início, em paralelo a essa metodologia, a implantação do 5S, que junto com o *Kaizen* busca a padronização das operações, possibilita a melhoria da qualidade e do controle visual, a identificação dos desperdícios, aumenta a segurança e promove a satisfação dos funcionários.

Como a empresa tem uma área produtiva muito extensa e busca sempre a redução dos desperdícios, foram realizadas grandes transformações em relação ao 5S. No início, os investimentos foram nos 3S's (senso de utilização, senso de ordenação e o senso de limpeza), atuando em áreas que tinham grande número de materiais e sucatas, as quais foram reorganizadas e passaram a ser utilizadas para melhorar a produção com ferramentas do *Lean*. Áreas nobres, antes utilizadas para armazenar materiais indevidos, foram restauradas e voltaram a fazer parte da área produtiva.

3.2.3 Programa de Ideias

Visando disseminar a cultura da melhoria contínua, foi iniciado um programa de ideias com participação dos colaboradores da empresa para reduzir os desperdícios dentro da companhia. Este programa tinha como objetivo fazer com que a força de trabalho também participasse do processo de transformação da cultura organizacional. Essas ideias partiam de todos os colaboradores da empresa, buscando as melhorias que muitos não enxergavam por não participarem ativamente do processo fabril. Dessa forma, foram observados diversos ganhos, desde ideias simples para remodelar uma linha de produção e melhorar o fluxo do processo, quanto a redução de gastos com água e energia, além de ideias para melhorar a qualidade de vida do trabalhador – como bebedouros mais próximos da área de trabalho.

3.2.4 Gerenciamento Diário da Produção

De acordo com José Roberto Ferro e Robson Gouveia [10], gerenciamento diário é "o processo contínuo para garantir que o trabalho esteja sendo feito do modo certo e no tempo certo para que se possa alcançar o sucesso do negócio conforme definido pela estratégia da empresa."

Ao ser elaborado o fluxo de valor atual da companhia, foi constatado que os indicadores que a empresa vinha utilizando não direcionavam a empresa para o lucro. Funcionavam como um indicativo dos resultados, mas não eram sensíveis a anomalias. Sendo assim, os indicadores deixaram de existir e passaram a ser remodelados de forma simples para buscar o resultado da empresa e o entendimento de todos que ali trabalham. Esses indicadores passaram a ser relatados desde a hierarquia mais baixa dos setores até o nível gerencial. Cada célula de trabalho passou a ser sensível a anormalidades para tomada de ações mais rápidas, caso fossem necessárias. Os indicadores passaram a ser:

- Segurança: buscando a redução do número de acidentes (Figura 4);
- Qualidade: buscando a redução do número de defeitos entre processos (Figura 5);
- Entrega: buscando atender aos prazos estipulados tanto pela companhia quanto pelo cliente (Figura 6);
- Produtividade: buscando melhorar o tempo para atendimento aos prazos internos e o cliente (Figura 7).



Figura 4: Indicador de segurança.
Fonte: Acervo próprio.

Mudança de Cultura Organizacional: Introdução do Lean Manufacturing numa Indústria Naval Brasileira Instalada no Estado de Pernambuco

Na figura acima são apresentadas duas siglas: ASA e ACA. ASA significa Acidentes Sem Afastamento e ACA significa Acidentes Com Afastamento.



Figura 5: Indicador de qualidade.
Fonte: Acervo próprio.

Esses resultados passaram a ser apresentados a cada duas horas nos quadros de gestão à vista, dos supervisores de cada célula e passados para o quadro gerencial de cada setor. Tais quadros foram posicionados em locais estratégicos, sempre visíveis, para que todos os envolvidos pudessem enxergar e entender o que está se passando em cada célula de trabalho. Em seguida, esses resultados, também, passaram a ser informados no quadro de indicadores da companhia (Figura 8), apresentando todos os resultados alcançados por setores.



Figura 8: Quadro de indicadores da companhia.
Fonte: Acervo próprio.

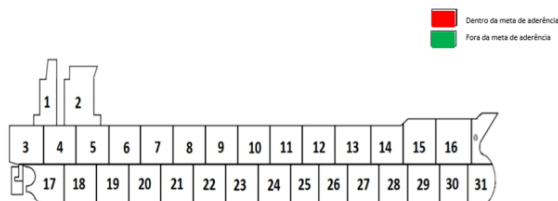


Figura 6: Indicador de entrega.
Fonte: Acervo próprio.

3.2.5 Desenvolvimento das Mini-Fábricas

Após a redefinição de como seria o modelo de gerenciamento diário da produção, se mostrou necessária uma nova estratégia de segmentação da empresa, fazendo com que cada setor tivesse responsabilidade do projeto como todo, estabelecendo prazos e qualidade entre setores para garantir a data de entrega da encomenda ao cliente final. Assim, o encarregado de produção e seu time passaram a ter quadro de gestão. O supervisor com seu time passou a buscar o resultado de hora em hora e o gerente de produção a observar o que estava acontecendo em tempo real, podendo reportar ao diretor e aos executivos. Dessa forma a fábrica foi dividida em pequenos setores chamadas de mini-fábricas. O processo, então, passou a ser sensível a anomalias junto com a implantação do novo modelo de gerenciamento diário da produção. Cada mini-fábrica passou a ter seus indicadores de acordo com o que foi mapeado no VSM para buscar a melhoria contínua. Para avaliar os indicadores de cada setor, semanalmente era realizado uma apresentação de resultados para o diretor industrial, assim, era



Figura 7: Indicador de produtividade.
Fonte: Acervo próprio.

verificado se os indicadores estavam alcançando o planejado. Caso negativo, o diretor junto com o gerente daquele setor e seu time de supervisores e engenheiros, buscavam a resolução dos problemas através do Ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*).

Conforme dito por Vicente Falconi Campos, "O PDCA é um método de gerenciamento de processos ou de sistemas. É o caminho para se atingirem as metas atribuídas aos produtos dos sistemas empresariais". O Ciclo PDCA é um programa de melhoria contínua que segue um fluxo de ações para monitorar um determinado processo. É uma ferramenta da qualidade que é utilizada desde as grandes até as micro empresas para solucionar problemas. As etapas do PDCA, são: *Plan* (planejar), *Do* (fazer), *Check* (checar) e *Act* (agir). Cada etapa possui um processo de desenvolvimento [11].

- *Plan* (Planejar) - Nesta etapa é identificado o problema, analisado e coletado dados para identificação do problema. Após a identificação, é planejada a direção a ser seguida para solucionar o problema por meio de um plano de ação.
- *Do* (Fazer) - Esta fase do ciclo é onde as pessoas envolvidas devem executar as ações que foram planejadas. Cada ação do plano desenvolvido tem um responsável e um plano. Para que essas ações sejam realizadas e que os dados coletados sejam fidedignos é necessário que o Gerenciamento da Rotina do Trabalho (GRD) esteja centralizado. De acordo com Vicente Falconi Campos, é possível definir GRD como: "as ações e verificações diárias conduzidas para que cada pessoa possa assumir as responsabilidades no cumprimento das obrigações conferidas a cada indivíduo e a cada organização" [12];
- *Check* (Checar) - É onde há a verificação das ações para observar se foram eficazes comparando-as com os dados históricos e as metas estipuladas na etapa de planejamento. Nesta etapa do PDCA é utilizado o Controle Estatístico do Processo (CEP). "O CEP é uma coleção de ferramentas, que auxiliando na diminuição da variabilidade do processo, permitem o alcance de um processo estável cuja capacidade pode ser melhorada [13]."
- *Act* (Agir) - Esta etapa consiste em padronizar as ações efetivas que foram observadas pela fase anterior e usá-las em procedimentos equivalentes. A fase do "Agir" do PDCA se encaixa com a metodologia *Kaizen*.

O desenvolvimento das "mini-fábricas" também teve como objetivo requalificar a mão-de-obra, tanto operacional quanto gerencial, para que fossem apresentadas diversas ferramentas do *Lean*

Manufacturing, como quadros de gestão à vista, troca rápida de ferramentas, dentre outros.

4 Conclusão

O *Lean Manufacturing* pode ser utilizado em diversos tipos de negócios, desde empresas de grande porte a micro empresas, desde o ramo de tecnologia da informação até o ramo de gestão hospitalar. A implantação no ramo da indústria naval demonstra que, com o comprometimento da gestão corporativa da empresa e a força de trabalho, é possível fazer com que a metodologia seja empregada e dê resultados positivos.

Sabe-se que apenas dois anos não são suficientes para transformar toda uma cultura organizacional, mas o *Lean Manufacturing* se mostrou uma metodologia efetiva, como pode ser observado, através dos seguintes resultados obtidos por essa empresa pernambucana:

- Entrega de cinco navios em dois anos enquanto anteriormente foram entregues apenas três navios em seis anos;
- Redução do número de problemas de qualidade entre processos;
- Redução de gastos com energia e água;
- Maior disponibilidade de área produtiva com ações de 5S;
- Mais de 5500 ideias implantadas para redução de custos em um ano;
- Mais de 25 semanas *Kaizen* realizadas.

A soma de todas as mudanças contribuíram para que a indústria naval citada se recuperasse do período de recessão pelo qual está passando o Brasil. Os resultados da melhoria contínua e o atendimento ao cliente permitiram que a empresa mantivesse seus contratos e ainda conseguisse uma carteira de encomendas com um novo cliente internacional.

Devido à importância que a gestão corporativa da companhia deu ao remodelamento da cultura organizacional, foram alcançados resultados positivos, com potencial competitividade mundial e alcance de ótimos resultados.

Referências

- [1] C. Salsa. Indústria Naval Brasileira: Passado e Futuro. <https://www.ecodebate.com.br/2009/09/17/industria-naval-brasileira-passado-e-futuro-artigo-de-carol-salsa/>, Mar. 2016.

[2] SINAVAL. Histórico resumido da indústria de construção naval no Brasil. <http://sinaval.org.br/wp-content/uploads/Balanco-Historia.pdf>, Nov. 2016.

[3] LEAN INSTITUTE. O que é *Lean*. <http://www.lean.org.br/o-que-e-lean.aspx>, Nov. 2016.

[4] J. K. Liker. O Modelo Toyota. Editora Bookman, Porto Alegre, 2005.

[5] M. Rother, J. Shook. Aprendendo a Enxergar. Lean Institute Brasil, São Paulo, 2003.

[6] LEAN INSTITUTE. O que é *Kaizen*. <http://www.lean.org.br/conceitos/61/o-que-e-kaizen.aspx>, Nov. 2016.

[7] S. Spear, H. K. Bowen. Decodificando o DNA do Sistema Toyota de Produção. Harvard Business Review. 1999.

[8] C. Portal. Programa 5S S: objetivos gerais. <https://www.portaleducacao.com.br/administracao/artigos/55171/programa-5s-s-objetivos-gerais>. Nov. 2016.

[9] W. M. Andrade. O que é 5S. <http://5s.com.br/2/o-que-e-5s.php>. Nov. 2016.

[10] J. R. Ferro, R. Gouveia. Gerenciamento diário para executar a estratégia. <http://www.lean.org.br/artigos/304/gerenciamento-diario-para-executar-a-estrategia.aspx>. Mar. 2016.

[11] V. F. Campos. Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês). Editora DG Editors, Belo Horizonte, 1990, 1992, 1999.

[12] V. F. Campos. Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia a Dia. Editora de Desenvolvimento Gerencial, Belo Horizonte, 1994.

[13] J. L. Ribeiro, C. T. Caten. Controle Estatístico do Processo. Editora da UFRGS, Porto Alegre, 1998.

Aplicação das Ferramentas da Qualidade na Solução de Problemas de Contaminação em uma Fábrica de Chocolate

Application of quality tools to solve contamination problems in a chocolate factory

Priscilla Ferreira Corrêa¹

Luciana Bazante de Oliveira²

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil

E-mail do autor principal: Priscilla Ferreira Corrêa priscilla.correa.pe@gmail.com

Resumo

Com o crescimento do capitalismo, houve o aumento do consumo e do número de empresas. Devido a isso, os consumidores começaram a ficar cada vez mais exigentes com relação à qualidade dos produtos/serviços, forçando tais empresas a uma busca por melhorias nos seus produtos e processos, visando a satisfação dos mesmos. Nesse contexto, surgiram metodologias que atualmente são bastante difundidas nas empresas, como o Controle da Qualidade Total (TQC). De forma a auxiliar na aplicação do TQC, é utilizado como base o ciclo PDCA, que atua no planejamento, execução e verificação dos processos para resolver problemas ou proporcionar melhoria, usando as ferramentas da qualidade para a execução eficiente do ciclo. Neste trabalho acadêmico, com base nos conceitos de TQC e PDCA, foi aplicada uma pesquisa de campo numa fábrica de chocolate na Região Metropolitana do Recife, bem como usadas algumas das principais ferramentas da qualidade na identificação, análise e solução do problema de chocolate contaminado, o que tornou possível identificar as causas raízes de tal problema. As ferramentas da qualidade, aliadas aos conceitos do TQC, foram essenciais para reconhecimento e solução da contaminação dos produtos, além de serem muito importantes para a melhoria e crescimento contínuo da empresa.

Palavras-Chave: Controle da Qualidade Total; PDCA; Ferramentas da Qualidade; Fábrica de Chocolate.

Abstract

Through the growth of capitalism, there was an increase in consumption and in the number of companies. Because of that, consumers became more demanding about the quality of products/services, forcing companies to search for improvement in their products and processes, in order to achieve customer's satisfaction. In this context, methodologies that are currently used on companies have emerged, such as Total Quality Control (TQC). Due to assist the application of TQC, the PDCA cycle is used as a premise for planning, execution and verification of processes, to solve problems or provide improvement, using quality tools to achieve an efficient execution of the cycle. In this academic work, based on the concepts of TQC and PDCA, a research was applied on an industry of Recife's Metropolitan Region and some of the main quality tools were applied to identify, analyze and solve the problem of contaminated chocolate, which made possible to observe and solve the roots of the problem. Quality tools, combined with TQC concepts, were essential for product contamination recognition and solution, as well as being very important for the continuous improvement and growth of the company.

Key-words: Total Quality Control; PDCA; Quality tools; Chocolate Factory.

1 Introdução

As primeiras preocupações com qualidade surgiram desde cedo, com os artesãos. Contudo, com a consolidação do capitalismo e o aumento da concorrência, passou a crescer a exigência por produtos e serviços melhores. Dessa forma, começaram a surgir pesquisadores que se interessaram por estudar a qualidade dos produtos e serviços. Segundo Filho [1], o conceito de qualidade é dinâmico e sua definição foi evoluindo ao longo dos últimos séculos, surgindo várias formas de se perceber a qualidade do produto ou serviço. É nesse contexto de evolução e estudos sobre a qualidade que surge o Controle da Qualidade Total – *Total Quality Control* (TQC), possibilitando às empresas a identificação dos problemas ainda durante o processo, diminuindo assim o custo com perdas.

O TQC foi uma das estratégias das empresas, para melhorarem seus produtos e/ou serviços, que faz uso do ciclo PDCA (do inglês: *Plan-Do-Check-Act*) como base para melhoria contínua dos processos, sendo que ambos fazem uso das ferramentas da qualidade. Algumas das ferramentas mais utilizadas são: o diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa, histograma, lista de verificação, *brainstorming* e o 5W2H. Tais ferramentas são utilizadas como apoio para a melhoria contínua dos processos e produtos/serviços de uma empresa.

Um segmento que vem se destacando com o uso das técnicas do TQC e PDCA é o alimentício. Segundo Maluf [2], a qualidade do sistema industrial de alimentos está associada à estrutura e às ferramentas de garantia de qualidade, ambas desenvolvidas e dimensionadas tendo em vista a realidade e a escala de produção de médias e grandes empresas, a partir dos riscos envolvidos na produção e transporte de alimentos em massa.

Uma fábrica de chocolate da Região Metropolitana do Recife teve a iniciativa de aplicar os conceitos do TQC, juntamente com as ferramentas da qualidade, para melhorar a qualidade de seus produtos. Trata-se de uma empresa de pequeno porte que foi fundada em 1998 e, inicialmente, só produzia artigos para chocolate artesanais. Em 2009, começou a efetivamente produzir suas próprias marcas de chocolate e cobertura. Atualmente, a empresa está em elevado crescimento no mercado pernambucano e revendendo seus produtos para vários estados do Nordeste. Possui em Pernambuco 6 lojas e uma loja na Bahia, que tem como carro chefe os produtos fabricados pela fábrica, mas comercializa outros itens.

O presente trabalho aplicará o TQC, sob as premissas do PDCA, em uma fábrica de chocolate para regularizar o processo e solucionar problemas de contaminação que estão afetando a satisfação do cliente. A utilização das ferramentas da qualidade será necessária para que a empresa venha a conhecer as causas dos seus problemas e solucioná-los.

2 Revisão da Literatura

2.1 Evolução da Qualidade

Do fim da Idade Média até o Século XVIII, antes da Revolução Industrial, as oficinas artesanais produziam as mercadorias que eram consumidas. Os artesãos produziam de forma independente, controlando empiricamente o processo de produção e a qualidade. Eles decidiam qual seria a sua jornada de trabalho e, como não havia a divisão das atividades, os trabalhadores da oficina se dedicavam inteiramente a um produto de cada vez [3].

A partir do século XVIII, com o aumento populacional, cresceu a demanda pelo consumo, o que levou os artesãos a aumentarem a produção, a reorganizar o espaço de trabalho e a iniciar a divisão de tarefas. Com o surgimento da industrialização, houve a necessidade de separação entre a figura do produtor, responsável direto pelo espaço da produção, agora em maior escala e a figura do comerciante, responsável pela distribuição dos produtos manufaturados [4].

Diante da implantação do sistema de fábricas, advindo da Revolução Industrial por volta de 1773, uma nova configuração da produção se impôs com outras tecnologias, trabalhadores assalariados, divisão do trabalho e baixo nível de controle sobre o produto. Todas essas mudanças na valorização do produto/serviço influenciaram na alteração da estrutura econômica mundial [5].

Por volta de 1911, fortaleceu-se a produção em massa. Ao publicar 'Os princípios da administração científica', o engenheiro norte americano Frederick W. Taylor propôs a hierarquização e a intensificação da divisão das etapas do processo produtivo, de modo que cada trabalhador realizasse tarefas muito específicas e repetitivas, também incentivou a entrega de prêmios para quem produzisse mais [3]. O Taylorismo trazia consigo novas formas de pensar e de aplicar a produção, o foco era a melhoria do processo no qual cada operador tinha uma função específica em cada etapa do processo de fabricação.

Henry Ford foi um dos pioneiros em implantar o Taylorismo em sua empresa automobilística. Ele inovou o seu processo industrial ao organizar uma linha de montagem na fábrica para aumentar a sua produção e, com essa adaptação, foi possível controlar melhor as fontes de matérias-primas e de energia, a formação de mão de obra e o transporte. Segundo Ferreira [3], as aplicações de Ford ficaram conhecidas como a era da inspeção. Nesse período, o foco estava no produto, não havendo uma busca formal pela qualidade durante o processo de produção, e sim a realização de uma vistoria ao seu término. Foi somente após a Primeira Guerra Mundial que se começou a busca por um melhor controle da produção, por meio do surgimento de novas técnicas de amostragem e procedimentos de controle estatístico nos processos administrativos, havendo a criação do departamento de controle de qualidade [6].

Em meados de 1930, Walter Shewhart e William Deming, atualmente considerados como gurus da qualidade, desenvolveram e divulgaram uma das metodologias mais difundidas e aplicadas atualmente, o ciclo PDCA, que é constituído por questionamentos repetidos dos detalhados processos de uma operação [3].

Walter Shewhart fazia uso de ferramentas estatísticas para examinar quando uma ação corretiva deveria ser aplicada ao processo. Ele conseguiu desenvolver o Controle Estatístico do Processo (CEP), um dos controles praticados na operação, pela criação de técnicas de acompanhamento e avaliação da produção a partir dos princípios da probabilidade e estatística [3]. Após o surgimento do CEP, passou a ser incentivado o treinamento na área de controle da qualidade para que essas novas técnicas fossem incorporadas e, assim, a prática da inspeção fosse reduzida.

Outro importante pesquisador foi Joseph M. Juran, que em 1951 publicou o *Quality control handbook* (manual do controle da qualidade). Ele considerava que a existência de padrões, tais como: especificações, processos, requisitos, eram importantes para que os envolvidos nos procedimentos soubessem as suas responsabilidades e objetivos, e salientava que para a empresa, o seu foco deveria ser: satisfazer o cliente e prover uma ausência de deficiência [3].

Com o aumento da complexidade dos sistemas de fabricação e montagem, grande atenção passou a ser dada ao controle da variação das características dos produtos, para garantir que eles estariam conforme os padrões pré-estabelecidos. A maioria das operações passou a usar a amostragem para checar a

qualidade de seus produtos ou serviços [3]. Juran sugeria, em suas ideias de qualidade, as técnicas do CEP definidas por Shewhart, mostrando que uma filosofia não excluía a outra.

Philip Crosby foi mais um importante estudioso da qualidade dos produtos. Ele definiu qualidade como conformidade com os requisitos, voltada inteiramente para o cliente, enfatizando que a qualidade é gerenciável e pode ser medida. Ele sugeriu que a qualidade fosse medida pelo custo da não qualidade, que definiu como gastos relacionados à não conformidade ou, em outras palavras, os custos de realizar as coisas erradas [7].

Observa-se que a qualidade do produto ou serviço evoluiu bastante ao longo dos séculos. Segundo Filho [1], a evolução da qualidade é composta por quatro estágios denominados de eras da qualidade. Nessa evolução, cada era da qualidade apresentou a qualidade sob um ângulo diferente, provocando mudanças nas práticas, nas prioridades e nas responsabilidades das empresas. Por se tratar de uma evolução, cada estágio complementa o estágio seguinte, sendo assim identificados:

- a inspeção da qualidade;
- o controle da qualidade estatisticamente;
- a garantia da qualidade: estratégia de gestão em que se procura otimizar a produção e reduzir os custos (financeiros, humanos etc.);
- a gestão da qualidade total.

Segundo Falconi [8], a qualidade total são todas aquelas dimensões que afetam a satisfação das necessidades das pessoas e, por conseguinte, a sobrevivência da empresa. Essas dimensões, ou pilares da qualidade, são premissas básicas para a sobrevivência da empresa e satisfação do cliente, conforme pode ser visualizado na Figura 1.



Figura 1: Pilares da qualidade. [adaptado]

De acordo com Falconi [8], os pilares ou dimensões da qualidade podem ser classificados conforme a seguir:

- Qualidade: está diretamente ligada à satisfação do cliente interno e externo, sendo medida por meio das características da qualidade dos produtos ou serviços;
- Custo: não é visto somente como custo final do produto ou serviço, mas inclui também os custos intermediários;
- Atendimento: são medidas as condições de entrega dos produtos ou serviços finais e intermediários de uma empresa;
- Moral: mede o nível médio de satisfação de um grupo de pessoas; e
- Segurança: avalia a segurança dos empregados e a segurança dos usuários do produto.

Os cinco pilares da qualidade ou o QCAMS são essenciais para que uma empresa tenha uma boa estrutura com relação a sua capacidade nos produtos ou serviços. A satisfação do cliente é o que faz uma empresa sobreviver, sendo assim, se algum dos pilares estiver mal estruturado, o cliente pode perceber o reflexo na qualidade final do produto ou serviço. O TQC se torna então um caminho para que os 5 pilares da qualidade sejam atendidos, de forma que as expectativas dos clientes também o sejam e a empresa atinja o lucro esperado.

2.2 Controle da Qualidade Total - TQC

Uma forma de melhorar os níveis de qualidade dos produtos, dos serviços e dos processos é o controle da qualidade total ou TQC, que é um sistema administrativo aperfeiçoado no Japão, a partir de ideias americanas introduzidas logo após a Segunda Guerra Mundial, baseado na participação de todos os setores da empresa e todos os empregados no estudo e na condução do controle da qualidade [8].

Ele tem como base elementos de várias fontes: emprega o método cartesiano, aproveita muito do trabalho de Taylor, utiliza o CEP, adota os conceitos sobre comportamento humano e aproveita todo o conhecimento ocidental sobre qualidade, principalmente o trabalho de Juran. O TQC é a junção de vários métodos voltados para a melhoria e aperfeiçoamento da empresa [8].

O controle da qualidade tem como objetivo principal buscar as causas dos problemas e atuar sob os mesmos para controlá-los e satisfazer da melhor forma os clientes desde os internos até os externos

[8].

O TQC é regido pelos seguintes princípios:

- Produzir e fornecer produtos e/ou serviços que atendam concretamente às necessidades do cliente;
- Garantir a sobrevivência da empresa por meio do lucro contínuo adquirido pelo domínio da qualidade;
- Identificar o problema mais crítico e solucioná-lo pela mais alta prioridade;
- Falar, raciocinar e decidir com dados e com base em fatos;
- Gerenciar a empresa ao longo do processo, e não por resultados;
- Reduzir metodicamente as dispersões por meio do isolamento de suas causas fundamentais;
- Não permitir a venda de produtos defeituosos;
- Procurar prevenir a origem de problemas cada vez mais a montante;
- Nunca permitir que o mesmo problema se repita pela mesma causa;
- Respeitar os empregados como seres humanos independentes;
- Definir e garantir a execução da visão e estratégia da alta direção da empresa.

O TQC usa como base para melhoria contínua dos processos o ciclo PDCA, difundido por Deming. Este ciclo realiza um planejamento de identificação, execução, verificação e padronização dos processos.

2.3 O Ciclo PDCA

Desenvolvido por Walter Shewhart, por volta de 1930, difundido posteriormente por William Deming, o ciclo PDCA (do inglês: *Plan-Do-Check-Act*) foi estruturado a partir de quatro etapas, sendo constituído por questionamentos repetidos dos detalhados processos de uma operação [3].

A primeira das etapas é o P (*Plan* - Planejar) - onde é necessário identificar os problemas ou metas, analisar as características do problema (ou dos entraves para atingir a melhoria), para traçar as estratégias e ações para resolver o problema ou atingir a meta; a segunda etapa é o D (*Do* - Fazer) - é nesse ponto que a empresa irá executar aquilo que foi planejado na etapa anterior; a terceira etapa é o C (*Check* - Avaliar) - verificar se os resultados esperados foram atingidos; e a quarta etapa é o A (*Action* - Ação corretiva) - esta diretamente ligada à etapa C, se na verificação foi percebido que algo ocorreu diferente do planejado, devem ser providenciadas as correções necessárias, revisando as

atividades, para atingir os resultados esperados.

O ciclo PDCA é um método de melhoria continua que apresenta um formato circular, para transmitir a ideia de que a melhoria deve ser constante, o que é denominado girar o PDCA. A Figura 2 apresenta alguns detalhes sobre as fases do ciclo PDCA.

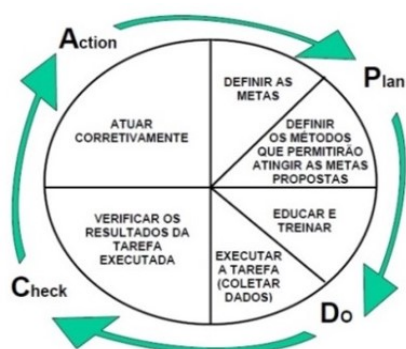


Figura 2: Ciclo PDCA. [12]

Como visto na Figura 2, as etapas do PDCA tem atividades bem definidas e propiciam a melhoria dos produtos e processos. Somente através do uso eficiente do ciclo PDCA, é possível atingir a chamada melhoria contínua dos processos da empresa. No entanto, as etapas devem ser consistentes, através de metas desafiadoras e com uma constante análise da situação indesejada.

Segundo Silva e Barbosa [9] as ferramentas da qualidade são utilizadas no ciclo PCDA para complementar a avaliação e melhoramento do processo. O uso destas tecnologias associadas ao processo da gestão da qualidade possibilita o aumento da produtividade e, por conseguinte, influencia a sua própria competitividade. Essas tecnologias podem representar um fator estratégico e competitivo para o ambiente operacional, com relação a grande variedade de opções de arranjos do fluxo de trabalho que repercutirá no pronto atendimento ao cliente.

2.4 O Ciclo PDCA

Para gerenciar os processos e, sobretudo, tomar decisões com maior precisão, se faz necessário trabalhar com base em fatos e dados, ou seja, informações geradas no processo buscando e interpretando corretamente as informações disponíveis como forma de eliminar o empirismo [10].

As ferramentas da qualidade aplicadas neste trabalho são algumas das mais utilizadas mundialmente: o gráfico de Pareto, diagrama de Ishikawa, histograma, lista de verificação, *brainstorming*, 5W2H. Tais ferramentas passam a ser de grande utilidade no momento em que as pessoas que compõem a organização começam a dominar e praticar o ciclo PDCA, com a necessidade de trabalhar e dominar as técnicas de tratamento das informações, denominadas ferramentas da qualidade dentro do sistema de gestão pela qualidade e produtividade [10].

Quando aplicadas na análise de problemas, um dos primeiros passos é a identificação correta da falha. De acordo com Falconi [8], a identificação inicial do problema decorre de um resultado indesejável.

Antes de iniciar a utilização das ferramentas da qualidade que apoiam no monitoramento do processo e análise das causas dos problemas, normalmente é utilizada a ferramenta *brainstorming*. Conhecida também como tempestades de ideias, ela envolve pessoas que farão conhecer suas ideias tanto sobre as causas de algum problema quanto sobre soluções relacionadas a ele.

2.4.1 Gráfico de Pareto

O gráfico de Pareto permite priorizar quantitativamente os itens mais importantes. Segundo o princípio do economista italiano Vilfred Pareto, muitos itens são triviais e poucos são vitais. A análise de Pareto divide um problema grande em problemas pequenos, prioriza os projetos mais importantes e viabiliza o estabelecimento de metas [8].

O princípio de Pareto é conhecido pela proporção 80/20. É comum que 80% dos problemas resultem de cerca de apenas 20% das causas potenciais. Dito de outra forma, 20% dos nossos problemas causam 80% das dores de cabeça [11]. A Figura 3 mostra um exemplo de como é montado o diagrama de Pareto.

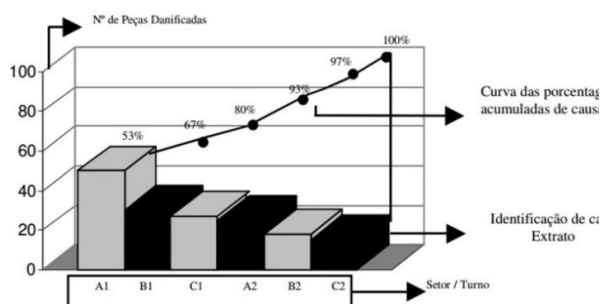


Figura 3: Gráfico de Pareto. [10]

2.4.2 Diagrama de Causa e Efeito

O diagrama de causa e efeito (ou espinha de peixe) é uma técnica largamente utilizada, que mostra a relação entre um efeito (problema) e as possíveis causas que podem estar contribuindo para que ele ocorra. Com a aparência de uma espinha de peixe, essa ferramenta foi aplicada, pela primeira vez em 1953 no Japão por Kaoru Ishikawa [12].

Ela pode ser utilizada para organizar as ideias obtidas no *brainstorming*, facilitando a verificação e identificação das possíveis causas de um problema e, também, identificação de suas soluções. O diagrama de causa e efeito é também conhecido como 6M, pois ele é dividido em seis causas possíveis: máquina, mão de obra, material, método, meio ambiente e medida. Para organizar este diagrama primeiro, é identificado o efeito do problema a ser estudado, que é registrado no desenho que representa a cabeça do peixe e, em seguida, são registradas, nas espinhas, as causas que podem provocar o problema como mostra a Figura 4.

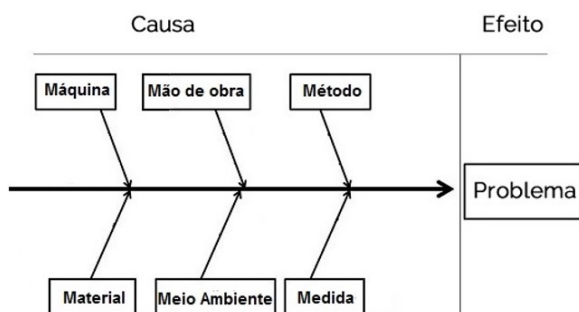


Figura 4: Diagrama de Ishikawa. [adaptado]

O diagrama de Ishikawa é utilizado para buscar a origem das não conformidades e suas interrelações em um processo. Ele permite

estruturar hierarquicamente as causas de um determinado problema ou oportunidade de melhoria, podendo ser utilizado para estruturar qualquer sistema que resulte em uma resposta (uni ou multivariada) de forma gráfica e sintética [1].

2.4.3 Ferramentas para Coleta e Apresentação de Dados

A coleta de dados é a utilização de técnicas através das quais serão coletadas informações para identificar o problema ou justificar a sua solução, sendo as listas de verificações e fichas de análises as técnicas mais comuns para coletar os dados.

As listas de verificações são listas com itens pré-estabelecidos que serão marcados a partir do momento em que forem realizadas ou avaliadas. Uma lista de verificação de frequência é usada para determinar quantas vezes ocorreu um evento ao longo de um período de tempo determinado [12].

Embora a finalidade da lista de verificação seja o acompanhamento de dados e não a sua análise, ela normalmente indica qual é o problema e permite observar, entre outros, os seguintes aspectos: número de vezes em que alguma coisa acontece; tempo necessário para que alguma coisa seja feita; custo de uma determinada operação ao longo de certo período de tempo; impacto de uma ação ao longo de um dado período de tempo. A Figura 5 mostra um exemplo de como a lista de verificação [12].

Tipo de Defeito	Frequencia	Total
Tipo 1		
Tipo 2		
Tipo 3		
Tipo 4		
Tipo 5		
Tipo 6		
TOTAL		

Figura 5: Lista de verificação de frequência. [adaptado]

Por sua vez, os gráficos são instrumentos utilizados para visualizar dados numéricos, facilitando o entendimento do significado dos números. Utilizado para analisar as tendências, as sequências e as comparações entre duas variáveis, tornando mais evidente e compreensível a sua apresentação [12].

Os gráficos no estilo histogramas são usados com frequência para apresentar os resultados das coletas de dados. Os histogramas são gráficos de barras, os quais representam o comportamento de uma coleta

de dados, suas principais funções são demonstrar como está a variação de uma determinada atividade, o comportamento de um processo produtivo, além de que permite análise de resultados contra padrões de especificação e auxilia na tomada de decisões gerenciais [12].

Os histogramas e as listas de verificações reúnem informações essenciais para o controle de qualidade do produto. Tais dados irão gerar informações cruciais sobre conformidades ou não conformidades dos produtos ou serviços e irão traçar caminhos para planos de ações futuros.

2.4.4 5W2H (Plano de Ação)

Para auxiliar no planejamento das ações a serem desenvolvidas, é possível utilizar uma ferramenta chamada 5W2H. Essa ferramenta é utilizada para planejar a implementação de uma solução, sendo elaborada em resposta às questões a seguir [12]:

- What (O que): Que ação vai ser desenvolvida?
- When (Quando): Quando a ação será realizada?
- Why (Por que): Por que foi definida esta solução (resultado esperado)?
- Where (Onde): Onde a ação será desenvolvida (abrangência)?
- How (Como): Como a ação vai ser implementada (passos da ação)?
- Who (Quem): Quem será o responsável pela sua implantação?
- How much (Quanto): Quanto será gasto?

Utilizando esse quadro de perguntas, é possível visualizar a solução adequada de um problema, com possibilidades de acompanhamento da execução de uma ação com mais facilidade [12]. A Figura 6 apresenta uma parte da aplicação do 5W2H para o problema de contaminação das trufas, a ser apresentado em sua íntegra nos resultados do presente trabalho.

Elaborado por: Priscilla Corrêa		PLANO DE AÇÃO: TRUFAS CONTAMINADAS			SETOR: Produção	DATA:	
CAUSA RAIZ	O QUE FAZER?	POR QUE FAZER ?	QUEM ?	QUANDO ?	COMO FAZER ?	ONDE FAZER?	QUANTO ?
CONTROLE DE PRAGAS INEFICIENTE	- REALIZAR A TROCA DA EMPRESA	NÃO DEVE APRESENTAR TRAÇAS DO CACAU NA ÁREA DA PRODUÇÃO	EMPRESA ESPECIALIZADA	IMEDIATO	REALIZAR PESQUISA DE NOVAS EMPRESAS QUE ATENDAM NOSSAS NECESSIDADES	NA ÁREA DA FABRICA	O MESMO
	- INSTALAR ISCAS LUMINOSAS DE ULTRA VIOLETA	PARA DIMINUIR A QUANTIDADE DE TRAÇAS DO CACAU NA ÁREA DA PRODUÇÃO	COMPRAS (ROSEMERE) E MANUTENÇÃO (FAUSTINO)	IMEDIATO	REALIZAR A COMPRA DAS ISCAS E INSTALAR NAS NA PRODUÇÃO	NA ÁREA DA PRODUÇÃO E EMBALAGEM	COMPRA DE NO MÍNIMO 5 ISCAS

Figura 6: Plano de ação – 5W2H.
Fonte: A autora.

2.4.5 Procedimentos Operacionais

Os procedimentos são relatórios padrões escritos que descrevem de forma detalhada o passo a passo de como fazer determinado trabalho para assegurar que todos os produtos sairão igual à especificação padrão. Não são necessariamente ferramentas da qualidade, mas atuam em parceria com as mesmas [13]. A elaboração de procedimentos padrões não é apenas uma cobrança das legislações sanitárias, como a Resolução ANVISA/RDC Nº 275 de 22 de setembro de 2005 [14], mas especialmente um diferencial na solução dos problemas encontrados.

2.5 Aplicação do TQC em Indústrias de Alimentos

A contaminação alimentar é um dos principais fatores que favorecem os estudos e aplicação em busca da qualidade industrial e padronização em diversas indústrias de alimentos. Nos últimos anos, discussões sobre a qualidade dos alimentos têm sido mais frequentes em distintas áreas do conhecimento. Contudo, embora presente em diversas discussões e meios, a definição de qualidade dos alimentos não parece ser simples e tampouco apresenta consenso entre os que a discutem [15].

Gradativamente, a qualidade passou a ser associada a grandes estruturas e a aspectos sanitários, baseados na escala de produção e no modelo produtivo de grandes indústrias de alimentos. Para garantir e controlar essa

<http://dx.doi.org/10.25286/repa.v2i2.557>

qualidade adotaram-se sistemas e ferramentas de controle, padronização e rastreabilidade [16].

A Legislação Brasileira de Alimentos nasceu baseada na normatização do *Food and Drugs Administration (FDA)*, dos Estados Unidos, e nas normas estabelecidas pela Comissão do *Codex Alimentarius*, e adota os padrões internacionais para a produção de alimentos. Nessa perspectiva, as exigências são estabelecidas em torno de um padrão de inocuidade, como as Boas Práticas de Fabricação (BPF) e a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) – ambas adotadas pelo *FDA* e referenciadas na Portaria ANVISA nº 326 de 30 de julho de 1997 [15, 17].

Assim, a qualidade do sistema industrial de alimentos está fortemente associada à estrutura e às ferramentas de garantia de qualidade, ambas desenvolvidas e dimensionadas tendo em vista a realidade e a escala de produção de médias e grandes empresas, a partir dos riscos envolvidos na produção e transporte de alimentos em massa [2].

2.6 A Indústria de Chocolate

Chocolate é o produto obtido a partir da mistura de derivados de cacau (*Theobroma cacao L.*), massa (ou pasta ou líquido) de cacau, cacau em pó e ou manteiga de cacau, com outros ingredientes, contendo, no mínimo, 25 % (g/100 g) de sólidos totais de cacau. O produto pode apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados. Chocolate branco é o produto obtido a partir da mistura de manteiga de cacau com outros ingredientes, contendo, no mínimo, 20% (g/100 g) de sólidos totais de manteiga de cacau. O produto pode apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados [18]. A seguir, alguns tipos de chocolate:

- Coberturas de chocolate:

Para a confecção dos produtos de chocolate são utilizadas as coberturas de chocolate em estado sólido (necessitando de derretimento) ou líquido. Chocolate cobertura é o produto homogêneo preparado com massa ou pasta de cacau, manteiga de cacau e açúcares, com composição característica ao tipo de chocolate que se refere: amargo, ao leite ou branco. Existem no mercado coberturas que contêm, em sua formulação,

gorduras sucedâneas da manteiga de cacau e que, por isso, não podem ser denominadas de chocolate cobertura [19].

- Produtos moldados:

Existem duas formas distintas para a confecção de produtos de chocolate: recobertos, quando o chocolate é derramado sobre um objeto doce (um núcleo) eliminando todo o excesso por agitação ou sopro; ou moldados, quando o chocolate é colocado em moldes para solidificar, podendo ser recheados ou não [20].

Na fabricação dos bombons moldados recheados ou, como é conhecido no mercado, as trufas, para a sua fabricação existe a necessidade de uma etapa prévia de formação da chamada casquinha de chocolate. Nesta etapa, os moldes são completamente preenchidos de chocolate, vibrados para retirada de bolhas de ar e invertidos para retirada do excesso de chocolate. Os equipamentos mais antigos exigiam que os recheios fossem depositados nas casquinhas, à temperaturas inferiores ao ponto de fusão do chocolate [21]. Após a preparação da casquinha, é possível adicionar o recheio de preferência e fechar o fundo com chocolate temperado, colocando para resfriar e obtendo o produto final.

- Bombons:

Bombom é o produto constituído por massa de chocolate ou por um núcleo formado de recheio, recoberto por uma camada de chocolate ou glacê. Pode conter outros ingredientes, desde que não descaracterizem o produto, e apresenta formato e consistência variados [22].

- Chocolate Diet.

O chocolate é conhecido por ser um produto rico em gordura e sacarose. Seu valor calórico pode ser alterado com uma diminuição na concentração de gordura. Entretanto, quando a concentração de gordura é menor que 27% de seu peso, o chocolate perde a sua suavidade e seu derretimento na boca [21].

A confecção do chocolate foi, durante cerca de um século, uma indústria tradicional administrada por artesãos que desenvolveram métodos individuais de trabalho e sabores particulares para os seus produtos. Com a demanda por custos mais baixos, a manufatura industrial foi cada vez mais mecanizada, somando-se a isso o progressivo avanço da ciência e da tecnologia usada para controle das plantas de produção e para a melhoria da eficiência industrial [23].

A composição precisa do chocolate varia em todo o mundo devido à diferença de gostos e legislações,

que regulam as porcentagens de cacau e sólidos do leite adicionais, quantidade e tipos de gorduras vegetais permitidas. As gorduras encontradas no chocolate, por exemplo, incluem a manteiga de cacau, a gordura do leite e gordura vegetal [24].

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Cacau, Amendoim, Balas e Derivados (ABICABI), o setor cresceu a uma média de 20% ao ano e, entre 2004 e 2011, a participação do segmento aumentou de 40% para 54%. Destaque para o mercado de chocolates Premium que representava 1% do mercado brasileiro em 2012 e passou a atingir 6%, ou 30 mil toneladas de 473 mil toneladas anuais [25].

Segundo a ABICABI [25] entre 2012 e 2013 o setor teve um pequeno decaimento de produção, uma variação de 0,3%, correspondendo a 800 mil toneladas de chocolate produzido. Mas, em comparação aos anos anteriores, manteve sua média de crescimento juntamente com o crescimento do seu consumo, como mostra o Gráfico 1.

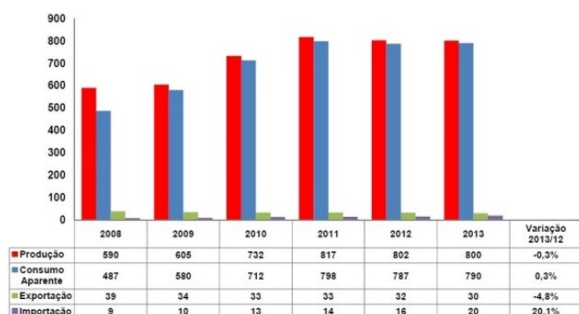


Gráfico 1: Percentual de crescimento do consumo de chocolate no Brasil de 2008-2013. [25]

3 Metodologia

Este trabalho acadêmico apresenta um projeto de intervenção em uma empresa localizada na Região Metropolitana do Recife, que produz e comercializa chocolates.

Quando identificado o problema de contaminação, por meio de reclamações de funcionários e clientes, foi proposta a aplicação do TQC, com o uso das ferramentas da qualidade, iniciando pela implantação de uma lista de verificação criada pela autora para acompanhar a possível contaminação interna, bem como uma lista de verificação para monitorar as reclamações das lojas.

Foram realizadas visitas mensais nas lojas da empresa, no período de Junho a Dezembro de 2016, bem como monitoramento do processo fabril, com a

aplicação das listas de verificação supracitadas.

Para análise e solução dos problemas, foram utilizadas as ferramentas da qualidade como *brainstorming* diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, histograma e 5W2H.

4 Resultados

4.1 Implantação das Ferramentas da Qualidade

No mês de Março de 2016, o setor de controle de qualidade da empresa estudada recebeu reclamações internas e externas, alguns casos acompanhados das amostras, sobre produtos que apresentaram problemas de contaminação (larvas ou mofo). A partir daí, foi sugerida a metodologia TQC, com o apoio das ferramentas da qualidade para identificar e solucionar os problemas dos produtos.

Com as primeiras informações que chegaram dos gerentes das lojas e dos vendedores foi elaborado o diagrama de Pareto, de forma a priorizar o problema mais grave e começar a atuar nele.

O diagrama de Pareto apresentado no Gráfico 2 apoia na percepção de que o problema da fábrica era a perda de produtos devido à contaminação. A empresa estudada possui duas linhas principais de produtos, a linha - ao leite e a linha - fracionada (cobertura), foi identificado que, para uma amostra de 100 produtos de cada linha, 80 da linha ao leite estavam contaminados para uma quantidade de 20 produtos da linha fracionada, deixando claro para empresa que deveria iniciar suas atividades e análise e melhoria pela linha ao leite.

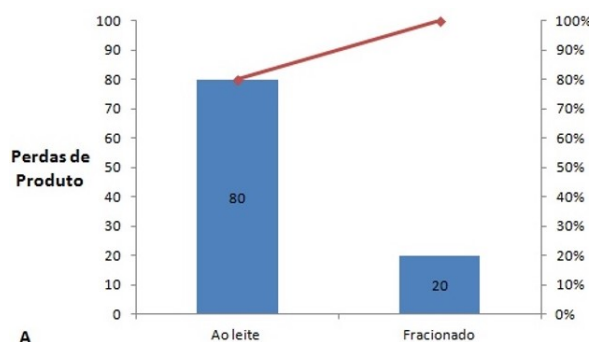


Gráfico 2: Diagrama de Pareto para as perdas de produtos contaminados.

Fonte: A autora.

<http://dx.doi.org/10.25286/repa.v2i2.557>

Aplicação das Ferramentas da Qualidade na Solução de Problemas de Contaminação em uma Fábrica de Chocolate

Como o diagrama de Pareto apoia na priorização dos problemas com maior incidência, foi realizada uma nova estratificação do diagrama de Pareto. No Gráfico 3, é possível constatar que, dos 80 produtos analisados da linha ao leite, 60 itens eram trufas, 10 eram bombons e 10 eram produtos só de chocolate ao leite. Sendo assim, a empresa concluiu que o grande foco de contaminação estava nas trufas e que estas deveriam ter prioridade no estudo das causas dos problemas.

Uma vez identificado que a abordagem das trufas seria priorizada, foi realizado um *brainstorming*, para que os funcionários participassem com as suas ideias, sendo estes a equipe envolvida na produção das trufas e, também, as pessoas do setor de controle da qualidade. Com as sugestões, foi elaborado o diagrama de causa e efeito apresentado na Figura 7.

Identificou-se que os possíveis problemas das trufas contaminadas seriam provenientes: da mão de obra, que estaria realizando procedimentos inadequados, manipulando sem higiene ou realizando suas atividades sem atenção; do método, que estaria relacionado a má elaboração do procedimento; e do meio ambiente, com relação ao meio externo ou interno, como poluição, calor, poeira.

Quando avaliado o diagrama de causa e efeito, foram observadas várias causas do problema de contaminação nas trufas. Desta forma, foi elaborado um plano de ações corretivas para atuar nestas causas, conforme apresentado no Apêndice 1. A seguir, as causas e soluções descobertas com a aplicação das ferramentas da qualidade.

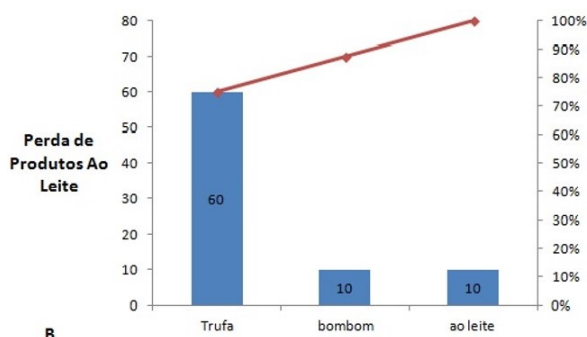


Gráfico 3: Diagrama de Pareto estratificado para as perdas de produtos ao leite contaminados.
Fonte: A autora.



Figura 7: Diagrama de Pareto para as perdas de produtos contaminados.
Fonte: A autora.

4.2 Causas e Soluções

4.2.1 Primeira Causa

A empresa que presta serviço de controle de pragas não estava sendo eficiente, pois no setor de produção surgiam muitas traças do cacau (mosquito).
Ações corretivas:

- Selecionar uma nova prestadora de serviço, que viesse a atuar especificamente neste problema;
- Instalar iscas luminosas ultra violeta no setor de produção e embalagem, que atraem mais rapidamente as traças de cacau, possibilitando a sua prisão e descarte.

A mudança da empresa de controle de pragas, juntamente com a instalação das iscas luminosas, foi realizada no final do mês de Abril de 2016.

4.2.2 Segunda Causa

A quantidade de conservante utilizado nas trufas pode não ser a suficiente para sua conservação. Ações corretivas:

- Realização de teste piloto com o aumento do conservante no recheio das trufas, acompanhando o seu desempenho;
- Realização de análises mais profundas no percentual de cada componente utilizado para o recheio, quando se chegou à conclusão de que o percentual de água na formulação estava favorecendo o crescimento de micro-organismos.

A resolução nº 387, de 05 de agosto de 1999 [26] descreve a quantidade máxima de aditivos dentre eles

os conservantes para trufas. Desta forma foram realizados testes pilotos com o aumento de conservante de acordo com a legislação no início de Abril de 2016. Logo após os testes a proposta foi descartada, pois foi percebido que este aumento causava alteração no sabor do recheio. Além disso, foram coletadas amostras dos recheios com a quantidade de conservante atual e amostras com o aumento do conservante. Ambas as amostras não apresentaram presença de mofo ou larvas. Como a quantidade de conservante utilizada anteriormente estava conforme os padrões, a empresa optou por mantê-la.

4.2.3 Terceira Causa

Formulação das trufas inadequada devido ao alto teor de umidade. Foi estudada a formulação das trufas e identificou-se um alto teor de umidade sendo necessária uma nova formulação, com teor de umidade mais baixo. Ação corretiva:

- Foi estudada uma nova formulação que atendesse as necessidades da produção, pois a adoção da formulação mais úmida proporcionava que o recheio deslizesse adequadamente na máquina de trufas. No entanto, foram realizados vários testes com diferentes proporções, até que se atingiu um padrão de formulação com menor teor de umidade, que foi colocado em prática na segunda quinzena de Maio de 2016.

4.2.4 Quarta Causa

A falta de controle interno dos produtos fabricados. Ação corretiva:

- Coletar amostras de todo produto acabado fabricado, registrando o dia de fabricação, lote e operador para elaborar uma planilha de rastreabilidade do processo de fabricação do chocolate. Dessa forma, seria mais fácil controlar o processo em todas as suas etapas e também alcançar o atendimento das legislações aplicáveis (RDC da ANVISA nº 275/2002 e Portaria ANVISA nº326/1997) [14 e 17].

4.2.5 Quinta Causa

A falta de controle sensorial dos produtos acabados. Ações corretivas:

- Iniciou-se um processo de análise sensorial (sabor, odor e textura) interna de todo lote de trufas que era produzido.
- Foi elaborada uma ficha de análise sensorial das trufas, para que fosse possível passar a identificar a alteração de sabor, cor, textura e a presença ou ausência de mofo ou larva.

O controle de qualidade interno das trufas começou a ser realizado no mês de Abril de 2016. O controle sensorial das trufas foi realizado através de análises visuais de textura e presença ou ausência de mofo e da prova degustativa do sabor e odor das trufas. O Gráfico 4 apresenta o resultado de não conformidades apresentadas no controle de qualidade das trufas, tornando possível observar que, nos meses de Maio a Julho, algumas trufas apresentaram contaminação mesmo depois das modificações realizadas. No entanto, foi observado que muitas trufas já estavam no depósito antes da implantação das ações corretivas, acusando que sua fabricação não tenha sido impactada por algumas das alterações, já que o controle por meio de análises sensoriais começou a ser realizado em Abril de 2016 e as implantações mais significativas de controle das trufas foram realizadas em sensoriais foram registradas um mês antes das implantações (em Abril) para tornar possível verificar se realmente iria ocorrer a diminuição de contaminação de mofo nas trufas. Em Setembro, Outubro e Novembro de 2016, algumas trufas apresentaram contaminação por mofo e ações corretivas nos procedimentos de manipulação foram tomadas para evitar maiores índices posteriores.

O Gráfico 4 apresenta informações coletadas através das fichas de análise sensorial, entre os meses de Abril a Dezembro de 2016.

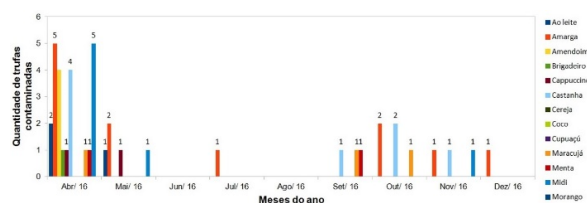


Gráfico 4: Controle interno das trufas contaminadas.

Fonte: A autora.

4.2.6 Sexta Causa

Aplicação das Ferramentas da Qualidade na Solução de Problemas de Contaminação em uma Fábrica de Chocolate

O controle da temperatura do ambiente no qual o chocolate está estocado deve ser controlado para que não ocorram contaminações. Ações corretivas:

- Implantação do controle de temperatura e realização de visitas às lojas da empresa estudada, presentes na região Metropolitana do Recife, com o intuito de verificar o cumprimento de tal controle dos estoques externos, bem como a avaliação da forma de armazenamento dos produtos.

- Foi realizada também uma visita ao estoque da fábrica para verificar o cumprimento do controle da temperatura, pois este não fica exatamente nas dependências da fábrica, mas está localizado num galpão em outro local, já que os produtos da linha ao leite precisam estar num ambiente com temperatura máxima de 22°C para manterem as suas características.

Em ambos os locais, foi verificado que a temperatura e o armazenamento dos produtos estão de acordo com as normas de preservação de qualidade do chocolate.

4.2.7 Sétima Causa

Falta de acompanhamento de reclamações das lojas sobre os produtos. Ação corretiva:

- Elaboração de uma lista de verificação para registro e acompanhamento das reclamações nas lojas. De acordo com o Gráfico 5, é possível perceber que, antes da implantação da lista de verificação nas lojas e dos controles de qualidade, o índice de produtos contaminados era alto.

Após a implantação do controle de qualidade na fábrica, principalmente das trufas, as reclamações das lojas diminuíram consideravelmente quando comparado o mês de Março de 2016 com os meses a partir de Julho de 2016.

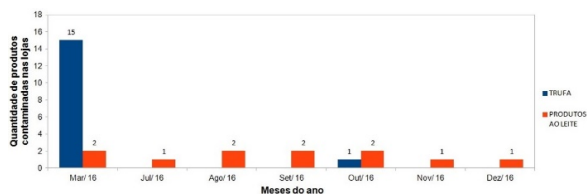


Gráfico 5: Controle externo dos produtos contaminados nas lojas antes e após as implantações de controle de qualidade. Fonte: A autora.

4.2.8 Oitava Causa

Falta de conscientização sobre as Boas Práticas de Fabricação, conjunto de regras definidas na legislação sanitária pela RDC nº 326/1997 [18]. Ações corretivas:

- Para realizar a conscientização dos colaboradores e evitar a contaminação por agentes físicos ou biológicos, foi realizado um treinamento de Boas Práticas de Fabricação, voltado para a fabricação de alimentos.
- Foi implantada uma rotina de diálogo diário para que todos os colaboradores entendessem a necessidade do uso de luvas e máscaras na área de fabricação e da assepsia correta das mãos, com a finalidade de evitar possíveis contaminações.

No início de Outubro de 2016 foi realizado um treinamento para todos os integrantes da fábrica mostrando os conceitos, os benefícios e os problemas da não aplicação do BPF.

4.2.9 Nona Causa

Procedimentos e formulações desatualizados ou inexistentes. Ação corretiva:

- Atualização de alguns procedimentos padrões, como formulação do recheio das trufas e a criação de alguns procedimentos diários, como a análise periódica das trufas e lista de acompanhamento de reclamações nas lojas.

4.3 Monitoramento e Melhoria Contínua

O monitoramento das ações implantadas passou ser constante, em atendimento às premissas do ciclo PDCA. Por meio dele, observa-se que as principais ações realizadas para melhoria das trufas, tais como troca da prestadora de serviço do controle de pragas, instalação de iscas luminosas ou formulação alternativa de recheio com menos umidade, diminuíram a incidência de reclamações. Isto é perceptível nos Gráficos 4 e 5, que apresentam diminuição de contaminações na produção e no estoque externo (nas lojas).

A continuidade dos monitoramentos implantados e a garantia da qualidade das ações implantadas devem ser mantidos e acompanhados, em cumprimento à

etapa C (*Check*) do ciclo PDCA, sendo esta uma das características da qualidade total, o que torna possível a melhoria contínua.

5 Conclusões

A demanda por chocolates e seus derivados cresce continuamente a cada ano, e junto com esse crescimento, as empresas desse ramo aumentam seus investimentos com o objetivo de alavancar suas capacidades de produção para acompanhar essa tendência.

O TQC juntamente com as ferramentas da qualidade tiveram grande importância na identificação e solução do problema de contaminação do chocolate, abordado no presente trabalho, pois o foco principal do controle da qualidade total é satisfação dos clientes na entrega de melhores produtos.

A empresa estudada resolveu colocar em prática as ferramentas da qualidade logo de imediato para resolver a situação identificada, antes que se tornasse mais grave, o que poderia comprometer a saúde dos consumidores ou a imagem da empresa.

O problema de contaminação de mofo das trufas de chocolate foi criteriosamente analisado e solucionado, como pode ser visualizado no Gráfico 5, permitindo à empresa seguir para a análise do segundo problema evidenciado no gráfico de Pareto: contaminação produtos fracionados (coberturas).

Diante do resultado obtido, ficou comprovado que a aplicação da metodologia adotada foi bem sucedida, torando possível não apenas a solução do problema, mas uma série de ganhos intrínsecos relacionados a ela, tais como conhecer melhor o seu processo e instalações, capacitar e engajar a sua equipe, usando de forma sistemática as regras e ferramentas escolhidas. Devido aos resultados obtidos, a empresa irá seguir o princípio de melhoria contínua e aplicar os mesmos processos para outras linhas da fábrica.

Referências

[1] FILHO, M.C. As ferramentas de qualidade no processo produtivo com enfoque no processo enxuto. 2011. Monografia (curso de MBA em Gestão da manutenção, produção e negócios) - Faculdade Pitágoras, Minas Gerais. 2011.

[2] MALUF, R.S.J. Segurança Alimentar e Nutricional. Petrópolis: Vozes, p. 174, 2007.

[3] FERREIRA, R.R. O Kaizen como sistema de melhoria contínua dos processos: um estudo de caso na Mercedes Benz do Brasil LTDA planta juiz de fora. 2009. Monografia (curso de Secretariado Executivo Trilíngüe) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2009.

[4] PAZZINATO, A.L.; SENISE, M.H. História Moderna e Contemporânea. São Paulo: Ed Ática, 2004.

[5] GARVIN, D.A. Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva. 1ªed. Rio de Janeiro: Qualitymark, p. 357,1992.

[6] SENE, E.; MOREIRA, J.C. Geografia: Espaço geográfico e globalização. São Paulo: Scipione, 2002.

[7] CARVALHO, B. Gestão da Qualidade I: Material de apoio – Evolução Histórica da Qualidade. Disponível em: <file:///C:/Users/Priscilla%20Correa/Downloads/EVOLU%3%87%C3%83O+HIST%3%93RIC A+DA+QUALIDADE.pdf >. Acesso em: 10 de Agosto de 2016.

[8] FALCONI, V. TQC Controle da Qualidade Total no estilo japonês. Nova Lima: Editora Falconi – 9ª Ed., p. 286, 2014.

[9] SILVA, R.K.V.; BARBOSA, A.F.B. Gestão da Qualidade – Os principais marcos e como influenciaram as empresas. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, vol. 1, nº 1, 2016.

[10] MARIANI, C.A. Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso. Revista de Administração e Inovação, vol. 2, nº 2, p. 110-126, 2005.

[11] MENEZES, F.M. MASP – Metodologia de Análise e Solução de Problemas. Prodttare. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI. Porto Alegre. 2013

[12] SEBRAE. Manual de Ferramentas da Qualidade. 2005. Disponível em: <http://www.dequi.eel.usp.br/~barcza/FerramentasDaQualidadeSEBRAE.pdf > Acesso em Agosto de 2016.

[13] VERGANI, A. Procedimento Operacional Padrão – POP. Orientações para elaboração. Disponível em: <http://docplayer.com.br/3278664-Procedimento-

<http://dx.doi.org/10.25286/rep.v2i2.557>

Aplicação das Ferramentas da Qualidade na Solução de Problemas de Contaminação em uma Fábrica de Chocolate

operacional-padrao-pop-orientacoes-para-elaboracao-enfa-assione-vergani-visa.html >. Acesso em Setembro de 2016.

[14] BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. VisaLegis. Resolução RDC n. 275, de 21 de outubro de 2002. Aprova Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/5125403/4132350/ResoluuoRDC27521.10.2002.pdf>> Acesso em: Novembro de 2016.

[15] CRUZ, F.T.; SCHNEIDER, S. Qualidade dos alimentos, escalas de produção e valorização de produtos tradicionais. Revista Brasileira de Agroecologia, V. 5, p. 22-38, 2010.

[16] GIORDANO, J.C.; GALHARDI, M.G. Análise de perigos e pontos críticos de controle. Campinas: SBCTA, p. 92, 2004.

[17] BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. VisaLegis. Resolução RDC n. 326, de 30 de julho de 1997. Aprova Regulamento Técnico para Condições Higiênico-sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388704/Portaria%2BVSMS%2BN.%2B326%2Bde%2B30%2Bde%2BJulho%2Bde%2B1997.pdf/87a1ab03-0650-4e67-9f31-59d8be3de167>> Acesso em: Novembro de 2016.

[18] BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. VisaLegis. Resolução RDC n. 264, de 22 de setembro de 2005. Aprova Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Chocolate e Chocolate Branco. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_264_2005.pdf/7a0256b4-79e1-4a5a-8129-7f37ba6f2cd7> Acesso em: 31 julho. 2016.

[19] LANNES, S.C.S. Estudo das propriedades físico-químicas e de textura de chocolates. 1997. 175p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências

Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1997

[20] BECKETT, S.T., (Ed.). Fabricación y utilización industrial del chocolate. Zaragoza: Acribia, p.276-277,1994.

[21] RICHTER, M.; LANNES, S.C.S. Ingredientes usados na indústria de chocolates. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, vol. 43, nº3, 2007.

[22] BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. VisaLegis. Resolução RDC n. 265, de 22 de setembro de 2005. Aprova Regulamento Técnico para balas, bombons e gomas de mascar. Disponível em: <<http://elegis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18824>>. Acesso em: 31 de julho 2016.

[23] BONZAS, J.; BROWN, B.D. Interactions affecting microstructure, texture, and rheology of chocolate confectionery products. In: GAONKAR, A.G., (Ed.). Ingredient interactions: effects on food quality. New York: Marcel Dekker, 1999. p.451-523. (Food Science and Technology, 66).

[24] MARTIN, A.V. Chocolate confectionery. In: MAN, C. M. D.; JONES, A. A., (Eds.). Shelf life evaluation of foods. London, New York: Blackie Academic, p. 216-234, 1994

[25] ABICABI - Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Cacau, Amendoim, Balas e Derivados. Disponível em: <<http://www.abicab.org.br/>> Acesso em: 31 de julho de 2016.


[26] BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. VisaLegis. Resolução RDC n. 387, de 05 de agosto de 1999. Aprova Regulamento Técnico do uso de aditivos alimentares, estabelecendo suas funções e seus limites máximos para a categoria de alimentos 5: balas, confeitos, bombons, chocolates e similares. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388729/Microsoft%2BWord%2B-%2BResolu%25C3%25A7%25C3%25A3o%2Bn%25C2%25BA%2B387%2Bde%2B05%2Bde%2Bagosto%2Bde%2B1999.pdf/1240800a-0d4b-4cc9-8d9c-5211e9c3fb93>>. Acesso em Outubro de 2016.


Apêndice I

PLANO DE AÇÃO: TRUFAS CONTAMINADAS							SETOR: Produção	DATA : 04 /04 /2016	Pág. : 1/2
Elaborado por: Priscilla Corrêa	O QUE FAZER?	POR QUE FAZER ?	QUEM ?	QUANDO ?	COMO FAZER ?	ONDE FAZER?	QUANTO?		
CAUSA RAIZ	- REALIZAR A TROCA DA EMPRESA	MÃO DEVE APRESENTAR TRACAS DO CACAU NA ÁREA DA PRODUÇÃO	EMPRESA ESPECIALIZADA	IMEDIATO	REALIZAR PESQUISA DE NOVAS EMPRESAS QUE ATENDAM NOSSAS NECESSIDADES	NA ÁREA DA FÁBRICA	0 MESMO		
CONTROLE DE FRAGAS INEFICIENTE	- INSTALAR ISCAS LUMINOSAS DE ULTRA VIOLETA	PARA DIMINUIR A QUANTIDADE DE TRACAS DO CACAU NA ÁREA DA PRODUÇÃO	COMPRAS (ROSENERE) E MANUTENÇÃO (FAUSTINO)	IMEDIATO	REALIZAR A COMPRA DAS ISCAS E INSTALÁ-LAS NA PRODUÇÃO	NA ÁREA DA PRODUÇÃO E EMBALAGEM	COMPRA DE NO MÍNIMO 5 ISCAS		
QUANTIDADE DE CONSERVANTE INSUFICIENTE	VERIFICAR A QUANTIDADE MÁXIMA DE CONSERVANTE PARA CHOCOLATE. REALIZAR TESTES COM O AUMENTO DO CONSERVANTE	PARA AUMENTAR O SHELF LIFE DAS TRUFAS E REDUZIR O CRESCIMENTO DE MICRO-ORGANISMOS	CONTROLE DE QUALIDADE (PRISCILLA)	15/04/2016	REALIZAR O AUMENTO DO CONSERVANTE NOS RECHEIOS E VERIFICAR SE TEVE ALGUMA ALTERAÇÃO SENSORIAL E O SHELF LIFE	NOS RECHEIOS DAS TRUFAS	ZERO		
FORMULAÇÃO INADEQUADA	VERIFICAR OS PORCENTUAIS DE INSUMOS UTILIZADOS. REALIZAR NOVOS TESTE	SE APRESENTAR UM TEOR ELEVADO DE UMIDADE (ÁGUA) PODE FACILITAR A PROLIFERAÇÃO DE MOFO	CONTROLE DE QUALIDADE (PRISCILLA)	30/04/2016	REALIZAR TESTES DE RECHEIOS ALTERNATIVOS COM INEDOS TEOR DE ÁGUA MAS SEM ALTERAR AS CARACTERÍSTICAS DA TEXTURA	NOS RECHEIOS DAS TRUFAS	ZERO		
FALTA DE CONTROLE DE QUALIDADE INTERNO	SEPARAR AMOSTRAGEM DE CADA BATCH DE CHOCOLATE QUE SAIR	PARA PODER VERIFICAR POSSÍVEIS PROBLEMAS E SABER DE QUAL PRODUTO É DIA QUE FOI FABRICADO	CONTROLE DE QUALIDADE (PRISCILLA)	DIARIAMENTE	SERÁ RETIRADO UMA AMOSTRAGEM DUPLICATA DE TODO CHOCOLATE FABRICADO EM DOS CHOCOLATES PRODUZIDOS IDENTIFICADO COM LOTE, VALIDADE E OPERADOR.	NOS CHOCOLATES PRODUZIDOS	ZERO		
FALTA DE CONTROLE DE QUALIDADE INTERNO	REALIZAR ANÁLISES SENSORIAIS DE CADA LOTE DE TRUFA QUE FOR PRODUZIDO	PARA PODER IDENTIFICAR POSSÍVEIS PROBLEMAS, VERIFICAR SE O PROBLEMA VEM DE DENTRO OU DE FORA DA FÁBRICA	CONTROLE DE QUALIDADE (PRISCILLA)	DIARIAMENTE	ANALISAR SEMANALMENTE TODO LOTE DE TRUFA QUE SAIR E ANOTAR A FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL PARA REGISTRO.	NAS TRUFAS	ZERO		
FALTA DE BPF NO PROCESSO	REALIZAR A CONDICIONAÇÃO DO USO DE LUVA E MÁSCARA. REALIZAR TREINAMENTOS	PARA QUE NÃO OCORRA CONTAMINAÇÕES DE FÍSICAS E MICROBIOLÓGICAS NO PRODUTO	CONTROLE DE QUALIDADE (PRISCILLA)	DIARIAMENTE	CONVERSAR COM OS LÍDERES E COLABORADORES SOBRE A IMPORTANCIA DA BPF. REALIZAR TREINAMENTO DE BPF PARA FIXAR OS CONCEITOS	NA FÁBRICA	ZERO		
FALTA DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO ESTOQUE INTERNO	VERIFICAR A TEMPERATURA DO ESTOQUE INTERNO	O CHOCOLATE DEVE ESTAR NUMA TEMP. DE NO MÁXIMO 22°C PARA NÃO PERDER SUAS CARACTERÍSTICAS	CONTROLE DE QUALIDADE (PRISCILLA)	30/06/2016	IR AO LOCAL E CONVERSAR COM OS RESPONSÁVEIS, VERIFICAR COMO É O AMBIENTE	NO ESTOQUE INTERNO	ZERO		
FALTA DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO ESTOQUE EXTERNO	VERIFICAR A TEMPERATURA DO ESTOQUE EXTERNO	O CHOCOLATE DEVE ESTAR NUMA TEMP. DE NO MÁXIMO 22°C PARA NÃO PERDER SUAS CARACTERÍSTICAS	CONTROLE DE QUALIDADE (PRISCILLA)	30/06/2016	IR AO LOCAL E CONVERSAR COM OS RESPONSÁVEIS, VERIFICAR COMO É O AMBIENTE	NAS LOJAS PLANETA BOMBOM	ZERO		

Proposta de Arquitetura Utilizando o Paradigma SOA para o Framework FIVE

Architecture proposal using the SOA paradigm for framework FIVE

Davino Wagner da Silva Mariano¹  orcid.org/0000-0002-7391-6701

Alexandre Magno Andrade Maciel¹  orcid.org/0000-0003-4348-9291

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil

E-mail do autor principal: Davino Wagner da Silva Mariano davinowagner@gmail.com

Resumo

O desenvolvimento de interface de voz tem recebido grande atenção do meio acadêmico em virtude da interação humano-computador e a busca por sistemas que se adequem como prótese aos usuários auxiliando em suas atividades quer sejam para reconhecimento ou síntese, além da necessidade de aplicações robustas para o trabalho de reconhecimento da fala e síntese de voz, é exequível outras áreas do conhecimento para compreensão análise e desenvolvimento. Este trabalho apresenta "Uma proposta de arquitetura utilizando o paradigma SOA (Service Oriented Architecture) para o framework FIVE (Framework for an Integrated Voice Environment)", onde foi empregado os conceitos da arquitetura REST (Representational State Transfer) para validar um modelo de arquitetura na qual foi realizado testes para avaliar o comportamento das alterações propostas, uma solução de software para fornecer multi-plataforma de acesso através dos recursos web, usando reconhecimento e síntese de voz de forma integrada.

Palavras-Chave: FIVE; SOA; Rest; Multi-Plataforma;

Abstract

The development of voice interface has received great attention from the academic environment due to the human-computer interaction and the search for systems that fit as prosthesis to the users assisting in their activities, whether for recognition or synthesis, and the need for robust applications for The work of speech recognition and speech synthesis, is feasible other areas of knowledge for understanding analysis and development. This paper presents an architecture proposal using the Service Oriented Architecture (SOA) paradigm for the Framework for an Integrated Voice Environment (FIVE) framework, where the concepts of the REST (Representational State Transfer) architecture were used to validate a model of Architecture in which tests were performed to evaluate the behavior of proposed changes, a software solution to provide multi-platform access through web resources, using integrated speech recognition and synthesis.

Key-words: FIVE; SOA; Rest; Multi-Platform;

1 Introdução

A fala é uma das mais importantes formas de interação entre os seres humanos visto que ela é essencial para a transmissão de informações e para a aquisição de conhecimento. Tornar os computadores capazes de interagir por meio de voz humana é um objetivo perseguido há muito tempo, e conseguir isto permanece um grande desafio até hoje [1]. A compreensão de sotaques diferentes e a produção de voz sintética com qualidade natural, além de alta performance no tratamento dos dados recebidos, são algumas das particularidades e necessidades especiais [2].

A área de interface de voz com o usuário (no inglês: *Voice User Interface - VUI*) tem recebido atenção de diferentes grupos de pesquisa em virtude de dois principais fatores: primeiro, em virtude de melhorias no desempenho de sistemas de processamento automático e de reconhecimento de fala, tradução de idiomas falados e síntese de voz; segundo, devido a convergência de dispositivos e a sólida produção de conteúdos multimídia, que exigem uma interação otimizada com os usuários [3].

Apesar dos inúmeros avanços obtidos nesta área, poucos esforços tem sido feitos a fim de trazer essas contribuições para o nível de aplicação [4]. Diante disto, foi desenvolvido o FIVE (*Framework for an Integrated Voice Environment*) com o objetivo de auxiliar o desenvolvimento integrado de aplicações com interface de voz em diferentes ambientes tecnológicos (*call centers*, dispositivos móvel, TV digital), com rápida curva de aprendizagem, independência de plataforma e extensível para novas técnicas [5].

A arquitetura do FIVE é composta por três camadas: CORE, API e GUI. Na camada CORE estão disponíveis algoritmos avançados para extração de características, classificação de padrões de voz e para a geração de motores de fala. Já a camada API consiste numa implementação própria que disponibiliza os recursos necessários à instanciação dos motores de fala. Na camada GUI é disponibilizado uma interface gráfica em formato de *wizard* a fim de facilitar o processo de construção e teste dos motores gerados [5].

Esta arquitetura, apesar de funcional, apresenta alguns entraves na oferta dos motores de fala, que são: baixa escalabilidade para novas técnicas; e dificuldade de manutenção no código fonte do projeto. A escolha de uma arquitetura orientada a serviços (no inglês: *Service Oriented Architecture - SOA*) proporcionaria a flexibilidade necessária para a criação de produtos com fraco acoplamento, facilitando a escalabilidade e a manutenibilidade do

serviço [6].

O presente trabalho tem como objetivo realizar a adaptação do framework FIVE para a arquitetura SOA, de modo a obter maior escalabilidade aos motores de fala gerados, proporcionando maior manutenibilidade no projeto e tornando-o aderente padrão de projeto MVC (Model View Control). Para isto será realizado um estudo pormenorizado da abordagem SOA e do Framework FIVE (Seção 2), em seguida realizada a refatoração da arquitetura do FIVE para torná-la orientada a serviço em uma aplicação web (Seção 3), Em seguida será realizada um processo de construção e instanciação de um motor de fala para validação da arquitetura proposta (Seção 4), e por fim, a Seção 5 apresenta as conclusões e trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

Cada parte do manuscrito vai ser comentada detalhadamente nos seguintes numerais. Leia e siga as instruções de maneira cuidadosa, a primeira revisão Editorial é uma revisão de forma, caso o manuscrito esteja fora das diretrizes o artigo será rejeitado automaticamente.

2.1 Arquitetura Orientada a Serviços (SOA)

A arquitetura orientada a serviços não é mais uma novidade na indústria de software, contudo, ela ainda representa uma abordagem da computação distribuída com grande aderência aos projetos de software devido ao fraco acoplamento de serviços, interfaces de publicáveis e governados, e modelo de comunicação padrão [7].

Segundo OASIS1 [8], SOA consiste num paradigma para organização e utilização de recursos distribuídos que podem estar sob o controle de diferentes domínios proprietários. Ele interage com a capacidade de produzir efeitos desejados consistentes com pré-condições e expectativas mensuráveis. Já para SILVA [9] SOA é definida como uma arquitetura que promove a integração do negócio com a tecnologia da informação, utilizando componentes de serviços, obtendo como resultados agilidade para atender as novas demandas, fornecendo flexibilidade nas mudanças, auxiliando na redução de custo, provendo reuso de componentes para software e serviço.

O uso da SOA levou a grandes avanços na integração de aplicações. Alguns exemplos usuais de serviços com características SOA são: consultas de nomes e endereços, abertura de conta no ambiente

bancário, agendamento de consultas médicas, consulta a multas de trânsito e etc. Contudo, existem aplicações utilizando este mesmo paradigma, que são muito mais robustas, que exploram oportunidades para propor o aumento da produtividade e a integração entre sistemas, com diversas tecnologias, por exemplo, o *Oracle Service Bus 12c* permite, por meio de um suíte SOA que as empresas forneçam para dispositivos móveis funcionalidades de suas plataformas de integração, ou seja, os desenvolvedores podem simplificar o processo de criação de aplicativos personalizáveis a partir de componentes reutilizáveis [10].

Nos últimos anos uma dentre muitas abordagens para implementação da SOA que tem obtido grande aceitação no desenvolvimento de software é o REST (*Representational State Transfer*) [11], em português Transferência de Estado Representacional. REST é um estilo arquitetural para o desenvolvimento de sistemas hipermídias distribuídos, proposto por Roy Thomas Fielding, um dos especificadores do protocolo HTTP 1.1. Este modelo de implementação não se trata de especificação ou padrão, mas sim um paradigma para o desenvolvimento e construção de sistemas distribuídos. Aplicadas a componentes, conectores e elementos de dados dentro de um sistema [12].

No estilo arquitetônico REST, dados e funcionalidades são considerados recursos, e esses recursos são acessados através de URI (*Uniform Resource Identifier*), conhecidos tipicamente como links na web. Os recursos são representados em prática através de um conjunto simples, de operações bem definidas. A Figura 1 mostra uma visão geral da arquitetura REST em um modelo cliente servidor.

Arquitetura REST foi projetada para utilizar um protocolo de comunicação padronizado, do tipo HTTP. Este protocolo estimula aplicações *RESTful* a serem simples, leve e com alta performance. Esta arquitetura fornece mecanismos para abstrair detalhes de sua implementação exigindo esforços para ajustes em componentes conectores e dados. Aplicações em *RESTful* tipicamente utilizam os quatro principais métodos HTTP em suas operações são eles: GET, POST, PUT e DELETE. O Quadro 1, descreve o uso dos principais métodos utilizados pelo REST.

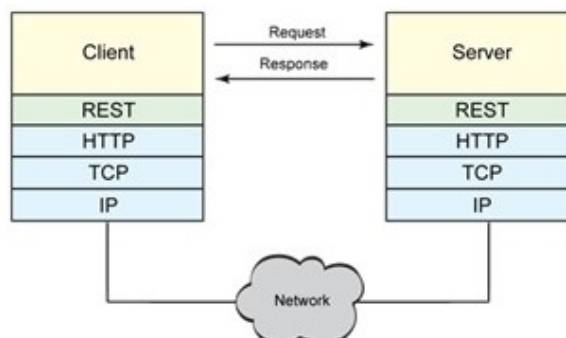


Figura 1: Visão geral da arquitetura REST.
Fonte: <http://www.ibm.com/developerworks/br/library/os-understand-rest-ruby/>

Quadro 1: Métodos utilizados pelo REST.

Método	Operação
GET	Buscar um recurso.
POST	Usado para criar recursos e outras operações, não definidas semanticamente.
PUT	Criar ou atualizar um recurso.
DELETE	Deletar/apagar um recurso.

Fonte: O autor.

2.2 Arquitetura Implementada no FIVE

A arquitetura do FIVE é composta por três camadas. A camada CORE é formada por um conjunto de classes abstratas, que servem de interface para a implementação de inúmeras técnicas para extração de características, tal como MFCC (*Mel-frequency Cepstral Coefficients*) umas das adotadas na aplicação, mas existem outras; e para classificação de padrões, tal como HMM (*Hidden Markov Models*), também muito utilizada. CORE foi desenvolvido com base na abordagem de framework gray-box (Uma abordagem de herança e composição composta geralmente por classes abstratas e concretas). A Figura 2 mostra o diagrama de classe do CORE.

A camada API figura 3, consiste na implementação de um conjunto de classes necessárias para a comunicação dos motores de fala gerados, e das aplicações que por ventura irão utilizá-los. Esta

camada está dividida em dois pacotes, um de reconhecimento e outro de síntese.

A camada GUI do framework consiste numa aplicação com interface baseada em *Wizard*, responsável por todo o passo a passo para preenchimento do cadastro básico e validação dos campos com informações para a construção dos motores de fala. Foi implementado com padrão de projeto *facade*, que é um padrão com características do tipo estrutural. O uso desse padrão ajuda o desenvolvedor a compreender melhor a API já que é intrínseco ao padrão produzir interfaces simples para as funcionalidades do sistema, o que facilita o processo de desenvolvimento. A Figura 4 mostra os pacotes existentes na GUI e a classe *facade*.

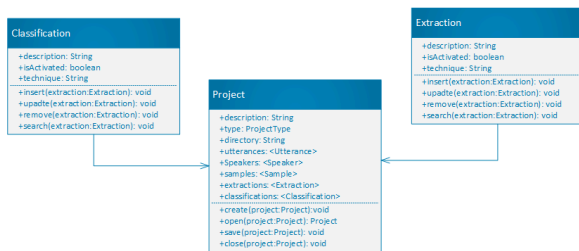


Figura 2: Diagrama de classes do CORE. Fonte: O autor

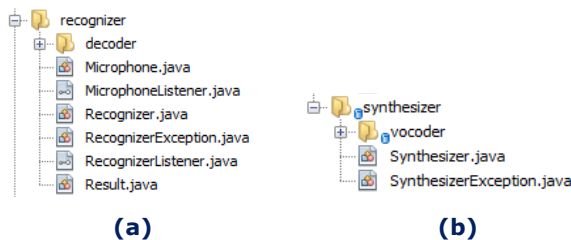


Figura 3: Diagrama de classes da API. Fonte: O autor

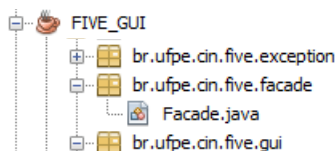


Figura 4: Conjunto de classes da API. Fonte: O autor

O FIVE, apesar de atender os objetivos iniciais da proposta do trabalho em Maciel [5], não oferecia subsídios para a escalabilidade e manutenibilidade do software, visto que a falta de separação de responsabilidades, na camada GUI, causa esse *gap*.

Ou seja, caso uma nova técnica fosse adicionada era necessário realizar modificações em todas as camadas do sistema. Levando em consideração estes detalhes, foi escolhida a SOA como arquitetura, para prover solução e organização da API como serviço. Algumas atividades realizadas na antiga arquitetura tornava menos produtiva a execução das tarefas de geração e manipulação dos *engines*, já que os mesmos eram gerados e copiados de forma manual e posteriormente salvos no servidor de aplicação sem integração e controle durante o fluxo da operação.

3 Arquitetura Proposta

A arquitetura proposta implementa uma camada de web service (FIVE WS) com os conceitos da arquitetura SOA, bem como a extração das regras de negócios da camada FIVE GUI para uma nova camada FIVE CONTROLLER. Onde é esperado manter separada as responsabilidades entre as camadas de regras de negócios e a camada GUI. A Figura 5 mostra o desenho da nova arquitetura desenhada para exemplificar a estrutura e modularização do projeto. A camada *controller* intermédia nas requisições de request e response, é também responsabilidade do controller cuidar dos *models* e *views* para supervisionar as solicitações de apresentação dos dados. Com isso vamos ter uma camada mais leve, com código coeso e baixo acoplamento. Essa separação de responsabilidades favorece uma construção da arquitetura aderente a componentização de micro-serviços. Tornando o software um produto com baixo custo para manutenção.

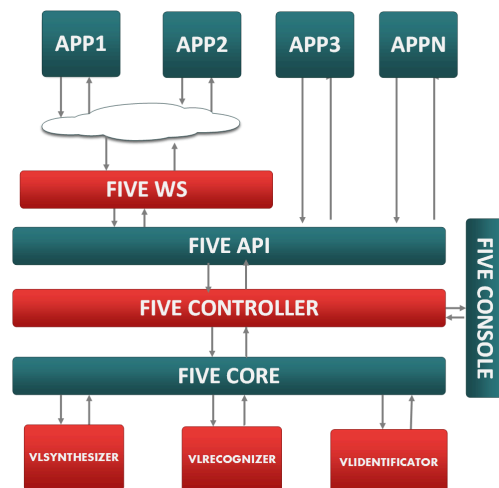


Figura 5: Visão geral da arquitetura REST. Fonte: O autor

A criação da camada FIVE WS propõe tornar o FIVE mais aderente ao processo de escalabilidade para criação de novos serviços e contratos de interfaces. Os outros módulos não serão impactados, pois serão isolados pela FIVE API. Já a criação da camada FIVE CONTROLLER, irá proporcionar uma melhor manutenibilidade inserindo neste contexto a separação de conceitos, onde será realizada todo controle de fluxo na ações de exibição de telas, e chamadas partes de modelos do sistema, esta camada terá o papel de intermediador entre as requisições.

3.1 Tecnologias Utilizadas

As tecnologias utilizadas neste projeto foram: Java (versão 8) para linguagem de programação e construção do backend, IDE Netbeans para ambiente de desenvolvimento, servidor web Glassfish para publicação da aplicação, Postman para realização de testes unitários e consultas na API REST, Loader.io e Apache JMeter para testes de carga e performance.

3.2 Implementação do FIVE WS

O FIVE WS foi construído em módulos, o sistema permanece separados em pacotes. O *config* corresponde ao módulo de configuração da aplicação onde é parametrizada a classe para configuração do servidor, o *controller*, implementa os métodos das interfaces criadas no pacote *service*. Este modelo de implementação obriga o desenvolvedor a primeiro criar as interfaces e não implementações, afim de manter a organização e limpeza do código. A Figura 6 mostra a visão do projeto FIVE WS (a), bem como as definições dos cabeçalhos do serviço na Figura (b).

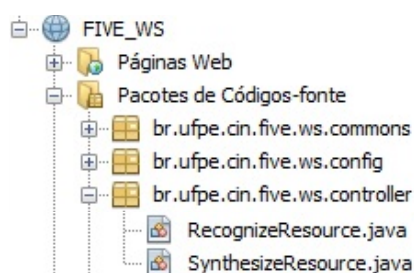


Figura 6-a: FIVE_WS: Classes do controller

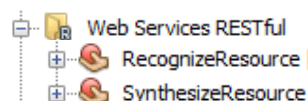


Figura 6-b: FIVE_WS: Recursos do RESTful.

3.3 Implementação do FIVE CONTROLLER

A camada *controller* no FIVE foi desenvolvida com o objetivo de atuar como um intermediador das requisições entre as *views* e regras de negócios da aplicação existentes nos modelos. O controlador resolver alguns problemas por meio da separação de tarefas, tanto no acesso aos dados, como na lógica de negócio, e na camada de apresentação que realiza interação com o usuário. Na Figura 7 temos a visão do módulo controller.

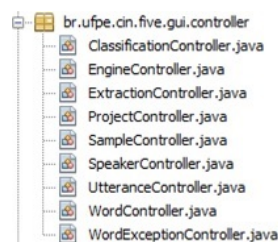


Figura 7: Pacote controller.

Fonte: O autor.

No pacote controller são disponibilizadas as classes: *ClassificationController* que realiza a integração entre as classes *Sample* e *Extraction*, nessa mesma classe é realizada a classificação das *samples* (amostras de áudio) extraídos no método *processSpeechClassification*. A classe *EngineController* que verifica a existência dos *engines* e suas validações por exemplo: Id dos *engines*, ocorrências na extração de características e etc. Já na classe *ExtractionController* ocorre o acompanhamento das extrações de características por interação de uma lista onde são verificados os tipos de técnicas aplicadas nas amostras coletadas. A classe *ProjectController* desempenha a função de

<http://dx.doi.org/10.25286/repa.v2i2.558>

criação e gerência dos projetos no *framework*. Com o *SampleController* é possível realizar busca nas amostras de áudio, como também tratativas das *features* do projeto. Dentro da *SpeakerController* é feita validação dos **locutores**, busca e manutenção com os serviços de insert, update, delete e retrieve. Já a classe *UtteranceController* realiza a tratativa nas frases, sílabas e outras palavras, que também são feitas as operações de insert, delete e update dos conjuntos de palavras reconhecidas.

4 Validação da Arquitetura

4.1 Camada Controller

Para validação da camada Controller foi realizado o processo de construção de um motor de reconhecimento de fala isolada. Foram selecionadas quatro locuções com suas respectivas amostras de áudio (abrir, fechar, subir e descer). O processo de extração de características e de classificação de padrões foi realizado por meio das técnicas de MFCC (*Mel-Frequency Cepstral Coeficientes*) e HMM (*Hidden Markov Models*). Ao final do processo de treinamento e teste obteve-se uma taxa de acerto de 92,5%, aceitável para os objetivos deste trabalho que é apenas da validação da arquitetura. Ao final, foi gerado o motor de reconhecimento e utilizada uma aplicação de teste para validar o motor gerado. A Figura 8 mostra a estrutura de diretórios contendo os arquivos do motor gerado.

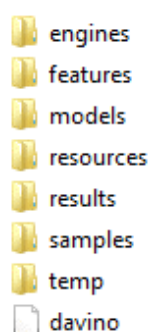
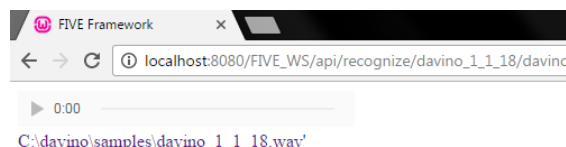


Figura 8: Estrutura de diretórios do motor.
Fonte: O autor.

4.2 Camada WS

O processo de validação da camada WS foi realizado por meio da criação de um protótipo para realização de testes no consumo do serviço web criado. O motor usado nessa fase foi o VL Synthesizer

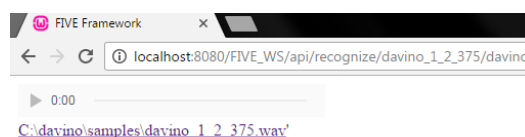
construído em Souza *et al.* [15]. A Figura 9 mostra a chamada ao serviço mediante a url apresentada no browser com o endereço do recurso. Neste momento é passada a amostra de áudio e o motor gerado como parâmetros na requisição REST, posteriormente o servidor retorna uma amostra de wave bem como o resultado da síntese de voz obtido neste caso a palavra (ABRIR).



ABRIR

Figura 9: Recognize Abrir.
Fonte: O autor.

Na figura 10 é apresentada a chamada do serviço *recognize* onde é executado o reconhecimento da amostra de voz fechar coletada e armazenada no diretório *samples*. Por meio da execução do serviço implementado na API.



FECHAR

Figura 10: Recognize Fechar.
Fonte: O autor.

Os parâmetros passados são: amostra de áudio e o *engine* desejado para execução do reconhecimento.

4.3 Testes

No plano de teste proposto para aferir o tempo de resposta nas requisições enviadas para o endpoint, foi executado utilizando o POSTMAN a Figura 11 apresenta uma sessão de testes efetuada na ferramenta. A média obtida no tempo de resposta foi de 2712 milisegundos após realização de 500 requisições a API se comportou de maneira estável, mas quando submetido a uma carga de 1000 requisições o servidor travou.

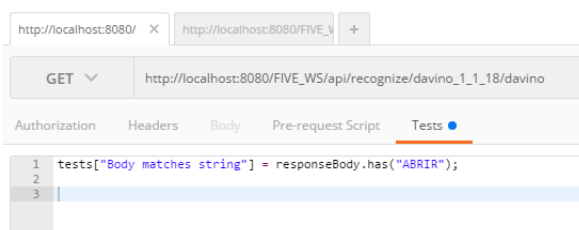


Figura 11: Postman teste unitário.

Fonte: O autor.

4.4 Discussão

Os experimentos realizados validaram as alterações sugeridas na proposta deste trabalho. Para este fim, os resultados obtidos foram considerados satisfatórios visto que nenhum erro foi encontrado e as taxas de acerto dos motores permaneceram as mesmas quando apresentadas em outros trabalhos. Desse modo, consideramos que as melhorias proposta atingiram os propósitos da pesquisa. Apesar dos bons resultados o estudo limita-se apenas em disponibilizar recursos já existentes na API em uma nova plataforma web sendo assim os conceitos utilizados na construção do FIVE foram apenas ajustados dentro do contexto para serviços. A pretensão de execução deste trabalho é de proporcionar de forma sistêmica, clara e prática como dar-se-á o uso da nova arquitetura aplicada ao framework com a finalidade de facilitar a produção de *engines* e execução dos recursos no ambiente web. Uma vez que intensificando a sua utilização irá fomentar o uso do framework e a sua demanda na área de pesquisa sobre interface de voz no meio acadêmico.

5 Conclusões

O experimento realizado neste trabalho obteve êxito, tendo em vista que as alterações proposta para o framework funcionaram de acordo com os resultados comparados em outros trabalhos como Maciel [5], Souza [15], nos quais foram submetidos com o mesmo framework. Foi detectado após análise que dentro da camada *gui* do FIVE existe muito código relacionado ao contexto lógico. Para tanto foi realizado uma inspeção afim de projetar uma arquitetura que oferecesse a possibilidade de torna-lo escalável, mantendo organização no código, otimizando o processo de adição para novas *features*, e conseqüentemente à aplicando da separação de conceitos dentro do processo de requisição entre a camada *gui* e a *model*. Com isso foi possível obter

ganhos relativos a produtividade, além de deixar a aplicação mais robusta, no que diz respeito ao cenário anterior. Esta separação horizontal aplicada com a nova arquitetura, permitiu que a nova camada *controller*, realize as requisições de *request* e *response*, direcionado para a camada *gui* as *features* intrínsecas da *api*. Contudo o fato de ter separado a *gui* das regras de negócios vai possibilitar em trabalhos futuros a criação de um barramento de serviços, para consumo por meio de uma interface web onde será disponibilizado um wizard para realização de cadastros básicos, configurações dos parâmetros e criação de novos *engines*. Este modelo de arquitetura é baseada na MVC padrão que mantém a camada de visualização desacoplada das camadas, *model* e *controller*. Em trabalho futuros será possível realizar uma versão totalmente web do FIVE para realizar acessos via API REST ao *endpoint* FIVE WS.

Referências

- [1] R. Oliveira, P. Batista, N. Neto, A. Klautau, Recursos para desenvolvimento de aplicativos com suporte a reconhecimento de voz para desktop e sistemas embarcados. XII Forum Internacional de Software Livre, 2011.
- [2] YNOGUTI, Carlos Alberto. Reconhecimento de fala contínua usando modelos ocultos de Markov. 1999. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas.
- [3] SALVADOR, Valeria Farinazzo Martins; DE OLIVEIRA NETO, Joao Soares; KAWAMOTO, Andre Satoshi. Requirement engineering contributions to voice user interface. In: Advances in Computer-Human Interaction, 2008 First International Conference on. IEEE, 2008. p. 309-314.
- [4] MACIEL, Alexandre; CARVALHO, Edson. FIVE-Framework for an Integrated Voice Environment. In: Proceedings of International Conference on Systems, Signal and Image Processing, Rio de Janeiro. 2010.
- [5] MACIEL, A. M. A. Investigação de um ambiente para o desenvolvimento integrado de interface de voz. 2012. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ciência da Computação). Universidade Federal de Pernambuco.

[6] Martins, V. F., dos Santos, A. G., Rodrigues, F. A., Okumura, M. H., Sakoda, T. J., & de Paiva Guimarães, M. (2013). Análise, projeto e implementação de uma aplicação utilizando interface de voz com o usuário. Anais do Computer on the Beach, 41-50.

[7] AL SHEIKH, Maher A.; ABOALSAMH, Hatim A.; ALBARRAK, Ahmed. Migration of legacy applications and services to service-oriented architecture (SOA). In: The 2011 International Conference and Workshop on Current Trends in Information Technology (CTIT 11). IEEE, 2011. p. 137-142.

[8] SILVA, EDILBERTO. SOA - Arquitetura Orientada a Serviços: Conceitos e Aplicações. Acesso em 23/08/2016 URL <http://www.edilms.eti.br/uploads/file/infrasft/uni-d05-is-soa.pdf>.

[9] ARRABAL, Alejandro Knaesel. Publicação de artigos científicos. Prática da Pesquisa, set. 2010. Disponível em: <<http://www.oracle.com/technetwork/middleware/service-bus/documentation/index.html>>. Acesso em: 9 out. 2016.

[10] RICHARDSON, Leonard; RUBY, Sam. RESTful web services. " O'Reilly Media, Inc.", 2008.

[11] RODRIGUES, Lucas; DO PRADO, Antonio Francisco. Desenvolvimento de Aplicações Móveis com Serviços RESTful e HTML5. Revista TIS, v. 3, n. 2, 2014.

[12] ERL, Thomas. Soa: principles of service design. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2008.

[13] FURTADO, Camille et al. Arquitetura Orientada a Serviço-Conceituação. Relatórios Técnicos do DIA/UNIRIO (RelaTe-DIA), RT-0012/2009, 2009.

[14] SOUZA, Danilo; SATURNINO, Levi; MACIEL, Alexandre MA. A Portability Evaluation of Brazilian Portuguese voices produced with MARY TTS. In: IWSSIP 2014 Proceedings. IEEE, 2014. p. 95-98.

Levantamento do Ensino de Engenharia de Requisitos e Cursos à Distância no Brasil

Survey of requirements engineering teaching in Brazilian E-Learning of the courses

Luiz Felipe Dias da Costa¹  orcid.org/0000-0001-6635-4686

João Henrique Correia Pimentel²  orcid.org/0000-0002-7441-0796

Maria Lencastre Pinheiro de Menezes Cruz²  orcid.org/0000-0002-8032-8801

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil

E-mail do autor principal: Luiz Felipe Dias da Costa felipe.dias.ads@gmail.com

Resumo

A educação à distância (EAD) cada vez vem tendo maior aceitação na sociedade e, conseqüentemente, sendo intensivamente implantada nas instituições de ensino em vários cursos. O crescimento dessa modalidade de ensino está associado ao avanço nas tecnologias de comunicação para auxiliar as metodologias de ensino não-presenciais, somado ao amadurecimento decorrente de experiências bem-sucedidas. Este trabalho tem a finalidade de fazer um levantamento do ensino de Engenharia de Requisitos (ER) nos cursos de EAD na área de Tecnologia da Informação (TI) existentes no Brasil, em instituições federais e estaduais. Esta pesquisa é o ponto de partida para novos estudos, como: a avaliação da forma de ensino de ER, padronização de conteúdo e análise de qualidade nas disciplinas de Engenharia de Requisitos à distância.

Palavras-Chave: Educação à Distância; Engenharia de Requisitos; Engenharia de Software; Ensino de Engenharia de Software.

Abstract

Distance education (E-learning) is becoming more widely accepted in society and, consequently, it has been intensively adopted in educational institutions. However, it is important to take into account the physical distance of teacher/student, which imposes limitations on the educational process. Thus, it is important to rethink how this teaching should be done mainly for disciplines involving practice. This article aims to do a survey on E-learning courses in the Information Technology (IT) field in Brazil, at federal and state institutions, focusing on Requirements Engineering teaching. This research is the starting point for future studies such as: evaluation of the teaching methods, content standardization, and quality analysis in the disciplines of distance learning for Requirements Engineering.

Key-words: E-learning; Requirements Engineering; Software Engineering; Software Engineering Teaching.

1 Introdução

Educação à distância (EAD) é o processo de ensino-aprendizagem, onde professores e alunos geralmente não estão juntos fisicamente, mas estão conectados, mediados por tecnologias como a Internet. O EAD é uma modalidade de ensino que tem se tornado cada vez mais comum, expandindo possibilidades na formação profissional e científica. A educação à distância atende assim a uma necessidade social, a partir do uso de tecnologias da informação e comunicação, que proporcionam interatividade entre o aluno e o professor. O aluno deve gerenciar o seu tempo de estudo, e a autoaprendizagem é estimulada, com a mediação de recursos didáticos disponíveis e sistematicamente organizados [1].

Cada vez mais aumenta a aceitação da modalidade de ensino à distância, que propõe atender as pessoas que buscam e precisam de praticidade, que moram longe das instituições de ensino, ou que trabalham.

Nos cursos de TI (Tecnologia da Informação), que são fundamentados no desenvolvimento de sistemas, geralmente é abordado o assunto de Engenharia de Requisitos (ER). Este conteúdo é responsável pelo levantamento de informações para o projeto/implementação de um sistema de qualidade, com controle e manutenção [2]. O conteúdo de ER já está presente na forma EAD em várias instituições, porém, não se tem disponível o quantitativo de instituições federais e estaduais que têm essa disciplina ofertada no formato EAD; consequentemente, não se sabe como ela vem sendo aplicada, seus problemas e pontos de sucesso.

Este artigo tem como objetivo realizar um levantamento quantitativo das instituições que têm ensino à distância e trabalham com cursos de TI, assim como onde e como abordam a ER. Através dessa pesquisa exploratória, espera-se coletar e organizar essas informações e levá-las a público, contribuindo com possíveis pesquisas futuras sobre o ensino a distância para melhorar/analisar a qualidade da disciplina de ER.

Este artigo está estruturado da seguinte forma. A seção 2 apresenta a metodologia aplicada para o levantamento nas instituições de ensino. A seção 3 descreve alguns conceitos relacionados ao Ensino à Distância. Em seguida, a seção 4 apresenta conceitos da Engenharia de Requisitos e a sua forma de ensino. Já a seção 5 e 6 apresenta o resultado do levantamento realizado. A seção 7 faz algumas

conclusões finais e indica trabalhos futuros. Por fim, um apêndice mostra uma tabela da pesquisa realizada.

2 Metodologia

Para atender ao objetivo central desta pesquisa, foram utilizadas as estratégias e passos descritos a seguir.

No embasamento teórico dos termos, conceitos e definições da Engenharia de Requisitos e seu ensino, foi realizado um levantamento em livros e artigos [3, 4, 5, 6].

Na pesquisa relativa às instituições de ensino, foi usada a Internet como fonte de dados de pesquisa em sites. Foram enviadas mensagens via *e-mail* para coordenadores de cursos visando levantar dados mais específicos. À medida que os dados foram sendo coletados, em paralelo, foi organizada e alimentada uma tabela com os dados colhidos.

Para complementar o levantamento, foi elaborado um questionário, para ser enviado para algumas instituições de ensino, a fim de investigar: como a ER vem sendo aplicado nos cursos de TI, a forma como é trabalhada, e o nível de satisfação dos coordenadores em relação à aplicação ao conteúdo de ER que são lecionadas na modalidade de ensino à distância. Dos questionários enviados, apenas duas instituições preencheram e responderam o questionário.

Foi feita uma análise dos resultados coletados, e então estes foram organizados e estruturados, facilitando o entendimento para a obtenção das informações desejadas com as possíveis diretrizes.

Pode se observar que na metodologia definida, para entender os resultados obtidos e na tentativa de interpretar as possíveis diretrizes que provocaram o resultado encontrado, foi utilizada uma abordagem qualitativa. Foram quantificados os dados pesquisados, traduzidos os números em opiniões e informações para serem classificados e analisados, apresentando em formato de porcentagem.

3 A Educação à Distância

A educação trata de aspectos de relações pessoais e sociais. É um processo de desenvolvimento intelectual humano de ensinar, aprender, pensar, criar, construir conhecimentos [7]. A educação é um processo contínuo ou continuado de formação

constante de aprender, com teoria ou prática, por situações presenciadas ou vividas de cada indivíduo ao longo da vida para evolução das faculdades física, moral e intelectual. O processo educativo contínuo é a busca pela melhoria de qualidade na formação docente e discente; porém, não há uma fórmula pronta a seguir, a fórmula é criada, desvendada a cada passo, de acordo com experiências vivenciadas nas várias formas de educar. [8]

A EAD é um formato organizado de aprendizagem e autodisciplinar, baseadas na separação física dos aprendizes e os envolvidos na organização de sua aprendizagem. A separação pode aplicar-se em todo ou parte do processo de aprendizagem [9].

O avanço da educação à distância está associado ao crescimento de técnicas de comunicação para auxiliar no processo de ensino não presenciais; esse impulsiona novas experiências, e conseqüentemente, contribui para o crescimento e amadurecimento da educação à distância. [9, 10] Essas técnicas são métodos de transmitir conhecimentos e habilidades, mediante a divisão de trabalho entre os profissionais responsáveis pelas técnicas a serem usadas; o objetivo é reproduzir material de ensino de qualidade, o que torna possível instruir um grande número de alunos ao mesmo tempo, independentemente de onde eles vivem. É uma aprendizagem planejada que geralmente ocorre num lugar diferente do ensino e, por causa disso, requer técnicas para comunicação mediadas por recursos didáticos e sistematicamente organizados. [7]

A modalidade EAD no Brasil ganhou força com a popularização da banda larga no país. O crescimento de novos polos de ensino e a criação de novos cursos, somado com uma nova geração de jovens nascidos em um ambiente cem por cento digital, abre novas perspectivas, facilitando o acesso dos alunos ao ensino superior. [11]

A definição de EAD é influenciada pela distância, devendo ser compreendida basicamente como a separação espacial (geográfica/local) entre participantes do processo educacional, sejam estes alunos ou professores. Em aulas por videoconferência é comum que os alunos estejam juntos, mas em lugar diferente do professor. Por outro lado, quando o estudo ocorre pela internet, é comum alunos e professores estejam em locais diferentes e acessem o curso e os materiais e recursos didáticos em momentos diferentes. Estes dois exemplos ilustram a existência de diferentes possibilidades de distanciamento entre alunos e professores. [12]

Algumas características são atrativas aos adeptos

da modalidade EAD, como por exemplo: terem acesso a informações a qualquer momento e em qualquer lugar; nos momentos em que têm motivação para estudar; o uso de aplicativos e softwares e recursos auxiliam na comunicação e na troca de informações (como *chats*, fóruns, e-mail, plataformas de transferência de arquivos e gerenciamento de conteúdos). [13]

A disponibilização de informações e iteração com tutores, através de ambientes virtuais, permite que os alunos acessem os conteúdos sempre que quiserem, publiquem suas dúvidas e troquem conhecimentos a qualquer hora, em qualquer lugar. [13]

O custo para realizar um curso à distância é inferior aos presenciais, isso ocorre devido à ausência da necessidade de uma estrutura física, essencial nos cursos presenciais (mesas, cadeiras, quadro, projetores, entre outros). Além disso, não é necessário o deslocamento para a instituição de ensino, o aluno pode realizar atividades em casa ou em outro lugar que seja cômodo para ele. [14]

De acordo com o MEC (2016) "Resolução CNE/CES nº 1", os cursos superiores, na modalidade EAD, devem cumprir, rigorosamente, as Diretrizes e Normas e as Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de graduação. Para serem ofertados cursos superiores, as instituições de ensino devem ser aderentes à política institucional das IES (Instituições de Ensino Superior) do Ministério da Educação (MEC), que é o órgão federal responsável por credenciar, autorizar e avaliar todas as instituições de ensino superior do país, tanto no ensino presencial quanto à distância [15]. A garantia que a graduação pelo ensino presencial e à distância são a mesma, é alcançada por ambas as modalidades estarem submetidas à Lei de Diretrizes e Bases da Educação, e têm que ser submetidas à avaliação de igual modo [15]. Portanto, não importa a forma que o aluno aprende, e sim que aprende o mesmo conteúdo; com isso, os diplomas de um curso superior tradicional têm a mesma validade dos cursos EAD.

O perfil do aluno tem que ser adequado à metodologia de ensino à distância; ele precisa estar comprometido com o estudo, pois este requer muita dedicação, disciplina e responsabilidade, uma vez que não existe a presença física do professor a cobrar. A concentração do aluno pode ser um grande desafio; diferentes formas de lazer, conteúdo, entretenimentos estão disponíveis e são facilmente acessíveis, sendo obstáculos à concentração natural; assim, é preciso ter foco. O controle do tempo pode ser considerado uma vantagem, mas também pode ser um desafio uma vez que o próprio aluno tem que fazer e seguir

os seus horários de estudos. O aluno que não consegue administrar seu tempo, com as atividades corriqueiras e os estudos de forma correta, acaba comprometendo seu rendimento na aprendizagem. É importante também não deixar acumular tarefas e exercícios e acompanhar as aulas com regularidade; para isso, é relevante que seja montado um roteiro a ser seguido e um cronograma para que os estudos sejam executados.

4 Engenharia de Requisitos

Muitos observadores da indústria de software, já na década de 70, caracterizavam os problemas associados ao desenvolvimento de software como uma "crise". [16] As investigações determinaram que esses problemas, normalmente, não têm uma causa única, mas as deficiências nos requisitos dos sistemas contribuem fortemente para o problema. Para muitos desenvolvedores de sistemas de software complexos e grandes, os requisitos são o maior problema da Engenharia de Software. Nenhuma outra atividade do processo de desenvolvimento é tão difícil de executar ou tão desastrosa em seus resultados, quando feita de forma inadequada. [17]

O desenvolvimento de um software é de natureza complexa pois além de trabalhar com pessoas, cada cenário exige soluções variadas em cada contexto. As etapas da Engenharia de Requisitos são a base de um projeto e, dependendo de como forem executadas, há grande chance de sucesso ou não na solução do projeto. [18]

O processo de ER é um conjunto de atividades bem definidas e distribuídas aos responsáveis pela sua execução; documentos e ferramentas são muito utilizados nesse processo. É definido como a equipe deverá trabalhar para atingir os objetivos, o processo de comunicação e interação que será utilizado, para se poder cumprir os prazos e desenvolver um software de qualidade de acordo com os requisitos definidos. [18]

A ER pode ser definida como um processo relevante do desenvolvimento de um sistema, que contempla o levantamento de informações de forma iterativa e cooperativa sobre a análise, observações de documentação resultantes a realidade de um problema. [3] Assim, a ER, uma etapa da Engenharia de Software, foi criado para cobrir todas as atividades envolvidas no descobrimento, documentação e manutenção de um conjunto de requisitos para um sistema baseado em computador. O uso do termo engenharia implica em técnicas sistemáticas e repetitivas a serem usadas para assegurar que os requisitos especificados de um sistema sejam completos, consistentes, relevantes e claros. [3]

Sob o ponto de vista conceitual, no contexto das disciplinas de Engenharia de Requisitos, são abordados os seis principais fundamentos, diferentes tipos de processos e técnicas aplicáveis. [3]

As atividades da ER são fundamentais no processo de desenvolvimento de software. Por se tratarem de atividades de grande importância no ciclo de vida do software, e que se relacionam diretamente com a qualidade do produto a ser desenvolvido, a ER precisa ser devidamente planejada. As etapas de ER ajudam no entendimento de como será o processo definir quais as necessidades do cliente e como os usuários finais vão interagir com o software. A ER é composta por sete etapas distintas: concepção, levantamento, elaboração, negociação, especificação, validação e gestão. Todas as etapas são adequadas de acordo com a necessidade do cliente. [4]

Concepção: a iniciação de um projeto de software ocorre quando se identifica a necessidade de um software para solução de um problema em um contexto específico. Ela é a primeira etapa, onde se procura definir o escopo e a natureza do problema. Em uma conversa informal com os interessados no software é definido o plano de negócio e avaliada a possibilidade do suposto software ser desenvolvido. As informações iniciais podem sofrer mudanças, porém elas são importantes para produzir discussões com a equipe de engenharia de software. Na concepção do projeto é estabelecido um entendimento básico do problema, onde é esperado que a solução desejada seja feita em colaboração com os demais interessados e a equipe que será encarregada pelo software. [4]

Levantamento: fase onde se pergunta ao cliente, usuários e os demais envolvidos (*stakeholders*), quais são as funcionalidades que o sistema deve ter, as regras de negócio dessas funcionalidades, restrições, usabilidade, para que cada um seja atendido de acordo com a necessidade da empresa. Não é uma tarefa fácil. É preciso mobilizar os envolvidos para que estes compartilhem informações e ajudem a estabelecer metas e prioridades. [4] Alguns problemas podem ser encontrados durante o processo de levantamento de requisitos, entre eles: limites de escopo não definidos de forma clara, clientes/usuários descrevem detalhes técnicos que confundem ao invés de esclarecer. As especificações de requisitos mudam com o passar do tempo, os clientes/usuários não estão certos do que realmente precisam, ou não entendem a necessidade e importância da especificação dos requisitos, ocorrendo um grande risco de se resolver o problema errado. Para evitar esses problemas é preciso realizar a atividade de levantamento de requisitos de forma organizada. [4, 5]

Elaboração: esta etapa é iniciada após o cliente aprovar a proposta especificada. As informações colhidas com os clientes, durante a concepção e o levantamento, são expandidas e aprimoradas durante a elaboração. [4, 5] A elaboração é realizada através de criação e refinamento de cenários de usuários que descrevem como o usuário final irá interagir com o sistema. Esses cenários são analisados sintaticamente para extrair classes, atributos das classes, e os serviços exigidos por essas classes são identificados. Também se identificam as relações e colaboração entre as classes, além de uma variedade de diagramas que são produzidos. Nesse processo é recomendada a realização de oficinas/workshop com participação ativa e massiva das partes interessadas. Alguns mecanismos são usados para melhor entendimento do cliente, como a elaboração de protótipos. [4, 5] Com os requisitos destrinchados, os requisitos-funcionais podem ser descritos através de documentos de caso de uso. [5]

Negociação: esta etapa é responsável por conciliar e resolver conflitos que possam existir. Os conflitos têm que ser resolvidos por meio da negociação. Deve ser solicitado aos envolvidos que eles ordenem as prioridades das funcionalidades e discutam sua prioridade; para isso devem avaliar aspectos como o custo e risco até que se chegue a um acordo (os requisitos sejam retirados, combinados e/ou modificados, de modo que cada parte atinja um grau de satisfação). [4]

Especificação: esta etapa deve demonstrar os requisitos solicitados pelo cliente. A especificação pode ser um documento escrito, um conjunto de modelos gráficos, um modelo matemático formal, um conjunto de cenários de modelos de caso casos de uso, um protótipo ou qualquer combinação desses artefatos. A especificação é também a forma de comunicação sistemática entre analistas e projetistas do software. [4]

Validação: após a criação e evolução dos artefatos de requisitos, estes devem ser validados pelo grupo de usuários/clientes, assegurando que a especificação construída atende às necessidades e objetivos que motivaram o processo de desenvolvimento. Esta etapa tem o objetivo de assegurar que o software especificado atende às necessidades, e que as especificações podem ser cumpridas. Na validação, é examinada a qualidade das especificações; deve-se garantir que todos os requisitos do sistema foram estruturados de maneira não ambígua, que as inconsistências, omissões e erros foram apagados e corrigidos, e que os produtos de trabalho estão em conformidade com os padrões

estabelecidos para o processo de desenvolvimento, para o projeto e para o produto. [4, 6]

Gerenciamento de Requisitos: os requisitos de um software podem mudar ao longo da vida de um sistema. Novos requisitos surgem e há alterações nos requisitos em todos os estágios do processo de desenvolvimento do sistema. São comuns os casos em que mais da metade dos requisitos são alterados antes que o sistema seja posto em operação; isto causa sérios problemas para os desenvolvedores. O gerenciamento de requisitos corresponde ao conjunto de atividades que auxilia a equipe do projeto a identificar, controlar e rastrear os requisitos, bem como as alterações nos requisitos nos diferentes momentos do projeto. A principal função da gestão de requisitos é gerenciar as mudanças nos requisitos acordados, os relacionamentos entre os requisitos, e as dependências em ter os documentos de requisitos e outros documentos produzidos ao longo do sistema e do processo de engenharia de software. [4]

4.1 O Ensino de Engenharia de Requisitos

A Engenharia de Requisitos é um campo relativamente novo Engenharia de Software. Porém, tanto acadêmicos quanto profissionais vêm demonstrando um interesse particular na ER, porque é uma das subáreas mais importantes, desafiadoras e problemáticas do desenvolvimento de software. Nos últimos anos, tem havido uma ênfase na incorporação de ER aos currículos universitários da graduação. [19]

O ensino de ER deve partir do princípio que o aluno tem que se familiarizar com a resolução de problemas, metodologias e ferramentas. Isto permite ampliar a visão do aluno sobre o desenvolvimento de software durante o processo educacional de engenharia de requisitos; essas características são semelhantes ao mercado de trabalho; assim, em um projeto de negócio o aluno poderá estar mais bem preparado. [20]

Um dos desafios relevantes do ensino de ER é preparar os alunos para a elicitação de requisitos e atividades no curto tempo disponibilizado pelos cursos de graduação. A disciplina requer um aprofundamento das técnicas que permitirão futuramente que o aluno solucione problemas em diferentes cenários. [19]

O ensino da disciplina de Engenharia de Requisitos se potencializa quando, durante o seu ensino/aprendizagem, ocorre transferência de informações entre alunos e professor com relação às

experiências vividas em problemas e soluções reais no mercado de trabalho. [21]

5 Procedimentos de Pesquisa

A pesquisa deste trabalho foi realizada através de 4 passos: Levantamento de Universidades, Investigação de *sites*, Análise de grade curricular e Análise dos resultados. Cada um deles é detalhado a seguir.

5.1 Levantamento de Universidades

Para iniciar a pesquisa desse trabalho foi preciso listar o nome de todas as universidades federais, estaduais, e institutos federais de ensino do Brasil de ensino superior. Essa etapa de construção da lista foi a base da pesquisa, que delimitou o seu tamanho e direcionou a coleta de dados.

Após montar a lista, mediante o primeiro levantamento, foi criada uma tabela, organizada e estruturada para a iniciação do processo de inserção dos resultados. Isto permitiu e facilitou a análise estatística, com o preenchimento das informações coletadas referentes às instituições de ensino a serem investigadas.

5.2 Investigação dos Sites

Com a influência da tecnologia, a forma de pesquisa mais utilizada é a Internet. As instituições de ensino, têm em seus *sites* hoje as informações que representam o seu cartão de visita. Por isso, elas buscam ter um *site* disponível com informações e dados precisos e funcionais. Para as instituições de ensino que têm como objetivo oferecer um processo de aprendizagem completo, dinâmico e eficiente, por intermédio de recursos tecnológicos, é essencial dispor de um sistema robusto *online* que atenda às necessidades para se ter cursos *online* de qualidade.

Com base nessas considerações, na pesquisa realizada neste artigo, todas as instituições de ensino consideradas dispõem de um *site/sistema online*, embora nem todas ofereçam o método de ensino EAD.

Foi realizado o processo de investigação nos *sites* de cada instituição de ensino para saber e ter um quantitativo de quais oferecem curso superior na modalidade de EAD. Como resultado, observou-se que mais da metade das instituições tem a modalidade EAD como forma de ensino de curso superior. Em cima dessas instituições, através de cada *site*, foi examinada a grade curricular dos cursos

oferecidos na modalidade EAD, observando-se se dentre os disponíveis existia algum na área de TI, cursos onde geralmente é abordado o processo de desenvolvimento de software.

5.3 Análise da Matriz Curricular

De acordo com Rasco (1996), o currículo foi concebido como uma forma de organização e um instrumento de eficiência social, isto é, uma estrutura organizativa imposta por autoridades educativas para 'ordenar' a conduta da escolaridade. [22]

Essa etapa foi executada durante o levantamento, explorando o site de cada instituição de ensino da lista. Ainda no *site*, na seleção de cada curso de TI à distância, foi analisado se a grade curricular do curso estava disponível; caso afirmativo, foi verificado a existência da disciplina de Engenharia de Requisitos nessa grade curricular ou se alguma outra disciplina (semelhante) abordava os assuntos da ER. Com as informações coletadas foi alimentada a tabela relacionada com os dados da pesquisa.

5.4 Análise dos Resultados

Após a coleta de dados, a fase seguinte foi a de análise que teve como objetivo organizar e considerar os dados de tal forma que possibilitasse o fornecimento de respostas aos questionamentos da investigação. O acompanhamento dos dados incluiu uma atividade reflexiva que resultou num conjunto de informações para análise que guiaram o processo. Esse acompanhamento possibilitou registrar o processo e constitui importante ajuda para o desenvolvimento conceitual. [23]

A análise foi feita considerando os resultados quantitativos dos colhidos alimentados na tabela.

6 Resultados Encontrados

O aumento da oferta e procura de vagas, nas universidades públicas federais e estaduais no ensino superior do Brasil, tem vários motivos, entre eles tem-se: custos reduzidos, a excelente avaliação dos cursos destas instituições, e a exigência dos professores concursados, a valorização do mercado de trabalho, para quem tem formação acadêmica nessas instituições. Todos esses fatores ajudam a conseguir melhores propostas de trabalho. Esses são uns dos motivos pela qual são as faculdades mais bem vistas e que são referência de qualidade no Brasil.

Pelos motivos expostos, esta pesquisa fez o recorte considerando apenas as instituições de ensino públicas descritas, delimitando assim os objetos de pesquisa. Dessa forma, pode-se verificar quantas dessas instituições oferecem ensino superior à distância, os resultados podem ser vistos em o anexo, e são resumidos a seguir.

Quadro 1:

Objeto de pesquisa: 143 instituições públicas de ensino superior (federais e estaduais) e institutos federais de ensino do Brasil.
Objetivo: levantamento do ensino na modalidade à distância na disciplina de Engenharia de Requisitos.

De acordo com o levantamento realizado, conforme gráfico apresentado na Figura 1, das 143 instituições de ensino investigadas a maioria já aderiu à modalidade EAD. Os motivos para a expansão do EAD nas instituições federais e estaduais, além da facilidade da conexão banda larga mais acessível a todos, são as vantagens que o aluno tem no EAD de: poder estudar onde e quando quiser, sem ter que estar em uma sala de aula num determinado horário, podendo estudar num horário que for mais conveniente, podendo assim organizar seu tempo e conciliar o curso com outras atividades. Além das mensalidades dos cursos à distância serem mais acessíveis ou até serem isentas, a depender da instituição de ensino, tem a economia com deslocamentos diários (transporte público, gasolina, estacionamento) e alimentação. [24]

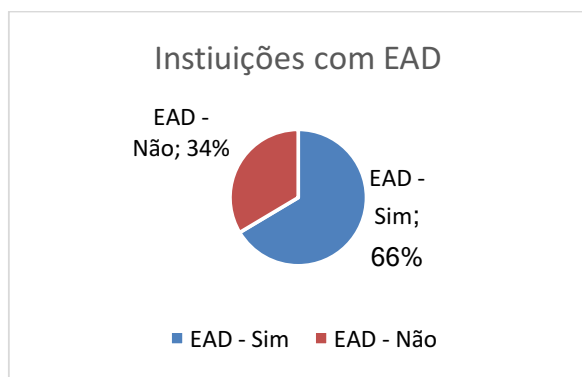


Figura 1: Instituições de ensino com modalidades EAD (universidades federais, estaduais e institutos federais). Fonte: O autor.

6.1 Ensino EAD na Disciplina de ER

A Figura 2 mostra um levantamento do cenário geral das universidades federais e estaduais, e institutos federais de ensino do Brasil que têm a modalidade de ensino à distância e oferecem cursos de TI e que abordam o assunto de ER em sua grade curricular de ensino.

Das instituições que oferecem cursos EAD, apenas 15 instituições (porcentagem de 17%) têm algum curso superior de TI, que são cursos com ênfase na construção elaboração de sistemas, na sua grade de cursos oferecidos, totalizando 17 cursos de TI. Destes cursos de TI, não foi encontrado nenhuma disciplina com a nomenclatura “Engenharia de Requisitos”, porém as disciplinas que foram encontradas na pesquisa possivelmente abordam a ER, pois são disciplinas que consideram de forma sistemática o desenvolvimento e manutenção no processo de software. Estas disciplinas contemplam 9 de Engenharia de Software e 4 de Fundamentos de Engenharia de Software.

Além disso, para 5 (cinco) cursos não foi encontrada disponível a grade curricular nos sites das respectivas instituições de ensino.

As habilidades e tarefas relativas à Engenharia de Software são organizadas em disciplinas ou áreas de conhecimento. Porém, não há em consenso ou um referencial único sobre quais sejam essas disciplinas. [24]

Segundo [24], a disciplina de Engenharia de Software é definida como um meio de criar categorias de atividades, dividida em grupos de disciplinas de engenharia, são elas:

- Modelagem de Negócio
- Engenharia de Requisitos
- Análise de Projeto
- Implementação
- Engenharia de Testes
- Implantação

Um motivo de muitas vezes não se ter uma disciplina específica para a ER, é pelo fato de que a grade das disciplinas de um curso geralmente é mais enxuta possível, contendo o mínimo de tempo para abordar os assuntos para se ensinar um curso de TI. Porém a ER está presente na disciplina de Engenharia de Software, onde se tem o uso sistemático e repetitivo de técnicas para cobrir as atividades de obtenção, documentação e manutenção de um conjunto de requisitos para software que atendam aos objetivos de negócio e sejam de qualidade. Assim, a ER se insere no âmbito da Engenharia de Software,

<http://dx.doi.org/10.25286/repa.v2i2.561>

independentemente de qual referência em suas definições.

Com o intuito de obter um resultado mais refinado na pesquisa e obter mais informações, foi enviado um questionário via e-mail com cinco perguntas objetivas para os e-mails dos oito coordenadores dos cursos de TI. Os contatos dos coordenadores foram localizados através do site de cada instituição de ensino, uma vez que são eles mesmos que participam ativamente na elaboração curricular e metodologia do ensino das disciplinas a serem abordadas em um determinado curso.

As perguntas enviadas pretendem ajudar a entender melhor, na visão dos coordenadores e das instituições, como são montadas e estruturadas as ementas da disciplina ou os assuntos de ER, o formato como é lecionada, a forma de comunicação dos docentes com os discentes e o nível de satisfação de dos coordenadores com relação aos métodos de ensino da disciplina de ER. As cinco perguntas enviadas e o motivo de cada uma delas estão exibidos abaixo:

1ª) "Vocês abordam assuntos de Engenharia de Requisitos em alguma disciplina?"

Para saber se os assuntos relacionados a disciplina de Engenharia de Requisitos são abordados em algum momento do curso

2ª) "Quais assuntos?"

Um complemento da primeira pergunta, para ser respondido quais os assuntos de Engenharia de Requisitos são tratados durante o ensino do curso.

3ª) "Em quais disciplinas?"

Para descobrir o nome das disciplinas que tratam dos assuntos referente a Engenharia de Requisitos

4ª) "Como esses assuntos são trabalhados com os alunos? Por exemplo, videoaula, projeto, questões de múltipla escolha, leitura de artigos, fórum de discussão, etc.?"

Para saber quais são os métodos de ensino-aprendizagem utilizados pela instituição de ensino para abordar, se comunicar, interagir, expor aos alunos os materiais relativos a ER.

5ª) "Quão satisfeito você está com o tratamento da engenharia de requisitos neste curso (escala de 1 a 5, sendo 1 péssimo e 5 ótimo)?"

Foi uma pergunta pessoal ao coordenador em relação ao nível de satisfação de como está sendo tratado e visto os assuntos referente a Engenharia de Requisitos, e para ajudar na resposta foi mostrado uma escala entre 1 à 5.

Apenas duas instituições de ensino responderam ao e-mail, e a ambas informaram que abordam o assunto de ER durante o curso e na disciplina de Engenharia de Software. Com relação ao nível de satisfação, numa escala de 1 a 5, uma das instituições avaliou o ensino de ER com nota 4, a outra instituição avaliou com nota 3,5 alegando não ter como alocar mais carga horária devido à restrição de tempo.

7 Conclusões

Ensino à distância é uma alternativa de ensino onde a metodologia é voltada para autoaprendizagem organizada e sistemática; nela o aluno, a partir do material de estudos disponível, é supervisionado por um professor/tutor distante geograficamente, e avaliado por um professor (ou grupo de professores) que se comunica por softwares pela internet. A EAD é uma metodologia que permite lecionar para um maior número de estudantes ao mesmo tempo, sem reduzir a qualidade de ensino, compartilhando conhecimentos, habilidades e atividades através de um planejamento de conteúdo, trabalhos e exercícios gerenciado por uma plataforma *online*. Assim, é uma forma prática de ensinar e aprender. [13]

De acordo com a pesquisas realizadas, a maioria das instituições pesquisadas oferecem EAD, demonstrando a sua grande aceitação. O EAD atende a pessoas que se adaptam melhor a essa modalidade de ensino. Os fatores motivadores variam, incluindo aspectos como: comodidade, flexibilidade de horários, o reconhecimento do curso (tal qual um curso presencial), programas do governo já oferecem bolsa de estudos, a acessibilidade de banda larga para quem mora longe de alguma instituição de ensino.

Dessa forma é extremamente importante contemplar a ER nesse contexto e buscar melhores formas de ensiná-la. A importância é plenamente justificada pela relevância do processo da ER, a deficiência atual na especificação dos requisitos de sistemas no mercado, além da dimensão de assuntos abordados no ensino do conteúdo, e a necessidade de execução de atividades usando técnicas sistemáticas para ajudar na elaboração da documentação e manutenção em cenários diferentes, para que o aluno se familiarize com a resolução de problemas.

Assim, este trabalho foca no levantamento do ensino à distância na área da Engenharia de Requisitos em órgãos de ensino públicos federais e estaduais do Brasil na modalidade à distância, dando ênfase no conteúdo de ER. A motivação para a pesquisa foi ter o máximo de informações sobre EAD, no contexto desse domínio, para se ter conhecimento de onde e como é realizado o ensino do assunto de ER à distância. A ideia principal foi ter informação que

desse subsídio para entender como a ER é ministrada (na estrutura e organização dos cursos com foco na área de desenvolvimento de sistemas nas instituições de ensino) e qual as técnicas utilizadas para abordar o assunto. Devido à falta de informação nos sites das instituições (como a matriz curricular e contato dos coordenadores dos cursos) e a falta de retorno dos coordenadores aos e-mails enviados, os resultados colhidos não foram tão expressivos e representativos como esperado.

A partir do que foi levantado, observou-se que o conteúdo de ER não é abordado em uma disciplina integral e exclusiva, e sim, é visto como um subtópico do contexto de "Engenharia de Software", que é um contexto maior que abrange o assunto de ER.

Como trabalhos futuros propõem-se: analisar como funcionam o conteúdo da ER à distância; fazer levantamento dos cursos de ER na modalidade EAD no exterior; analisar como vêm sendo ministrados esses cursos, ver suas capacidades, experiências e problemas.

Referências

- [1] Nogueira, L.: Educação a distância. Comunicação & Educação 5, pag: 34-39. 1996
- [2] Comissão de Especialistas de Ensino de Computação e Informática – CEEInf, Diretrizes Curriculares de Cursos da Área de Computação e Informática, SESuMEC, 1998.
- [3] Carlise, E., Zanlorenzi-GPS Robert: Engenharia de Requisitos: Processos e Técnicas no Contexto Organizacional, PUC-PR, 2006.
- [4] Pressman, R., Maxim B.: Engenharia de Software-8ª Edição. McGraw Hill Brasil, 2016.
- [5] Paula Filho, Wilson. Engenharia de Software. Vol. 2. LTC, 2003.
- [6] Lopes, L.: Um Modelo de Processo de Engenharia de Requisitos para Ambientes de Desenvolvimento Distribuído de Software. Dissertação de Mestrado, PONTIFÍCA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL, 2005.
- [7] Preti, O.: Educação à Distância: Fundamentos e políticas. Cuiabá: EdUFMT, 2009.
- [8] OLIVEIRA, Daniel. Conceito de Educação. 117
2009. Disponível em:
<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAT18AJ/conceito-educacao>>. Acessado em: setembro de 2016.
- [9] Belloni, M.: Educação à Distância. Autores Associados, 2006.
- [10] Belloni, M.: Ensaio sobre a Educação à Distância no Brasil. Educação & Sociedade 23.78, pag: 117-142, 2002.
- [11] Portal EAD, A expansão do EAD (ensino a distância) no Brasil. Disponível em:
<<http://www.ead.com.br/ead/expansao-ead-brasil.html>>. Acessado em: setembro de 2016.
- [12] Vilaça, M.: Educação a Distância e Tecnologias: conceitos, termos e um pouco de história. Revista Magistro 2.1, 2011.
- [13] Alves, L.: Educação à Distância: Conceitos e História no Brasil e no Mundo. Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância, pag: 83-92, 2011.
- [14] Portal EAD, Vantagens do ensino a distância. Disponível em:
<<http://www.ead.com.br/vantagens-do-ensino-a-distancia/>>. Acessado em: setembro de 2016
- [15] MEC, Educação Superior a Distância. Disponível em:
<<http://portal.mec.gov.br/instituicoes-credenciadas/educacao-superior-a-distancia>>. Acessado em: setembro de 2016.
- [16] Pressman, R.: Software engineering: a practitioner's approach. Palgrave Macmillan, 2005.
- [17] Thayer, R., Sidney, B., Dorfman, D.: Software Requirements Engineering. IEEE Computer Society Press, 1997.
- [18] da Silva Rocha, Rafael, and Teresinha Moreira de Magalhães. "ENGENHARIA DE REQUISITOS." Fundação Educacional São José, Revista Eletrônica, 4ª Edição, 2005.
- [19] Norazlin, Y., Mehboob, Z., Zowghi, D.: The Role of Conducting Stakeholder Meetings in Requirements Engineering Training." Proceedings of REET '07 pag: 48-55.

[20] Memon, R., Ahmad, R. and Salim, S.: Problems in requirements engineering education: a survey. Proceedings of the 8th International Conference on Frontiers of Information Technology. ACM, 2010.

[21] Regev, G., Gause, D., Wegmann, A.: Requirements Engineering Education in the 21st century, An Experiential Learning Approach. 16th IEEE International Requirements Engineering Conference. IEEE, 2008.

[22] Rasco, A., Félix, J. e Nieves, B; (Coord.). Teoría y desarrollo Del currículo. Ediciones Aljibe, 1996. Angulo Rasco, J. F. "¿A qué llamamos curriculum?". En: Angulo Rasco, J. F. y Blanco, N. (Comp.) Teoría y Desarrollo del Curriculum, Aljibe, Málaga, 1994, (capítulo 1, pp.17-29).

[23] Gil, A.: Métodos e técnicas de pesquisa social. Métodos e técnicas de pesquisa social. Atlas, 2010.

[24] Vazquez, C., Simões, G.: Engenharia de Requisitos: Software Orientado ao Negócio. Brasport, 2016.

Apêndice I

Órgão	Instituição de Ensino	EAD?	Curso de TI?
Federal	Universidade de Brasília	Sim	Não
Federal	Universidade Federal da Grande Dourados	Sim	Sim
Federal	Universidade Federal de Goiás	Não	Não
Federal	Universidade Federal de Mato Grosso	Sim	Não
Federal	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	Sim	Não
Federal	Universidade Federal da Bahia	Não	Não
Federal	Universidade Federal do Sul da Bahia	Não	Não
Federal	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia	Sim	Não
Federal	Uni. F. da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira	Sim	Não
Federal	Universidade Federal da Paraíba	Sim	Não
Federal	Universidade Federal do Cariri	Não	Não
Federal	Universidade Federal de Alagoas	Não	Não
Federal	Universidade Federal de Campina Grande	Sim	Não
Federal	Universidade Federal de Pernambuco	Sim	Não
Federal	Universidade Federal de Sergipe	Não	Não
Federal	Universidade Federal do Ceará	Não	Não
Federal	Universidade Federal do Maranhão	Sim	Não
Federal	Universidade Federal do Oeste da Bahia	Sim	Não
Federal	Universidade Federal do Piauí	Sim	Sim
Federal	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	Não	Não
Federal	Universidade Federal do Vale do São Francisco	Sim	Não
Federal	Universidade Federal Rural de Pernambuco	Sim	Sim
Federal	Universidade Federal Rural do Semi-Árido	Sim	Não
Federal	Universidade Federal de Rondônia	Sim	Não
Federal	Universidade Federal de Roraima	Sim	Sim
Federal	Universidade Federal do Acre	Sim	Sim
Federal	Universidade Federal do Amapá	Sim	Não
Federal	Universidade Federal do Amazonas	Sim	Não
Federal	Universidade Federal do Oeste do Pará	Não	Não
Federal	Universidade Federal do Pará	Sim	Não
Federal	Universidade Federal do Tocantins	Sim	Não
Federal	Universidade Federal Rural da Amazônia	Não	Não
Federal	Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará	Não	Não
Federal	Universidade Federal de Alfenas	Sim	Não
Federal	Universidade Federal de Itajubá	Sim	Não
Federal	Universidade Federal de Juiz de Fora	Sim	Sim
Federal	Universidade Federal de Lavras	Sim	Não
Federal	Universidade Federal de Minas Gerais	Sim	Não
Federal	Universidade Federal de Ouro Preto	Sim	Não
Federal	Universidade Federal de São Carlos	Sim	Sim
Federal	Universidade Federal de São João del-Rei	Não	Não
Federal	Universidade Federal de São Paulo	Sim	Não
Federal	Universidade Federal de Uberlândia	Sim	Não
Federal	Universidade Federal de Viçosa	Sim	Não
Federal	Universidade Federal do ABC	Não	Não
Federal	Universidade Federal do Espírito Santo	Sim	Não
Federal	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro	Sim	Não
Federal	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Não	Não
Federal	Universidade Federal do Triângulo Mineiro	Não	Não
Federal	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	Sim	Não
Federal	Universidade Federal Fluminense	Não	Não
Federal	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	Não	Não
Federal	Universidade Federal da Fronteira Sul	Não	Não
Federal	Universidade Federal da Integração Latino-Americana	Não	Não
Federal	Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre	Não	Não
Federal	Universidade Federal de Pelotas	Sim	Não
Federal	Universidade Federal de Santa Catarina	Sim	Não
Federal	Universidade Federal de Santa Maria	Sim	Não
Federal	Universidade Federal do Pampa	Não	Não
Federal	Universidade Federal do Paraná	Sim	Não
Federal	Universidade Federal do Rio Grande	Sim	Não
Federal	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Sim	Sim
Federal	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Sim	Não

Levantamento do Ensino de Engenharia de Requisitos e Cursos à Distância no Brasil

Estadual	Universidade Estadual de Goiás	Sim	Não
Estadual	Universidade do Estado de Mato Grosso	Sim	Não
Estadual	Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul	Sim	Não
Estadual	Universidade Estadual de Alagoas	Não	Não
Estadual	Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas	Não	Não
Estadual	Universidade do Estado da Bahia	Sim	Sim
Estadual	Universidade Estadual de Feira de Santana	Não	Não
Estadual	Universidade Estadual de Santa Cruz	Sim	Não
Estadual	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia	Não	Não
Estadual	Universidade Estadual do Ceará	Sim	Sim
Estadual	Universidade Estadual Vale do Acaraú	Não	Não
Estadual	Universidade Regional do Cariri	Não	Não
Estadual	Universidade Estadual do Maranhão	Sim	Não
Estadual	Universidade Estadual da Paraíba	Sim	Não
Estadual	Universidade de Pernambuco	Sim	Não
Estadual	Universidade Estadual do Piauí	Sim	Não
Estadual	Universidade do Estado do Rio Grande do Norte	Sim	Não
Estadual	Universidade do Estado do Amapá	Não	Não
Estadual	Universidade do Estado do Amazonas	Não	Não
Estadual	Universidade Estadual do Saber Tradicional da Amazônia	Não	Não
Estadual	Universidade do Estado do Pará	Sim	Não
Estadual	Universidade Estadual de Roraima	Não	Não
Estadual	Universidade do Tocantins	Sim	Não
Estadual	Universidade do Estado de Minas Gerais	Sim	Não
Estadual	Universidade Estadual de Montes Claros	Sim	Não
Estadual	Universidade do Estado do Rio de Janeiro	Sim	Sim
Estadual	Universidade Estadual da Zona Oeste	Não	Não
Estadual	Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro	Sim	Sim
Estadual	Universidade de São Paulo	Sim	Não
Estadual	Universidade Estadual de Campinas	Sim	Não
Estadual	Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"	Sim	Não
Estadual	Universidade Virtual do Estado de São Paulo	Não	Não
Estadual	Universidade Estadual de Londrina	Sim	Não
Estadual	Universidade Estadual de Maringá	Sim	Não
Estadual	Universidade Estadual do Paraná	Não	Não
Estadual	Universidade Estadual de Ponta Grossa	Não	Não
Estadual	Universidade Estadual do Centro-Oeste	Sim	Não
Estadual	Universidade Estadual do Norte do Paraná	Sim	Não
Estadual	Universidade Estadual do Oeste do Paraná	Não	Não
Estadual	Universidade Estadual do Rio Grande do Sul	Não	Não
Estadual	Universidade do Estado de Santa Catarina	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal de Brasília	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal de Goiás	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal Goiano	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal de Mato Grosso	Não	Não
Instituto Federal	Instituto Federal de Mato Grosso do Sul	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal de Alagoas	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal da Bahia	Não	Não
Instituto Federal	Instituto Federal Baiano	Sim	Sim
Instituto Federal	Instituto Federal do Ceará	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal do Maranhão	Sim	Sim
Instituto Federal	Instituto Federal da Paraíba	Sim	Sim
Instituto Federal	Instituto Federal de Pernambuco	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal do Sertão Pernambucano	Não	Não
Instituto Federal	Instituto Federal do Piauí	Não	Não
Instituto Federal	Instituto Federal do Rio Grande do Norte	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal de Sergipe	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal do Acre	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal do Amapá	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal do Amazonas	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal do Pará	Sim	Sim
Instituto Federal	Instituto Federal de Rondônia	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal de Roraima	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal do Tocantins	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal do Espírito Santo	Não	Não
Instituto Federal	Instituto Federal de Minas Gerais	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal do Norte de Minas Gerais	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal do Sudeste de Minas	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal do Sul de Minas	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal do Triângulo Mineiro	Sim	Sim
Instituto Federal	Colégio Pedro II	Não	Não
Instituto Federal	Instituto Federal do Rio de Janeiro	Não	Não
Instituto Federal	Instituto Federal Fluminense	Sim	Não

Instituto Federal	Instituto Federal de São Paulo	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal do Paraná	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal do Rio Grande do Sul	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal Farroupilha	Sim	Não
Instituto Federal	Instituto Federal Sul-rio-grandense	Não	Não
Instituto Federal	Instituto Federal de Santa Catarina	Não	Não
Instituto Federal	Instituto Federal Catarinense	Não	Não

Difusão de Íons Cloreto em Cimentos de Escória de Alto-Forno e Pozolânico

Diffusion of chloride ions in blast-furnace slag and pozzolan cements

Tiago Agra ¹

Eduardo Lobo ²

Eliana Monteiro ¹

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil

E-mail do autor principal: Tiago Agra tiagoagraengenharia@gmail.com

Resumo

A escolha do tipo do cimento constitui uma etapa importante para durabilidade das obras de construção civil, pois cada tipo dispõe de propriedades específicas que podem indicar melhor eficácia no combate às ações deletérias. A corrosão prematura das armaduras do concreto armado é um problema evidenciado em todo mundo, trazendo elevados custos de manutenção/recuperação, sendo a contaminação por cloreto um dos principais efeitos causadores. A revisão bibliográfica mostra, de modo geral, que os cimentos com adição de escórias e pozolanas, em longo prazo, são mais duráveis e vantajosos, pois são mais compactos, fator que influencia diretamente na redução das vias de penetração, possibilitando, potencialmente, melhor desempenho em obras que ficarão expostas à ação de cloretos. Este trabalho apresenta os resultados da difusibilidade de íons cloreto e resistência à compressão do cimento Portland de Alto Forno (CP III) e Pozolânico (CP IV), de mesma classe de resistência, com o objetivo de verificar a influência das adições frente à facilidade de penetração dos íons cloreto no concreto. Com relação à difusibilidade dos íons cloretos, os cimentos CP III e CP IV apresentaram valores de carga passante (Coulombs) de 1248 C e 4643 C, sendo classificados de baixa e elevada penetração aos íons cloreto, respectivamente. Em suma, abstraído-se de outras características não estudadas, a amostra de cimento CP III apresentou melhor contribuição para a durabilidade do concreto quando comparada com a amostra de CP IV, em igualdade de condições.

Palavras-Chave: Corrosão; Difusão de Ions Cloreto; Durabilidade; Adições em Cimentos.

Abstract

The choice of cement type is an important step for the durability of civil construction building, since each type has specific properties that may indicate better effectiveness in combating harmful actions. Premature corrosion of reinforced concrete steel is a worldwide problem, bringing to high spending maintenance /recovery, with chloride contamination being one of the main causative effects. The bibliographic references, in general, that the cements with addition of slag and pozzolans, in the long term, are more durable and advantageous, because they are more compact, a factor that directly influences the reduction of the penetration course, better performance in works that will be exposed to the action of chlorides. This work presents the results of the diffusibility of chloride ions and compressive strength of blast-furnace slag (CP III) and Pozzolanic (CP IV) Portland cements, of the same resistance class, in order to verify the influence of the additions with respect to the facility Penetration of the chloride ions in the concrete. In relation to the diffusibility of chloride ions, the CP III and CP IV cements showed throughput values (Coulombs) of 1248 C and 4643 C, being classified as low and high penetration to chloride ions, respectively. In summary, apart from other characteristics not studied, the cement sample CP III presented a better contribution to the durability of the concrete when compared to the sample of CP IV, in equal conditions.

Key-words: Corrosion; Diffusion of Chloride Ions; Durability; Additions in Cement.

1 Introdução

1.1 Contextualização do Problema

As abordagens modernas não baseiam apenas, de forma simplista, na resistência à compressão como único indicador de durabilidade. Elas se atêm, atualmente, as características e propriedades do material especificadas em função de uma vida útil almejada considerando determinado ambiente [4].

Em virtude da observação de diversos casos de deterioração prematura, por carência ou falta de estudo, é de extrema importância a busca de melhorias no desempenho das obras e verificação do comportamento frente aos agentes causadores. O conhecimento adquirido há mais de um século, além da experiência com as construções já executadas, mostra que, sempre que o estado da arte é respeitado, as obras em concretos são extremamente duráveis e resistentes às agressões do meio ambiente [16].

O crescente aumento de estruturas com manifestações patológicas precoce, impõe a necessidade de melhorar o planejamento em projetos, fiscalização, execução e manutenção, pois o alto custo de reparo/recuperação, e os transtornos causados, determinam a inevitabilidade de projetar visando a durabilidade. A compreensão dos mecanismos e das manifestações patológicas, possibilitam o planejamento mais eficaz na elaboração de estruturas com melhor interação com meio, levando em consideração ações específicas delimitadoras de cada obra. Nenhum material é propriamente durável. Como resultado de interações ambientais, a microestrutura e, conseqüentemente, suas propriedades mudam com o tempo. O material atinge sua vida útil quando suas propriedades, sob determinadas condições de uso a capacidade de resistir [14].

A corrosão das armaduras promove expansão das barras, reduzindo sua seção efetiva, ocasionando a demolição do concreto invólucro, refletindo simultaneamente no comportamento mecânico da estrutura podendo leva-la ao colapso. O mecanismo de corrosão que causa maiores prejuízos e, portanto, o mais estudado, é a corrosão por ação de cloretos, que tem como principais fontes de contaminação: água de amassamento, aditivos, agregados contaminados, e a penetração de soluções de sais de degelo ou de água do mar [7]. O mercado mundial de recuperação e manutenção estrutural do concreto armado vem crescendo e exigindo, segundo Ribeiro [19], a criação de novas soluções, para minimização dos problemas e diminuição nos custos de reparo.

Os tipos de cimento/adições estão completamente atrelados ao bom funcionamento estrutural, em função de sua composição química, pois podem oferecer eficiência diversas com relação aos requisitos de desempenho e durabilidade das obras. A reatividade das pozolanas e escórias, contidas nos cimentos em estudo, se processa após algumas semanas, reforça os efeitos de hidratação do clínquer, conduzindo, em logo prazo a uma porosidade de mesma ordem de grandeza, porém, diminui o tamanho dos poros maiores, o que é favorável no que tange à durabilidade [8].

Buscando o desenvolvimento sustentável para prolongar a vida útil das estruturas, redução dos custos de manutenção e prevê os riscos de degradação, o presente trabalho visa a análise da influência das adições minerais, escória de alto-forno e pozolana, de cimentos comerciais, na velocidade da difusão dos cloretos em concreto para a compreensão do aglomerante que ofereça melhores propriedades frente à ação prejudicial da penetração de cloretos. Foram realizados ensaios de resistência mecânica à compressão, NBR 5739 [1] e teste de indicação elétrica para medição da capacidade do concreto de resistir à penetração de íon cloreto, ASTM C1202 [3].

1.2 Cimentos

Nas décadas anteriores, o conhecimento na área tecnológica do cimento era reduzido, assim como a compreensão dos mecanismos de deterioração. A escolha era realizada de maneira aleatória, buscando apenas resistência e menor custo, desconsiderando a sinergia do material com os diversos microclimas. Com o avanço da tecnologia foi possível o aprimoramento dos materiais de construção, em especial o cimento, exigindo que suas propriedades fossem conhecidas para aplicação de modo a satisfazer a necessidade de mercado. A indústria brasileira disponibiliza atualmente diversos tipos de cimento, que são classificados em função de sua composição, conforme Tabela 1, que mostra os tipos de cimentos comerciais mais vendidos no país.

Os cimentos que possuem maiores teores de adição são o CPIII (entre 35% a 70% de escória) e o CPIV (entre 15% a 50% de pozolanas).

Tabela 1: Componentes do cimento.

	Norma	Componentes (% massa)				
		Clínquer + Gesso		Adições		
		Limite inferior	Limite superior	Carbonáticas	Escória	Pozolana
CP I	NBR 5732	100%	100%	0%	0%	0%
CP I S	NBR 5733	95%	99%	-	-	1%-5%
CP II-E	NBR 11578	56%	94%	0%-10%	6%-34%	-
CP II-F	NBR 11578	90%	94%	6%-10%	-	-
CP II-Z	NBR 11578	86%	94%	0%-10%	-	6%-14%
CP III	NBR 5735	25%	65%	0%-5%	35%-70%	-
CP IV	NBR 5736	45%	85%	0%-5%	-	15%-50%
CP V (ARI)	NBR 5733	95%	100%	0%-5%	-	-

Fonte: ABNT NBR.

1.3 Revisão Bibliográfica

O estudo sobre a difusão de cloretos pela pasta de cimento desperta grande atenção porque tem relação direta com a facilidade de penetração dos íons no concreto. Para dosagens de concreto que são normalmente empregadas na prática, o teor crítico de cloretos que inicia a corrosão se encontra na ordem de 0,4% em relação ao consumo de cimento. Entretanto, esse valor crítico depende de fatores como: grau de carbonatação, qualidade do concreto e umidade relativa [14]. Além disso, a difusão é maior quando aumentamos a relação a/c e o tipo da adição do cimento, pois tem relação direta com a frequência de poros contínuos com diâmetros maiores [8].

Os cloretos livres, ou também cloretos solúveis em água, dissolvidos nos poros, são aqueles que ficam sob a forma iônica, de fácil mobilidade, já o fixo é quimicamente ligado à matriz cimentícia, formando os cloroaluminatos. A quantidade total de cloretos no concreto é a soma dos cloretos livres e fixos.

Martín-Pérez et al., [11], considera que apenas os cloretos livres são os responsáveis por iniciar o processo de corrosão, pois somente neste estado seria possível sua penetração pelo cobrimento do concreto, entretanto outros autores, Camacho et al. [5], Liu et al. [10] e Meijers et al. [15], salientam que os cloretos combinados aumentam a reserva de íons disponível em contato com o aço, podendo ser liberados por processos como a redução do pH. Assim, a capacidade dos produtos da hidratação do cimento,

principalmente do C3A, de combinar-se com íons cloreto, formam o cloroaluminato, tem um efeito importante na difusão, removendo íons da solução dos poros e desacelerando a taxa de penetração.

Camacho et al. [5] analisou que a carbonatação tem influência negativa sobre o coeficiente de difusão dos cloretos, funcionando como um "caminho privilegiado" para a penetração dos mesmos. J. Liu et al. [9] analisou que na medida em que ocorre a carbonatação de estruturas contaminadas por cloretos, pode ocorrer também o aumento de cloretos livres devido à instabilidade dos cloroaluminatos promovida pela redução do pH no interior do concreto.

Crauss [6] estudou concretos de mesma classe de resistência confeccionados com CP IV, CP II-F e CP V (porém não comparou com o CP III, verificando que frente à penetração de cloreto, o cimento pozolânico ofereceu menor penetração do íon devido ao refinamento dos poros promovidos pela adição pozolânica, em sua composição, verificando também que na medida em que aumentamos a resistência mecânica, é reduzida sua capacidade de penetração. Pereira [18] analisou a capacidade de proteção de alguns cimentos (CP II-Z, CP III e CP IV), em relação à corrosão por íons cloretos através do ensaio de potencial de corrosão e absorção capilar. Nessa avaliação os resultados evidenciaram melhor desempenho do cimento CP III, pois apresentou menor corrosão por íons cloreto e redução da absorção capilar. Além disso, Pereira [17] observou que à proporção que se diminui a relação a/c, maior será a proteção proporcionada à armadura, devido à diminuição do tamanho dos poros e, por

Difusão de Íons Cloreto em Cimentos de Escória de Alto-Forno e Pozolânico

consequência, maior será a resistência à penetração de fluidos e agentes agressivos.

Segundo Barochel-bouny, Capra e Laurens [4], de modo geral, os concretos preparados com adições minerais (escória de alto-forno, metacaulim, cinza volante, sílica ativa, fileres etc.) limitam, a difusão de íons cloreto. Medeiros Junior [12] em seu estudo com cimentos comerciais, mostrou, em seu estudo, que os que possuem maiores teores de adições, CPIII (65% de escória de alto-forno) e CPIV (35% de pozolana), contribuíram mais para elevar a resistividade elétrica do concreto, além de promover, ao longo do tempo, evolução na redução da porosidade devido à progressiva hidratação dos compósitos cimentícios. Sabe-se que as escórias e pozolanas refinam os poros do concreto e reduzem a permeabilidade e mobilidade dos íons dentro da microestrutura do concreto [13]. Pereira [18] estudou concretos com incorporação de escória de alto-forno, em substituição parcial do cimento Portland, e verificou que são mais eficientes em prevenir o ingresso de íons cloretos, comparados com os produzidos com outros cimentos.

2 Resultados e Discussão

2.1 Caracterização dos Materiais de Partida

A distribuição percentual da composição dos componentes em massa dos cimentos em estudo, pode ser observada na Tabela 2. Os resultados dos ensaios de caracterização no estado fresco e endurecido são apresentados na Tabela 3. O teor de argamassa foi fixado em 50,5%, com valor de relação água/cimento igual a 0,50.

Tabela 2: Composição % em massa dos cimentos em estudo.

Norma		NBR 5735	NBR 5736	
(% massa)	Clínquer + Gesso		45%	50%
	Adições	Carbonáticas	5%	5%
		Escória	50%	-
		Pozolana	-	45%

Procedeu-se, posteriormente, a moldagem de corpos de prova cilíndricos (10x20 cm) e cura, NBR5738 [3], para realização dos seguintes ensaios no estado endurecido:

- Determinação da resistência à compressão nas idades de 7 e 28 dias;
- Determinação da penetração de íons cloreto aos 28 dias;

Tabela 3: Características da argamassa da pesquisa.

Parâmetros		CP III	CP IV
Traços unitário em massa	Cimento	1	1
	Areia de Quartzzo	1,204	1,204
	Areia artificial	0,802	0,802
	Pedrisco	0,884	0,884
	Brita 1	2,061	2,061
	Água	0,5	0,5
Aditivo Plastificante (%)		1,2	1,2
Consumo (Kg/m ³)		363	363
Teor de Argamassa (%)		50,5	50,5
Umidade (%)		8,38	8,38
Massa específica (Kg/m ³)		2420	2370
Teor de Ar (%)		1,2	0,9
Abatimento (mm)		145	150
Resistência à compressão (Mpa)	7 dias	36,2	41,2
	28 dias	52,1	50,4

Logo após a moldagem, os corpos de prova foram colocados em câmara úmida e desmoldados após 24h e mantidos em cura até a idade de ensaio.

2.2 Difusibilidade de Íons Cloreto

Para investigar o comportamento dos concretos confeccionados frente à difusibilidade dos íons cloreto, adotou-se o método [3] - "Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration", sendo as medidas realizadas após cura de 28 dias. A difusão de cloretos tem sido investigada também como parâmetro da durabilidade pelo fato de serem íons pequenos que indicariam a maior ou menor vulnerabilidade do concreto aos agentes agressivos em geral. O procedimento para medir a difusão dos cloretos consiste em submeter uma parte amostra de concreto com 5 cm de altura e 10 cm de diâmetro (extraída no

terço médio de um corpo de prova cilíndrico de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura) à passagem de corrente elétrica, por um período de 6 h, sob uma diferença de potencial de 60 V. O corpo de prova tem uma das extremidades imersas em solução de hidróxido de sódio e a outra em solução de cloreto de sódio, conforme ilustrado nas Figuras 1 e 2. A carga total passante é relacionada com a resistência do concreto à penetração de íons cloretos.



Figura 1: Extremidades das amostras imersas em solução de hidróxido de sódio e cloreto de sódio.



Figura 2: Amostras submetidas à passagem de corrente elétrica por 6h.

Os resultados obtidos são semi-quantitativos, tendo em vista a amplitude das faixas classificatórias apresentadas na ASTM C 1202 [3], Tabela 4.

Os resultados de difusibilidade de íons cloreto obtidos com os corpos de prova moldados com os cimentos CP III RS e CP IV, na idade de 28 dias, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 4: Resultados da difusão dos íons cloreto.

	CP III	CP IV
Penetração Íons Cloreto Carga (C)	1248	4643
Classificação	Baixa	Elevada

3 Conclusões

Em suma, abstraindo-se de outras características não estudadas, a amostra de cimento CP III apresentou melhor contribuição para a durabilidade do concreto quando comparada com a amostra de CP IV-32, em igualdade de condições. Através dos resultados experimentais sobre a difusão de íons cloreto em cimentos com escória de alto-forno e pozolânicos, podem-se extrair a seguinte conclusão:

- Os cimentos CP III e CP IV apresentaram valores de carga passante (Coulombs) de 1248 C e 4643 C, sendo classificados de baixa e elevada penetração aos íons cloreto, respectivamente. Esses valores mostram que os cimentos com escória de alto-forno são mais eficientes em resistir ao ingresso de íons cloretos, pois são menos porosos e mais duráveis, devido à maior colmatação dos poros. As escórias refinam melhor os poros, propiciando ao concreto redução da permeabilidade e mobilidade dos íons dentro de sua microestrutura.

Referências

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5739 – Concreto – Ensaio de Compressão de Corpos-de-prova Cilíndricos, 2007.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5738 – Concreto –

Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova, 2015.

[3] ASTM C1202. Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration, 2010.

[4] BAROCHEL-BOUNY, V.; CAPRA, B.; LAURENS, S.. A durabilidade das armaduras e do concreto de cobrimento. In: OLLIVIER, J.P.; VICHOT, A, 2014. Durabilidade do Concreto: Bases Científicas para a formulação de concretos duráveis de acordo com o ambiente. Tradução: O. Cascudo e H. Carasek. São Paulo: IBRACON, 2014. p. 255-326.

[5] CAMACHO, Gustavo; MALHEIRO, Raphaele; CAMÕES Aires; MEIRA Gibson. Ação Combinada da Carbonatação e dos Iões Cloreto em Betões com Cinzas Volantes. In: *II congresso luso-brasileiro de materiais de construção sustentáveis*, 2016, João Pessoa, Brasil.

[6] CRAUSS, C.. Penetração de cloretos em concretos com diferentes tipos de cimento submetidos a tratamento superficial. 2010. 100f. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) – Centro de tecnologia do programa de pós-graduação em engenharia civil, Universidade Federal de Santa maria, Santa Maria - RS, 2010.

[7] DOMINICINI, W. K.; CALMON, J. L.. Estudo sobre a modelagem de penetração de cloretos em estruturas de concreto armado. In: 57º Congresso Brasileiro do Concreto. Bonito MS, IBRACON, 2015.

[8] FELDMAN, R.F. – Significance of porosity measurements on blended cement performance, in: 1st Intern. Conf. on the use of fly ash, silica fume, slag and other mineral by-products in concrete, Montebello, 1983, Malhotra, Ed., ACI, SP-79,1,pp.415-433.

[9] J. LIU, MING-FANG BA, YIN-GANG DU, ZHI-MIN HE, JIAN-BIN CHEN. Effects of chloride ions on carbonation rate of hardened cement paste by X-ray CT techniques. *Construction and Building Materials* (2016).

[10] J. LIU, Q. QIU, X. CHEN, X. WANG, F. XING, N. HAN. Degradation of fly ash concrete under the coupled effect of carbonation and chloride aerosol ingress, *Corrosion Sci.* (2016).

[11] MARTÍN-PÉREZ, B. et al. A study of the effect of chloride binding on service life predictions. *Cement and Concrete Research*, 30, pp. 1215 - 1223, 2000.

[12] MEDEIROS- Junior, R.A.; LIMA, M. G.. Variação da resistividade elétrica do concreto com o formato de corpos de prova para diferentes tipos de cimento, *Revista de Engenharia e Tecnologia*, V. 7, n. 1, 2015

[13] MEDEIROS-JUNIOR, R.A.; LIMA, M.G.; MEDEIROS, M.H.F.; REAL, L.V. Investigação da resistência à compressão e da resistividade elétrica de concretos com diferentes tipos de cimento. *Revista ALCONPAT*, v.4, n.2, p.116-132, 2014.

[14] MEHTA, P. K; MONTEIRO, P. CONCRETO – Estrutura, Propriedades e Materiais. Editora PINI ou Editado pelo IBRACON. 4a Edição, 2014.

[15] MEIJERS, S.J.H. et al. Computational results of a model for chloride ingress in concrete including convection, drying-wetting cycles-and carbonation. *Materials and Structures*, 38, pp. 145-154, 2005.

[16] OLLIVIER, J.P.; VICHOT, A. Durabilidade do Concreto: Bases Científicas para a formulação de concretos duráveis de acordo com o ambiente. Tradução: O. Cascudo e H. Carasek. São Paulo: IBRACON, 2014.

[17] PEREIRA, Eduardo; MENEGHETTI, Leila Cristina; RESENDE, Andréa; FABRO, Gilmar. Avaliação do grau de corrosão das armaduras para diferentes espessuras de cobrimento. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO*, 52., 2010, Fortaleza.

[18] PEREIRA, VICTOR CORREIA DE OLIVEIRA; ALMEIDA, KALLINE; MONTEIRO, ELIANA CRISTINA BARRETO. Avaliação da corrosão em argamassas de cimento portland utilizando a técnica de potencial de corrosão. *Revista Construindo*, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, 2012.

[19] RIBEIRO, Daniel Verás. Corrosão em Estruturas de concreto armado: teoria, controle e métodos de análise. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

Sistema Automatizado de Controle de Abastecimento de Água Proveniente de Poços Artesianos com Monitoramento Remoto

Automated water supply control system from artesian wells with remote monitor

Adailton Medeiros Rodrigues de Oliveira¹  orcid.org/0000-0002-5386-9979

Gustavo Oliveira Cavalcanti¹  orcid.org/0000-0001-9859-908X

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil

E-mail do autor principal: Adailton Medeiros Rodrigues de Oliveira adailton.medeiros@gmail.com

Resumo

Este trabalho descreve a construção de hardware e software de baixo custo para controlar e monitorar, através da Internet e/ou uma rede local, o abastecimento de reservatórios residenciais com água proveniente de poços artesianos. O objetivo do sistema é evitar o desperdício da água pelo transbordamento dos reservatórios, bem como reduzir o consumo de energia com a bomba do motor elétrico. O sistema é composto por sensores eletromecânicos de nível, rotâmetro para medição de vazão, válvulas solenoides para direcionamento de fluxo e um módulo de desenvolvimento. O sistema eletrônico desenvolvido emprega o chip ESP8266EX, que possui diversos recursos que facilitam a filosofia da Internet das Coisas (IoT). O software de controle foi desenvolvido em linguagem Lua e o aplicativo de monitoramento através de smartphones foi criado com a ferramenta de desenvolvimento App Inventor. O software em conjunto com o aplicativo permitem o monitoramento e controle dos níveis dos reservatórios de forma simples e econômica.

Palavras-Chave: Poços artesianos, monitoramento remoto, ESP8266, IoT, Lua, App Inventor.

Abstract

This paper describes the construction of low cost hardware and software to control and monitor the supply of residential reservoirs with water from artesian wells through the Internet and / or local area network. The goal is to avoid wasting water by trans-embroidery reservoirs, as well as reduce energy consumption with the electric motor pump. The system consists of electromechanical level sensors, flowmeter for flow measurement, solenoid valves for flow direction and a development module. The electronic system developed employs the ESP8266EX chip, which has several features that facilitate the Internet philosophy of Things (IoT). The control software was developed in Lua language and the smartphone monitoring application was created with the App Inventor development tool. The software in conjunction with the application allows the monitoring and control of reservoir levels simply and economically.

Key-words: Corrosion; Diffusion of Chloride Ions; Durability; Additions in Cement.

1 Introdução

A deficiência no sistema de abastecimento de água da RMR (Região Metropolitana do Recife) fez com que houvesse um crescimento desordenado na perfuração e construção de poços artesianos e conseqüentemente um impacto na qualidade das nossas águas subterrâneas, além da diminuição do volume dos lençóis freáticos [1].

A retirada de água dos poços artesianos ocorre, normalmente, através de uma moto bomba de sucção que pode ser operada manualmente ou através de chaves de nível, fazendo com que o sistema ligue quando há nível baixo e desligue quando o reservatório está cheio, desconsiderando possíveis falhas do sistema como por exemplo, entrada de ar nas tubulação de sucção do poço, ocasionando aquecimento na bomba. Na operação manual o equipamento é ligado quando há a necessidade de abastecer devido a falta d'água e é desligado quando há o transbordamento do reservatório d'água como ilustrado na Figura 1, ocasionando o desperdício de água e energia elétrica.



Figura 1: Reservatório extravasando.

A automação residencial passou a ser uma realidade mais acessível a todas as classes sociais devido a diversidade e a diminuição dos valores dessa tecnologia. A Internet está presente na maioria das residências e os aparelhos telefônicos do tipo

SmartPhone são, hoje, uma ferramenta essencial no dia a dia para a comunicação, lazer, aprendizagem, informação e se tornam também uma chave mestra para o controle de dispositivos eletrônicos como TV's, HomeTheater, Condicionadores de AR entre diversos outros eletrodomésticos que conseguem se comunicar com a Internet.

O uso destas tecnologias está se tornando cada vez mais popular e de baixo custo [2][3], os aplicativos para dispositivos móveis são capazes de fornecer informações em tempo real dos sensores quando conectados à Internet [4][5].

Este trabalho reúne a facilidade da conectividade dos aparelhos eletrônicos com a necessidade de se evitar o desperdício de água. Sendo assim, foi desenvolvida uma aplicação para controlar um sistema de abastecimento através de um motor que bombeia a água de um poço artesianos, envia para quatro reservatórios quando os níveis chegam ao seu valor mínimo e interrompe o abastecimento quando estão completamente cheios. O sistema evita o transbordamento e conseqüentemente o desperdício de água e energia. A seguir descreve-se o cenário de funcionamento do sistema e sua aplicação.

1.1 O Cenário e seu Funcionamento

O projeto foi dimensionado para atender o cenário ilustrado na Figura 2. A água é retirada do poço por sucção e direcionada aos tanques TQ1, TQ2, TQ3 e a cisterna, identificada como TQ4, por meio das válvulas VALV 01, VALV 02, VALV 03 e VALV 04, respectivamente, conforme ilustrado na Figura 2.

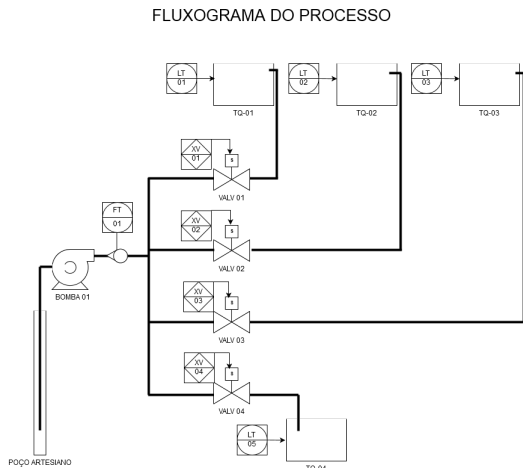


Figura 2: Cenário a ser controlado pela aplicação.

O sistema possui dois modos de funcionamento: manual e automático. No modo manual o usuário pode, através de um aplicativo para celular ou por um *web browser*, acionar diretamente o motor da bomba ligando-o ou desligando-o e abrir ou fechar qualquer uma das válvulas. Os sensores de níveis são desprezados, ficando todo o controle com o usuário para ligar e desligar a bomba. O objetivo deste modo é poder operar o sistema caso ocorra problemas com os sensores, deixando de abastecer algum tanque no modo automático.

No modo automático, a aplicação ao detectar o nível baixo em qualquer um dos reservatórios irá abrir a válvula correspondente a ele e acionar o motor da bomba. Neste momento é iniciado o monitoramento da vazão de entrada do reservatório. Caso a vazão permaneça em 0(zero) l/min durante um tempo pré-determinado o sistema irá desligar o motor por segurança, fechar as válvulas e reiniciar o processo de abastecimento. Ao iniciar novamente e permanecendo a vazão em 0(zero) l/min o sistema envia uma mensagem para um e-mail cadastrado informando a condição de que não há fluxo de água e altera a aplicação para modo manual para que o usuário possa testar e identificar o problema.

O abastecimento é realizado de forma individual para evitar sobrecarga ou perda de eficiência do motor.

Durante o processo de abastecimento, o sistema, estando conectado à Internet, envia os status dos equipamentos, o consumo do reservatório em abastecimento e a vazão de água para um *cloud* cadastrado que armazena todo o histórico de funcionamento do sistema e pode ser acessado por uma página da Internet.

1.2 A Aplicação

A aplicação desenvolvida possui interfaces que auxiliam no funcionamento lógico, no controle e no monitoramento da informação. Como ilustrado na Figura 3, o sistema contempla alguns sensores de nível e vazão que enviam sinais ao microcontrolador que é responsável pela tomada de decisões. As saídas do microcontrolador acionam os equipamentos de controle de acordo com os dados de entrada e sua lógica, descrita neste trabalho. O controle e monitoramento são realizados por meio de conexão sem fio padrão 802.11 B/G/N.

O sistema completo, nomeado de AquaControle, possui um medidor de vazão do tipo rotâmetro, 4 (quatro) entradas para conexão dos sensores de níveis, 4 (quatro) saídas para ligação das válvulas solenoides, 1 (uma) saída para ligação do motor da bomba de sucção, 1 (uma) fonte de alimentação e um aplicativo para dispositivos com plataforma Android® como ilustrado na Figura 4 e Figura 5. A seguir está descrito o *hardware* do AquaControle.

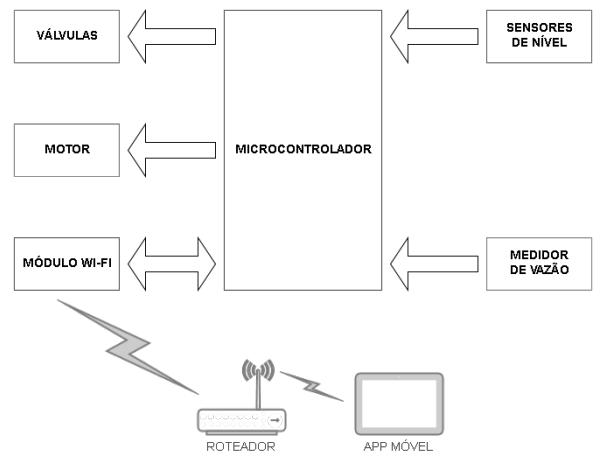


Figura 3: Diagrama de blocos da aplicação.

Sistema Automatizado de Controle de Abastecimento de Água Proveniente de Poços Artesianos com Monitoramento Remoto

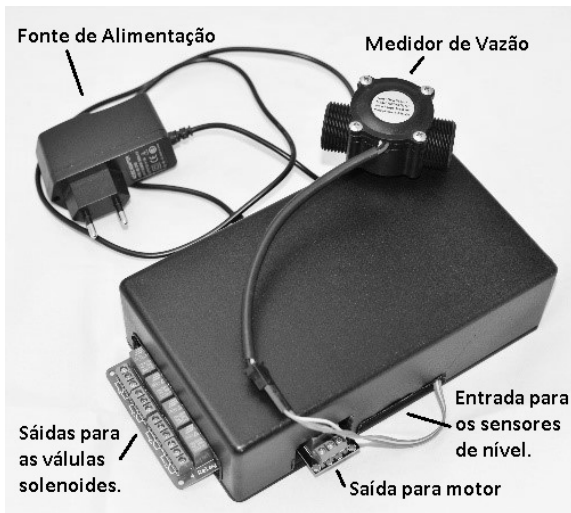


Figura 4: AquaControle.

2 O Hardware

Os módulos de desenvolvimento para sistemas embarcados são hoje facilmente encontrados na Internet. Isto ajuda muito para executar um protótipo das aplicações desejadas sem a necessidade de montar os componentes individualmente. O projeto ficou modular facilitando também possíveis manutenções como ilustrado na Figura 5.

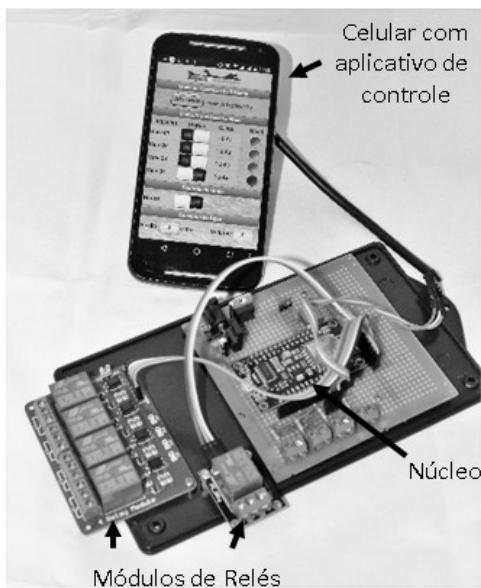


Figura 5: O hardware do AquaControle.

O *hardware* do AquaControle é composto por um módulo de desenvolvimento NodeMCU, 5 (cinco) módulos de relés e 2 (dois) reguladores de tensão para alimentação dos módulos em 3,3V e 5 V. As entradas dos sensores de níveis são ligadas diretamente nas portas digitais do módulo de desenvolvimento.

2.1 A Aplicação

O núcleo do *hardware* tem como base o kit de desenvolvimento NodeMCU que possui o chip ESP8266-12E. Este módulo trabalha com um *firmware* baseado em Lua para o ESP8266 WifiSOC da Espressif [6].

O chip ESP8266-12E é composto pelo microcontrolador Tensilica L106 de 32bits e de baixo consumo de energia, velocidade de clock de 80MHz e opera com tensões de 3V a 3,6V. Possui módulo WiFi 802.11 b/g/n/e/i, portas de entrada/saída digitais (GPIOs), comunicação serial (UART), conversor A/D (Analogóico/Digital), comunicação serial I²C (*Inter-Integrated Circuit*) e I²S (*Inter-IC Sound*), módulo PWM (*Pulse-Width Modulation*) e uma controladora para expansão de memória SPIFlash, os quais podem ser apresentados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** [7].

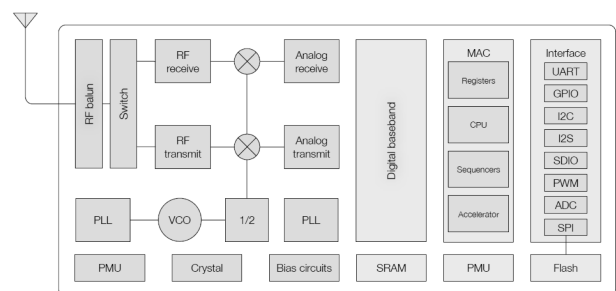


Figura 6: Diagrama de bloco do ESP8266. Fonte: Ierusalimschy, 2003. [10]

2.2 Sensores de Entrada

O sensor é conhecido como um dispositivo que detecta ou mede condições em tempo real, como calor, condição elétrica, movimento ou luz e converte-as em uma representação analógica ou digital. A seguir estão descritos os sensores utilizados no projeto.

2.2.1 Sensor de Nível

Os níveis dos reservatórios são monitorados por uma chave de nível acionada por uma bóia, ilustrada na Figura 7, por meio do qual é possível verificar o estado do reservatório, cheio ou vazio.

A informação do estado do reservatório é realizada por um interruptor interno ao dispositivo que envia um nível de tensão para as GPIOs o qual é interpretado pelo código do núcleo, responsável pela tomada as decisões de início ou término do abastecimento.

2.2.2 Sensor de Fluxo de Água

Na Figura 8 está ilustrado o sensor de fluxo que é formado por um corpo de plástico, um rotor por onde passa o fluído e o sensor de efeito Hall, que emite um sinal de pulso de acordo com a vazão que passa pelo rotor.

O objetivo deste sensor é medir a vazão de água para que o sistema possa calcular o volume fornecido para cada reservatório, além de servir como um intertravamento de proteção contra falta de fluxo quando o motor estiver ligado, vindo a desligá-lo por segurança do equipamento.

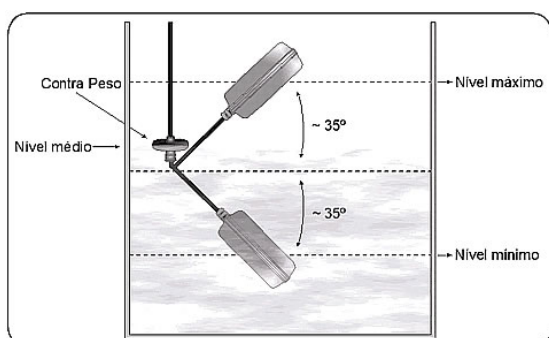


Figura 7: Sensor de nível.

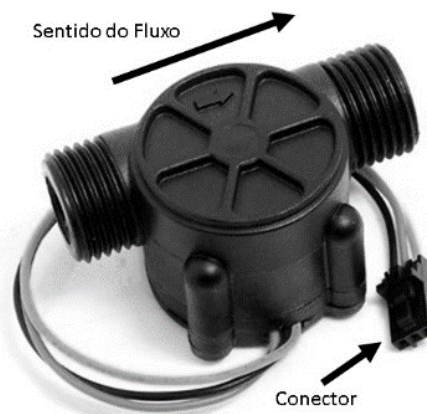


Figura 8: Sensor de fluxo de água.

2.3 Dispositivos de Saída

As saídas digitais do NodeMCU possuem níveis de tensão baixos, impossibilitando o acionamento de cargas com alta potência. Por este motivo há necessidade de uma interface entre o módulo de controle e as cargas. Sendo assim, os relés são as melhores alternativas para este acionamento.

2.3.1 Módulo de Relés

As válvulas de controle e o motor são acionados pelos relés eletromecânicos, tais como os ilustrados na Figura 9, os quais podem suportar altas correntes. Os relés podem ser atuados com nível lógico alto ou baixo, dependendo do modelo do módulo.

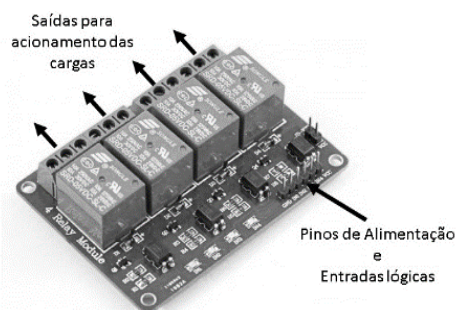


Figura 9: Módulo de 4 relés.

O módulo ilustrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** é alimentado por 5Vcc, as entradas <http://dx.doi.org/10.25286/rep.v2i2.574>

Sistema Automatizado de Controle de Abastecimento de Água Proveniente de Poços Artesianos com Monitoramento Remoto

lógicas podem ser acionadas de 3 a 5 Vcc com corrente de operação de 10 a 15mA. Os relés trabalham com cargas de até 10A/220Vac. [8]

2.3.2 Válvula Solenoide para Água

O fluxo de água é direcionado para os reservatórios através das válvulas [9] que são acionadas de acordo com a lógica de controle do sistema caso esteja operando em modo automático ou manual.

A Figura 10 mostra uma válvula solenoide NF (Normalmente fechada) acionada por 220V.

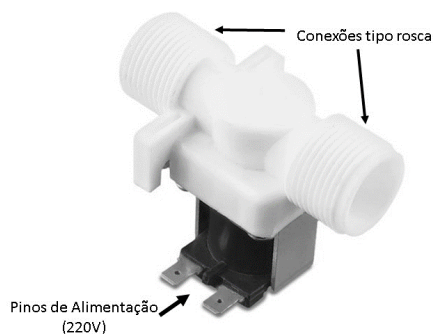


Figura 10: Válvula solenoide.

Quando o relé é acionado, a válvula é alimentada por 220V liberando a passagem do fluido em seu interior, no momento em que é desenergizada, a válvula fecha bloqueando a passagem.

2.3.3 Bomba Centrífuga

A bomba d'água tem como objetivo bombear a água dos lençóis freáticos para os reservatórios. Este equipamento não pode trabalhar muito tempo com sua descarga fechada, pois poderá aquecer bastante, vindo a danificar seu motor e a bomba. Por este motivo há necessidade de se ter um sistema de proteção para evitar que o equipamento fique ligado com a sua saída de água fechada.

3 O Software

Nos sistemas de automação microcontrolado sempre há necessidade de um *software* para controlar

o hardware, neste projeto não seria diferente. É com ele que o núcleo da aplicação analisa os sinais de seus sensores e toma as decisões de ação para alcançar o objetivo do projeto.

O *software* principal encontra-se na memória *flash* do chip ESP8266. Ele foi desenvolvido em uma linguagem de script Lua que é bastante utilizada em sistemas embarcados e de fácil adaptação [10].

O NodeMCU possui um firmware que pode ser customizado no site do fabricante [11] de acordo com as funcionalidades do projeto vindo a otimizar o espaço de memória do kit.

Ao ligar o kit, o firmware inicia o *boot* e executa o arquivo *init.lua*, neste arquivo deverá estar as primeiras instruções da aplicação, logo em seguida a rotina principal é executada conforme ilustrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Quando iniciada a rotina principal, o sistema se conecta à rede sem fio já configurada passando para o próximo evento quando conectado, como mostrado na Figura 11. No modo automático, as válvulas e o motor são acionados no momento em que há nível baixo em algum tanque.

Na situação em que outro tanque apresentar nível baixo durante o processo de abastecimento, o sistema altera a abertura das válvulas apenas quando conclui o enchimento do anterior. Estando todos os níveis em condições normais o motor é desligado e a válvula é fechada.

O usuário ao modificar o modo de operação para manual permite que o acionamento das válvulas e do motor seja feitos diretamente pelo aplicativo do celular desconsiderando os níveis dos reservatórios.

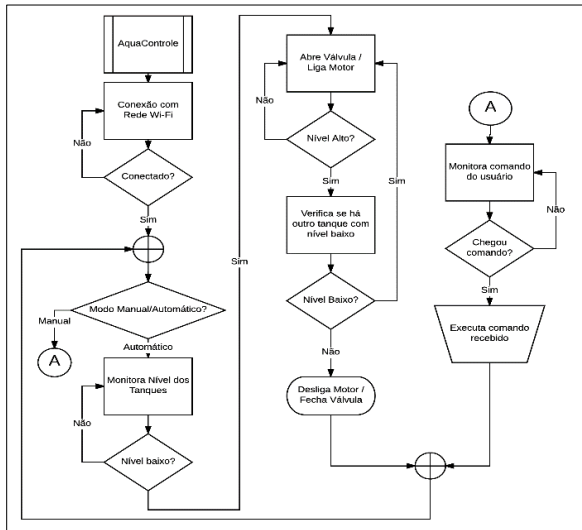


Figura 11: Fluxograma funcional do software do AquaControle.



Figura 12: (a) Tela de login; (b) Tela de controle da aplicação.

A qualquer momento o usuário poderá alterar o modo de operação para manual ou automático. Assim, controlando o sistema da melhor forma possível.

4 O Aplicativo AquaControle

O aplicativo para os dispositivos móveis foi desenvolvido com o App Inventor [12], uma ferramenta para iniciantes em desenvolvimento de software que utiliza blocos de textos para a construção da lógica. O App Inventor tem como missão transformar os usuário de tecnologia em criadores de tecnologia de uma forma simples e fácil para todos. Esta ferramenta atendeu a necessidade do projeto e deu à aplicação uma aparência bem agradável como observa-se na Figura 12.

A Figura 13 apresenta o diagrama de blocos da aplicação utilizada para enviar um comando ao módulo central através da rede. No primeiro bloco ao acionarmos o botão "on" da **Valv 04**, o qual pode ser observado na Figura 12(b), a aplicação faz com que ele seja ocultado, torna visível o botão "off" e envia o comando "ON4" para o endereço selecionado na Figura 12(a), este comando faz a Válvula 04 do sistema abrir.

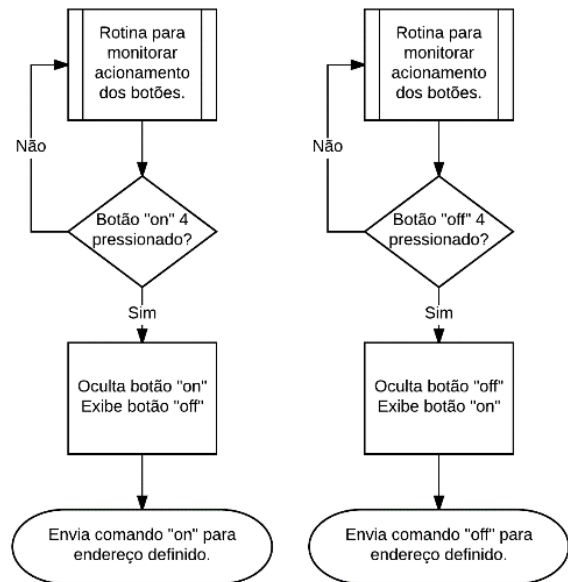


Figura 13: Parte da lógica de bloco da tela de controle.

No segundo bloco a operação é inversa. Ao acionarmos o botão "off" da **Valv 04**, a aplicação faz com que ele seja ocultado, torna visível o botão "on" e envia o comando "OFF4" onde a Válvula 04 é fechada.

(a)

(b)

5 Conclusões

O sistema apresentado foi montado em uma residência que possui o cenário apresentado na Figura 2. A dificuldade encontrada foi a instalação física das chaves de nível devido ao difícil acesso aos reservatórios de água. A distância dos reservatórios não influenciou na leitura do sinal pelas portas digitais do dispositivo. Para o uso do aplicativo AquaControle uma rápida explicação foi suficiente para a utilização o mesmo.

O AquaControle conseguiu alcançar o objetivo proposto neste projeto que era de evitar o desperdício de água com o transbordamento dos reservatórios e disponibilizou uma ferramenta de monitoramento online para os usuários deste sistema.

Com isto, passamos a ter um consumo consciente evitando a retirada indiscriminada das águas subterrâneas e consequentemente preservando os lençóis freáticos.

Outro objetivo alcançado foi a economia de energia com o desligamento do motor no momento em que o nível do reservatório alcança seu valor máximo e também a proteção do motor-bomba caso não haja fluxo de água, seja por falta de escorva ou por fechamento da sua linha de descarga.

Como as saídas de acionamento foram projetadas com relés, este projeto pode ser redirecionada para diversos outras aplicações na automação residencial como por exemplo: acionamentos de lâmpadas, portões eletrônicos, alarmes, cortinas motorizadas, eletrodomésticos entre outros.

Referências

[1] S. B. Alexandre Luiz , C. F. Waldir Duarte. Atuação da Câmara Técnica de águas subterrâneas – CTAS do Estado de Pernambuco. XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços

[2] SANTOS, Maraiza Prescila dos; OLIVEIRA, José Kleber Costa de. AUTOMAÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA RESERVATÓRIOS DE ÁGUA, 2014.

[3] Yang, Shuang-Hua, et al. "A case study of Internet of things: A wireless household water consumption monitoring system." Internet of Things (WF-IoT), 2015 IEEE 2nd World Forum on. IEEE, 2015.

[4] Oliveira, Isabel RH, Carlos RB Santos, and Marco AL Rodrigues. DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO ANDROID PARA MONITORAMENTO MICROCONTROLADO DO NÍVEL DE UM RESERVATÓRIO DE ÁGUA RESIDENCIAL EM TEMPO REAL, 2014.

[5] Abdulrahman, T. A., et al. "Design, Specification and Implementation of a Distributed Home Automation System." Procedia Computer Science 94 (2016): 473-478.

[6] NodeMCU Documenttion. <http://nodemcu.readthedocs.io/en/master/en/>, Dez 2016.

[7] ESP8266EX Datasheet Version 4.3, <http://bbs.espressif.com/>, Dez 2016.

[8] Vinitrônica, <http://www.vinitronica.com.br/pd-1986b0-modulo-rele-4-canais-5v.html?ct=aba4b&p=1&s=1>, Abr 2017.

[9] Vinitrônica, <http://www.vinitronica.com.br/pd-19ed1f-valvula-solenoide-3-4-220v.html>, Abr 2017.

[10] R. Ierusalimschy, Programming in Lua. Lua.org, December 2003. ISBN 85-903798-1-7.

[11] <https://nodemcu-build.com/>

[12] MIT App Inventor, <http://appinventor.mit.edu/explore/>, Dez 2016.

Monitoramento de Consumo Doméstico de Água Utilizando uma Meta-Plataforma de IoT

Home monitoring of water consumption using an IoT meta-platform

Everton Dornelas ¹  orcid.org/0000-0003-4447-0760

Sérgio Campello Oliveira ¹  orcid.org/0000-0003-1058-1139

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil

E-mail do autor principal: Everton Dornelas evertondornelas@gmail.com

Resumo

Internet das Coisas é um tema bastante debatido atualmente, tanto no meio acadêmico quanto no mercado de negócios, e tem atraído investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Objetos que não eram conectados a internet terão essa funcionalidade e facilitarão a vida cotidiana fornecendo informações coletadas por sensores ou interagindo através de atuadores. Um recurso que é imprescindível para o cotidiano da sociedade e que muitas vezes não tem seu consumo adequadamente mensurado, é a água. Este artigo descreve a construção de um protótipo para o monitoramento do consumo de água em um ambiente doméstico, utilizando uma meta-plataforma de código aberto que visa facilitar o desenvolvimento de dispositivos que conectam coisas à internet. O objetivo do sistema é mensurar o consumo instantâneo e disponibilizar os dados gerados em tempo real na internet para serem consultados por outras aplicações. O projeto utilizou um Arduino UNO com um sensor de fluxo de água e um módulo transceptor nRF24L01+ de banda ISM 2,4GHz como dispositivo de medição. Além de um Raspberry Pi 2 Model B também com um módulo nRF24L01+ como gateway. Esse gateway, quando conectado a uma rede local TCP/IP com acesso à internet, disponibiliza na cloud os dados coletados pelo dispositivo. Os testes preliminares indicaram que foi possível mensurar o consumo em tempo real com uma precisão de aproximadamente 96% nos experimentos realizados.

Palavras-Chave: internet das coisas; consumo de água; monitoramento; sistema embarcado; casa inteligente (domótica); medição inteligente.

Abstract

Internet of Things is a subject much debated nowadays, in the academic as well as in the business market, and has attracted considerable investment in research and development. Things that were not connected to the internet will have this functionality and will make everyday life easier by providing information collected by sensors or interacting through actuators. A resource that is crucial to the daily life of society and that often does not have its consumption properly measured is water. This article describes the construction of a prototype for monitoring the water consumption in a domestic environment, using an open-source meta-platform which aims to facilitate the development of devices that connect things to the internet. The system objective is to measure the immediate consumption and to make available the generated data in real time in the internet to be consulted

by other applications. This project has used an Arduino UNO, with a water flow sensor and a nRF24L01+ 2.4GHz ISM band transceiver module as measuring device. Besides that, a Raspberry Pi 2 Model B with another nRF24L01+ module working as a gateway. This gateway, when connected to a local TCP/IP network with internet access, provides to the cloud the data collected by the device. The preliminary tests indicated that it was possible to measure consumption in real time with an accuracy of approximately 96% in the experiments performed.

Key-words: *internet of things; water consumption; monitoring; embedded system; smart home; smart metering.*

1 Introdução

Passada a primeira década do século XXI o Brasil ainda sofre com o abastecimento de água, principalmente nas regiões Norte e Nordeste. No país, quase 35 milhões de brasileiros não possuem acesso ao serviço, uma vez que o percentual da população atendida é de 83,3% [1]. Como agravante, a média do índice de perdas na distribuição de água do país é de 36,95%, por conta de vazamentos, falta de monitoramento, medições incorretas, entre outros problemas [2].

Diferentemente das companhias elétricas, que já iniciaram seus investimentos em redes inteligentes de energia (as *Smart Grids*) que possibilitam ao consumidor o acompanhamento e controle diário do consumo de energia elétrica (como é o caso de CEMIG [3] e CPFL [4]), não se percebe movimento similar das companhias de saneamento básico na chamada rede de água inteligente (do inglês *Smart Water Network – SWAN*) com serviços de acompanhamento disponíveis à população.

Distribuída a água para as torneiras da população, tem-se a segunda parte do desperdício, que é feito diretamente pelas pessoas. De uma maneira prática, não é fácil mensurar o quanto se gasta de água num banho, para escovar os dentes, lavar a louça ou até mesmo lavar as mãos. Fazendo novamente um comparativo com o consumo energético, em qualquer simples eletrodoméstico é fácil consultar no manual (ou até mesmo nas etiquetas localizadas no produto) qual a sua potência de consumo de energia em Watts, e com uma simples conta matemática tem-se ideia dos equipamentos com o maior potencial de consumo de energia elétrica, tornando o seu uso bem mais racional.

Levando em consideração que nem as companhias de abastecimento de água conseguem mensurar e monitorar corretamente o que entregam, esperar hidrômetros similares aos medidores inteligentes da energia elétrica - onde é possível consultar o consumo praticamente em tempo real através de um *smartphone* - parece ser algo distante da realidade. Entretanto, existe movimentação no mercado: *startups* lançam projetos de financiamento coletivo (*crowdfunding*) na tentativa de levantar verba suficiente para a fabricação em larga escala de seus produtos, que realizam a medição inteligente de consumo de água - é o caso da estadunidense *FLUID* [5] e da espanhola *Óasys* [6].

A importância de como o acompanhamento do consumo de água pode trazer benefícios é evidenciada

em resultados de um estudo realizado na Austrália, através do programa *H₂OME Smart* [7]. Com milhares de famílias participantes, o estudo mostrou quão notável é a economia no consumo de água a partir do momento que os dados ficam facilmente disponíveis para consulta: famílias que tinham um consumo acima da média conseguiram reduzi-lo após o acompanhamento [7].

A importância do consumo consciente de água, para tornar o mundo cada vez mais sustentável, aliado a escassez de tecnologia disponível para o auxílio desse objetivo, foram as motivações para este trabalho. O objetivo é propor um sistema embarcado capaz de fornecer um monitoramento mínimo do consumo hídrico doméstico, podendo ser expandido para um ambiente comunitário (como escolas, empresas, condomínios, etc.), utilizando soluções de código aberto (aproveitando principalmente a evolução da Internet das Coisas) e recursos de *hardware* simples, com boa disponibilidade no mercado e preço acessível.

2 Internet das Coisas

Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*) tem sido um termo bem popular (*buzzword*) no meio da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), e que já movimentou milhares de dólares em pesquisas, novos produtos e *startups*.

A definição do que é Internet das Coisas ainda é algo bem discutido. O *IEEE* (Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos) descreve a expressão *Internet of Things* como “Uma rede de itens - cada um embarcado com sensores - que estão conectados à internet” [8]. Uma das mais completas definições é a da Cisco [9], que precisou de outro conceito, a Internet de Tudo (*Internet of Everything – IoE*), para explicar melhor a Internet das Coisas:

- Internet de Tudo: é a conexão em rede de pessoas, dados, processos e coisas. A *IoE* é composta de muitas transições de tecnologia, incluindo a Internet das Coisas.
- Internet das Coisas: é a conexão em rede de objetos físicos. *IoT* é uma das muitas transições tecnológicas que permitem a *IoE*.

Os números da Internet das Coisas impressionam: são esperados que 75% dos carros produzidos até 2020 saiam de fábrica prontos para conexão, cidades devem investir 133 bilhões de dólares em *IoT* até 2019, na agricultura cerca de 75 milhões de dispositivos devem estar conectados até 2020. O

principal motivo dessa corrida não difere do que já vivenciamos até hoje: economia [10].

Um estudo da *General Electric (GE)* [11] aponta para uma economia de pelo menos 63 bilhões de dólares apenas na área da saúde, com a adoção de objetos conectados. Em um outro estudo, da *Accenture* [12], se fala em 10,6 trilhões de dólares de contribuição cumulativa da *IoT* quando aplicada a indústria, e de acordo com a *IHS Technology* [13], o setor industrial será responsável por quase um terço dos novos dispositivos conectados entre 2015 e 2025.

Internet das Coisas aparece no pico da curva de expectativas inflacionadas para tecnologias emergentes do tradicional gráfico de ciclo de *hype* do *Gartner (Hype Cycle for Emerging Technologies)* em 2015 [14]. Um ponto interessante a ser observado, é que tanto para o gráfico de 2015 quanto para o de 2016 [15] existe um subtema da *IoT* presente na curva "Estímulo de Inovação" (*Innovation Trigger*): Plataforma de Internet das Coisas (*IoT Platform*).

Os ambientes de Internet das Coisas são caracterizados por um alto grau de heterogeneidade, por conta da especificidade de cada solução, que pode variar dentro de alguns pilares como alcance de comunicação, taxa de transmissão, consumo de energia e custo [16]. Tratar essa heterogeneidade é o objetivo de uma plataforma de Internet das Coisas.

Essa heterogeneidade gera um grande desafio para a criação e definição de padrões de comunicação para as coisas na internet, similar ao que já existe hoje na *World Wide Web (WWW)*. Ainda é difícil falar em padrões dentro desse universo, evidenciando a importância das plataformas, que nada mais são do que uma infraestrutura que visa facilitar a interação dos dispositivos (*hardware*, as coisas) com as aplicações (*software*). Uma plataforma pode ser de *software* – que é um conjunto de serviços responsáveis pelo tráfego e armazenamento dos dados – ou de *hardware* – microcontroladores com seu conjunto de sensores, atuadores e rádios de comunicação.

Um levantamento feito por *Matt Turck* [17] - um investidor em capital de risco - exhibe o panorama 2016 do que está sendo trabalhado em *IoT*. Foram mapeadas 1266 companhias criando soluções e plataformas de Internet das Coisas nos últimos três anos. Ou seja, no cenário atual, cada um tem seu próprio sistema, com seu próprio método de comunicação (protocolos e/ou rádios de transmissão), e que provavelmente não possui a capacidade de interagir com aplicações de terceiros, afinal padrões ainda estão sendo discutidos. Pensando em facilitar esse cenário, surgiu o *KNoT* com a ideia de ser um mediador (*middleware*) entre plataformas de Internet

das Coisas.

Por exemplo, uma solução que utilizasse o *Arduino* como plataforma de *hardware* interagindo com a plataforma de *software AWS IoT* da *Amazon*, teria dificuldades para interagir também com a plataforma *Azure IoT* da *Microsoft*, uma vez que os protocolos de comunicação suportados pelas plataformas podem ser diferentes. Utilizando um *middleware*, os dispositivos da plataforma de *hardware* interagiriam com as plataformas de *software* de forma transparente, através da mediação realizada pelo *KNoT*.

2.1 KNoT

O *KNoT* é uma meta-plataforma de código aberto para a Internet das Coisas, que visa facilitar o desenvolvimento de soluções para conectar coisas [18]. Ele provê dispositivos de baixo custo que podem ser customizados de acordo com a necessidade da solução. Além disso, realiza a integração de plataformas de *IoT* criando uma solução *full stack (hardware e software)*, ou seja, torna possível que um dispositivo de uma determinada plataforma de *hardware* troque dados com um aplicativo para *smartphone* através de compartilhamento de dados via *cloud* de uma plataforma de *software*.

A ideia é que com uma simples configuração no roteador (*Gateway*) junto com a escrita de poucas funções no dispositivo (*Thing*) para descrever o comportamento do(s) sensor(es) e/ou atuador(es), a solução já esteja funcional. Os dados coletados pelos dispositivos trafegarão até a nuvem (*Cloud*) e poderão ser acessados via aplicações *web* ou *mobile*.

O *KNoT* utiliza uma arquitetura que segue uma topologia de rede em estrela conhecida como *spoke-hub* (ou *hub and spoke*). Essa arquitetura, que utiliza um *gateway* entre os *things* e a *cloud*, é indicada para dispositivos que possuem recursos reduzidos (*thin clients*) [19]. Arquiteturas em que os *things* conversam diretamente com a *cloud (front-loaded)* e até mesmo com outros *things (smart client)* são mais complexas, necessitam de dispositivos com maior poder de processamento e consequentemente tem maior custo [20].

A arquitetura *hub and spoke* é composta por três principais atores: *thing*, *gateway* e *cloud*. Os sensores presentes em cada *thing* geram dados - a partir de suas leituras - que são enviados para o *gateway* via rádio transceptor encapsulados em um protocolo específico. O *gateway* armazena esses dados em um repositório local (chamado de *fog*) que é sincronizado

com a *cloud*. Uma vez disponibilizados em nuvem, os dados podem ser acessados por aplicações através da internet. As aplicações também podem demandar ações para os *things* que possuem atuadores. Essas ações são dados que trafegam no caminho inverso: da *cloud* até o *thing*. A Figura 1 ilustra a arquitetura descrita.

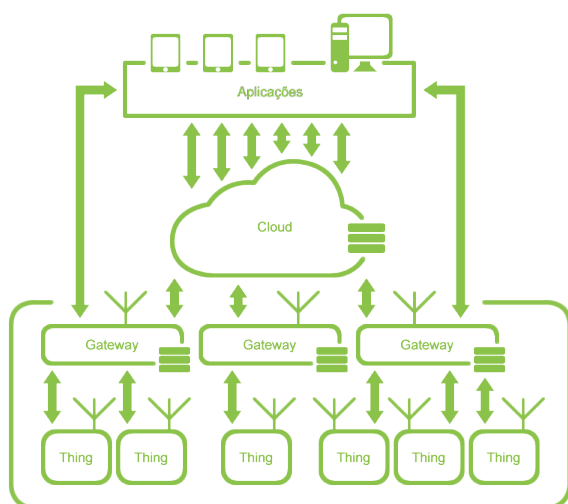


Figura 1: Arquitetura suportada pelo KNoT.

A versão do *KNoT* no momento em que este trabalho foi desenvolvido é a *01.02*, e tem como principais componentes de *software* o *KNoT Thing*, *KNoT Gateway*, *KNoT Service* e o *KNoT Cloud* que são definidos a seguir:

- *KNoT Thing*: é a biblioteca para o desenvolvimento do dispositivo. Depende de outras duas bibliotecas, uma que define o protocolo da camada de aplicação do *KNoT* (*KNoT Protocol*) e outra que cria a abstração para os periféricos do *hardware* (*KNoT HAL*). Nesta versão existe apenas o suporte para a plataforma do *Arduino*.
- *KNoT Gateway*: é o sistema operacional do roteador. É uma distribuição Linux customizada que contém todo o *software* necessário para o funcionamento do *gateway* dentro da rede. Para esta versão, o *hardware* suportado é limitado a placa *Raspberry Pi*.
- *KNoT Service*: é o serviço do *gateway* que funciona como interface entre os dispositivos cadastrados da rede local *KNoT* (*things*) e a nuvem (*cloud*), realizando o gerenciamentos dos

dispositivos e facilitando a troca de dados entre *thing* e *cloud*;

- *KNoT Cloud*: é o serviço *web* que interliga a rede local e as aplicações. Nesta versão, é um *fork* da plataforma *Meshblu* [21]. É embarcado no *KNoT Gateway* funcionando como uma instância local da *cloud* (chamada de *fog*) e também em servidores dedicados atuando como *cloud*.

Nas próximas versões, mais plataformas de *software* e *hardware* serão suportadas. Este trabalho utilizou a versão *01.02*, e por esse motivo se restringiu a implementar a solução utilizando os *hardwares* suportados.

3 Hardware

A escolha do *hardware* do projeto seguiu a lista de componentes suportados pela plataforma de *software*. O *KNoT*, na versão utilizada, tem suporte nativo para *Arduino* pelo *KNoT Thing*, para a *Raspberry Pi* pelo *KNoT Gateway* e para rádio de frequência o *nRF24L01+*. O custo total dos componentes de *hardware* utilizados no projeto foi de aproximadamente R\$ 250,00, conforme os preços detalhados na Tabela 1.

Tabela 1: Preço dos componentes de hardware utilizados.

Item	Quantidade	Preço
Raspberry Pi 2 Model B	1	R\$ 150,00
Arduino UNO	1	R\$ 50,00
Sensor de fluxo de água	1	R\$ 20,00
Módulo do nRF24L01+	2	R\$ 15,00

A organização dos componentes do *thing* consiste no sensor de fluxo instalado no ponto de entrada da distribuição de água através de uma conexão tubular com diâmetro nominal de meia polegada (1/2" NPS) e conectado eletricamente ao *Arduino UNO*, que possui capacidade de conexão sem fio através do transceptor utilizado. O *gateway*, que utiliza um *Raspberry Pi 2 Model B*, possui uma instância da *cloud* (*fog*) com capacidade de armazenamento de dados local e também realiza transferência dados sem fio com um transceptor igual ao utilizado no *thing*. Essa organização é ilustrada na Figura 2.

3.1 Radio

O *nRF24L01+* é um rádio de baixo custo, fácil de encontrar no mercado, tem uso já consolidado com diversas plataformas de *hardware* e *software*, um alcance que pode chegar até 1km (quando utilizado com uma antena externa e em campo aberto) e um baixo consumo de energia - que pode variar entre 26µA (em modo de espera) e 13.5mA (em potência máxima de recepção) [22]. Essas características influenciaram na sua escolha para ser o primeiro rádio suportado pela plataforma.

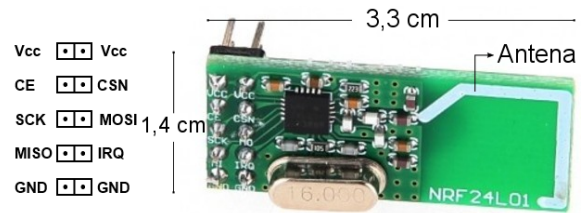


Figura 3: nRF24L01+ board.

3.2 Sensor

A escolha do sensor, assim como no caso do rádio, seguiu o critério custo e disponibilidade. O custo relativamente baixo em relação a outras opções dar-se ao fato de seu modo de funcionamento ser extremamente simples. É um mecanismo que possui uma válvula em formato de cata-vento com um ímã acoplado que trabalha em conjunto com um sensor *hall* para enviar um pulso; é conhecido também como *pinwheel sensor*.

Através dos pulsos gerados é possível mensurar a vazão de água. Esse sensor, o *YIFA YF-S201*, gera 450 pulsos por litro, com uma margem de erro de 5%. A vazão máxima é de 30 litros por minuto e a tensão de alimentação suportada é de 5V a 24V [23]. O sensor, mostrado na Figura 4, possui três fios: o vermelho (que é ligado ao 5V do *Arduino*), o preto (terra) e o amarelo (*hall effect pulse*) que é ligado a um pino do microcontrolador com suporte a interrupção externa.

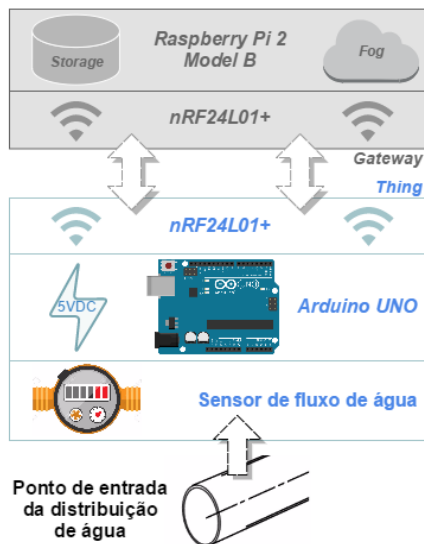


Figura 2: Organização dos componentes.

O rádio, que tem banda *ISM* de 2,4GHz de frequência e taxa de transferência máxima de 2Mbps, é controlado pelo microcontrolador via interface *SPI* (*Serial Peripheral Interface*) [22]. Como pode ser visto na Figura 3, a placa que encapsula o rádio possui uma antena interna e expõe os pinos das conexões *SPI*, que são conectados ao *Arduino*. Os dois pinos que recebem a tensão elétrica (*VCC* 1,9V ~ 3,6V) foram interligados e conectados a saída de tensão da placa do microcontrolador.



Figura 4: Sensor de fluxo de água.

Este sensor se mostrou sensível a passagem de ar, evidenciado que seu mecanismo de funcionamento simples tem limitações. Para contornar esse problema, algumas soluções disponíveis no mercado, que afirmam bloquear a passagem de ar, podem ser utilizadas; porém não possuem homologação de institutos de certificação de qualidade e em testes informais apresentaram algumas deficiências [24]. Caso seja necessário uma maior precisão na medição, este sensor mostrou não ser o mais indicado (existem alguns modelos de sensores do tipo turbina ou ultrassônico que possuem uma margem de erro menor, de cerca de 1%), mas para este trabalho ele atendeu sem maiores problemas.

3.3 Thing

Dentre as versões de *Arduino* suportadas pela biblioteca *KNoT Thing*, *UNO* e *Pro Mini*, a escolha se deu pela primeira opção. Apesar do *Pro Mini* ter um custo bem menor (cerca de um terço do preço), o *UNO* tem duas vantagens para este tipo de trabalho: é mais fácil para um protótipo pois é mais facilmente encontrado no mercado e não precisa ter componentes soldados como é o caso do *Pro Mini*.

O *Arduino UNO* [25] é uma placa de microcontrolador baseada no *Atmel AVR ATmega328P* [26]. A placa possui 14 pinos de entrada/saída digitais, 6 entradas analógicas, um cristal de quartzo de 16MHz e o *In-Circuit Serial Programming (ISCP)* via porta de conexão *USB*, que facilita o desenvolvimento.

O rádio, controlado via interface *SPI*, é conectado ao *Arduino* como ilustra a Figura 5. Já o sensor utilizado, pode ter a saída de sinal ligada ao pino 2 ou 3, pois nesses pinos existe o suporte para a interrupção externa.

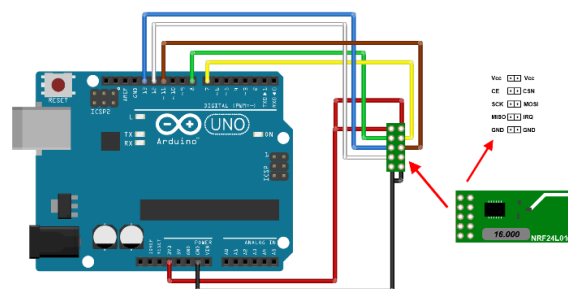


Figura 5: Arduino UNO com o nRF24L01+.

3.4 Gateway

O *KNoT Gateway* tem suporte para as três versões da *Raspberry Pi Model B*. Todas possuem uma boa disponibilidade no mercado, e o preço varia de acordo com a versão: quanto mais recente é mais atualizada, e conseqüentemente tem um custo mais elevado. Para este trabalho a versão escolhida foi a 2, por reunir um melhor custo benefício.

A placa conta com um processador *ARM Cortex-A7* quad-core de 900MHz, 1GB de *RAM*, 40 pinos *GPIO* (incluindo o suporte ao *SPI*, necessário para o rádio), porta *Ethernet* (necessária para comunicação com a rede local *TCP/IP*) e entrada para cartão de memória (que armazena o sistema operacional). Com essa configuração o *gateway* consegue funcionar bem com um sistema operacional embarcado baseado em *Linux* e ter até 240 *things* conectados em sua rede local *KNoT*.

O rádio é conectado a interface *SPI* da *Raspberry Pi 2* por meio dos pinos 8 (*SS*), 9 (*MISO*), 10 (*MOSI*), 11 (*SCK*) e 25 (*CE*), enquanto a tensão é fornecida através do pino *VCC* de 3,3V da placa. O conjunto de pinos *GPIO* da placa é ilustrado na Figura 6 [27].

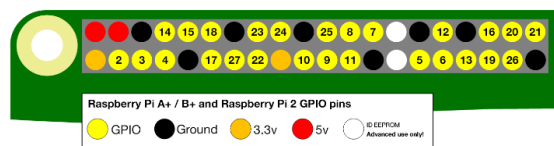


Figura 6: Pinos GPIO Raspberry Pi 2.

4 O Aplicativo AquaControle

Com a utilização do *KNoT*, o desenvolvimento do *software* se restringe ao código do *thing* e da aplicação que interpreta os dados da *cloud* (que não fez parte do escopo inicial deste projeto). Para o *gateway*, é necessário apenas a geração da imagem de seu sistema operacional: uma distribuição Linux para sistemas embarcados com os artefatos necessários para o gerenciamento dos dispositivos na rede local *KNoT*.

4.1 KNoT Thing

Para facilitar o desenvolvimento do *software* do dispositivo, a plataforma disponibiliza uma biblioteca a ser utilizada chamada de *KNoT Thing*. Sua utilização simplifica a codificação, sendo necessário apenas o desenvolvimento de poucas funções com objetivos simples: realizar a leitura de dados do sensor e demandar configurações para o atuador.

O processo de fluxo de dados entre o *thing* e *gateway* torna-se transparente com a utilização da biblioteca: o que for lido pelo sensor é enviado do *Arduino* para a *Raspberry Pi*, e o caminho inverso é feito demandando configurações para o atuador. Essa troca de dados é realizada utilizando o protocolo *KNoT* sobre o rádio *nRF24L01+*, que é suportado nativamente pela plataforma.

Toda essa abstração é possível graças ao uso das bibliotecas *KNoT HAL* e *KNoT Protocol*. O objetivo principal da *KNoT Thing* é criar uma interface entre o código customizado do dispositivo e as bibliotecas de abstração. A Figura 7 ilustra a configuração completa (*hardware* e *software*) de um *KNoT Thing*. O *KNoT μOS* mostrado na Figura 7, é a evolução da biblioteca *KNoT Thing* para um micro sistema de tempo real e estará disponível nas próximas versões da plataforma.

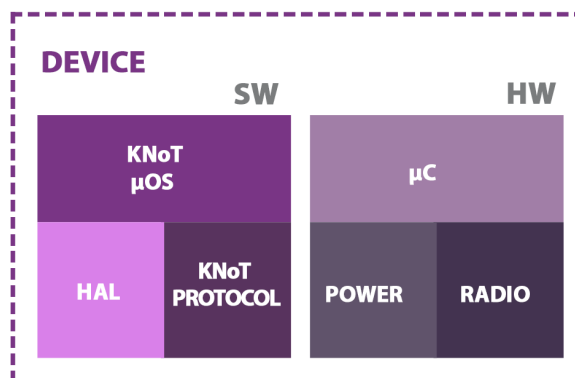


Figura 7: Camadas do *KNoT Thing*.

Para o funcionamento do *Arduino*, é necessária a implementação de duas funções: *setup* e *loop*. Na primeira, que é executada uma única vez, configura-se o dispositivo: pino de entrada do sensor, interrupção, velocidade da serial (utilizada para depuração) e a chamada das funções da biblioteca *KNoT Thing*. Já a segunda função, tem o objetivo de executar as tarefas necessárias enquanto o dispositivo estiver ativo.

Na primeira etapa (Etapa 1 da Figura 8), que é de configuração, as funções chamadas tem os seguintes propósitos: habilitar a interrupção externa, inicializar o dispositivo como um *thing* na rede *KNoT* local e configurar e registrar o(s) sensor(es) e atuador(es) do dispositivos através das respectivas funções de leitura e escrita.

O primeiro passo da etapa de configuração é habilitar a interrupção externa para capturar os pulsos gerados pelo sensor de fluxo – configuração que acontece no passo 1.1 ilustrado na Figura 8. Cada pulso é contabilizado, e a partir do montante de pulsos, a função de leitura de dados do sensor - que é chamada pela biblioteca *KNoT Thing* - calcula o quanto os pulsos representam em volume. O projeto utilizou apenas um sensor, e por esse motivo nenhum atuador é configurado e registrado.

No passo seguinte, 1.2 da Figura 8, o dispositivo é inicializado como um *thing* na rede local *KNoT* e um nome lhe é atribuído. No terceiro passo, a função de leitura responsável por recuperar as informações do sensor de fluxo de água é registrada e configurada para trabalhar com volume, sendo o litro a unidade utilizada - essa configuração acontece no passo 1.3 na Figura 8.

Na segunda etapa (Etapa 2 da Figura 8), que é um laço infinito, cada iteração realiza a chamada de uma função da biblioteca que executa as tarefas necessárias: verifica se dados foram recebidos da

rede e se eles demandam ações para o atuador, além de enviar para o *gateway* os dados gerados pelo sensor – representado no passo 2.1 da Figura 8.

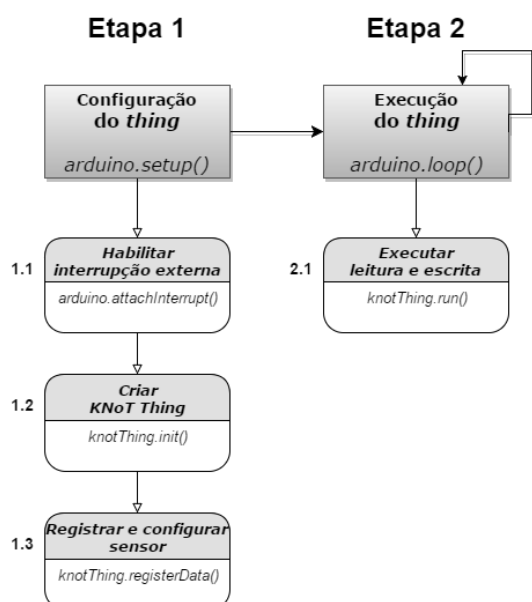


Figura 8: Fluxo do KNoT Thing.

4.2 KNoT Gateway

Utiliza o *Buildroot* [28], uma ferramenta de código livre, eficiente e fácil de usar para gerar sistemas Linux embarcados. A imagem customizada gerada após a compilação contém todos os artefatos necessários para o funcionamento do *gateway*: *KNoT Protocol*, *KNoT HAL*, *KNoT Service* e *KNoT Cloud*. Como pode ser visto na Figura 9, todos esses artefatos funcionam sobre o Linux.

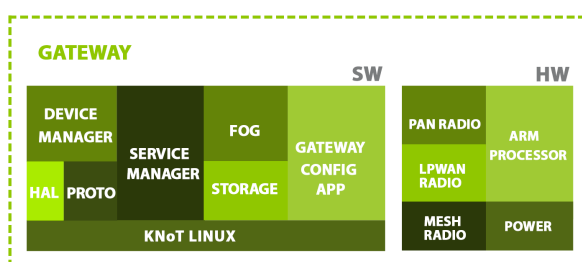


Figura 9: Camadas do KNoT Gateway.

leva um certo tempo, mas é simples e se resume a dois comandos: o primeiro configura a compilação para o *hardware* da *Raspberry Pi 2*, e o segundo inicia a compilação propriamente dita. É disponibilizado junto com o código fonte do *KNoT Gateway* um script que facilita o processo de gravação da imagem gerada no cartão de memória que será conectado a placa: o script formata e copia os arquivos necessários para as partições adequadas. Com a imagem gravada e o cartão conectado à *Raspberry Pi*, o *gateway* está funcional.

O *gateway* funcional é sinônimo de que os serviços e *KNoT Cloud* e *KNoT Service* estão ativos. O primeiro, que no *gateway* atua como uma instância local da *cloud* (e por isso é chamado de *KNoT Fog*), é responsável por armazenar os dados trocados com os *things* da rede local *KNoT* e sincronizá-los com uma *cloud* remota (se configurado para isso). A *Fog*, como ilustrado na Figura 9, depende de uma base de dados (*Storage*) local.

O *KNoT Fog* recebe os dados através do *KNoT Service* – ilustrado na Figura 9 como *Service Manager* – que é o serviço responsável pelo gerenciamento e troca de dados com os dispositivos cadastrados; e assim como a biblioteca *KNoT Thing*, também depende da *KNoT HAL* e da *KNoT Protocol* para as abstrações necessárias – respectivamente representados por *HAL* e *PROTO* na Figura 9.

Para comunicação com rede local *KNoT*, o *gateway* deve utilizar o mesmo rádio dos *things*, e por isso deve suportar o *nRF24L01+*. Para comunicação com a internet (para sincronizar com a *cloud*, por exemplo) utiliza *Ethernet*, presente na *Raspberry Pi 2* e suportada pelo sistema operacional. O uso da *Ethernet* é útil também para acessar através da rede local *TCP/IP* uma aplicação *web* de configuração disponível no *gateway*, chamada de *KNoT Gateway Web UI*.

Como mencionado anteriormente, o *KNoT Cloud/Fog* utiliza o *Meshblu* como aplicação base, que por sua vez utiliza como repositório de dados um sistema gerenciador de banco de dados *NoSQL* orientado a documentos chamado *MongoDB* [29]. Tanto o *Meshblu*, quando o *MongoDB* são aplicações de código livre de licenças flexíveis, o que o tornam compatíveis com a proposta da plataforma *KNoT*. O *Meshblu* é portátil e tem suporte a uma série de protocolos de comunicação (*MQTT*, *CoAP*, *HTTP*, *Websocket*, *AMQP*, etc.) que facilita a troca de dados com aplicações *web* e/ou *mobile*. Já o *MongoDB* consegue ser referência em portabilidade e performance.

O processo de compilação do sistema operacional

A solução proposta neste trabalho pode ser evoluída para garantir melhor precisão nas medições, utilizando melhores sensores como os do tipo turbina ou ultrassônicos; além de também incluir atuadores, que podem, por exemplo, bloquear o fluxo. Outra interessante evolução é a utilização da solução em outros ambientes, como condomínios e empresas, o que pode demandar para o sistema o suporte a rádios de longo alcance, como o *LoRa* ou *NB-IOT*.

Em um cenário futuro, fazendo valer a lei de *Moore* - onde tem-se a evolução do *hardware* num determinado período de tempo por um preço constante - o sistema poderá suportar uma arquitetura em que o *thing* tem capacidade de conexão direta com a *cloud* (arquitetura *front-loaded*), evitando a utilização do *gateway*, que é o componente da solução com custo mais elevado.

O próximo passo a ser trabalhado, é a criação de uma aplicação com interface amigável (*mobile* ou *web*), para recuperar os dados armazenados na *cloud* (ou *fog*) e transformá-los em informação. No protótipo criado neste trabalho, foram utilizadas ferramentas como o *Postman* e o *Curl* para recuperar dados puros, sem uma análise sintática.

O *KNoT*, em constante evolução, trará mais funcionalidades para o *KNoT Service* e melhorias de usabilidade para o *KNoT Gateway Web UI* nas próximas versões da plataforma. O gerenciamento da rede local *KNoT (things e gateways)* será facilitado, o que contribuirá para inserção de novos *things* com seus sensores e atuadores, que combinados poderão gerar melhores informações; como por exemplo, mensurar o consumo de água levando em consideração a temperatura do ambiente.

Referências

- [1] Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015. Ministério das Cidades, Brasília, Fevereiro de 2017.
- [2] Go Associados. Perdas de Água: Desafios ao Avanço do Saneamento Básico e à Escassez Hídrica. Instituto Trata Brasil, São Paulo, Março de 2015.
- [3] CEMIG. A CEMIG e o futuro – Inovação e Sustentabilidade. Disponível em: <<https://goo.gl/09X1R4>>. Acesso em: 7 de Setembro de 2016.
- [4] CPFL Energia. Energias sustentáveis – Smart Grid. Disponível em <<http://goo.gl/hzJk97>>. Acesso em: 7 de Setembro de 2016.
- [5] FLUID. The Learning Water Meter. Disponível em <<http://goo.gl/e8zXnY>>. Acesso em: 7 de Setembro de 2016.
- [6] Ôasys. Visualize, understand, and act on our household water consumption. Disponível em <<http://goo.gl/05Vec2>>. Acesso em: 7 de Setembro de 2016.
- [7] M. Anda, F. L. G. Brereton, J. Brennan, E. Paskett. Smart Metering Infrastructure for Residential Water Efficiency: Results of a Trial in a Behavioural Change Program in Perth, Western Australia. In *Anais do First International Conference on Information and Communication Technologies for Sustainability – ICT4S*, Zurique, páginas 116-122, 2013.
- [8] R. Minerva, A. Biru, D. Rotondi. Towards a definition of the Internet of Things (IoT) – Revision 1. IEEE Internet of Things, Maio de 2015.
- [9] J. Bradley, C. Reberger, A. Dixit, V. Gupta. Internet of Everything: A \$4.6 Trillion Public-Sector Opportunity. Cisco White Paper, 2013.
- [10] Peixoto, Eduardo. IoT: Onde estão os negócios? Série IoT – Volume A.2. CESAR, Recife, 2016.
- [11] P. C. Evans, M. Annunziata. Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines. General Electric White Paper, Novembro de 2012.
- [12] M. Purdy, L. Davarzani. The Growth Game-Changer: How the Industrial Internet of Things can drive progress and prosperity. Accenture Strategy White Paper, 2015.
- [13] B. Morelli, J. Howell, J. Watson, S. Lucero, L. Ratliff, Y. Kanesin, C. Kim, P. Tomasi. IoT trend watch 2017. IHS Markit, 2017.
- [14] Gartner's 2015 Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies the Computing Innovations That Organizations Should Monitor. Disponível em <<https://goo.gl/INiSVb>>. Acesso em: 17 de Janeiro de 2017.
- [15] Gartner's 2016 Hype Cycle for Emerging <http://dx.doi.org/10.25286/rep.v2i2.575>

Technologies Identifies the Computing Innovations That Organizations Should Monitor. Disponível em <<https://goo.gl/ZUoCF5>>. Acesso em: 17 de Janeiro de 2017.

[16] CESAR. KNoT - KNoT Network of Things. Slide 4. Disponível em <<https://goo.gl/x0xkq3>>. Acesso em: 1 de Maio de 2017.

[17] Matt Turck. Internet of Things: Are We There Yet? (The 2016 IoT Landscape). Disponível em <<https://goo.gl/kJax3L>>. Acesso em: 1 de Maio de 2017.

[18] KNoT. KNoT Network of Things. Disponível em <<https://goo.gl/qtJEIX>>. Acesso em: 1 de Maio de 2017.

[19] R. Quinnell. 3 architectures dominate the Internet of Things. EDN Network, Novembro de 2014.

[20] G. Reiter. Wireless connectivity for the Internet of Things - One size does not fit all. Texas Instruments White Paper, Junho de 2014.

[21] Octoblu Meshblu. Meshblu machine-to-machine (M2M) instant messaging (IM). Disponível em <<https://goo.gl/GCLQBB>>. Acesso em: 01 de Maio de 2017.

[22] Nordic Semiconductor. nRF24L01+ Single Chip 2.4GHz Transceiver Product Specification v1.0. Disponível em <<https://goo.gl/nx3nqr>>. Acesso em: 2 de Maio de 2017.

[23] Adafruit Industries. Sea Water Flow Sensor YF-S201 (Plastic 1/2") Technical Details. Disponível em <<https://goo.gl/jag56k>>. Acesso em: 22 de Maio de 2017.

[24] Globo - G1. Fantástico: Testes avaliam aparelho que promete bloquear ar e baixar conta de água. Disponível em <<https://goo.gl/fXmZWQ>>.

[25] Arduino AG. Arduino Board UNO. Disponível em <<https://goo.gl/RBmkbQ>>. Acesso em: 1 de Maio de 2017.

[26] Atmel Corporation. Datasheet do CI AVR Atmega 328P. Disponível em <<https://goo.gl/UwMvNZ>>. Acesso em: 1 de Maio de 2017.

[27] Raspberry Pi Foundation. Raspberry Pi

Hardware Documentation. Disponível em <<https://goo.gl/agfPnt>>. Acesso em: 3 de Maio de 2017.

[28] Buildroot. Buildroot - Making Embedded Linux Easy. Disponível em <<https://goo.gl/vvJSQ2>>. Acesso em: 01 de Maio de 2017.

[29] MongoDB, Inc. MongoDB. Disponível em <<https://goo.gl/3xHymI>>. Acesso em: 1 de Maio de 2017.

[30] Octoblu Meshblu. Meshblu REST API Documentation. Disponível em <<https://goo.gl/PnTynB>>. Acesso em: 8 de Maio de 2017.

